

**Capacidad de Soporte
Humano de la Floresta
Amazónica**

Philip M. Fearnside

ILLUSTRACIONES

Figuras	Pagina
1.1. Mapa de la Amazonía Legal brasileña	
1.2. Crecimiento poblacional en Rondônia	
1.3. Agrovilla Grande Esperança	
1.4. Familia de colonos morando en su lote	
1.5. Rozas de arroz en tierra recién-talada	
1.6. Vista típica de la carretera Transamazónica	
2.1. Quema pobre	
3.1. Curvas de crecimiento exponencial e logístico	
3.2. Definición operacional de la capacidad de soporte a partir de un gradiente de probabilidades de fracaso	
3.3. Efecto hipotético de la variabilidad sobre las probabilidades de fracaso y sobre la capacidad de soporte.	
4.1. Mapa del área de estudio intensivo en la carretera Transamazónica	
4.2. Malas condiciones de transporte en las carreteras laterales	
4.3. Mapa de pH del suelo bajo bosque virgen en el área de estudio intensivo en la carretera Transamazónica	
4.4. Promedios y desvíos padrones de las lluvias mensuales para Altamira (1931-1976)	
5.1. Sectores del KPROG2	
5.2. Diagrama de alzas causales simplificado del programa KPROG2	
5.3. Diagrama de alzas causales de KPROG2	

- 5.4. Flujograma del programa KPROG2, con agrupamiento de las operaciones por nivel
- 5.5. Simulación de calorías por cápita
- 5.6. Proporción de los lotes abajo del padrón de calorías
- 5.7. Proporción del área derrumbada
- 5.8. Proporción de los lotes simulados abajo del padrón para calorías
- 5.9. Probabilidades de fracaso del colono versus la densidad poblacional
- 5.10. Uso de la tierra simulada de acuerdo con el tipo de colono
- 5.11. Tipo de colono y probabilidades de fracaso
- 5.12. Relación entre densidad poblacional e probabilidades combinadas de fracaso del colono para cada tipo de colono

TABLAS

- 1.1. Estimativas de la SUDAM sobre la Derrumbada de la Floresta Amazónica
- 1.2. Levantamientos del LANDSAT de la Tumba de Floresta en la Amazonía Brasileña
- 1.3. Parques y Reservas en la Amazonía Brasileña
- 1.4. Estimativas de la Extensión de la Degradación del Pasto en la Amazonía
- 2.1. Principales Zonas Ecológicas de la Amazonía Brasileña
- 2.2. Principales Tipos de Suelo en Áreas de Colonización de la Carretera Transamazónica
- 2.3. Posibles Efectos Macro-Climáticos de la Deforestación de la Amazonía
- 2.4. Resumen de los Efectos de las Operaciones Agrícolas sobre el Suelo
- 3.1. Tiempos de Duplicación de la Población para Áreas Seleccionadas
- 3.2. Los dos Métodos
- 4.1. Sumario de las Categorías Excluidas de la Regresión para Producción de Arroz
- 4.2. Resumen de Producción de Maíz
- 4.3. Datos para el Cálculo de los Factores de Mudanza Tecnológica
- 4.4. Probabilidades de Uso de la Tierra Basadas en el Tipo de Colono
- 4.5. Probabilidades de Uso de la Tierra para Culturas Comerciales
- 4.6. Dietas de los Colonos
- 4.7. Frecuencias de los Tipos de Colonos en Poblaciones Originales y de Recién-Llegados

- 5.1. Operaciones del Programa KPROG2 por Nivel y Sector
 - A.1. pH en la Generación de la Calidad Inicial del Suelo
 - A.2. Probabilidad de Transición para o pH del Suelo Virgen
 - A.3. Argila para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo
 - A.4. Declive para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo
 - A.5. Carbono para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo
 - A.6. Fósforo para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo
 - A.7. lluvias mensuales expresas como proporciones de los totales del período
 - A.8. Variabilidad Meteorológica Diaria Expresa como Proporciones de los Totales Mensuales
 - A.9. Financiamiento: Frecuencias, Cuantías y Termos
 - A.10. Mano-De-Obra Total Requerido para Operaciones Agrícolas por Mes
 - A.11. Mano-De-Obra Masculino Requerido para Operaciones Agrícolas por Mes
 - A.12. Mano-de-Obra Requerido para Operaciones Agrícolas
 - A.13. Costos monetarios fijos para operaciones agrícolas
 - A.14. Distribución Mensual de la Derrumbada de la Floresta Virgen
 - A.15. Distribución Mensual del Corte y Quema de la Vegetación Secundaria
 - A.16. Recomendaciones del Gobierno para la Fertilización de Pimienta Negra

- A.17. Recomendaciones del Gobierno para la Fertilización del Cacao
- A.18. Precios de los Fertilizantes y Cal en Altamira
- A.19. Quedas en el Nivel del Suelo bajo Otros Usos
- A.20. Resumen de las Variables de la Regresión de la Producción de Frejol *Phaseolus*
- A.21. Resumen de las Condiciones Excluidas de la Regresión de la Producción de Frejol *Phaseolus*
- A.22. Resumen de las Variables y de las Condiciones Excluidas de la Regresión de la Producción de Frejol-de-Cuerda *Vigna*
- A.23. Frecuencias de los Tipos de Mano-de-Obra Externo
- A.24. Mano-De-Obra Externa: Días Gastados y Sueldo por Tipo de Trabajo
- A.25. Dinero Enviado y Recibido de Fuera de la Área
- A.26. Deterioración de Productos Estocados
- A.27. Disponibilidad de Transporte
- A.27a. Precios e los Productos
- A.28. Precio y Nutrición de Mercancía Básica Comprada con Dinero
- A.29. Necesidades de Semillas
- A.30. Proporciones de Capital Libre Invertido después de Satisfacer las Necesidades de Subsistencia
- A.31. Proporción de Capital de Inversión dentro de Cada Categoría Gasto en Compras de Bienes de Capital
- A.32. Características de la Población Inicial (a la Llegada)
- A.33. Depreciación de Bienes de Capital
- A.34. Retorno sobre Bienes de Capital Relativo al Trabajo Manual

- A.35. Información Demográfica
- A.36. Capital Inicial y Bienes de Capital
- A.37. Equivalente de Mano-de-Obra en el Trabajo Agrícola
- A.38. Probabilidades de Enfermedad por Edad y Sexo
- A.39. Probabilidades Mensuales de Enfermedad
- A.40. Días de Trabajo Perdidos por Enfermedad
- A.41. Fertilidad Específica por Edad para la Población Rural Brasileña
- A.42. Necesidad de Calorías y de Proteína Total y Efectos sobre la Mortalidad
- A.43. Probabilidad por Año de Emigración de la Familia

Para el pueblo de la Amazonía

PREFACIO

Seres humanos, a pesar del nivel tecnológico, son una parte integral de los ecosistemas donde ellos vivan. Este libro trata de la colonización de la floresta tropical del Brasil y de como las poblaciones humanas caben dentro de los sistemas ecológicos nuevas que se forman allí. La estimación de la capacidad de soporte humano, o sea, la densidad de la población humana que puede ser soportada de un padrón de vida aceptable en una base sustentable, es vital para cualquier fuerza para mantener los padrones de vida del colono y evitar degradación del medio ambiente.

El libro es basado de mi trabajo de los once años pasados en la carretera Transamazónica del Brasil, especialmente dados colectados durante dos años de residencia (1974-1976) en uno de las agrovillas planificadas, construido por el gobierno brasileño durante esta esfuerzo histórica de colonización. La estimación de capacidad de soporte humano del área fue el foco de mi trabajo de doctorado en la Division of Biological Sciences de la University of Michigan. Yo continuo trabajando con problemas relacionadas a la estimación de capacidad de soporte humana en este área, así como en otras áreas de colonización en la Amazonía, especialmente en Rondônia.

La sistema de colonización actual de la Amazonía brasileño es delineada en el comienzo del libro. Entonces la ecología de florestas tropicales es resumida como lo afectar la agricultura del colono, incluyendo las preocupaciones ecológicas conectadas con la derrumbada de la floresta para la agricultura. Colonización humana es cabido en el contexto de sistemas ecológicos en general, y los técnicos diversos usados para la estimación de la capacidad de soporte humano son considerados en desarrollando una metodología apropiada para el estudio de la carretera Transamazónica. El sistema agrícola de los colonos es entonces examinado para modelaje como una parte de las simulaciones de capacidad de soporte humano. Un modelo para la estimación es presentado, incluyendo las allocaciones de recursos, allocación de productos, y sectores de la población, también como la producción agrícola. Modelos probabilísticos (estocásticos) son usados para evaluación de la importancia de la variabilidad en las cosechas sobre capacidad de soporte humano.

Espero que el libro sería útil para los planificadores enfrentando decisiones inmediatas en áreas como la Amazonía brasileña y que este libro contribuirá para el desarrollo en una área mucho necesitado de investigación ecológica: una ciencia adecuada de capacidad de soporte humano.

AGRADECIMIENTOS

Dr. Paulo E. Vanzolini merece agradecimientos especiales para la ayuda y la estimulación después el comienzo de mi trabajo en Brasil, así como los Drs. Daniel H. Janzen y John Vandermeer (co-orientadores de mi tesis de doctoramiento en la División de Ciencias Biológicas, Departamento de Ecología y Biología Evolucionária, Universidad de Michigan). Agradezco el Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária para soporte logística así como análisis química de las muestras de solos. El Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, la Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, el Museu Paraense Emílio Goeldi, y el Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia todos contribuían soporte logística durante mi trabajo de campo. Fondos para varias partes del proyecto vinieron de la National Science Foundation Dissertation Improvement Grant GS-422869, una Resources for the Future Predoctoral Fellowship, dos fellowships del Institute for Environmental Quality, la University of Michigan, y tres financiamientos del Programa do Trópico Úmido del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (incluyendo un financiado por el Programa POLONOROESTE).

Porciones del texto son adaptados de mis trabajos en publicaciones previas, citadas en la Bibliografía: Fearnside, 1979a,b; 1982; 1983a,b,c; 1984a,c; 1985a,b; s/d.(b),(c),(e). Tablas y figuras que han también aparecidos en otras publicaciones son así identificadas en las notas de tablas y capciones. El libro es traducido de Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest, de Columbia University Press (Fearnside, 1986).

Ninguna de las opiniones expresadas son la responsabilidad de las organizaciones que dieron apoyo al proyecto, ni de los muchos individuales que han contribuidos sus comentarios y sugerencias. El manuscrito se ha beneficiado mucho de la lectura cuidadosa de J.G. Gunn y W.W. Fearnside en las fases finales. Agradecimientos para todas de estas personas, especialmente a los colonos del área del estudio intensivo. Todos los errores son solamente mi responsabilidad.

CAPITULO 1

LA CARRETERA PARA EL DESARROLLO EN EL BOSQUE AMAZONICO

La región amazónica del Brasil, la mayor área de bosque húmedo tropical de la tierra, es actualmente el local de una de las grandes discontinuidades en la historia humana: la substitución irrevocable de un bioma importante por sistemas agrícolas humanos. El rápido aumento de la población humana en todo el Brasil, junto con una fuerte tendencia histórica para la concentración de la riqueza y de la pose de tierra en áreas ya ocupadas, creó una tremenda presión sobre las personas a migrar para regiones menos populosas. Al mismo tiempo, la abertura de carreteras en áreas de bosque húmedo presentó a las víctimas desalojadas por las secas como también a las grandes empresas, la posibilidad de poseer un pedazo de ese recurso tan procurado en la Amazonía: tierra. Además de las muchas tensiones ecológicas y humanas, ese proceso lleva inexorablemente a un conflicto fundamental: la incompatibilidad de demandas infinitas con recursos finitos.

En el centro del problema de las poblaciones humanas y sus recursos está el concepto de capacidad de soporte: el número de personas que pueden ser sustentadas indefinidamente en una área a un dado padrón de vida sin la degradación ambiental, dadas presuposiciones apropiadas en lo que dice respecto a la tecnología y los hábitos de consumo. Exceder la capacidad de soporte puede llevar al fracaso la manutención de un padrón de vida aceptable y a muchas formas de degradación ambiental. El Brasil, como otros países con problemas semejantes, puede evitar ese tipo de consecuencias y el sufrimiento humano que ellas acarrearán, a través de medidas apropiadas de planteamiento. Las medidas requieren una mejor comprensión de las capacidades de soporte: los que son, cuales los factores que las afectan y como pueden ser calculados.

El libro es dirigido a problemas que rodean el cálculo de la capacidad de soporte para una área específica del bosque húmedo en la Amazonía brasileña que está siendo colonizada. Son usadas simulaciones de computador para investigar los factores que afectan la capacidad de soporte en el trecho de la carretera Transamazónica (BR-230), la carretera construida de este a oeste a través de Brasil para estimular la colonización y el desarrollo económico en el bosque húmedo amazónica (Figura 1.1).¹ Se espera que este

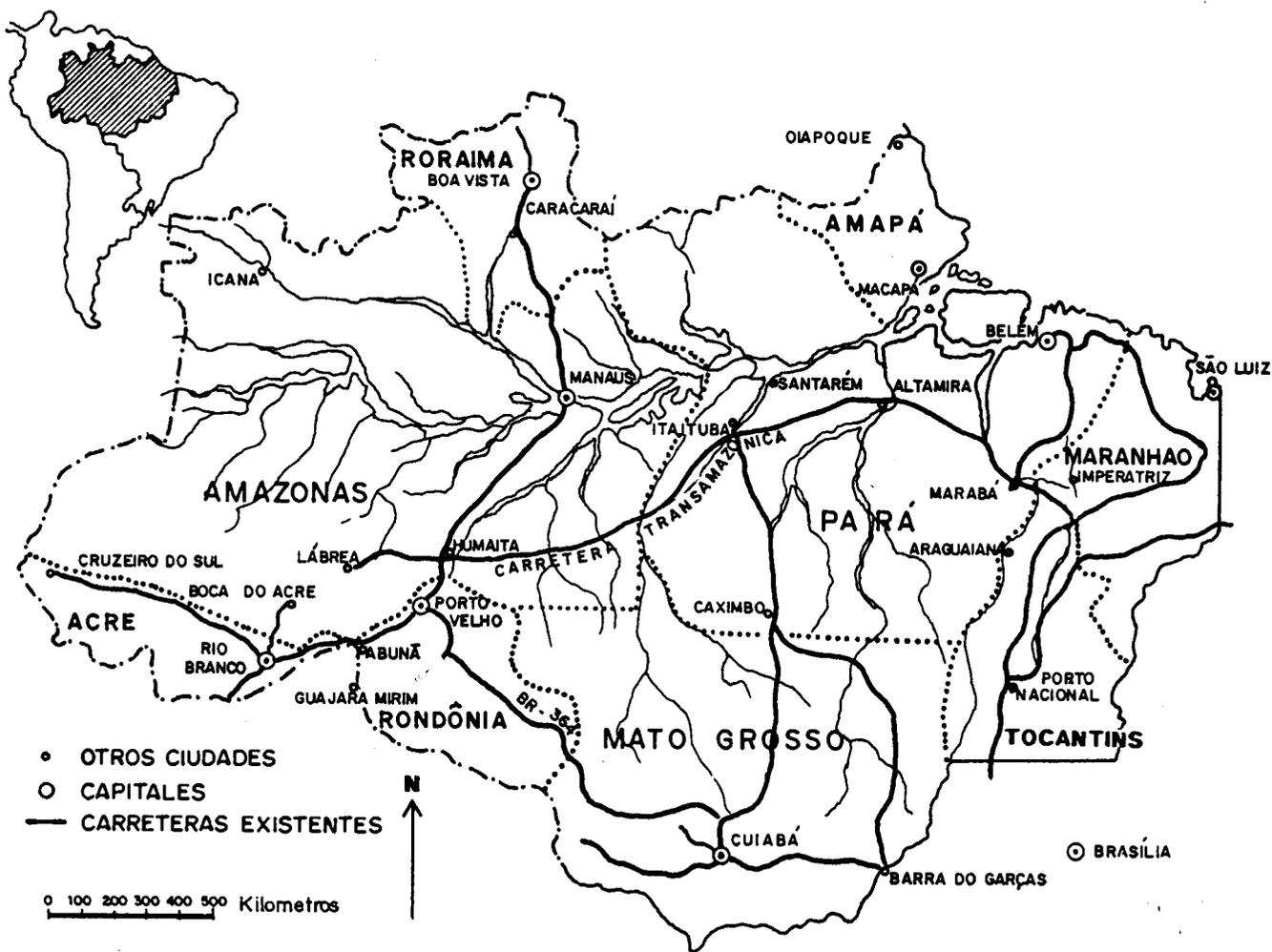
estudio contribuya tanto para capacitar planificadores en el cálculo de la capacidad de soporte como sistemáticamente integrar los diversos tipos de información necesaria para tales estudios. Tanto los resultados prácticos como las bases teóricas de la estimativa de la capacidad de soporte son importantes pues, en la escala de los actuales desenvolvimientos en la Amazonía o progreso, mismo en pequeñas cantidades, puede tener un impacto sobre las vidas de un gran número de personas, tanto hoy como en el futuro.

Fig. 1.1. Mapa de la Amazonía Legal brasileña, indicando las carreteras existentes. (Fuente: Fearnside, 1984f).

LAS AREAS DE BOSQUE HUMEDO EN DISMINUCION

LA ILUSION DEL TAMAÑO

Publicaciones recientes reflejan la preocupación con la tasa en que el bosque húmedo tropical, inclusive la brasileña, está desapareciendo.² Mismo así permanece la creencia de que el bosque húmedo brasileño no tiene fin. En 1980, un chofer de taxi en Altamira en la carretera Transamazónica expresó elocuentemente ese punto de vista cuando dijo que del aire la carretera parecía una "trilla de hormigas", que mal hacían una falla en el inmenso bosque. Personas más influyentes ya expresaron sentimientos semejantes después de hacer el vuelo de Brasília a Manaus. La inmensidad de la Amazonía lleva realmente a la impresión de que es sin fin, alentando a las personas a despreciar cualquier aviso sobre la deforestación. La parte del Brasil legalmente clasificada como Amazonía tiene una área de cerca



de cinco millones de kilómetros cuadrados (km²), de los cuales cerca de 2.5 millones se encuentran en áreas de tierra firme donde la vegetación natural es bosque húmedo (Pandolfo, 1978: 11, citando datos de la FAO). La Amazonía Legal engloba aproximadamente 60% del área total de Brasil. El hecho más importante a ser comprendido sobre el bosque húmedo brasileño no es que ella sea grande, sino que es finita.

LOS BOSQUES HUMEDOS BRASILEÑOS EN DISMINUCION

Aunque las estimativas de la extensión y tasa de deforestación de la Amazonía brasileña varíen, el área total derrumbada viene creciendo rápidamente. La Superintendencia de Desenvolvimiento da Amazônia (SUDAM) calcula que fueron deforestados 115,000 km² durante el período de 1966-1975 (ver Tabla 1.1); otros cálculos van hasta la altura de 260,000 km² derrumbados hasta 1978 (W.E. Kerr, citado por Myers, 1980: 128). Las mejores perspectivas para resolver tales discrepancias son por la interpretación cuidadosa de la información dada por el sensoriamiento remoto.

El Brasil implementó la tecnología de sensoriamiento remoto en sus esfuerzos para mapear y monitorear los bosques y otros recursos naturales de la Amazonía (Brasil, RADAMBRASIL 1973-1982; Hammond, 1977a,b). Un medio usado es el radar aéreo-transportado de vista lateral (SLAR), el cual, diferente de fotografías aéreas y imágenes de satélites, no es afectado por la notoria cobertura amazónica de nubes. Entretanto, las imágenes de los satélites LANDSAT ofrecen una fuente de información más barata y regularmente renovada de la derrumbada del bosque. El Instituto de Pesquisas Espaciales (INPE) tiene sus propias instalaciones de rastreamiento de satélite para recibir y procesar datos del LANDSAT.³ Más tarde las relaciones del INPE, incluyendo la interpretación de la imagen del LANDSAT para la Amazonía Legal entera, indicaron que 7'771,175 hectáreas (ha) fueron derrumbados hasta 1978, o 1.55% del área de 497'552,700 ha (Tardin *et al.*, 1980: 11). La dificultad de distinguir vegetación secundaria de bosque primario en las imágenes torna conservativas las cifras para derrumbadas calculadas por el INPE. El mejor ejemplo de eso es la Zona Bragantina, una área de 30,000 km² cerca de Belém que fue enteramente talada en el comienzo de este siglo (Egler, 1961; Penteado, 1967; Sioli, 1973: 327). Solo esa área es mayor de que los 28,595 km² mostrados por los datos del LANDSAT como deforestados hasta 1975 en la Amazonía Legal entera y es casi cuatro veces mayor de que los 8,654 km² indicados como

Tabla 1.1. Estimativas de la SUDAM sobre la Derrumbada de la Floresta Amazónica^(a)

Propósito	Extensión Derrumbada (km ²)	
	1966-75	1976-78
Pecuaria	45.000	35.000 ^(b)
Pequeños Agricultores	35.000	
Carreteras ^(c)	30.000	
Exploración Maderera	5.000	
TOTAL	115.000	

(a) Fuente: Clara Pandolfo, Jefa del Departamento de Recursos Naturales Renovables de la SUDAM (Myers, 1980a: 123-128).

(b) A partir da cifra de 80.000 km² para pecuaria en el período 1966-1978. El salto de 78% en tres años correspondería a un aumento exponencial de 19,2%/año.

(c) No es claro porque es necesaria tanta área para la construcción de carreteras.

deforestación en el Estado de Pará (Tardin et al., 1980). Derrumbadas "muy pequeñas" también no están incluidas en las estimativas del LANDSAT.

Mientras que el tamaño del área talado hasta 1978 en relación al tamaño total de la Amazonía Legal es pequeña, las áreas taladas están creciendo en una tasa enorme: 169.88% entre 1975 y 1978 (Tardin et al., 1980: 11), correspondiendo a un aumento anual de 17.66%. La forma y la tasa del aumento son mucho más importantes para el futuro de la región de que el área absoluta talada actualmente.

Los datos del LANDSAT para la derrumbada hasta 1980 o después están disponibles para siete de los nueve Estados de la Amazonía Legal (ver Tabla 1.2). La derrumbada en cuatro Estados (Rondônia, Mato Grosso, Acre y Roraima) parece haber seguido un fuerte padrón exponencial durante el período entre 1975-1980, una tendencia que se torna aun más aparente cuando se considera las derrumbadas insignificantes indicadas por las imágenes del radar para esas áreas en 1970 (Brasil, RADAMBRASIL, 1973-1982). En el caso de Roraima, donde deforestación en escala significativa se inició más recientemente, el área derrumbada aumentó más que 800% en apenas tres años de 1978 a 1981 (Tabla 1.2).

Una serie de tiempo más detallada de datos de deforestación del LANDSAT para una parte de Rondônia sugiere una tendencia exponencial en el período de 1973-1978 en ese foco de intensa migración (Fearnside, 1982a). Datos de imágenes LANDSAT de 1983 indican la continuación de la tendencia exponencial en Rondônia, llegando a 5.7% de la superficie del Estado (Fearnside & Salati, 1985). Datos de un otro satélite (el sensor AVHRR en el satélite meteorológico NOAA-7) indica continuación hasta 1985, cuando 12.6% del Estado había sido deforestado (Malingreau, 1986), así que doblando el área derrumbada en solamente dos años. Debido al continuo flujo de migrantes y invertidores para la región, se puede presumir razonablemente que el área derrumbada ha aumentado sustancialmente desde la fecha de las imágenes más recientes usadas para esas estimativas.

Concentración del Deforestación

La cantidad y la tasa del deforestación varían grandemente entre las regiones de la Amazonía. Las mayores concentraciones están localizadas a lo largo del trayecto norte-sur de la carretera Belém-Brasília (BR-010) y sus carreteras vecinas, y a lo largo de la faja este-oeste de la

TABLA 1.2. Levantamientos del LANDSAT de la Tumba de Floresta en la Amazonía Brasileña

Estado o Territorio	Área del estado o territorio (km ²)	Área deforestada (Km ²) ^(a)				
		Hasta 1975 ^(a)	Hasta 1978 ^(b)	Hasta 1980 ^(c)	Hasta 1981	Hasta 1983
Amapá	140.276	152,50	170,50	--	--	--
Pará	1.248.042	8.654,00	22.445,25	33.913,83	--	--
Roraima	230.104	55,00	143,75	--	1.169,56 ^(d)	--
Maranhão ^(e)	257.451	2.940,75	7.334,00	10.671,06	--	--
Tocantins ^(e)	285.793	3.507,25	10.288,50	11.458,52	--	--
Acre	152.589	1.165,50	2.464,50	4.626,84	--	--
Rondônia	243.044	1.216,50	4.184,50	7.579,27	--	13.995,20 ^(e)
Mato grosso	881.001	10.124,25	28.355,00	53.299,29	--	--
Amazonas	1.567.125	779,50	1.785,75	--	--	--
Amazonía Legal	5.005.426 ^(g)	28.595,25	77.171,75	--	--	--

Porcentaje del estado o territorio clasificado como deforestado

Amapá	0,109	0,122	--	--	--
Pará	0,693	0,798	2,717	--	--
Roraima	0,024	0,062	--	0,508	--
Maranhão(e)	1,142	2,849	4,145	--	--
Tocantins(e)	1,227	3,600	4,009	--	--
Acre	0,764	1,615	3,032	--	--
Rondônia	0,301	1,722	3,118	--	5,76
Mato grosso	1,140	3,218	6,050	--	--

Amazonas	0,050	0,114	--	--	--
Amazonía Legal	0,571	1,542	--	--	--

FUENTE: Actualizado de Fearnside, 1984a.

a) Ver el texto para explicación de por que estos valores son sub-estimativas.

b) Tardin et al., 1980.

c) Brasil, Ministerio da Agricultura, IBDF, 1980.

d) Datos sobre Roraima listados aqui para "1981" son de 2 imagenes de 1980, 6 de 1981 e 2 de 1982 (Brasil, Ministério da Agricultura, 73). O uso dos mismos valores para "1982" (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1983a: 74) subestima a taxa de desmatamento.

e) Estados que no son intieramente dentro de la Amazonía Legal. El norte de Goiás se tornó el Estado de Tocantins en 1989.

f) Datos de Rondônia son de Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1985a, Ver Fearnside & Salati, 1985.

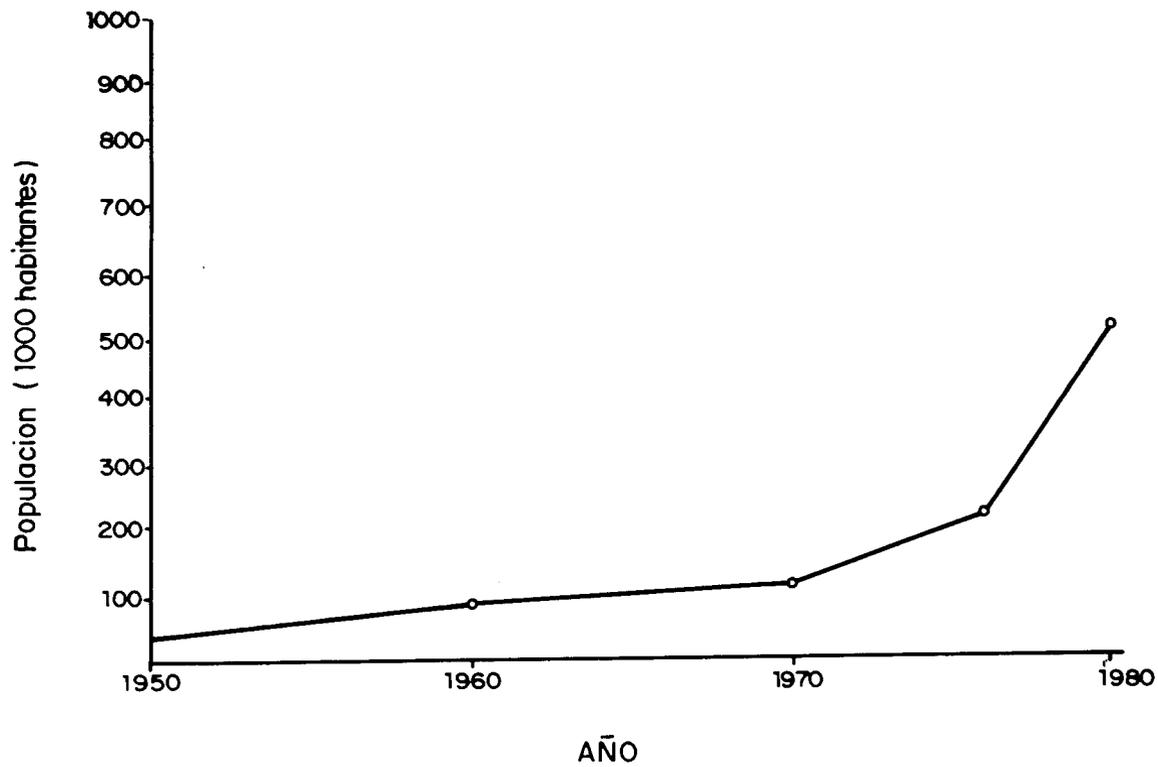
g) Incluye 27.138 km² das superficies de água (Brasil, IBGE, 1982: 28), seguindo la practica de Brasil, IBDF, 1983b.

carretera Cuiabá-Porto Velho (BR-364) en Rondônia. Las cifras medias por tanto dan apenas una pequeña idea del impacto humano en las áreas de colonización intensiva (Fearnside, 1984a, 1986b).

En Rondônia la migración intensiva resultó en un aumento en la población humana en una tasa de 14.6% al año entre 1970 y 1980, lo que llevaría a una duplicación en menos de cinco años (Figura 1.2). La ilusión de infinito del bosque húmedo amazónica es un resultado natural de la predisposición humana de hacer proyecciones lineares de las tendencias en vez de exponenciales. Mesmo en un país como el Brasil donde la inflación progresó a tasas que variaban de 20% hasta por encima de 200% al año, las personas se sorprenden continuamente con el aumento de los precios cuando hacen sus compras semanales. Muchas veces se encuentran personas más viejas que están sin saber como explicar el valor del dinero de un período anterior: personas que, por ejemplo, compraban una casa por el precio de una Coca-Cola hoy. Es la misma dificultad en la asimilación de padrones exponenciales que torna los límites del aumento de deforestación y de la población a parecer remotos por demás para ser tomados en serio.

Fig. 1.2. Crecimiento poblacional en Rondônia. Los valores son de datos del empadronamiento (Saunders, 1974; Brasil, IBGE, 1982: 74; la estimativa de 1976 entre los intercensos es por el IBGE (Mesquita & Egler, 1979: 73)).

Es improbable que las limitaciones económicas y de recursos que contrabalanzan potencialmente las tendencias exponenciales a las tasas aumentadas de derrumbadas puedan



adelantar por más de algunas décadas las derrumbadas de todas las principales áreas de bosques en la región, a menos que el planteamiento y la política de cumplimiento de la ley sean basados en decisiones conscientes destinadas a contener el proceso de deforestación (Fearnside, 1985a, 1986c).

Protección del Bosque Húmedo

El rápido desaparecimiento de los bosques húmedos en muchos países tropicales ha alentado algunos gobiernos a focalizar la atención sobre la naturaleza limitada de ese recurso. Medidas que protegen los últimos remanentes del bosque húmedo en países como Costa Rica (Myers, 1979: 142-148) son corajosas, aunque la tendencia continúa en la dirección de un rápido desaparecimiento de los bosques húmedos en el mundo. El deforestación de grandes áreas es irreversible: el bosque original no puede regenerarse debido a la distancia de las fuentes de semillas, la quiebra de relaciones coevolucionadas y otros cambios, las ecológicas (Gómez-Pompa et al., 1972).

El Brasil, con más bosques húmedos que cualquier otro país, mantiene diversos tipos de reservas (Barrett, 1980; Brasil, SEMA, 1977; Brasil, IBDF, 1979; Nogueira-Neto & Carvalho, 1979; Pádua & Quintão, 1982), pero ellas son pequeñas en relación con el tamaño y diversidad de los tipos de bosques (Tabla 1.3) y son raramente protegidas contra los posseiros (Brasil, INPA, 1979). Mientras que la lista de las reservas existentes reflejan conquistas significativas en áreas oficialmente protegidas durante la década pasada, también revela el padrón repetido tanto de la invasión no oficial como el abandono oficial de los compromisos previos para la protección del bosque siempre que la tierra es deseada para propósitos de desarrollo (Tabla 1.3). Es probable que las violaciones de las reservas sean aun más frecuentes a medida que prosigue la construcción de carreteras. En Rondônia, por ejemplo, los mapas del gobierno indican la proposición de carreteras cortando seis reservas indígenas y de las reservas biológicas, una de ellas (la Reserva Biológica Guaporé) deberá ser cortada por tres carreteras diferentes (Fearnside & Ferreira, 1985).

Colonización de Bosques Húmedos en el Mundo

Los gobiernos ven la colonización planeada de las tierras de los bosques como la solución para problemas prementes de pobreza, sobre-población, y desigualdades en la

TABLA 1.3. Parques y Reservas en la Amazonía Brasileña

ORGANO	TIPO DE RESERVA	NOMBRE	ESTADO	AREA (HA)	AÑO DE CRIACIÓN	REFERENCIA	VEGETACIÓN	SITUACIÓN
EMBRAPA	Investigación ^(a)	CPATU-1 (Altamira - km 23)	Pará	1	Ca. 1975		Floresta alta	
	Investigación ^(a)	CEPLAC/EMBRAPA	Amazonas	1	1973	Prance <i>et al.</i> , 1976	Floresta alta	
	Área ecológica	Utinga	Pará	15.5		Pires & Prance, 1977	Floresta alta (5.7 ha) ^(b) , igapó (4.8 ha), várzea (5.0 ha)	
FAB	?	Aeronautica	Pará	180,000		Ayres, 1977	Floresta alta	Parcialmente inundada
FUNAI	Parque indígena	Araguaia-FUNAI	Tocantins	1'395,000		Carvalho, 1981	Cerrado y floresta de galeria	
		Aripuanã-FUNAI	Mato Grosso	1'258,322		Carvalho, 1981	Floresta de transición. Cerrado	Invadida (ver Junqueira, s/d [1983]: 58)
		Tocantins	Mato Grosso	664,994	1961	Pires, 1978	Cerrado	
		Tumucumaque	Pará	2'978,500 ^(c)	1961	Carvalho, 1981	Floresta alta	En el camino de la carretera perimetral norte

		Xingu	Mato Grosso	2'642,003 ^(d)	1961	Carvalho, 1981	Cerrado	Parcialmente invadida; parcialmente rescindida para carretera BR-80 (ver Bunker, 1980a)
		Reservas indígenas (23)	varios	5'619,174		Carvalho, 1981	Vários	Muchas están invadidas
		Áreas indígenas (110)	varios	19'599,001		Carvalho, 1981	Vários	Muchas están invadidas
		Puestos indígenas (36)	varios	4'828,377		Carvalho, 1981	Vários	Muchas están invadidas
IBAMA	Parque nacional	Amazônia	Pará	1'258,000 ^(e)	1974	Carvalho, 1981	Floresta alta	La mayor parte con perturbación; seccionada por la Carretera Transamazônica
		Araguaia-IBAMA	Tocantins	562,312	1959	Carvalho, 1981; Pádua & Quintão, 1982	Cerrado	Seccionada por una carretera (veja, 22 de diciembre de 1982: 90; C & C, 1983a: 834)
		Cabo Orange	Amapá	619,000	1980	Carvalho, 1981; Rylands & Mittermeier, 1982	Mangle y campo inundado	

	Jaú	Amazonas	2' 272,000	1980	Carvalho, 1981; Rylands & Mittermeier, 1982	Floresta alta y campinarana	
	Lençóis Maranhenses	Maranhão	150,000	1981	Carvalho, 1981	Cerrado	
	Pacaas Novos	Rondônia	764,801	1979	Carvalho, 1981; Brasil, IBGE, 1980: 44	Floresta alta; Cerrado	Estrada construída hasta el limite del parque mas interrompida en 1982
	Pantanal Matogrossense	Mato Grosso	135,000(f)	1982	Padua & Quintão, 1982	Savana inundada (pantanal)	
Parque nacional	Pico da Neblina	Amazonas	2' 200,000	1961, 1979	Carvalho, 1981; Pires, 1978	Floresta de sub-altitude	Estrada en construcción corta el parque (C & C, 1983: 1237)
Reserva florestal	Gorotire	Pará	1' 843,000	1961	Pires, 1978	Floresta de transición	Perturbada, parcialmente invadida, parcialmente cedida a haciendas de gado
	Gurupí	Pará	203,000 ^(g)	1961	Ayres, 1977	Floresta de transición	
	Juruena	Mato Grosso	1' 808,000	1961	Pires, 1978	Cerrado	Invadida

	Mundurucania	Pará	2,375(h)	1961	Pires, 1978	Floresta alta	Completamente invadida
	Parima	Roraima	1'756,000	1961	Pires, 1978	Campo y floresta	
	Rio Negro	Amazonas	3'790,000	1961	Pires, 1978	Floresta alta	
	Transamazônica ⁽ⁱ⁾	Pará	ca. 90,000			Floresta alta	parcialmente invadida
Floresta nacional	Caxiuaná	Pará	200,000	1961	Pires, 1978	Floresta alta	Sendo invadida por causa de la madera
	Tapajós	Pará	600,000			Floresta alta	Parcialmente invadida (a Província do Pará, 4 de diciembre de 1974); sendo cortada para experimentos florestales sobre 140,000 ha
Reserva biológica	Abufarí	Amazonas	288,000	1982	C & C, 1983b: 248	Floresta alta?	
	Jarú	Rondônia	268,150 ^(j)	1979	Carvalho, 1981	Floresta alta	Pesadamente invadida; una estrada planificada cortaran la reserva
	Guaporé	Rondônia	600,000	1982	C & C, 1983b: 248	Inundada y floresta alta	Tres estradas planificadas

								cortaran la reserva
		Lago Piratuba	Amapá	395,000	1980	Carvalho, 1981; Rylands & Mittermeier, 1982	Floresta alta, Floresta costera	
								La mayoría perturbada (D.C. Oren, com. Pess., 1982); autorizada la busca de minerales (C & C, 1982: 1237); estragada por levantamiento para la construcción del embalse Cachoeira Porteira
		Trombetas	Pará	385,000 ^(k)	1979	Carvalho, 1981; Rylands & Mittermeier, 1982	Floresta alta Igapó y floresta permanentemente inundada (100,000 ha)	
IBAMA	Estación ecológica	Anavilhanas	Amazonas	350,000		Brasil, SEMA, 1977; Rylands & Mittermeier, 1982	Floresta alta (250,000 ha)	
		Caracaraí	Roraima	80,560	1982	A Crítica, 1 de junio de 1982: 7; Rylands & Mittermeier, 1982	Savana	

Coco-Javaes	Tocantins	37,000			Floresta periodicamente inundada y savana
Cuniã	Rondônia	100,000		IBRD, 1981; Rylands, 1984	Floresta alta Alguns posseiros (G.L. Ferreira, com. Pess., 1983)
Íque-Aripuanã	Mato Grosso	266,000		Brasil, SEMA, 1977; Carvalho, 1981	Floresta de transición y cerrado
Juami-Japura	Amazonas	1'400,000	1983	A Notícia, 22 julio 1983: 3	Floresta alta
Maracá-Roraima	Roraima	92,000		Carvalho, 1981; Rylands & Mittermeier, 1982	Floresta alta, Floresta inundada y savana
Maracá-Tipoca	Amapá	70,000		Brasil, SEMA, 1977; Rylands & Mittermeier, 1982	Mangles y tierras lamacentas
Piria-Gurupí	Pará	31,000		Brasil, SEMA, 1977; Rylands & Mittermeier, 1982	Mangles y tierras lamacentas
Rio Acre-Sena Madureira	Acre	73,000		Carvalho, 1981; Rylands & Mittermeier,	Floresta alta

1982

		Serra das Araras	Mato Grosso	28,700	1982	A Crítica, 1 junio 1982: 7	Cerrado	
	Reserva ecológica	Jutaí-Solimões	Amazonas	360,000	1983	A Notícia, 22 de julio de 1983: 3	Floresta alta y floresta aberta con palmas	
INPA	Investigación	Campina	Amazonas	90,000	1972	Brasil, INPA, 1978	Campina, campinarana	
		Dinámica Biológica de Fragmentos Florestales (INPA/Smithsonian)	Amazonas	ca. 12,000	1980- 1984	Lovejoy et al., 1983; R.O. Bierregaard, Jr. Com. Pess., 1984	Floresta alta	Reservas de 1- 10,000 ha escogidas de manera de permanecer isoladas como islas rodeadas de pastos, a medida que las haciendas continúan la derrubada
		Ducke	Amazonas	10,000	1958	Pires, 1978	Floresta alta	Ca. 15 ha cortados para experimentos silviculturales; alguna invasión
		Egler	Amazonas	630(1)	1968	INPA, com. Pess., 1981	Floresta alta	

		Estación experimental de silvicultura tropical	Amazonas	23,000	1972	Brasil, INPA, 1978	Floresta alta y campinarana	ca. 10 ha cortados para investigación agrícola
	Reserva de investigación ecológica	Ouro Preto do Oeste	Rondônia	138	1983	Fearnside, 1984e	Floresta alta (ca. 118 ha); floresta secundária (ca. 20 ha)	ca. 20 ha de sub-bosque de floresta alta estragado por fuego en 1983
SUDAM	Reserva florestal experimental	Curuá-Una	Pará	71,250	ca. 1957	Brasil, SUDAM, 1978	Floresta alta	285 ha plantados hasta 1974 de los 550 ha planificados para plantaciones silviculturales
	"Reserva biológica" (experimentos forestales)	Santarém-Curuá-Una km 62/64	Pará	1,200	1962 - 1964	J.M. Rankin & P.M. Fearnside, notas de campo, 1978	Floresta alta	65 ha cortados para plantación de <i>Pinus caribaea</i> ; 3 ha derrumbados para la hacienda vecina en 1978; corte y experimentos de enriquecimiento en la reserva toda
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

Reservas no incluidas en la Tabla: la Reserva Biológica Pedras Negras, en Rondônia (1.085.000 ha decretada en 1961) fue rescindida para dar lugar para el proyecto de colonización Costa Marques, del INCRA. La reserva Aripuanã, de INPA, en Mato Grosso (100.000 ha decretada en 1975; conforme fue medido por mapas de RADAMBRASIL (Ayres, 1978), 140.000 ha fueron completamente invadidos por grileiros y posseiros; la reserva fue abandonada por el INPA y la estación de investigación cedida para la Secretaria de Agricultura de Mato Grosso. La estación Ecológica de Apiacás, de SENA (hoy IBAMA), en el norte de Mato Grosso (500.000 ha) (Brasil, SENA, 1977), fue completamente invadida y no existe mas (Anthony B. Rylands, comunicación personal, 1984).

Notas:

- a) Áreas de testigo para experiencias agrícolas.
- b) Danificada por la filmaje de "La Floresta Esmeralda" (Samuel de Almeida, comunicación personal, 1987).
- c) También relatada como tiendo 2.560.000 ha (Goodland & Irwin, 1975a: 58). 3.084.500 ha (Brasil, RADAMBRASIL, 1975: 296). Un área de 3.087.000 ha fue decretada en 14 julio 1968 (No. 62.998), aumentando a reserva de 1.793.000 ha decretado en 25 julio 1961 (No. 51.043). Ver van Veltham (1980).
- d) También relatada como tiendo 2.200.000 ha (Pires, 1978).
- e) Ninguna destas áreas está "regularizada" (Pádua, s/d (1979)).
- f) Inclui la área de la antiga Reserva Biológica Cará-Cará (decretada en 1961), sendo relatada como tendo 61.126 ha (Brasil, IBGE, 1980: 44; Carvalho (1981), 70.000 ha (Pádua, s/d (1979)) e 80.000 ha (Pires, 1978).
- g) Un reserva contigua de 1.679.000 ha en el Maranhão (Prance, 1975) aparentemente no existe.
- h) También relatada como tiendo 2.375.000 por Prance (1975: 109).
- i) Altamira - Itaituba km 120.
- j) Originalmente decretada en 1961 con 1.085.000 ha (Pires, 1978), la reserva fue grandemente tomada por el esquena de ocupación do PAD - Burareiro (IBRD, 1981). La reserva fue re-allocada y reducida en área en 1980-1981, aparentemente para permitir la exploración de casiterita en el local anterior (Clay, s/d (1983): 18-19).
- j) Originalmente com 1.258.000 ha (Brasil, IBGE, 1979: 44).

k) Previamente tamaño de 750 ha (Pires, 1978) reducido: tierra perdida en 1980.

distribución de la tierra. Además del Brasil, otros países que están enganchados actualmente en la colonización de la cuenca amazónica incluyen Bolivia, Ecuador y Venezuela (ver Nelson, 1973; IICA Programa Cooperativa para el Desarrollo del Trópico Americano, 1972; Rudel, 1983).

El fenómeno es pantropical. Más recientemente, la Indonesia aceleró macizamente un programa ya hace mucho existente para el reasentamiento de poblaciones de Java y tres otras islas densamente pobladas en áreas de bosque húmedo en islas menos pobladas (Jones, 1979). Durante el período de 1979-1984, fueron dislocadas 2.5 millones de personas (Survival International, 1985). El plan requiere dislocamiento continuo hasta el total de dos millones de familias, o hasta que se alcance 12-15 millones de personas (Myers, 1980a: 73-74). Aunque el bajo precio del petróleo exportado por la Indonésia haya obligado al gobierno a atrasar el ritmo de la transmigración, en 1986 esos totales permanecen como metas del programa a largo plazo.

Aunque la capacidad de soporte generalmente no sea considerada durante el planteamiento de los proyectos de colonización, ella comenzó a entrar en el lado práctico del plan en algunos países tropicales. El gobierno de Fiji está haciendo buen uso de un estudio de la UNESCO el cual incluyó cálculos de la capacidad de soporte de algunas áreas (Bayliss-Smith, 1980). En Papúa-Nueva Guinea, donde un número notablemente grande de estudios académicos han sido hechos envolviendo la capacidad de soporte, la Oficina de Planificación Nacional incluye cálculos preliminares de la capacidad de soporte para la agricultura itinerante al considerar la transferencia propuesta de población de las áreas de tierra alta densamente pobladas de la provincia de Chimbu para áreas de bosque húmedo en tierras bajas (Simpson, 1975). La fórmula para el cálculo de la capacidad de soporte sobre cultura itinerante usada en Papúa-Nueva Guinea, y en muchos otros estudios, fue originariamente proyectada visando los problemas prácticos del desarrollo agrícola del África (Allan, 1949). Algunos sugieran que las fórmulas de la cultura itinerante para el cálculo de la capacidad de soporte serían apropiadas para el uso en áreas de colonización en la Amazonía brasileña (Morais, 1974a; Valverde, 1979a: 248). De cualquier manera, el grueso de la colonización planeada que está habiendo en países tropicales, inclusive en el Brasil, es hecho sin cualquier consideración explícita por la capacidad de soporte.

La decisión del gobierno brasileño de promover la colonización rápida en la Amazonía a través de la construcción de carreteras y programas de colonización contribuyó sustancialmente para la presión sobre las áreas de bosque húmedo. Un examen de los motivos para esa decisión, los programas de colonización y algunos de los otros padrones de ocupación y exploración que están siendo promovidos y considerados, tornará más claro la fuerza y la extensión de ese impacto.

LA COLONIZACION BRASILEÑA DE LA AMAZONIA

MOTIVOS

El esfuerzo para colonizar la Amazonía es una continuación de los esfuerzos anteriores del gobierno brasileño para el desarrollo del interior, tales como la construcción de la nueva capital nacional en Brasíliá (1956-1960) y la construcción de la carretera Belém-Brasíliá (1957-1960). Siguiendo la entrada del nuevo gobierno en 1964, los esfuerzos fueron redoblados con, la mejoría, en 1964, de la carretera Belém-Brasíliá para un tráfico durante todo el año, la creación de la Superintendencia del Desenvolvimiento da Amazonía (SUDAM) en 1966 y la Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) en 1967, y la abertura de la carretera Cuiabá-Porto Velho ligando Mato Grosso con Rondônia en 1968. Los proyectos de colonización también fueron emprendidos en la Amazonía durante ese período (Tavares *et al.*, 1972). No fue antes de 1970, entretanto, que comenzó la gran arrancada con la iniciación del Programa de Integración Nacional (PIN) y la construcción de la carretera Transamazónica. Durante un discurso cargado de emoción para las víctimas de la seca en Recife, el 6 de junio de 1970, el Presidente Médici prometió hacer alguna cosa a respecto de aquella situación.⁴ Diez días después fueron anunciados los planes para el Programa de Integración Nacional y la carretera Transamazónica (Decreto Ley 1106). Fueron solicitados presupuestos de los contratistas para la construcción de la carretera apenas dos días después (Rebelo, 1973: 87). La carretera debería extenderse de Recife y João Pessoa hasta la frontera peruana cerca de Cruzeiro do Sul, en Acre: una largura total de 5,400 km, de los cuales cerca de 3,000 km están en Amazonía (Figura 1.1).

Fueron enfatizados factores sociales como justificativas oficiales para los programas para el desarrollo de la Amazonía. El problema inmediato era la pobreza en la región

nordeste del Brasil, especialmente en seguida la seca de 1970. La sobre-población fue destacada como la raíz del problema, aunque otros problemas como la extrema desigualdad en la distribución de la pose de la tierra no fuesen mencionados. La transferencia de los nordestinos pobres para las áreas de colonización a lo largo de la carretera Transamazónica fue propuesta como la solución. De 65% (Arruda, 1972: 5.9) a 75% (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 1) deberían venir del nordeste, aunque de hecho solo 30% de los que fueron instalados en área de Altamira hasta fines de 1974 habían realmente venido de aquella región (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, Coordenadoria Regional do Norte CR-01, 1974).

El segundo objetivo oficial fue el beneficio económico para el país. Los colonos deberían recibir crédito agrícola y asistencia técnica para capacitárlas a producir un excedente para exportación para otras partes del Brasil o para otros países. La carretera también tornaría accesibles las fuentes de madera y minerales. Un panfleto del gobierno habla del "panorama extático" de la riqueza mineral a lo largo de la carretera (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, s/d. [ca. 1972]: 6). J.M.G. Kleinpenning (1979: 38) sugiere que la importancia inicial dada a los motivos sociales fue meramente una "maniobra política útil" (ver también Ianni, 1979), y que otros motivos, especialmente el crecimiento económico, eran más importantes.

Se cree que un tercer motivo sean las consideraciones geopolíticas estratégicas (Kleinpenning, 1979; Lima, 1973). El miedo de que la Amazonía nunca esté lejos de una invasión por extranjeros es periódico en el Brasil. Las cuatro ediciones, desde 1957, de La Amazônia y a Cobiça Internacional de Artur César Ferreira Reis (1972) son testimonio de aquello. Una sugestión casual atribuida a un discurso hecho por Harrison Brown, autor de The Challenge of Man's Future (El Desafío del Futuro del Hombre, 1954) que los problemas de poblaciones de la India podrían ser "resueltos" mudándose poblaciones para la Amazonía (Reis, 1972) hizo noticia en los periódicos brasileños. En su libro Principles of Political Economy, el economista Kenneth Boulding hizo una alusión a la posibilidad de cambiar 200 millones de asiáticos para la Amazonía, contribuyendo para la preocupación en el Brasil (Pinho Filho, 1979: 119). La rápida ocupación del área por brasileños de lengua portuguesa fue vista como la mejor defensa contra el flujo potencial de extranjeros. Un de los objetivos proclamados para el Programa de Integración

Nacional fue "marcar, por la presencia del hombre brasileño en tierras amazónicas, la conquista para sí y para su país, de aquello que siempre les perteneció, a fin de que ninguno jamás ose contestar ese objetivo" (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 1). Más que la posibilidad de invasión de fuera, Kleinpenning (1979: 38) sobresale el fortalecimiento de la Amazonía como una base para el Brasil ir a la persecución de aquello que él llama de "sus propios motivos sub-imperialistas" (ver también Tambs, 1974).

Otras motivaciones incluyen el deseo de régimen por prestigio, nacional y internacional, y a las presiones de la política nacional (Kleinpenning, 1979: 4): "Acciones espectaculares y excitantes del gobierno, tales como el desarrollo activo de la región Amazónica y el entusiasmo por eso entre los mayores sectores de la población, pueden resultar en que conflictos políticos sean sentidos menos severamente por un tiempo en que la atención sea temporariamente distraída de asuntos tales como la falta de libertad política, la tortura y las injusticias sociales" (Kleinpenning, 1979: 4). En 1970 cuando esos problemas estuvieron en alta evidencia, la promoción de la carretera Transamazónica en São Paulo y otros lugares a través de la propaganda "out-door", anuncios en ómnibus, en camisetas, etc., fue más allá de la divulgación necesaria para reclutar colonos en perspectiva. La marea de migrantes del nordeste para São Paulo era vista, por el público, como la fuente de todos los males urbanos, tornándose popular una alternativa altamente visible (Katzman, 1976: 456). La estabilidad política es vista como un objetivo importante al promover entusiasmo y euforia por proyectos tales como la carretera Transamazónica (Kleinpenning, 1979: 4).

Esa misma solución había sido considerada por gobiernos anteriores. En The Hungry Planet (El Planeta Hambriento), publicado cinco años antes de la seca de 1970 y la carretera Transamazónica, Georg Borgstrom (1965: 317) escribió: "Otra catástrofe (seca) flageló esta región [el nordeste brasileño] en 1957-1958 cuando 70% de la cosecha fue perdida.... Cada vez que eso sucede, los agitadores ganan un plato lleno para sus fines revolucionarios... Un ministro de la hacienda brasileña vino a pedir al Gobierno de los Estados Unidos financiamiento para transferir esa población para la Amazonía". La idea de transferir nordestinos para la Amazonía después de repetidas disminuciones en la capacidad del nordeste de soportar a corto plazo una población humana, no es nueva: el emperador Don Pedro II ofreció las víctimas

de la seca pasajes gratis para los puertos de Belém y Manaus después de la seca de 1877 (Morais et al., 1970: 115).

Es pérdida de tiempo buscar un único motivo para el inicio de la construcción de la carretera y de los programas de colonización en la Amazonía. Muchas razones contribuyeron para tornar atrayente ese plan de acción. La pregunta de cómo los colonos deberían ser seleccionados y los programas de colonización llevados adelante depende de las implicaciones, a veces conflictivas, de los variados motivos. Muchos de los motivos que contribuyeron para decisiones sobre programas pasados serán importantes cuando los futuros programas fueren planeados y ejecutados.

PROGRAMAS DE COLONIZACION

Programas de Colonización Anteriores a 1970

Colonos no indígenas vienen colonizando la Amazonía brasileña desde el siglo 16. El padrón principal de ocupación en la mayor parte de la región han sido puntos esparsos en las margenes de los ríos con villas o poses individuales de caboclos⁵ que tradicionalmente se han auto-sustentado en plantíos de subsistencia de culturas anuales, principalmente yuca (mandioca o macaxeira), caza, pesca y extracción de productos del bosque tales como castaña-de-Pará (Bertholletia excelsa) y shiringa o caucho (Hevea brasiliensis) (Moran, 1974; Wagley, 1976).

La ocupación fue intensiva a lo largo de la vía férrea construida de Belém a Bragança a fines del siglo 19. Fueron establecidas colonias agrícolas para suplir alimentos para la ciudad del boom del jébe, Belém (Camargo, 1948; Penteado, 1967; Sioli, 1973). La población densa en la Zona Bragantina practicó una agricultura itinerante acelerada con pose inadecuada, lo que resultó en esgotamiento del suelo y declinación de las colectas (Ackermann, 1966; Camargo, 1948; Egler, 1961; Sioli, 1973, 1980). La declinación de la productividad agrícola, con la subsecuente migración de la población y abandono de la mayor parte de los 30,000 km² para la vegetación secundaria, es un ejemplo de aquello que puede ocurrir si los programas de colonización en la Amazonía exceden su capacidad de soporte (ver Penteado, 1967). El problema de la "fijación del hombre a la tierra", considerado agudo en la Zona Bragantina (Penteado, 1967), puede surgir cuando se excede la capacidad de soporte, pues si los agricultores no pueden sustentarse por medios propios a largo

plazo, ellos se tornarán "no fijados" y dejarán el área.

Otros tipos de colonización involucraron el establecimiento de grupos más especializados, tales como las colonias de emigrantes japoneses, que se han concentrado en cultivar pimienta-negra (Piper nigrum) y verduras (ver Fearnside, 1980a, 1985b). Plantaciones de shiringa también ha formado la base para la colonización pasada, además de los millares de shiringueros esparcidos que cogen el látex de árboles nativos del bosque. La Ford Motor Company estableció plantaciones en Fordlândia en el río Tapajós, entre Santarém y Itaituba en 1926 (más tarde abandonada), y a 100 km río abajo, en Belterra, en 1934 (más tarde donada al gobierno brasileño, cuando fracasó como inversión económico) (Sioli, 1973).

La colonización de la Amazonía brasileña a través de la ocupación por pequeños agricultores, bien como otros tipos de ocupación, a lo largo de las nuevas carreteras, se aceleró dramáticamente en 1970 con la divulgación del Programa de Integración Nacional (PIN).

El Programa de Integración Nacional

El advenimiento del Programa de Integración Nacional (PIN) llevó a la creación de un nuevo órgano de gobierno para colonización, el INCRA (Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria). El INCRA partió para colonizar áreas en la Amazonía con el establecimiento de PICs (Proyectos Integrados de Colonización) y PADs (Proyectos de Asentamiento Dirigido). La colonización de la carretera Transamazónica está dividida en tres áreas administradas separadamente: Marabá, Altamira y Itaituba, todas establecidas en los primeros días del Programa de Integración Nacional. Existen también cinco PICs en Rondônia (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972b; Valverde, 1979b).

Proyectos de Asentamiento Dirigido (PADs), una forma más reciente de colonización dirigida, no ofrecen tanta infraestructura de soporte para los colonos cuanto los PICs. Los dos PADs en Rondônia fueron establecidos en 1974 y 1975. Otro PAD está actualmente en progreso en Acre. El alto costo para la implantación y administración de PICs, junto con el hecho de que los colonos se mostraron más que dispuestos a migrar para la Amazonía mismo sin el incentivo de los servicios ofrecidos por esos proyectos, sin duda explica la mudanza de énfasis para los PADs. Se espera también que los

colonos acomodados por los PADs tengan mayores recursos financieros de que aquellos del PICs (Neves & Lopes, 1979: 87).

Los programas de colonización en los tres PICs de la carretera Transamazónica fueron proyectados para acomodar 100,000 familias de colonos dentro de un período de cinco años.⁶ Las áreas de colonización fueron dispuestas de acuerdo con lo que el INCRA llamó de "filosofía de urbanismo rural" (Cunha Camargo, 1973).⁷ Los lotes de los colonos son servidos por una jerarquía de tres tipos de centros planeados: la agrovilla, pequeña villa de cerca de 50 casas dispuestas en un rectángulo; el agrópolis, una ciudad proyectada para servir 22 agrovillas (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 67) o 8-10 agrovillas (Cunha Camargo, 1973: 16); y el urópolis, una ciudad con cerca de 20,000 habitantes (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 67). En realidad, solamente 29 agrovillas, dos agrópolis y un urópolis fueron construidos (Kleinpenning, 1979: 22). En diciembre de 1974, apenas 5,717 familias habían sido acomodadas en la carretera (Smith, 1976a,b), bien lejos del objetivo de 100,000 para 1976. Nuevas ocupaciones por pequeños agricultores en la carretera Transamazónica permanecieron virtualmente parados desde aquella época, aunque la regularización de las poses de los posseiros en el área al este del PIC Altamira comenzó en 1982.

Cada colono traído para las áreas de colonización por el INCRA en el inicio del Programa de Integración Nacional recibió un lote de 100 ha por un precio simbólico que debería ser pagado durante un período de 20 años. Fue concedido un período de carencia de tres años antes del comienzo del pagamiento y fue cobrado 7% de interés anuales sobre el saldo debedor. La práctica usual en el Brasil de cobrar la corrección monetaria afín de ajustar la deuda con la inflación astronómica del país no fue aplicada a los empréstitos de compra de tierra.

En la mayor parte del PIC de Altamira, y en una parte del PIC de Marabá, las carreteras laterales llamadas travessões corren perpendicularmente a la carretera Transamazónica en intervalos de cinco kilómetros (km). La mayoría de las carreteras laterales alargan la extensión ocupada por pequeños colonos hasta cerca de 20 km de cada lado de la carretera. Los lotes de frente para la carretera principal tiene 500 metros (m) de ancho por 2,000 m de largo, mientras que los que están en las carreteras laterales tienen

400 por 2,500 m. Los lotes están agrupados en unidades de 10 hasta 70 lotes, llamadas glebas, ocupando aproximadamente cinco km de un lado de la carretera principal. En el área de Altamira, las agrovillas están espaciadas a cada 10 km a lo largo de la carretera principal, y a la profundidad de 10 km en las carreteras laterales. La mayoría de los colonos que tienen lotes al borde de la carretera principal tienen casas construidas por el INCRA en sus parcelas, mientras que los que tienen lotes en las carreteras laterales tienen casas en una de las agrovillas (Figura 1.3).

Fig. 1.3. Agrovilla Grande Esperança, la villa planeada donde el autor vivió durante dos años de trabajo de campo (1974-1976). La casa del autor está a la derecha. (Foto por J.M. Rankin, 1975).

El área de Altamira es sin duda el mayor de los tres PICs de la carretera Transamazónica. La parte del área de Altamira localizada en la sección Altamira-Itaituba de la carretera tiene aproximadamente 3,120 familias, o cerca de 59% del total para la carretera Transamazónica. Esa área cubre una faja que se extiende de 12 a 245 km al oeste de Altamira, con una interrupción de 30 km de una reserva forestal.

Muchos colonos dejan sus casas en las agrovillas en favor de acomodaciones más rústicas (Figura 1.4), más próximas de sus rozas y animales domésticos. La falta de servicios tales como escuelas, agua y atendimento de salud en muchas agrovillas refuerza ese padrón. Las agrovillas en



carretera principal ofrecen servicios urbanos mucho mejores de que las que están en el interior.

Fig. 1.4. Muchas familias de colonos abandonaron sus casas en las agrovillas en favor de acomodaciones más simples en sus lotes (Gleba 16, Lote 60, 1975).

El énfasis de los programas de colonización han mudado regularmente desde el lanzamiento inicial del Programa de Integración Nacional. Una mudanza importante en el programa ocurrió en 1974, cuando la colonización por individuos en lotes de 100 ha fue desenfanzada en favor de la "colonización" por grandes empresas (O Estado de São Paulo, 24 de mayo de 1974: 11). Esas grandes corporaciones, principalmente con operaciones de pecuaria, incluían tanto multinacionales gigantescas como centenas de invertidores brasileños de las áreas urbanas del centro-sur del Brasil. Haciendas menores eran vendidas por el INCRA en área atrás de la faja de ocupación por los pequeños agricultores en la carretera Transamazónica. Haciendas de 3,000 ha a cerca de 150 km oeste de Altamira, eran vendidas a partir de 1974. Ventas semejantes eran hechas en Marabá y Rondônia. De 1977 en adelante, haciendas de 500 ha llamadas de glebas fueron vendidas en fajas de cerca de 30 km de anchura, además de las margenes del área de ocupación de los pequeños agricultores, entre 12 y 85 km oeste de Altamira. La tierra es vendida por el proceso de licitación, solicitándose ofertas selladas para parcelas individuales con una oferta mínima de 2% del salario mínimo por hectárea, o cerca de US\$ 1.08 por hectárea.



Los esquemas de colonización por cooperativas privadas han sido alentados para evitar las muchas deficiencias inherentes a la colonización del gobierno. Tales esquemas particulares deberían realizarse en el área al sur de la carretera Transamazónica, cerca de 110 km oeste de Altamira, en la margen izquierda del río Irirí. Fue anunciado en 1976 que esa área sería colonizada por la COTRIJUI (Cooperativa Tritícola Serrana), una cooperativa de pequeños agricultores del extremo sur de Brasil, con cada una de las 2,000 familias recibiendo un lote de 200 ha (O Estado de São Paulo, 21 de mayo de 1976: 12). Ese plan substituyó un otro anterior para colonizar el área a través del INCRA (Hirano, 1974). La cooperativa no fue capaz de comenzar el proyecto de colonización propuesto por causa de los indios Arara, hostiles, que vivían en el área. En 1985 la FUNAI (Fundación Nacional del Indio) aparentemente consiguió desalojar lo que restó de la tribu, la cual hizo en 22 de febrero de 1981 su primer contacto pacífico con la cultura Luso-Brasileña desde que la carretera Transamazónica fue construida a través de las tierras de la tribu 11 años antes (Veja, 11 de marzo de 1981: 72-76).

Ocupación Espontánea

Hoy, al igual que en el pasado, la mayor parte de la ocupación en la Amazonía es hecha sin ningún plan, ni del gobierno ni de nadie. Colonización no planeada, hecha por los posseiros, que es la manera tradicional de ocupación, han provocado muchas luchas sangrientas por la Amazonía entre posseiros y propietarios en la pose legal y documentada de la tierra, o con los más temidos grileiros, especuladores que se ganan la vida contratando jagunços o "pistoleros", para retirar pequeños agricultores de las tierras que ocupan. Los grileiros frecuentemente consiguen obtener documentos oficiales (muchas veces falsos) que permiten la venta de esas tierras a los intereses pecuarios (Bunker, 1980a; Martine, 1979, 1980; Martins, 1980; Schmink, 1982; Wood & Schmink, 1979). La ocupación de la carretera Belém-Brasília sucedió de esa forma, con la tierra primero talada por los pequeños agricultores, sin documentos, y, más tarde, tomadas por grandes pecuaristas (Valverde & Dias, 1967: 276). Algunas veces el proceso funcionó al contrario, con invertidores ausentes perdiendo la tierra que ellos habían comprado para los posseiros (Sanders, 1971).

Los programas oficiales de colonización no consiguen lidar ni con una pequeña fracción del influjo de nuevos

migrantes para la Amazonía. En 1985 151,621 personas fueron registradas cruzando un centro de triaje para entrar en Rondônia, viniendo del Estado de Mato Grosso (A Crítica, 03 de diciembre de 1986, cad. 1: 7). El gobierno de Rondônia estima el flujo para 1986 por vuelta de 200,000 personas. Las cifras de migración del centro de triaje del gobierno son substancialmente menores de que el flujo real, pues muchos migrantes pasan sin ser registrados. Hasta 1977 el INCRA acomodó 12,660 familias en 2'732,550 ha de tierra en Rondônia, en comparación con un total entre 5,000 y 6,000 familias en lotes de 100 hectáreas en las tres áreas de colonización de la carretera Transamazónica. Mientras que Rondônia tiene más proyectos de colonización del INCRA de que cualquier otra parte de la Amazonía, los lotes de esos proyectos están totalmente ocupados. El último a "explotar" fue el PIC Sidney Girão, que permaneció durante una década lleno apenas por la mitad debido a su localización en una área remota y menos fértil, donde fue instalado "aparentemente con la intención de ocupar el área próxima a la frontera boliviana" (Mueller, 1980). Proyectos actualmente planeados ocuparían áreas sin prácticamente ningún suelo apto para la agricultura (Fearnside, 1986c). Gran parte de los nuevos migrantes siguen el padrón tradicional de ocupación espontánea de posseiros, ocupando áreas o fuera de los proyectos del INCRA o dentro de las áreas planeadas antes del INCRA comenzar el asentamiento oficial.

Agricultura en la Carrerera Transamazónica

El tipo de agricultura pionera, orientada para el mercado, que es hecha en el área de colonización de la carretera Transamazónica es principalmente basada en culturas anuales, siendo el arroz de terreno elevado, la cultura de venta más prominente (Figura 1.5). Maíz, fríjol y yuca son plantados como cultura para venta en una escala menor. El método es, normalmente, extensivo, con los insumos de mano-de-obra y principalmente de capital minimizados. El financiamiento permitió que muchos colonos expandieran el tamaño de sus plantaciones contratando mano-de-obra suplementar. Los colonos, vía de regla, no practican agricultura itinerante con períodos de barbechado que renuevan los nutrientes del suelo perdidos durante el período de cultivo. Muchos planean convertir su tierra en pasto o culturas perennes para comercio tales como pimienta-del-reino o cacao. Como la tierra está siendo talada para culturas anuales más rápido del que el capital y la mano-de-obra

permiten que sea convertida en cultura perenne, mucho de la tierra usada sobre culturas anuales por uno o dos años o es dejada para crecer capoeira (vegetación secundaria) o es sembrada para pasto. Una cuantía significativa de pastos han sido plantada por los colonos, frecuentemente permaneciendo varios años sin cercas ni animales. Existen variaciones considerables entre los colonos en los tipos de explotación del lote, algunos de los cuales parecen ser explicados por los antecedentes de los colonos (Moran, 1975, 1976, 1979b; Fearnside, 1982b; Fleming-Moran & Moran, 1978). Una segunda marea de colonos han llegado en la carretera Transamazónica y, o compran los lotes de los colonos iniciales instalados por el INCRA, o compran lotes abandonados. Los colonos iniciales fueron primero suplantados en los lotes en el borde da carretera, tales como los de grandes áreas de pasto en la Figura 1.6, pero desde 1976 el proceso progresó también por las carreteras laterales. Ahora virtualmente no existen lotes abandonados sobrando de aquellos cuyos derechos de pose revirtieron para el INCRA, aunque algunos lotes sean siempre mantenidos por especuladores que no trabajan la tierra. Los colonos recién-llegados tienen mayores recursos de capital de que los colonos iniciales y demuestran diferentes padrones de comportamiento en la distribución del uso de la tierra.

Fig. 1.5. Rozas típicas de arroz en tierra recién-talada (Gleba 18, Lote 24, 1974).



Fig. 1.6. Vista típica de la carretera Transamazónica mostrando los lotes al borde de la carretera comprados por colonos recién-llegados para el plantío de pasto (Gleba 20, Lote 1, 1975).

La agricultura usada por los colonos de la carretera Transamazónica cae en un ciclo anual de acuerdo con las estaciones secas y húmedas. El año agrícola es mejor conceptualizado como iniciando en 1 de julio y terminando en 30 de junio. El año comienza durante la estación seca con la broca del bosque virgen, o sea, con la remoción de los componentes del sub-bosque y bejucos o lianas en preparación para la derrumbada. La derrumbada de los árboles grandes comienza después que la broca es completada y normalmente dura de agosto hasta cerca de octubre, aunque a veces pueda durar hasta enero. La vegetación secundaria puede ser cortada más tarde de que el bosque virgen y aun ser quemada antes que la lluvia torne la quema imposible. Diferentemente de la monzón de Asia, la estación lluviosa en el área comienza gradualmente con un poco más de lluvia cayendo cada semana hasta que llega la época "de las aguas". Después de la derrumbada o del corte de la vegetación secundaria, la vegetación es dejada para secar de dos a ocho semanas. La quema puede ser hecha en un solo día si el tiempo y oportunidad fueron favorables, pero puede extenderse durante semanas y hasta meses si el colono estuviera intentando quemar durante pequeños intervalos secos en un año húmedo (como fue el caso en 1973), o si la quema fue dejada hasta muy tarde en un año "normal".



En seguida el quemado frecuentemente es dejado en la roza una gran cantidad de material no quemado. Si la quema fue muy pobre, el colono simplemente abandona la roza en aquel año; o el hace la coivara, esto es, el amontonamiento de la vegetación no quemada en montículos para una segunda quema. La cantidad del esfuerzo despendido en esa tarea extremadamente laboriosa varía con el tiempo que falta hasta que la lluvia comience, la calidad de la quema y con la cultura a ser plantada en seguida. Las rozas de arroz son normalmente las más limpias, seguidas por las de yuca y entonces las rozas de maíz.⁸ No se hace ni una coivara en las derrumbadas utilizadas para plantío directo de pastos, inclusive las rozas quemadas pobres demás para cualquier otra cultura. Las prácticas subsecuentes de plantío, rozaje y colecta dependen de las culturas individuales a ser plantadas.

Uso de la Tierra en la Amazonía

Pequeños agricultores, tanto dentro como fuera de los proyectos planeados de colonización, están siendo substituidos por otros tipos de familia y empresas incorporadas. Otras áreas están siendo directamente colonizadas por grandes empresas empeñadas en la pecuaria bovina, agricultura de plantación y explotación del bosque.

Pecuaria

La pecuaria bovina ha sido la forma de uso de la tierra más diseminado en la Amazonía brasileña, alterando rápidamente el paisaje de las partes accesibles de la región. Grandes empresas de pecuaria bovina fueron establecidas a lo largo de la carretera Belém-Brasília y carreteras vecinales asociadas en el este y sur del Pará y en las partes amazónicas de los Estados de Maranhão, Tocantins y Mato Grosso. Ellas incluyen Liquigás (678,000 ha), Volkswagen (139,000 ha), Armour-Swift/Brascan/King Ranch (72,000 ha) y muchos otros grandes invertidores incorporados (ver Goodland, 1980a,b; Myers, 1980a,b). Empresas un tanto menores, normalmente con propiedades menores de que 10,000 ha predominan en otras regiones en rápido deforestación como Acre, Rondônia y Pará central, aunque algunas propiedades en esas áreas sean mucho mayores.

Gran parte del área de bosque húmedo de tierra firme convertida en pasto se tornó degradada o invadida por vegetación secundaria. Los cálculos de extensión de la

degradación del pasto varían ampliamente (Tabla 1.4). La mayoría de los pastos de tierra firme quedaron sofocados por la vegetación leñosa después de cinco a siete años (Fearnside, 1979a; Santos *et al.*, 1980; Toledo & Serrão, 1982). Pasto colonião (Panicum maximum), que ocupa 85% del área de tierra firme plantada en pasto (Serrão & Falesi, 1977: 54), es particularmente vulnerable a la invasión debido a su hábito de crecer en manojos y de multiplicación pobre por semillas. La compactación del suelo y el declinio de los niveles de fósforo retardan el crecimiento del pasto. La calidad de los pastos en la carretera Transamazónica declinó visiblemente durante el período de 1973-1985. El sobrepastoreo, que era raro previamente, se tornó común desde cerca de 1981.

Además de los pastos plantados, la mayor parte de los 15 millones de hectáreas de campos "naturales" de tierra firme y los 1.5 millones de hectáreas de campos de área inundable o vega (várzea) de la región son usados para ganado. La mayoría de las áreas de campos "naturales" son encontradas en los Estados de Roraima y Amapá y en el área de Humaitá en la parte sur del Estado de Amazonas, mientras que los campos del área inundable periódicamente inundada están a lo largo de los ríos Amazonas y Solimões y en las áreas costeras del "mar dulce" cerca de Belém.

La correría para establecer haciendas de pecuaria en la Amazonía brasileña ha sido acelerada por los estímulos generosos del gobierno en la forma de incentivos fiscales y empréstitos con tasas de interés negativos en términos reales (después de considerarse la inflación) (ver Bunker, 1980a; Fearnside, 1979b, 1983a). Los empréstitos concedidos por el Banco de la Amazonía, S.A. (BASA) después de la aprobación del proyecto por la Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía (SUDAM) se someten a ajustes para la inflación a tasas oficiales, invariablemente más bajas de que la inflación real. Los empréstitos tienen períodos de carencia de dos años antes de comenzar los pagos; el plazo original de pago de siete años fue reducido para cinco años para los empréstitos más recientes. Parte del impuesto debido o sobre la renta obtenida en otros lugares del Brasil por las compañías encargadas de los proyectos puede ser aplicada en la capitalización de empresas de pecuaria. Un programa adicional provee subsidios directos a los proyectos aprobados. Los incentivos fiscales y otros subsidios son responsables por 72% de las verbas aplicadas en haciendas de pecuaria en la Amazonía en 1977 (Kohlhepp, 1980: 71). En

TABLA 1.4. Estimativas de la Extensión de la Degradación del Pasto en la Amazonía

Porcentaje del Área de Pasto Degradado	Fecha de la Estimativa	Local	Método	Referencia
=====	=====	=====	=====	=====
17	1979	Región Amazónica	No Declarado ^(a)	Serrão, 1979
20	1978	Amazonía Brasileña	No Declarado ^(a)	Serrão <i>et al.</i> , 1979: 202
17 - 24	1980	Cuenca Amazónica	"Informes no Oficiales ...de Oficiales y Hacendados de Ganado	Toledo & Serrão, 1979: 292
44	1975 - 1976	Barra de Garças y Luciara, Mato Grosso	LANDSAT	Tardin <i>et al.</i> , 1978: 24
50 +	1980	Paragominas, Pará	No Declarado(a)	Hecht, 1981: 83
54	1977 - 1978	Paragominas, Pará	LANDSAT	dos Santos <i>et al.</i> , 1979: 100
=====	=====	=====	=====	=====

a) Probablemente basado en impresiones informales a partir de observaciones terrestres durante viajes por la region.

1979 el gobierno declaró una moratoria sobre la aprobación de la SUDAM de los incentivos fiscales para nuevos proyectos de pecuaria en las partes de la Amazonía clasificadas como bosque alto, aunque los incentivos para proyectos ya en andamio aun continúen. Las partes de la Amazonía Legal con vegetación de cerrado, bien como una gran área clasificada como bosque de "transición", continúan a recibir incentivos para nuevos proyectos.

Entre 1967 y 1978 la SUDAM aprobó 335 proyectos de pecuaria en la Amazonía Legal, cubriendo una área de 7'887,169 ha (Almeida, 1978: 28). Los incentivos fiscales, mientras que importantes, no son las únicas fuerzas que impulsian la deforestación para haciendas de pecuaria. Un levantamiento de 445,843 ha deforestadas en bosque húmedo (Tardin et al., 1978: 19) indicó que casi la mitad fue derrumbada sin el uso de incentivos fiscales.

Especulación de la Tierra

La valorización de los precios de la tierra provee un incentivo adicional poderoso para el ímpetu del pasto, motivando invertidores a emprender operaciones de pecuaria en la Amazonía a pesar de las pobres perspectivas agronómicas. Las propias operaciones de pecuaria producen una cuantía menguada de carne, y existe pocas razones para suponerse que la producción pueda ser economicamente sustentable durante un período extenso. Una inspección hecha por la SUDAM de 12 grandes haciendas en el Pará encontró lucros líquidos anuales de solamente cerca de US\$ 3/ha después de diez años, y menos de que US\$ 6/ha después de 20 años (Serete S.A. Engenharia & Brasil, Ministério do Interior, SUDAM, 1972: 13-23). Muchas haciendas vistoriadas estaban trabajando con prejuicio.

El tamaño de las haciendas tiene un efecto destacado en el valor de la tierra, que es influenciado por imposiciones variadas de leyes y políticas gubernamentales conflictivas en diferentes partes de la Amazonía. En Rondônia, el INCRA impuso la política gubernamental de no distribuir tierras devueltas en parcelas mayores de 2,000 ha.⁹

Los grandes pecuaristas consecuentemente han preferido Mato Grosso y Acre, donde esa ley no ha sido impuesta. Esta política resultó en valores de la tierra en el Acre seis veces más alto de que los de Rondônia, de acuerdo con un informe (Théry, 1976: 96). La SUDAM confirmó sua preferencia por proyectos de grandes pecuaristas requiriendo un mínimo de

25,000 ha para calificación para incentivos (Cardoso & Müller, 1978: 162).

El aumento del valor de la tierra puede tornar hasta una operación marginal de pecuaria altamente lucrativa a largo plazo, desde que el título de propiedad pueda ser obtenido y mantenido. La calificación para un pedazo de papel con algunas firmas y sellos puede así acrecentar mucho más al valor de la propiedad de que la producción de carne de buey. Deforestar y plantar pasto es una manera de mantener la pose de la tierra y calificarse para el título definitivo.

Los especuladores frecuentemente optaron por la pecuaria bovina por causa de su bajo costo por hectárea para implantación en comparación con otros usos. Los aumentos de los precios de tierras de pasto son espectaculares sobre cualquier padrón. En Mato Grosso amazónico, los precios reales de las tierras de pasto (después de descontar la inflación) subieron a la tasa anual de 38% durante el período de 1970-1975 (Mahar, 1979: 124). Esos lucros podrían haber sido realizados sin ni una producción agrícola de cualquier especie. Aun más, el valor de la reventa de la tierra tiene la tendencia de destacarse del valor teórico de la tierra en términos de producción futura prevista (Found, 1971: 24), hasta el extremo de ser considerada como una mercadería como oro en barras o sellos raros, cuyo valor no viene de su utilidad real como un insumo de producción. Sin deuda, la continuidad de la producción de esos pastos es altamente improbable (Fearnside, 1979a, 1980b; Hecht, 1981). La raíz de la motivación para subastar el precio de la tierra muy encima del valor para producción es sin duda el deseo de abrigarse de la astronómica inflación brasileña. La reciente especulación de las tierras de pasturas en la Amazonía podría ser considerada entre las inversiones más lucrativas del planeta, dando a los especuladores un motivo poderoso para la rápida ocupación y implantación de pastos.

Plantaciones de Culturas Perennes

Trechos monoespecíficos de varias culturas se están tornando cada vez más importantes en el desarrollo de la tierra firme de la Amazonía. Las áreas actuales son pequeñas en comparación tanto con el área total de la Amazonía cuanto con la tierra que está siendo convertida en pasto, pero los planes para expansión continúan. La capacidad limitada de los mercados mundiales para absorber grandes aumentos en la

producción garante que las áreas de culturas perennes continuarán siendo pequeñas en relación con el total.

Shiringa es una prioridad importante, aunque el costo de producción del caucho o jebe natural es mayor en la Amazonía de que en el sudeste del Asia debido a la presencia del hongo Microcyclus ulei. El Brasil, anteriormente la mayor fuente de caucho del mundo, fue obligado a importar 47% de su necesidad de jebe natural en 1982 (A Crítica, 24 de septiembre de 1982: 7). La shiringuera es promovida sobre un programa llamado PROBOR, bien como a través de incentivos fiscales de la SUDAM. En 1979, 15,000 ha de los 19,000 ha de shiringuera plantadas sobre el PROBOR fueron considerados satisfactorios, con la meta para el programa establecida en 40,000 ha (Morais, 1979). El órgano especial para shiringuera, SUDHEVEA, fue extinta en 1986. Con la liberación de los recursos financieros del PROBOR atrasado en cuatro meses, shiringueros trabajando en proyectos financiados por el programa entraron en huelga en enero de 1987 (A Crítica, 27 de enero de 1987: 3). El costo de subvencionar la producción de caucho en la Amazonía frente a la competición del producto más barato del Asia puede explicar la prioridad reducida indicado por los pocos recursos aplicados en el sector en años recientes.

Las plantaciones de cacao (Theobroma cacao) son financiadas tanto para pequeños agricultores en algunos de los proyectos de colonización planeada de la carretera Transamazónica y en Rondônia, como para propietarios mayores en áreas vecinas donde han sido vendidas parcelas de 500 hasta 2,000 ha a través de licitación. Un plan del gobierno emprendido por la CEPLAC (el órgano para la promoción y pesquisa de cacao) visa el financiamiento de 200,000 ha de cacao en la Amazonía durante un período de 15 años (Alvim, 1977a: 350). En Rondônia, se calcula que el área de cacao creció de 17,528 ha en 1978 para 33,528 ha en 1980 (Brasil, CEPA-RO, 1980: cuadra 20). El precio del mercado mundial para el cacao ha caído en términos reales desde 1977, una tendencia que el Banco Mundial prevee que vá continuar hasta 1990 (Skillings & Tcheyan, 1979; IBRD, 1981). Se puede esperar por tanto que la expansión futura sea nítidamente retardada.

La pimienta-negra (Piper nigrum) ha sido plantada sin ayuda del gobierno en muchas áreas del Pará y del Amazonas. Más recientemente, han sido disponibles financiamientos del gobierno para pimienta-del-reino, la mayoría para los colonos

en el área de la carretera Transamazónica. La tierra sobre pimienta-negra en el Pará aumentó de 5,674 ha en 1973 para 8,197 ha en 1976 (Homma & Miranda Filho, 1979: 18). Una enfermedad de hongo (Fusarium solani f. piperi) forzó el abandono de plantaciones más viejas y provocó la migración de los agricultores para nuevas localidades (Fearnside, 1980a).

El dendé o palma africana (Elaeis spp.) puede tornarse más diseminado como cultura de plantación en los próximos años. En 1981 una firma francesa comenzó una plantación en escala comercial cerca de Tefé, en el Estado de Amazonas, pero en escala menor de que los 33,000 ha inicialmente previstos (Almeida, 1977). En ese medio tiempo, una plantación experimental del Institute de Recherche pour les Huilles et Oleagineux (IRHO), de Francia, plantó 1,500 ha cerca de Belém hasta 1977, con planes de expansión con 3,500 ha adicionales (Almeida, 1978: 31). Ese trabajo experimental llevó a una empresa comercial, Dendé del Pará S.A. (DENPASA), con 2,500 ha en producción en 1979 (Muller, 1979). Una enfermedad por hongo proveniente de Surinam comenzó matando un gran número de árboles de dendé en el área de Belém en 1987.

El guaraná (Paullinia cupana), una trepadora leñosa de la familia sapindácea usada en gaseosas, es una planta nativa cultivada en plantaciones relativamente pequeñas. Es especialmente común en áreas del Estado de Amazonas cerca de Maués, y entre Manaus y Manacapuru. Los incentivos de la SUDAM han sido aprobados para usinas de beneficiamiento (Almeida, 1978: 31). Los planes del gobierno para el financiamiento de la extensión de cultura del guaraná en otras áreas, inclusive en la carretera Transamazónica, hasta ahora han permanecido en el papel.

Las plantaciones de café han sido financiadas en Rondônia para los colonos con lotes de 100 ha en proyectos de colonización planeada. El área sobre café en Rondônia está aumentando rápidamente, calculándose un salto de 20,091 ha en 1978 para 32,638 en 1980, con el área ya en producción creciendo de 6,630 ha para 19,567 ha en el mismo período (Brasil, CEPA-RO, 1980: cuadro 18). Un número mucho menor de colonos plantó café en el área de Altamira en la carretera Transamazónica en el Pará. Como en el caso del cacao y otras culturas perennes, se puede esperar que la capacidad limitada de los mercados mundiales de absorber cualquier gran aumento de las cantidades del producto disminuirían la expansión de las áreas plantadas mucho antes que cualquier parte

significativa de la vasta área de esa región sea convertida para esas culturas.

Plantaciones Silviculturales

Las plantaciones silviculturales (de árboles) han aumentado en la Amazonía y han sido alentadas como una forma apropiada de desarrollo para la región (Alvim, 1977a,b; 1978a,b,c). Las plantaciones pueden suplir las necesidades de madera y papel del país a partir de un área mucho menor de que sería el caso si se fuese a usar el bosque natural. Ellas podrán tener un hecho importante sobre la reducción de presión de la derrumbada del bosque se fuesen instaladas en áreas previamente taladas.

Especies de madera de ley han sido hasta ahora plantadas solamente en escala experimental, más especies de crecimiento rápido para celulosa, compensado y madera serrada han sido plantadas en un número creciente en plantaciones comerciales. ICOMI, una operación de mineración de manganeso en la cual la Bethlehem Steel tiene una participación de 49%, plantó 30,000 ha de pino del Caribe (Pinus caribaea) en el Estado de Amapá. La Georgia Pacific plantó 3,000 ha de Pinus caribaea en los 500,000 ha de su propiedad cerca de Portel, en el Estado de Pará.

Más conocidas son las plantaciones de la Compañía Forestal Monte Dourado, S.A. (inicialmente Jari Forestal y Agropecuaria, Ltda.), más llamada simplemente de "Jari". La Jari, una propiedad que declara 1.6 millones de hectáreas, fue inicialmente desarrollada por el magnata armador Daniel K. Ludwig. En 1982, fue vendida una participación de control sobre los proyectos de mineración y silvicultura de la propiedad para un grupo de firmas brasileñas, completando ahora el número de 23. La propiedad se localiza en las dos margenes del río Jari, el afluente del bajo Amazonas que forma los límites entre Pará y Amapá. Las primeras plantaciones fueron instaladas en 1969, y hasta febrero de 1986 la propiedad tenía 75,200 ha de plantaciones silviculturales manejadas y 3,368 ha clasificadas como abandonadas. Gmelina arborea, la especie que fue inicialmente proyectada para ser la única especie, creció pobremente en los suelos arenosos que ocupan gran parte de la propiedad, llevando la administración a convertir algunas áreas para Pinus caribaea y más tarde para especies de Eucalyptus.

Gmelina arborea es un árbol de origen asiático conocido por el rápido crecimiento (Palmer, 1973). La Gmelina en la Jari fue atacada por insectos y enfermedades (Fearnside & Rankin, 1979, 1980). En 1974 larvas de lepidóptera no identificadas deshojaron rápidamente 300 ha de Gmelina. Otras erupciones subsecuentes hasta ahora se han restringido a las áreas menores, pero esta y otras plagas continúan infestando las plantaciones cada año. Un hongo (Ceratocystis fimbriata) apareció en las plantaciones de Gmelina desde 1976 (Muchovej et al., 1978). Chancros del tronco causado por ese hongo provocan la muerte de los árboles. El control químico del hongo es considerado actualmente impracticable y antieconómico. La enfermedad ahora está infligiendo pérdidas severas, tanto por el daño directo sobre los árboles de Gmelina cuanto indirectamente obligando a la Jari a adoptar mudanzas dispendiosas en el manejo, tales como cortar los árboles en una edad menor y substituir Gmelina por el menos valioso Eucalyptus en algunos suelos que podrían haber producido Gmelina.

El Pinus caribaea var. hondurensis ha sido plantado en una escala comercial en la Jari desde 1973. La hormiga o comejen (Atta spp.), la plaga principal del Pinus, está ahora controlada con pesticidas (Ribeiro & Woessner, 1978). Atta puede matar las mudas de Pinus de hasta dos años de edad y reducir el crecimiento. Las pérdidas de Pinus en la Jari no son económicamente inaceptables cuando comparadas con la tasa de crecimiento durante el primer ciclo de colecta. La futura necesidad de fertilizantes y otros insumos, bien como la posibilidad de problemas biológicos más severos, podría mudar tales equilibrios para esa y otras especies de la plantación.

El Eucalyptus deglupta, plantado en una escala comercial en la Jari entre 1979 y 1983, ocupó 14,471 ha en 1986. Esta especie demostró, entre otros problemas, crecimiento desigual y sensibilidad a la seca. Otras especies, E. urophylla y el híbrido E. urograndis, se han salido mejor en esos aspectos de que el E. deglupta. Estas han sido plantadas en escala comercial desde 1982 y 1984, respectivamente, alcanzando 14,433 ha hasta 1986.

Los proyectistas en el Brasil sugirieron que el proyecto Jari sea copiado en larga escala en otras partes de la cuenca Amazónica. Paulo de Tarso Alvim (1978c), una voz influyente en el planteamiento del desarrollo en la Amazonía, acredita que los resultados obtenidos en la Jari "demuestran claramente el enorme potencial de la silvicultura comercial

en la Amazonía". Otros sugirieron que la Jari representa "un experimento" que irá proveer un modelo de desarrollo una vez que produzca lucros. Existe amplia razón para dudarse de la sabiduría de aplicar la Jari como un modelo para desarrollos en larga escala en otras partes de la Amazonía (Fearnside & Rankin, 1979, 1980, 1982, 1984, 1985).

Los problemas biológicos diversos y producciones modestas de plantaciones silviculturales en la Jari tienen gran significado para los planes para plantíos gigantescos de Eucalyptus en el Programa Grande Carajás. Los planes para silvicultura en el área de Grande Carajás comenzaron con el anuncio de vastas plantaciones de Eucalyptus (Fearnside & Rankin, 1982), lo que después disminuyó en subsecuentes versiones del plan debido a la falta de verbas (Fearnside, 1986d). Ahora la parte de silvicultura del plan está yendo para adelante aceleradamente, potencial para alcanzar una escala aun mayor que el plan original. Una serie de usinas de hierro-gusa sería montada en la Amazonía Oriental para procesar una parte del minério de Carajás, local del mayor depósito de minério de hierro de alto grado del mundo. Incentivos para ocho usinas ya fueron aprobados (Brasil, Presidencia de la República, SEPLAN, Programa Grande Carajás, CODEBAR & SUDAM, 1986), y un total de 20 usinas son planeadas (Francisco Sales Batista Ferreira, comunicación personal, 1986). Basado en las producciones de Eucalyptus obtenidas en la Jari, sería necesaria para suplir carbón vegetal a estas 20 usinas, más cuatro otras indústrias planeadas o comenzadas, una plantación de 711,152 ha, o casi diez veces el área de las plantaciones silviculturales manejadas en la Jari (Fearnside, 1988).

CAPITULO 2

EL BOSQUE HUMEDO TROPICAL COMO ECOSISTEMA

Un sistema ecológico es un conjunto identificable de componentes bióticos (vivos) y abióticos (no vivos) que se interaccionan. El bosque húmedo tropical es un sistema ecológico, o ecosistema, particularmente frágil y complejo, compuesto de especies altamente diversificadas de plantas y animales. La medida en que ese ambiente puede soportar la ocupación humana requiere una comprensión de esos aspectos ecológicos.

ASPECTOS ECOLOGICOS

Vegetacion

La vegetación de la Amazonía está dividida en tipos diferentes, cada uno con problemas agrícolas y potenciales específicos (Tabla 2.1). El tipo de bosque más común en la Amazonía brasileña es el bosque de tierra firme, que comprende 70% de los 4.99 millones de kilómetros (km²) cuadrados del área total de la Amazonía Legal brasileña, o 94% de los 3.70 millones de kilómetros cuadrados que es la Amazonía fitogeográficamente, o hiléia. La arrancada reciente para la colonización se concentró en los bosques de tierra firme. La planicie de inundación, un tipo de vegetación periódicamente inundada y en su mayoría de campo, tiene un potencial agrícola mucho más alto de que los tipos de tierra firme, porque la fertilidad del suelo de la várzea es renovada periódicamente por el sedimento depositado. La mayor parte de la várzea es inundada anualmente por la subida estacional del nivel de agua del río, aunque exista una pequeña cantidad de várzea en áreas costeras inundadas diariamente por agua dulce que sube con las mareas oceánicas. La várzea ocurre a lo largo de los ríos de "agua blanca" cargados de sedimento como el Solimões. El igapó es un tipo de vegetación inundado que ocurre a lo largo de los ríos de "agua negra" y pobres en nutrientes, como el río Negro. Infelizmente, los mapas y las discusiones sobre la Amazonía frecuentemente engloban igapó con várzea, a pesar de las grandes diferencias de suelo, vegetación y potencial agrícola.

Suelos

Tabla 2.1. Principales Zonas Ecológicas de la Amazonía Brasileña

Zona	Descripción	Tipo de Vegetación	Área (km ²)	% de la Amazonía Legal	Principales Locales	Referencia
Tierra firme	tierra no inunda	(total)	3.487.000	(69,88)	mayor parte de la hiléia	Pires, 1973
		floresta densa	3.063.000 ^(a)	61,39	mayor parte de la hiléa	Braga, 1979
		floresta de lianas	100.000	2,00	Xingu-Tapajós	Pires, 1973
		floresta de bambú	85.000	1,70	Acre, Rondônia, SO Amazonas	Braga, 1979
		floresta de encosta	10.000	0,20	limite NO de la Amazonía	Pires, 1973 Braga, 1979
		floresta seca de transición	15.000	0,30	limite sur de la Amazonía especialmente S. de Pará	Pires, 1973 Braga, 1979

		campo	150.000	3,01	Roraima, Amapá, Humaitá, Marajó, Trombetas	Pires, 1973
		campina	34.000	0,68	Rio Negro	Pires, 1973
		campinarana	30.000	0,60	Rio Negro	Pires, 1973
Várzea	planície inundada	(total) floresta	(70.000) 55.000	(1,40) 1,10	margenes del río Amazonas y afluentes, especialmente acima de Parintins	Pires, 1973
		campo	15.000	0,30	Bajo Amazonas; mistura-se con la flo- resta de várzea	Pires, 1973
Igapó	floresta inun- dada de água negro	floresta inundada de igapó	15.000	0,30	Río Negro y afluentes	Pires, 1973
Otros		(total)	(128.000)	(2,56)		

	costeira	mangales	1.000	0,02	Pará, Amapá	Pires, 1973 Braga, 1979
		restinga	1.000	0,02	Pará	Pires, 1973 Braga, 1979
	montana	vegetación serrana baja	26.000	0,52	Roraima	Pires, 1973 Braga, 1979
	otros tipos y super- fícies de água		100.000	2,00		Pires, 1973
Total de la Hiléa Brasileña			(3.700.000)	(74,14)		Pires, 1973
Partes de la Amazo- nía Legal fitogeo- gráfi- camente no Amazo- nicas	Plató Central Brasi- leño	cerrado	(1.290.520)	(25,86)	Maranhão, Tocantins, Sul de Pará, Mato Grosso.	

Total
de la
Amazonia
Legal

(4.990.570)^(b)(100,00)

Almeida, 1977

a) otros cálculos de la área de floresta densa: 3.048.000 km² (Pires, 1973: 182); 2.800.000 km² (Reis, 1978: 4).

b) El valor para la área de la Amazonía Legal que fue usado en los estudios de vegetación difere levemente tanto del valor de 4.975.527 km² usado por el INPE en estudios de LANDSAT (Tardin *et al.*, 1980: 11) cuanto del valor usado por el IBGE de 5.005.425 km² (Tabla 2.1). Parte de la diferencia es debido a los 27.138 km² de superficies de agua (Brasil, IBGE, 1982: 28), e a la mudanza en el limite sur de la región (ver Capítulo 1, nota 1).

La calidad del suelo afecta directamente cualquier emprendimiento agrícola. La ilusión que engañó tanto a los exploradores iniciales como a los colonizadores recientes de que los grandes árboles del bosque húmedo indican suelo excepcionalmente rico es rápidamente deshecha por cualquiera que se dispusiera a cultivar en la mayoría de los suelos de la Amazonía. Casi todos los suelos de tierra firme son de origen geológico muy antiguo, y muchos nutrientes esenciales para las plantas fueron lixiviados (Bennema, 1975; Camargo & Falesi, 1975; Falesi, 1967, 1972a,b, 1974a; Irion, 1978; Sombroek, 1966; Van Wambeke, 1978; Verdade, 1974). Con raras excepciones, los suelos son extremadamente ácidos. El fósforo es un elemento especialmente escaso en esos suelos, un hecho que es agravado por una infeliz sinergia con el pH bajo, que reduce aun más la disponibilidad del fósforo para las plantas. Sobre todo, los tipos de suelos más importantes en la tierra firme de la Amazonía brasileña, específicamente el área atravesada por la carretera Transamazónica, entre Estreito y Itaituba, son caracterizados por la calidad del suelo altamente variable, normalmente con bajo contenido de nutrientes y bajo pH (Tabla 2.2).

Ni todos los suelos de tierra firme son uniformemente pobres. En la carretera Transamazónica existen muchos trechos limitados de tierra roxa o violácea (ALFISOL) al oeste de Altamira. Durante los primeros días de la colonización en esa área, fue dado mucho énfasis en la fertilidad más alta de ese suelo. La evaluación de Falesi de que "esos suelos pueden ser cultivados continuamente durante diez años, y las colectas siempre compensan al agricultor" (1974b: 2.7) es un tanto optimista, pues las colectas declinan después de algunos años en tierra roxa, como en otros tipos de suelos, y han ocurrido fracasos en las culturas por varias razones. La tierra roxa presenta un pH mucho más favorable de que los otros tipos de suelo, teniendo frecuentemente valores de 6.0 o más sobre bosque virgen, en comparación con los valores de pH de 3.8-4.5 para los tipos de suelos más comunes. El fósforo, como en otros tipos de suelo es, infelizmente, mucho más bajo de que las necesidades de las plantas. No es inusual encontrar niveles de fósforo total en tierra roxa de menos que una parte por millón, o un décimo del nivel considerado adecuado para la mayoría de las culturas. La tierra roxa es de cualquier manera mucho mejor de que otros tipos de suelo en la tierra firme amazónica, con la única excepción de los pequeños trechos esparcidos de tierra negra antropogénica en los lugares de los antiguos acampamentos de los indios (tierra negra del indio), limitado

TABLA 2.2. Principales Tipos de Suelo en Áreas de Colonización de la Carretera Transamazónica

TIPO DE SUELO (sistema Brasileña)	CLASIFICACIÓN por la USDA ^(a)	% del Transecto ^(b)	POTENCIAL AGRÍCOLA	pH (en H ₂ O)	Al ⁺⁺⁺ (meq/100g)	P ₂ O ₅ (meq/100g)	K ⁺ (meq/100g)	Ca ⁺⁺ (meq/100g)	Mg ⁺⁺ (meq/100g)	Na ⁺ (meq/100g)	N (%)	C (%)	CEC ^(c) (meq/100g)	PROFUNDIDAD de la MUESTRA (cm)
TIERRA PÚRPURA	ALFISOL	9.6	bueno	5.8	0.00	0.15	0.29	5.31	0.81	0.05	0.21	1.56	9.60	0 - 20
LATOSSOLO AMARILLO	ULTISOL	18.2	malo	3.9	1.56	0.22	0.03	0.04	0.06	0.03	0.13	1.24	8.85	0 - 30
PODZOLICO ROJO-AMARILLO ^(d)	ULTISOL	38.6	malo	4.1	2.89	0.21	0.06	0.10	0.09	0.05	0.11	1.09	6.77	0 - 20
CONCRECION-ÁRIO LATERITICO	Petroferric Paleudult	6.9	mui malo	4.5	2.25	0.45	0.26	0.45	0.98	0.06	0.13	1.25	8.81	0 - 20
ARENAS QUARTZOSA ^(e)	Quartzi - psamment	17.9	mui malo	4.8	0.40	0.23	0.03	0.10	0.02	0.04	0.04	0.22	1.84	0 - 20
OTROS ^(f)	Otros	8.8	malo - mui malo	4.2	6.1	0.06	0.20	1.1	1.6	0.05	0.17	1.19	15.9	0 - 28
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

Notas: Eses suelos son de los 799 km de la sección de 1.254 km de la carretera Transamazónica entre Etreito y Itaituba para los cuales fueron relatadas identificaciones de suelo por Falesi (1972a). Las tres áreas

de colonización en la carretera Transamazónica en Marabá, Altamira y Itaituba son todas dentro de esa área. La porcentaje de suelo mas fértil (tierra púrpura: terra roxa) mostrada aquí es substancialmente mas que existe en el trecho Etreiro-Itaituba como un todo, pues ninguno de los 455 km (36% de la distancia total) no relacionados son de tierra púrpura. La porcentaje de tierra púrpura en la carretera Transamazónica, como un todo, es aun más baja, pues nada del restante de la carretera (oeste de Itaituba) tiene tierra púrpura (Brasil, ENBRAPA-IPEAN, 1974). Los 76,8 km de tierra púrpura relacionados representan 2,6% de los 3.000 km aproximadamente de la carretera Transamazónica en la Amazonía. La información química del suelo dada en la tabla es para las camadas superficiales de perfiles típicos. Los datos son de las siguientes fuentes: tierra púrpura, latosolo amarillo, podzólico rojo-amarillo, concrecionário laterítico y arenas quartzosas son de Falesi (1972a: 136, 69, 168, 99 y 108, respectivamente); datos para "otros" son de Brasil, DNPEA (1973a: 57).

a) Estados Unidos, Department of Agriculture (1960); equivalentes de la séptima aproximación de la clasificación son de Beinroth (1975); Sánchez (1976), y Brasil, RADAM (1978, Vol. 18: 271).

b) Porcentaje de los 799 km relatados por Falesi (1972a). En algunos casos donde fueron relatados más de un tipo de suelo para un dado segmento de la carretera, el trecho es dividido en proporciones iguales entre los tipos.

c) Capacidad de troca catiónica (soma de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , H^+ y Al^{+++}).

d) Levantamiento por radar de prescrito lateral aerotransportado (Brasil, RADAM, 1974, Vol. 5) clasifica várias áreas como latosolo amarillo, que son clasificados como podzólico rojo-amarillo por Falesi (1972a).

e) La mayor parte de las arenas quartzosas (142,4 km o 17,8% del transecto) son arenas rojas y amarillos distróficas. Un pequeña área (0,4 km, o 0,05% del transecto) es arena blanca Regosol.

f) Brunizen 2,4 km, o 0,30%; cambisol (Inceptisol) 30,9 km, o 3,87%; grumosol (Vertisol) 7,0 km, o 0,88%; gley poco humedo (tropaquept) 10,7 km, o 1,34%; suelos hidromórficos 18,0 km, o 2,25%; suelos aluviales, 1,0 km, o 0,13%.

demás para afectar significativamente la colonización. Infelizmente, existe muy poca tierra roxa en la Amazonía, y las estimativas de la cantidad viene disminuyendo de manera regular a medida en que la Amazonía se va tornando mejor conocida.¹ La mayoría de cifras recientes (e.g. Falesi, 1974b: 2.8) calculan el área de tierra roxa en solamente cerca de un quinto de uno por ciento del área de la Amazonía Legal. La extensión muy limitada de esos suelos relativamente fértiles, torna la explotación agrícola de las vastas tierras firmes de la Amazonía una iniciativa arriesgada y poco prometedor.

Plantas y Ciclos de Nutrientes

Los árboles del bosque húmedo tropical poseen una miríada de aspectos que minimizan las limitaciones de la fertilidad pobre del suelo. La vasta mayoría de los nutrientes en el ecosistema está ligada a la propia vegetación, más de que al suelo (Fittkau & Klinge, 1973). Mecanismos de ciclaje de nutrientes muy cerrados resultan en una pérdida mínima de esos sistemas virtualmente cerrados. Eses mecanismos incluyen ciclaje directa de los nutrientes por las plantas en asociación con hongos micorriza (Stark, 1970, 1971, 1972; Went & Stark, 1968). Una proporción razonablemente grande de árboles son leguminosas, muchas con bacteria fijadora de nitrógeno Rhizobium en nódulos de las raíces. La fauna del suelo y comunidades de litter son grandes y diversas, garantizando una reciclagen rápida de los nutrientes de las hojas, ramas o animales muertos. El bosque es tan eficiente para captar nutrientes que en el río Negro son encontrados muchos nutrientes en concentraciones más altas en água de lluvia que entra en el sistema de que en los ríos que lo dejan (Herrera et al., 1978).

El ciclo cerrado de los nutrientes del bosque húmedo está en contraste marcante con la mayoría de los sistemas agrícolas, los cuales son proyectados para exportar los nutrientes a los productos cogidos. Eses sistemas generalmente también pierden cantidades macizas de nutrientes a través de la lixiviación y erosión, especialmente con la lluvia torrencial en la Amazonía. La necesidad de proyectar y promover agro-ecosistemas que minimizen esas pérdidas es urgente.

Diversidad de Especie

Alta diversidad de especies, tanto en términos de

números (riqueza de especies) y regularidad de densidades (abundancia de especies), es generalmente característica de los bosques húmedos tropicales (Richards, 1964). De gran importancia para la agricultura es la protección que esa diversidad ofrece contra el surgimiento de plagas y enfermedades. La distancia que separa los miembros de la misma especie en el bosque natural ayuda a aislarlos del ataque por plagas, un hecho que Janzen (1970a) ofrece como una explicación para esa diversidad extraordinaria (para otras teorías, ver Pianka, 1966, 1974).

La dependencia sobre una agricultura monocultural en áreas del bosque húmedo tropical acarrea riesgos especiales por esa y otras razones (Janzen, 1973a). El ejemplo clásico es la plantación de shiringueras de la Fordlândia. Las shiringueras, que sobreviven a bajos niveles de ataque de enfermedades en su bosque amazónico nativo, fueron atacadas por una erupción devastadora del hongo de mal de las hojas Microcyclus ulei (sin: Dothidella ulei) cuando fueron plantadas en una monocultura (Gonçalves, 1970: 11; Sioli, 1973). La diversidad de los árboles en el bosque húmedo tropical y la dispersión resultante de los miembros de cada especie inhiben la diseminación de plagas y enfermedades especializadas.

La diversidad es particularmente importante en los trópicos, donde los problemas de enfermedades y de plagas son mucho mayores de que en regiones templadas. La alta humedad y temperatura de los trópicos y la ausencia de un invierno frío son ideales para muchos organismos de enfermedades de culturas (Janzen, 1970b, 1973a). Una estación seca prolongada puede tener algún efecto del invierno reductor de plagas, pero de ninguna manera disminuye los ataques de plagas en los trópicos hasta el nivel de esos problemas en las zonas templadas.

Estacionalidad

La lluvia en la mayoría de las regiones de la Amazonía varía estacionalmente y entre los años (Figura 2.1). Durante las temporadas secas, el suelo en los campos abiertos de agricultura pueden tornarse tan secos y quemados cuanto en regiones áridas o semi-áridas, limitando el potencial agrícola. La incertidumbre de exactamente cuando y por cuanto tiempo cada sequía va durar causa el fracaso de muchas culturas. En el caso de la cultura de fríjol en la carretera Transamazónica, el momento oportuno del plantío es un

problema delicado: si se planta mucho antes que la lluvia pare, el fríjol (Phaseolus vulgaris) será atacado por un hongo (Rhizoctonia microsclerotia sin.: Thanatephorus cucumeris).

Fig. 2.1. Quema virgen clase uno (pobre) (Gleba 17, Lote 50, 1975).

PROBLEMAS AMBIENTALES DE USO DEL BOSQUE HUMEDO

El uso del bosque húmedo para agricultura, normalmente envolviendo deforestación, altera radicalmente las características ecológicas tales como la vegetación, suelos, ciclos de nutrientes y diversidad de especies. Padrones miopes de uso del bosque húmedo han levantado preocupaciones ampliamente compartilizadas. Es importante examinar algunas de esas preocupaciones, incluyendo algunos de esos equívocos populares a respecto de las consecuencias ambientales, para que se pueda evaluar la agricultura pionera en términos de su costo ambiental y chances de sustentabilidad a largo plazo.

Ecosistemas naturales altamente diversificados, tales como el bosque húmedo tropical, son fuertemente afectados por perturbaciones. Compare, por ejemplo, la dificultad de un bosque húmedo en retornar a sua composición original en seguida de la derrumbada y el quemado, con aquella de un trecho de vegetación secundaria de Cecropia en la misma área. Faltan a los trechos de vegetación secundaria la diversidad y la compleja tela de relaciones coevolucionados del bosque



húmedo maduro. Esas diferencias, bien como sus implicaciones para la fragilidad, pueden ser perdidas por observadores impresionados con la formación rápida de vegetación secundaria tropical. El propietario inicial de la Jari, Daniel K. Ludwig, por ejemplo, es citado en una rara entrevista como contestando la clasificación del bosque húmedo como "un ecosistema sorprendentemente frágil" con la siguiente observación: "Diablo, yo gasto cinco millones de dólares cada año sólo para acabar con la mata que brota entre nuestros árboles plantados!" (McIntyre, 1980: 710).

Oxígeno: Un Argumento Retórico

La supuesta amenaza al suplemento mundial de oxígeno, por la deforestación tropical, es uno de los más infelices equívocos relacionados al uso del bosque húmedo, especialmente en el Brasil. Los niveles de oxígeno son la verdad bastante estables (Van Valen, 1971), y no son dependientes de los bosques húmedos, los cuales usan tanto oxígeno cuanto producen (Farnworth & Golley, 1974: 83-84). La idea de que el bosque húmedo amazónico es responsable por el suplemento de oxígeno del mundo ganó una fuerza especial entre la prensa popular en el Brasil donde la Amazonía es llamada de "pulmón del mundo". Esa creencia entró en destaque después que un periódico popular brasileño mantuvo una entrevista telefónica transoceánica con el Dr. Harald Sioli y más tarde citó erradamente esa figura respetada en pesquisa amazónica (Sioli, 1980). Después de exponer el asunto del oxígeno como erróneo, es común la insinuación de que todos los debates ligando deforestación con mudanzas de clima, incluyendo preguntas importantes como régimen de lluvias y dióxido de carbono, son "alarmistas" y no merecen atención.

Dióxido de Carbono: "Efecto Invernadero"

El dióxido de carbono (CO₂) desempeña un papel importante en el equilibrio que controla la temperatura del globo. El CO₂ es liberado cuando las reservas de carbono, tales como bosques y combustibles fósiles, son quemados. El dióxido de carbono atmosférico es tradicionalmente considerado la causa del "efecto invernadero", donde la energía, en forma de rayos visibles y ultravioletas (UV) provenientes del sol pasa libremente a través de la atmósfera pero es incapaz de escapar cuando re-irradiada en la forma de

radiación infrarroja.² Un aumento en el dióxido de carbono resultaría en el calentamiento del clima de la tierra, cuando más energía sería captada por la atmósfera. El dióxido de carbono aumentó linealmente de 1850 para 1960, pero desde entonces ha aumentado exponencialmente. En 1978, niveles de CO₂ han aumentado solamente 18% sobre los niveles de 1850, pero actualmente se espera que sean doblado hasta alguna fecha del próximo siglo.

La cantidad de calentamiento que resultaría de la duplicación del dióxido de carbono atmosférico no es conocida con certeza. Una simulación predice un aumento en la temperatura del globo de 2° a 3°C como resultado de ese hecho (Stuiver, 1978). Un comité de especialistas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NAS) calculó un efecto de 3° \pm 1.5°C (Estados Unidos, NAS, 1979, ver Wade, 1979).³ La Academia avalió que las tendencias actuales llevarían a doblar los niveles de CO₂ de 1979 en 2030, con "pocas décadas" a más necesarias para la saturación de la capacidad de los océanos profundos de absorber el calor antes que ocurran altas incontrollables de temperatura (Wade, 1979). Modelos de Manabe y Stouffer (1979), que incluyen una fluctuación periódica de la insolación y una representación de la geografía menos idealizada de los modelos anteriores (Manabe & Wetherald, 1975) muestran un calentamiento medio de 2°C, pero con asimetrías significativas regionales y estacionales. Las diferencias regionales pueden tener un gran efecto en potencial. Cálculos anteriores de un efecto duplicado en los polos (Budyko, 1969) han sido reinterpretados para producir el valor más bajo de 25% encima del calentamiento global medio (Lian & Cess, 1977).

Usando la estimativa de la Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU. de 3°C \pm 1.5°C, la posibilidad de que un calentamiento medio de 1.5°C pueda resultar en el derretimiento de las cumbres polares han preocupado diversos meteorólogos. Las elevaciones desproporcionalmente mayores de temperatura en los polos son especialmente preocupantes.

De acuerdo con la mayoría de las pesquisas actuales, la extensión de hielo del Ártico puede apenas mantenerse sobre las condiciones climáticas actuales. Así, un calentamiento significativo adicional podría causar una completa transformación por la creación de un mar abierto en el lugar del extensión de hielo ártico; un Océano ártico abierto

debería causar el movimiento drástico de todas las zonas climáticas varias centenas de kilómetros al norte... El efecto de un tal dislocamiento sería especialmente notable en la faja que actualmente tiene una clima sub-tropical con lluvias de invierno (California, Mediterráneo, Oriente Medio y Punjab), los cuales se tornarian estepas áridas (Flohn, 1974: 103).

La seca en muchas partes del globo sería acompañada por el aumento de la lluvia en algunas regiones actualmente secas (Revelle, 1982; Schwere & Kellogg, 1982).

Existe alguna duda cuanto a la rapidez y magnitud de la subida en los niveles del océano que resultaría en el caso que el hielo polar comience a derretir. La contribución del hielo Antártico es particularmente incierto, porque mucho de esto es mal mapeado y queda abajo del nivel del mar (Thomas et al., 1979). Es esperada una elevación de 5 m en los niveles del océano (EE.UU. CEQ/DS, 1980, ver Marshall, 1981); cálculos iniciales de una elevación de 35 m (Goodland & Irwin, 1975a: 35) son probablemente demás. La velocidad con que el derretimiento de la extensión de hielo de la Antártica oeste podría ocurrir es una cuestión incierta, siendo que las estimativas varían de menos de 100 años hasta varios siglos (Mercer, 1978; Thomas et al., 1979). Levantamientos recientes de la opinión de peritos favorecen un plazo de siglos para la desagregación del hielo de la Antártica, con los niveles del mar aumentando a una tasa acelerada, pero menos catastrófica, de 70 cm por siglo (Kerr, 1983).

Aunque sean necesarios datos más detallados y confiables, especialmente de los trópicos, antes que se tiren conclusiones firmes sobre el futuro de las temperaturas en el mundo, la simple duda de que mudanzas meteorológicas importantes y irreparables puedan ocurrir debería dar una pausa en las intenciones de los proyectistas en promover la deforestación maciza (Fearnside, _____)

DEBATE SOBRE EL PROBLEMA MUNDIAL DEL CARBONO

La previsión de los niveles futuros de CO₂ y sus efectos es complicada por otros factores climáticos que podrían anular una parte del calentamiento del globo, como ya aconteció desde 1940. Una de las varias simulaciones existentes para modelar el clima del globo encuentra el

resultado de deforestación, en media, como refriamiento del globo, principalmente debido al aumento del albedo o reflectividad, de tierra talada en comparación con el bosque (Potter et al., 1975; ver también Sagan et al., 1979). La erupción de pronósticos contradictorios en sí debería obstruir el reconocimiento del delicado equilibrio del cual esos procesos dependen y la lamentable falta de datos confiables sobre algunos de los más importantes parámetros, especialmente en los trópicos. Además de la falta de datos confiables sobre tasas de deforestación, biomasa y depósitos de carbono no vivo tales como carbón vegetal, los modelos de clima se han mostrado particularmente sensibles a tales parámetros pobremente cuantificados como niveles atmosféricos de CO₂ antes de la revolución industrial (Björkström, 1979: 446-452) y la tasa de la mixtura de las capas oceánicas que sirven de fosas para carbono (Björkström, 1979) y calor (Dickinson, 1981: 433).

Mucho del aumento del dióxido de carbono resulta históricamente de la quema de combustibles fósiles. La biosfera fue destacada como factor llave por varios estudios (Bolin, 1977; Hobbie et al., 1984; Houghton et al., 1983; Woodwell, 1978; Woodwell et al., 1978, 1983). Oscilaciones estacionales grandes en los niveles de CO₂, especialmente en zonas templadas, testimonian la importancia de la biosfera en la manutención de ese equilibrio delicado. Como se calcula que los bosques húmedos tropicales contengan 41.5% del total mundial de carbono contenido en la masa de plantas, y los bosques tropicales estacionales otros 14.1% (calculados de datos de Whittaker & Likens, 1973: 358), el problema mundial del carbono podría ser afectado por el destino de los bosques tropicales. La quema incompleta de la biomasa del bosque, parte substancial de la cual queda como carbón vegetal, modera el efecto de la quema del bosque (Crutzen et al., 1979). En la ausencia de datos provenientes de los trópicos, Seiler & Crutzen (1980) usaron una estimativa de biomasa en el quemado basado en observaciones en la zona templada seguida a un incendio de piñeros (*Pinus ponderosa*) para evaluar el tamaño de la fosa de carbono mundial en carbono elemental remanente en áreas quemadas. Esa fosa, calculada en 0.4-1.7 billones de toneladas, juntamente con estimativas de la tasa de deforestación más baja del que las usadas por otros modeladores y más una fosa substancial en plantíos de bosques, llevaron a Seiler & Crutzen (1980) concluir que la biota de la tierra podría estar perdiendo o ganando 2 billones de toneladas de carbono por año. Esa cifra es mucho más baja del que las estimativas de pérdidas de 4-8 billones

de toneladas por año, calculadas por Woodwell et al. (1978). La causa básica de discrepancias tan agudas es la naturaleza rudimentar de los datos disponibles, especialmente sobre deforestación tropical, biomasa y contenido de carbono del bosque, tasas de crecimiento de vegetación secundaria tropical y eficiencia de los quemados. La pesquisa para rellenar esas lagunas de conocimiento debería ser de máxima prioridad, principalmente en la Amazonía. Una revisión de los estudios de la biomasa en la Amazonía brasileña llega a una estimativa de 50.4 billones de toneladas de carbono en biomasa viva y muerta del bosque (encima y abajo del suelo) más 5.1 billones de toneladas de carbono en los 20 cm superiores del suelo (Fearnside, 1987c). La conversión del área en pasto liberaría un total de 49.7 billones de toneladas de carbono a medida que la biomasa de la vegetación declina para los 10.7 toneladas/ha de peso seco que caracterizan los pastos amazónicos (= 2.6 billones de toneladas de carbono en los 5×10^6 km² de la Amazonía Legal a un contenido de 0.475 de materia seca y 0.45 de contenido de carbono), y a la medida en que el carbono en los 20 cm superiores del suelo de la región cae para 3.14 billones de toneladas (usándose 0.56 g/cm³ de densidad del suelo de bosque, contenido de 0.91% C bajo bosque y contenido de 0.56% C sobre pasto: ver Fearnside, 1985d, 1986e, 1987c).

Oxido Nitroso: Agotamiento del Ozono

La derrumbada de los bosques parece ser uno de los contribuyentes para el aumento global de óxido nitroso (N₂O) atmosférico. Es sabido que este gas reacciona en la estratosfera para producir óxido nítrico (NO) el cual por su vez sirve como un catalizador para la quiebra de las moléculas de ozona (O₃). La evidencia para un efecto catalizador fuerte viene de observaciones de la naturaleza (Fox et al., 1975), aunque las tasas para esas reacciones sean bien bajas (Ruderman et al., 1976: nota 6). El ozono en la estratosfera procede como absorbente de las radiaciones ultravioletas (UV) que llegan, protegiendo la biosfera de la intensa radiación UV.

La inyección de N₂O en la estratosfera por los aparatos de transporte supersónicos (SST) propuestos fue objeto de acalorados debates durante mediados de los años 70. El efecto sobre agotamiento de la ozona causado por fluorocarbonos provenientes de los propulsores de los

embalajes con aerosoles y de refrigeradores se tornaron un tema polémico durante el mismo período. Infelizmente, a veces los efectos negativos fueron exagerados, haciendo con que muchos dejasen de preocuparse a respecto del agotamiento del ozono en los años siguientes. La pérdida del interés público en la ozona estratosférica fue en parte el resultado de la larga divulgación del resumen de una relación elaborado por el Programa de Avaluación del Impacto Climático (CIAP) del gobierno de los Estados Unidos, el cual "esconde las conclusiones lógicas del estudio" (Donahue, 1975). La descripción minimizante de los efectos identificados durante el curso del estudio original fue más tarde amargamente denunciada por los científicos envueltas (ver intercambio de cartas en *Science*, 187: 1145-1146, 28 de marzo de 1975), pero no podía deshacer el efecto sobre la percepción pública derivada de la amplia cobertura por la prensa del "Resumen Ejecutivo" de relación del CIAP, (Groebecker *et al.*, 1974). Peor aún, la realidad del óxido nitroso y agotamiento de la ozona aun está con nosotros y con posibilidades de aumentar.

Se puede esperar que el aumento de radiaciones de UV aumenten substancialmente la incidencia del cáncer de piel (carcinoma de las células basales, carcinoma de las células escamosas y melanoma) en humanos: una reducción de 10-20% de ozona, por ejemplo, aumenta la UV en 20-40% aumentando la incidencia del cáncer de piel por vuelta de 20% entre la población caucásiana del mundo (Donahue, 1975). Cálculos más recientes duplican el efecto del agotamiento de ozona sobre el cáncer de piel, cada 1% de pérdida llevando a 2-5% de aumento en la incidencia de cáncer de piel, en media, sobre la población de los Estados Unidos (EE.UU., National Academy of Sciences, 1982b, citado por Maugh, 1982). Cualquier mudanza posible de comportamiento en insectos orientados por la UV debe ser determinada por pruebas directas antes de hacerse declaraciones a ese respecto. Los efectos en los sistemas acuáticos son numerosos y merecen observación atenta debido al papel llave de los organismos acuáticos en las cadenas alimentares y ciclos biogeoquímicos (Calkins, 1982).

No se puede predecir con certeza, con el conocimiento disponible, los posibles efectos en la agricultura debido al aumento de las tasas de mutación, pero la consecuencia desastrosa en potencial de impacto negativo sobre cualquiera de las especies de granos que forman la base de la alimentación humana es amplia causa para evitar la exposición. La máxima absorción de radiación por el ácido nucleico (DNA) es a 260 nanómetros, solamente un poco abajo

del actual límite inferior de radiación solar que llega a la superficie de la tierra, que es 286 nanometros (Eigner, 1975: 17).

El impacto de quema del bosque sobre el flujo de óxido nitroso para la atmósfera, bien como la seriedad de las mudanzas esperadas, son áreas de debate actualmente. El debate ilustra tanto el nivel mínimo de nuestra comprensión actual de muchos procesos fundamentales del globo como la casi total ausencia de datos relevantes, especialmente de los trópicos. La concentración de N_2O en la troposfera ha aumentado por vuelta de 0.2% por año (0.5% partes por billón por volume por año) durante los 20 años pasados (Weiss, 1981). Todas las fuentes conocidas de N_2O estan el nivel del suelo y muchas estan ligadas a las actividades humanas. Una fuente es la descomposición de materiales orgánicos en ambientes de poco oxígeno, tales como muchos de los deyeectos humanos depositados en condiciones anóxicas en depósitos de basura o águas de cloaca (McElroy et al., 1976). Acrecentando a la basura y cloacas, la agricultura produce óxido nitroso a través de la nitrificación aeróbica del nitrógeno de adubos (Bremner & Blackmer, 1978). Una fuente importante es la quema de combustible fósil que, se acredita, responda por cerca de la mitad del total 1.1×10^{11} moles de N_2O lanzados anualmente por actividades humanos (Weiss, 1981; Weiss & Craig, 1976). Se acredita que la deforestación produce cantidades significativas de óxido nitroso a partir de dos fuentes: combustión de la biomasa derrumbada (Crutzen et al., 1979) y aumento de producción en suelo desnudo cuando comparado con el bosque (Goreau, 1981). Flujos significativos de N_2O han sido encontrados en el suelo bajo bosques debido a la oxidación de la amónia por bacterias nitrificantes, con las tasas aumentando cuando el tenor de oxígeno es bajo (Goreau, 1981; Goreau et al., 1980a). La tierra talada, entretanto, produce mucho más N_2O del que la misma área bajo la cobertura del bosque.

La contribución de fertilizantes al flujo global de N_2O precisa ser mejor comprendida para servir como verificación a la participación atribuida a la deforestación. La importancia de los gradientes de concentración de oxígeno en ambientes nitrificantes han sido recientemente demostrado por Goreau (1981). Mucho del N_2O producido por la desnitrificación en niveles más profundos (menos oxigenados) del suelo nunca es liberado en la atmósfera, pero antes es consumido en el suelo como un aceptante de electrones en reacciones de respiración (Goreau, 1981: 78). La mayoría de

trabajos hechos con suelos agrícolas fertilizados no llevó ese consumo en cuenta (T.J. Goreau, comunicación personal, julio de 1982). La deducción de eso es que las estimativas de producción de N_2O en suelos fertilizados probablemente exageran el N_2O derivado de fertilizantes: una mayor parte de las elevaciones atmosféricas observadas deben ser, por tanto, explicadas por otras fuentes, tales como deforestación.

Las mediciones de flujo de óxido nitroso de los trópicos son inexistentes. Varias indicaciones indirectas, sin embargo, sugieren la conclusión de que la deforestación de bosques tropicales resulta en flujos de N_2O mayores de que los equivalentes en zonas templadas. Bajas contajes de bacterias nitrificantes son características de suelos ácidos bajo bosques tropicales (Jordan *et al.*, 1979; Nye & Greenland, 1960) pero las bacterias nitrificantes generalmente aumentan en número cuando la derrumbada y el quemado elevan el pH del suelo (Nye & Greenland, 1960). Cuando el humus, tapete de raíces y detritos, son oxidados en el suelo expuesto, la nitrificación aumentada liberaría cantidades correspondientes de N_2O .

Las contribuciones de la derrumbada del bosque húmedo a largo plazo no son claras. Una razón es la gran área de bosque húmedo transformada en pasto para ganado. La conversión inicial para pasturas resultaría en una liberación de N_2O como en todas las derrumbadas. El equilibrio más bajo de la materia orgánica contenida en el suelo bajo pasturas cuando comparado con bosques tropicales (ver Fearnside, 1980b) contribuiría para eso pues el nitrógeno del suelo es aproximadamente 98% orgánico (Russell, 1973). Las áreas en gramíneas son conocidos por la baja tasa de nitrificación (Nye & Greenland, 1960; Russell, 1973), lo que significa que desprendimientos adicionales de N_2O del suelo deberían ser relativamente pequeños una vez que la conversión inicial estaría completa. Entretanto el óxido nitroso continuaría siendo liberado a partir de la combustión. El pasto es quemado frecuentemente mientras que el dura, y se puede esperar que después de invadido por la vegetación secundaria sea sometido a cortes y quemados con intervalos de pocos años hasta que hierbas dañinas, compactación y la degradación de la fertilidad del suelo forcen el abandono de la criación de animales. Las sabanas son frecuentemente quemadas por un problema de tradición cultural en el Brasil, mismo cuando no se pretende ningún uso económico inmediato.

CICLO HIDROLOGICO: DESERTIFICACION

El asunto "desertificación" es un tema emocional, especialmente en el Brasil con referencia a la Amazonía. Una tendencia en la dirección de la disminución pluviométrica en la región, mismo que no ultrapase los límites de la precipitación anual que definen el desierto, en términos climatológicos, es una posibilidad que no puede ser dispensada como consecuencia de la deforestación (Fearnside, 1979c, 1985c). Una razón es que en la Amazonía, mucho más de lo que en otras partes del mundo, las lluvias derivan de la agua reciclada para la atmósfera a través de la evapotranspiración, más de lo que siendo levada para la región directamente como nubes provenientes del Océano Atlántico.

Estimativas de la contribución de la evapotranspiración para la precipitación en la cuenca amazónica como un todo varían de 54% basado en una estimativa de precipitación anual total de $12.0 \times 10^{11} \text{ m}^3$ y escurrimiento del río de $5.5\% \times 10^{12} \text{ m}^3$ (Villa Nova et al., 1976) a 56% basado en las balanzas de agua y energía, hechas a partir de mapas de medias de viento y humedad (Molion, 1975). Estudios más detallados del área entre Belém y Manaus produjeron estimativas de componentes de evapotranspiración en las lluvias en esa parte de la cuenca variando de 48%, basado en cálculos de agua precipitable y flujo de vapor de agua (Marques et al., 1977), hasta 50% (dependiendo del mes), basado en razones de isótopos (Salati et al., 1978). Partes occidentales de la Amazonía, como Rondônia y Acre, dependen de la evapotranspiración para una porción mayor de sus lluvias que el área de Belém-Manaus donde fueron hechos cálculos y, por tanto, donde se espera sucedan las mayores disminuciones cuando el bosque sea derrumbado.

Pesquisas hidrológicas cerca de Manaus han demostrado que una media de 66% de evapotranspiración es transpiración en vez de evaporación (calculado de los datos de Leopoldo et al., 1982). Ambas, evaporación y transpiración, son positivamente relacionadas con el área de hojas. Claramente el área de hojas mucho mayor del bosque húmedo cuando comparada con pasturas o culturas agrícolas indica que la deforestación llevará a una disminución de la evapotranspiración y consecuentemente a una disminución de las lluvias de la región.

La reducción de la evapotranspiración y de la precipitación dentro de la cuenca amazónica iría reducir la

fuentes de vapor de agua de las regiones vecinas. La lluvia en la región Centro-Sur del Brasil, el depósito de provisión agrícola del país, sería colocado en riesgo (Salati & Vose, 1984).

Otras consecuencias de deforestación, tales como elevación del albedo o reflectividad, también afectan las lluvias. Algunos modelos predicen disminución de la lluvia en regiones templadas como resultado del aumento de albedo con la deforestación tropical el cual lleva más baja absorción del calor, reducción de la evapotranspiración y del flujo de calor, enflaquecimiento de los patrones de circulación global de aire y reducción de las lluvias en las extensiones de latitud de 45°-85° norte y 40°-60° sur (Potter et al., 1975). Entretanto, la magnitud de las mudanzas en el albedo resultantes de la deforestación es un asunto en debate. El trabajo de simulación hecho por Henderson-Sellers & Gornitz (1984) indica un efecto despreciable de las posibles mudanzas en el clima de la Amazonía y sobre el clima de otras partes del globo, aunque las simulaciones muestran disminuciones "severas" inducidas por el albedo sobre la precipitación y evaporación dentro de la región. Los problemas aparecen a partir de las diferentes definiciones de albedo (la razón de la luz reflejada a la luz incidente), y del uso de valores irreales para albedo del bosque antes de la derrumbada. La vegetación del bosque refleja solo una pequeña parte de la luz visible, como indica su apariencia oscura. Sin embargo, una gran cantidad de reflexión ocurre en la región próxima infrarroja del espectro, tornando el albedo del bosque mucho más alto si la radiación infrarroja es incluida en las mediciones. Dickinson (1981) ha criticado estudios como el de Potter et al. (1975) por usar los valores visibles del espectro del albedo (Posey & Clapp, 1964) resultantes de mediciones hechas en la zona templada entre 1919 y 1947 (List, 1958: 442-443). Ampliándose el espectro incluido en mediciones de albedo y usándose una media apropiada de valores más recientes de los trópicos aproximadamente se duplica el albedo del bosque de 0.07 para entre 0.12 y 0.14 (Dickinson, 1981: 421). Combinado con la suposición de que el bosque es substituida por la vegetación secundaria verde, albedos de esas áreas aumentan solamente de 0.02 para 0.04 o a la mitad para un cuarto de la elevación presumida por Potter et al. (1975) y otros. La suposición de que vegetación verde substituye bosque primario es crítica, sin embargo, un futuro más probable para esas áreas puede ser sabanas abiertas resultantes de la disminución de la lluvia en períodos de seca (e.g. Salati et al., 1978) y quemados

repetidos por seres humanos (Budowski, 1956).

Es preciso deshacer la ilusión de que, por ser los totales pluviométricos en la Amazonía bastante altos, se podría tolerar una cuantía significativa de seca en el clima. La estación seca en la Amazonía ya coloca severos límites para muchas actividades agrícolas. Durante la estación seca de 1979, Manaus estuvo por 73 días sin una gota de lluvia. Los niveles de agua del suelo cayeron a índices bien bajos tanto en áreas abiertas como bajo la cobertura del bosque, donde los árboles continuaban transpirando de grandes áreas de hojas. Como las plantas reaccionan a los niveles de agua en sus zonas de raíces en una base de día-a-día y no a la abstracción de estadísticas de lluvias anuales, los efectos de un aumento mismo que pequeño en la severidad de la estación seca podría ser dramático. Se puede esperar que el bosque húmedo, que no tolera severa deficiencia de agua, gradualmente con el tiempo pase a dar lugar a una vegetación de cerrado más xerofita. Tal mudanza tendría potencial para tornarse un proceso de retroalimentación positiva, donde la reducción adicional en evapotranspiración resultante elevaría la seca y la aceleración de las mudanzas vegetales (Tabla 2.3).

DIVERSIDAD GENETICA: EXTINCION DE ESPECIE Y ECOSISTEMAS

La diversidad genética del bosque húmedo de la Amazonía es legendaria. Una hectárea inventariada a 30 km de Manaus tenía 235 especies de plantas leñosas con más de 5 cm de diámetro (Prance et al., 1976). Muchas de las especies de plantas y animales de la Amazonía nunca fueron descritas o colectadas, y cada nueva expedición de colecta revela nuevas especies (Prance, 1975; Pires & Prance, 1977). Muchas especies amazónicas son endémicas y ocurren en espacios limitados. Así, la deforestación extensa automáticamente aseguraría la extinción de muchas especies. La pérdida potencial de la diversidad genética por la deforestación en la Amazonía ha sido una preocupación importante de los biólogos en todo el mundo (Eckholm, 1978; Ehrlich, 1982; Ehrlich & Ehrlich, 1981; Lovejoy, 1973; Myers, 1976, 1979, 1980a, 1984; Oldfield, 1981). La diversidad genética provee el potencial para la descubierta de nuevos organismos de valor económico, o nuevos usos para organismos ya conocidos, por ejemplo, nuevas culturas y variedades agrícolas. La continua evolución y dispersión de plagas y enfermedades de culturas significa que la necesidad de nuevo germoplasma nunca dejará de existir. Un buen ejemplo es el acrésimo

Tabla 2.3. Posibles Efectos Macro-Climáticos de la Deforestación de la Amazonía

Ítem	Mudanza	Efecto
Oxígeno	No significativa	No significativa
Dióxido de Carbono	Aumento	Aumento de la temperatura global.
Oxido Nitroso	Aumento	Aumento de las temperaturas globales; pequeño aumento de la radiación ultravioleta al nivel de la superficie
Albedo (reflectividad)	Aumento	Disminución de lluvias en zonas templadas
Evapo-transpiración	Disminución	Disminución de las lluvias en la Amazonía y en las regiones vecinas; elevación de la temperatura y disminución de la función de absorción del calor por la evapo-transpiración

Lluvias

- | | |
|--|---|
| 1) Disminución en el total | Mudanzas en la vegetación: |
| 2) Aumento en la duración de la estación seca (mas importante) | regimenes climáticos tornan-se desfavorables para florestas húmedas; refuerza la tendencia para un clima aun más seco |

Fuente: Fearnside (1985c).

vital del germoplasma de café de los remanentes del bosque de Etiopía como un medio de obtener resistencia al herrumbre (*Hemileia vastatrix*) en *Coffea arabica* (Oldfield, 1981). La destrucción de los locales de árboles naturales del caucho tolerantes a las enfermedades, mismo que de baja producción, en Acre y en Rondônia, es una de las muchas pérdidas que ocurren debido a la deforestación de la Amazonía. El mismo se aplica a la necesidad de nuevos químicos farmacéuticos delante de la continua evolución de organismos de enfermedades humanas. La carrera para la obtención de quinina natural cuando los parásitos de malaria desarrollaron una resistencia a cloroquina es un buen ejemplo (Oldfield, 1981). El valor del bosque húmedo como un recurso para la pesquisa científica fundamental también ha sido defendido (Budowski, 1976; Jacobs, 1980; Poore, 1976).

La diversidad ecológica así como la diversidad genética en el sentido estricto, es rápidamente destruida por la deforestación. Frecuentemente asociaciones coevolucionadas son extintas mucho antes que desaparezcan los últimos individuos de las especies envueltas (Janzen, 1972a, 1974, 1976).

POBLACIONES INDIGENAS: DESAPARECIMIENTO DE CULTURAS Y POBLACIONES HUMANAS

Cuando la carretera Transamazónica fue anunciada como una manera de traer "hombres sin tierra para tierras sin hombres", la declaración estaba tragicamente errada. Virtualmente toda la Amazonía estaba ya ocupada cuando el programa de la construcción de la carretera fue lanzado. Las grandes áreas no colonizadas por Luso-Brasileiros (brasileños que hablan portugués) estaban ocupadas por indios (Davis, 1977). La incompatibilidad de la colonización con la manutención de las poblaciones indígenas en esas áreas es obvia. La localización de tribus de indios en relación con las rutas propuestas para la carretera son descritas en un capítulo del libro de Robert Goodland & Howard Irwin La Selva Amazónica: del Infierno Verde al Desierto Rojo? (1975a, Capítulo 5; no incluido en la edición en lengua portuguesa, Goodland & Irwin, 1975b). La solución de los conflictos de intereses entre la construcción de carreteras y las poblaciones indígenas raramente han sido no destructivas para los indios (Bodard, 1972; Bourne, 1978; Brooks et al., 1973; Davis, 1977; Hanbury-Tenison 1973; Oliveira et al., 1979; Ramos, 1980).

La mayoría de los observadores concuerda en que, como las culturas indígenas no son compatibles con el "desarrollo", la solución es separar grupos de indios de las áreas de colonización providenciándose reservas protegidas, de tamaño y localización adecuados. Es una cuestión de amargos debates donde las reservas deberían localizarse, qual tamaño deberían ser y si las reservas deberían ser respetadas cuando la tierra sea deseada para carreteras, yacimientos minerales, pecuaria, agricultura y especulación de tierra.

El bosque húmedo tropical es visto como una reserva para labranza pionera por el gobierno brasileño bien como por millares de individuos y grupos que se preparan para substituir el bosque húmedo por la agricultura en la Amazonía. Las características del ecosistema del bosque húmedo, mudanzas que ocurren después que es derrumbada y plantada, consideraciones ambientales y otras ligadas a la escala maciza de esas alteraciones, todo precisa ser considerado en el planteamiento de los programas de colonización y otras formas de desarrollo.

EFFECTOS DE LAS OPERACIONES AGRICOLAS SOBRE EL SUELO

CULTURAS ANUALES

Las culturas anuales son plantadas como una parte de la agricultura de "corte-y-quema" en los sistemas tradicionales de cultura itinerante donde un período de barbechado restaura la fertilidad y otras características del suelo necesarias para la producción de la cultura, permitiendo una futura re-utilización del mismo lote. Mismo que los colonos empeñados en la agricultura pionera, en general, no tenían las adaptaciones culturales de ese tipo tradicional de cultura itinerante, ellos queman y plantan de manera semejante, en el primer paso del ciclo. Más tarde, los colonos pueden desviarse del padrón itinerante plantando culturas perennes o pasto, vendiendo el lote para alguno que planta esas culturas, o permitiendo que la tierra descansa en barbechado más no por el período de tiempo requerido para mantener la producción en una base a largo plazo. De cualquier forma, mucho de lo que se sabe de cultura itinerante y de sus efectos sobre el suelo se aplica a los colonos empeñados en agricultura pionera. Ese conocimiento ha sido revisto en el clásico trabajo de Nye & Greenland (1960), bien como en revisiones más recientes como la de Sánchez (1973, 1976), Andreae (1974), Watters (1971) y Greenland & Herrera (1978).

QUEMADA

La gran variabilidad en la calidad del quemado procede de la imposibilidad de predecir el tiempo, variaciones individuales entre los colonos y demoras en conseguir empréstitos bancarios para la derrumbada. Quemados pobres, un problema importante en área de colonización, tiene un efecto dramático sobre la producción de las culturas. Además del problema de vegetación en el quemado, si una quema es pobre, el suelo no recibe el aumento benéfico de los niveles de pH, fósforo, calcio, magnesio y otros cationes, o la igualmente benéfica disminución en el nivel de iones de aluminio tóxico.

Todos los campos preparados a partir del bosque virgen o de vegetación secundaria (por lo menos ocho meses sin cultivo), son quemados antes del plantío (N=247 virgen + 54 vegetación secundaria), mientras que la mata (barbechado de más de dos meses y menos de que ocho meses) son solamente quemados 27.1% (N=48).

BARBECHADO

El barbechado ayuda a restaurar la productividad agrícola potencial del suelo. Los niveles de carbono y de nitrógeno son poco afectados por la quema normal, pues las reservas de esos elementos en la vegetación son volatilizados durante la combustión. Sin embargo, si la quema es caliente en demasía, es posible que esos elementos sean perdidos del suelo. Esos elementos se elevan en el suelo bajo la vegetación secundaria (Greenland & Nye, 1959), y disminuyen después de la derrumbada tanto por la producción cuanto por la simple exposición del suelo (Cunningham, 1963; Nye & Greenland, 1964). La estructura del suelo también se recupera, bajo el barbechado, de la compactación sufrida durante la producción. Un estudio en el sur de Brasil (Freise, 1934, 1939, citado por Budowski, 1956: 26) encontró un aumento en el volumen de los poros de 12% de sabanas antropogénicas a 38% bajo 17 años de vegetación secundaria, o una recuperación de 78% en relación al valor de 51% para el volumen de poros bajo bosque virgen en el área. La recuperación de la estructura del suelo bajo períodos cortos de barbechado en capoeira es lenta: Popenoe (1960: 122) descubrió que la densidad media del suelo (que es inversamente proporcional al volumen de poros) en cuatro locales en Guatemala, aumentó de 0.56 g/cc bajo bosque para 0.71 g/cc en tierra talada bajo cultivo itinerante, pero

solamente retornó a 0.70 g/cc bajo vegetación secundaria de dos años.

Un período de barbechado seguido por un quemado también reduce la población de plagas y invasoras. La causa inmediata que lleva un agricultor tropical a abandonar una dada roza y dislocar para una nueva localidad es, generalmente, el decadencia de las producciones de la cultura en relación a la inversión en mano-de-obra, especialmente durante los períodos críticos que limitan la producción total. A los agricultores no les importa los niveles de fósforo o de cualquier otro elemento en el suelo, estando preocupados solamente con el resultado final de sus esfuerzos en términos de producción. El disminución de la producción es el efecto acumulativo de un vasto conjunto de factores, de los cuales las deficiencias individuales del suelo son solamente una parte. El aumento de la competencia con el mato con los años sucesivos de cultivo continuo puede ser en lo mínimo tan importante cuanto el agotamiento del suelo (Greenland & Herrera, 1978; Popenoe, 1960). Debido a la mayor facilidad de mediciones, la mayor parte de las pesquisas hechas hasta hoy sobre cultura itinerante concentra la atención en las mudanzas del suelo más de que sobre las plagas, matas y enfermedades. La variabilidad a partir de esos factores biológicos está incluida en los modelos para estimativas de la capacidad de soporte en la carretera Transamazónica, aunque los efectos en el suelo fuesen el foco de la mayor parte del esfuerzo de colecta de datos. En vista de la importancia de esos aspectos de los agro-ecosistemas tropicales, el actual estado de la información es lamentablemente inadecuado.

Restaurar la calidad del suelo a través del barbechado en el cultivo itinerante es una estrategia barata y efectiva, donde la densidad de población y los precios de la tierra serían bajos. Normalmente, los sistemas de cultura itinerante tradicional son caracterizados por períodos de barbechado que varían grandemente de duración de lugar para lugar, frecuentemente tan largos como 20 a 30 años. Una definición de "cultura itinerante" se caracteriza por tener 10% o menos del ciclo total gastado bajo cultura (Ruthenberg, 1971). En muchos sistemas de barbechado largo, el barbechado puede ser acortado hasta un punto en que no perjudique la fertilidad del suelo (Guillemin, 1956). Ha sido ofrecido argumento para el uso de la cultura itinerante como una base para agro-ecosistemas destinados a soportar poblaciones tropicales en densidades y padrones de vida más altos

(Clarke, 1976, 1978). Los insumos bajos de energía y la alta eficiencia energética (no considerando la energía liberada en la quema de las rozas) son ventajas. Se compare a las razones de insumos a salidas de 1:16 para agricultura itinerante (Rappaport, 1971) con 1:3 (Pimentel *et al.*, 1973) hasta 1:1 (Stout, 1974, citado por Greenland & Herrera, 1978) para la agricultura en los Estados Unidos. La cultura itinerante provee una estabilidad relativa y la no destrucción de grandes áreas de bosque si la población se mantiene a una baja densidad; la mayor flaqueza es que esa estabilidad y no destrucción son pérdidas si la presión poblacional aumenta. El enfoque predominante entre los planificadores de desarrollo en el Brasil es que la cultura itinerante debería ser erradicada tan rápido cuanto posible (Alvim, 1977a,b, 1978a,b,c). Las principales desventajas generalmente son vistas como la destrucción de la madera y aumento de la erosión (Naciones Unidas, FAO, 1959) y el potencial limitado para producir un excedente exportable, juntamente con la esperada posibilidad de aumentar el padrón financiero de vida (Alvim, 1978a,b,c). Los proyectistas favorecen substituciones, tales como culturas anuales con fertilizantes y otros insumos químicos, varias culturas perennes, pastos, silvicultura y proyectos de manejo forestal.

PASTOS

La cuestión de la fertilidad del suelo bajo pasto ha sido de una importancia más que académica en el Brasil, pues declaraciones de que el pasto mejora la fertilidad del suelo ha proporcionado soporte para los programas de incentivos del gobierno. La idea de que el pasto mejora la calidad del suelo ha sido repetidamente manifestada en encuentros científicos por toda la América Latina desde 1973. Falesi (1974b: 2.14) comparó los suelos bajo bosque virgen y pasturas de varias edades en la carretera Belém-Brasília en Paragominas, en el Pará, y en la Hacienda Suiá-Missu, en el norte del Mato Grosso:

Luego después del quemado (del bosque) la acidez es neutralizada, con mudanza de pH de 4 hasta encima de 6 y el aluminio va desapareciendo. Persistiendo esta situación en diversas edades de pastos, el pasto más viejo tiene la edad de 15 años y está localizada en Paragominas. Los elementos nutricionales tales como calcio, magnesio y potasio se elevan en la composición química del suelo, y

permanecen estables en el decorrer de los años. El nitrógeno bajó luego después del quemado pero, sin embargo, en pocos años volvió a presentar el tenor semejante al existente en el bosque primitivo. ... La formación de pasturas en latosolos y podzólicos de baja fertilidad es una manera racional y económica de ocupar y valorizar esas extensas áreas. (Falesi, 1974b: 2.14-2.15).

La creencia de que el pasto mejora el suelo entra también en las sugerencias oficiales para uso de la tierra, con la recomendación de que suelos extremadamente pobres sean plantados con pasturas. Las recomendaciones de la EMBRAPA para la carretera Transamazónica al oeste de Itaituba piden repetidamente por la "formación de pasturas que, cuando bien manejadas, recubren totalmente la superficie de los suelos, protegiendolos contra la erosión, al mismo tiempo que restituye el equilibrio biológico" (Brasil, EMBRAPA-IPEAN, 1974: 43). Hasta una laterita hidromórfica descrita con "tendencia irreversible para hardpan" es recomendado para pasto (Brasil, EMBRAPA-IPEAN, 1974: 46).

Las diferencias de suelo notadas por Falesi (1974b, 1976) no llevan a la conclusión de que los pastos serán sustentables (Fearnside, 1980b; Hecht, 1981). Altas producciones de pasto no pueden ser sustentadas si el crecimiento es restringido por las bajas cantidades de ciertos nutrientes, tales como fósforo, independiente de la cantidad de otros nutrientes. Usándose los datos de experiencias con fertilización de pastos en Belém (Serrão et al., 1971), fue mostrada que la falta de fósforo limita el crecimiento del pasto (ver Fearnside, 1979a). También se descubrió que el fósforo bajo limita el crecimiento del pasto en Paragominas, llevando a las recomendaciones más recientes del gobierno para la adubación con fosfato (Serrão et al., 1978, 1979; Toledo & Serrão, 1982). Los datos del estudio de Falesi en la carretera Belém-Brasília (1974b, 1976) muestran una fuerte tendencia descendiente para el fósforo disponible después de un pico inicial debido a la quema del bosque virgen. El fósforo disponible (P_2O_5) cae de 4.18 mg/100g en pasto nuevo para la más baja después de cinco años. El pasto de cinco años de edad tiene 0.46 mg/100g de suelo seco P_2O_5 y, después de leve variación, el valor aun es 0.46 mg/100g en el décimo año (Falesi, 1976: 42-43), más bajo de que el valor para suelo de bosque virgen de 0.69 mg/100g.

Mucho del debate a respecto de las mudanzas del suelo

bajo pasto es irrelevante para la cuestión de la manutención de la productividad del pasto. La cuestión importante es: los bajos valores para los cuales caen los niveles del fósforo bajo pasto son adecuados para sustentar la producción? La respuesta es no, como confirman las producciones pobres, tanto en plantaciones experimentales como comerciales, siempre que los fertilizantes no sean aplicados. La invasión del mato refuerza ese efecto. El mato consiste en la mayor parte de la biomasa total en pastos con baja fertilidad del suelo como es demostrado por los resultados en experiencias con adubación (Serrão et al., 1971: 19). La competición del mato es un problema importante que, combinado con los efectos de la disminución del fósforo del suelo, restringe la productividad del pasto. La compactación del suelo también contribuye para que la producción del pasto decline (Dantas, 1979; Schubart et al., 1976). En experiencias con la especie más común de capin para pasturas, el pasto colonião (Panicum maximum), las producciones de segundo año en Belém fueron 63% de las producciones del primer año, y las producciones del tercer año fueron solamente 49% de las producciones del primer año (Simão Neto et al., 1973: 9).

FERTILIZACION

La manutención de la fertilidad del suelo por la fertilización es central para muchos planes para la agricultura en la Amazonía. Sin embargo, los colonos raramente usan fertilizante, a pesar de una serie de medidas del gobierno destinadas a estimular la aplicación de esos insumos (Fearnside, 1982b).

En el caso del pasto, para el cual la fertilización por fosfato está ahora siendo recomendada y subsidiada para grandes hacendados (Serrão & Falesi, 1977; Serrão et al., 1979), la cuestión de que si la producción puede ser sustentada a través de la fertilización es antes una cuestión económica y después una cuestión de reservas de recursos no renovables. Los costos relativos de los fertilizantes y la producción resultante son básicos para tasar las perspectivas de cualquier cultura. Los fertilizantes en la Amazonía cuestan dos o tres veces más de que en el sur del Brasil (Alvim, 1973), y más fertilizante es necesario para conseguirse el mismo resultado, debido a la rápida conversión (fijación) del fosfato aplicado en compuestos inutilizables. Para algunos nutrientes, la alta precipitación también lixiviaba mucho más del fertilizante fuera del alcance de los

sistemas de raíces de las plantas antes que pueda ser absorbido. En el caso del fósforo, el problema principal es la fijación, más de que la lixiviación.

En la carretera Transamazónica, como en la mayor parte de la Amazonía, la capacidad de fijación del fósforo por el suelo es muy alta, ocurriendo los mayores efectos a bajos (y más probable) niveles de aplicación de fertilizante (Dyner et al., 1977). En suelo podzólico rojo-amarillo (ULTISOL) de la carretera Transamazónica, hasta 40% del fósforo aplicado es fijado después de siete días, cuando la tierra roxa (ALFISOL) fija hasta 83%, a 75 y 53 ppm de P aplicado, respectivamente (Dyner et al., 1977). Tales problemas pueden ser superados por la aplicación de más fertilizante para saturar la capacidad de fijación del suelo. Fueron obtenidos aumentos marcantes en producción de pasto en parcelas experimentales en la carretera Belém-Brasília (Koster et al., 1977; Serrão et al., 1978, 1979) usándose 50 kg de P₂O₅ por hectárea, lo que se traduce en cerca de 300 kg/ha de fertilizante superfosfato. Experiencias semejantes en el Perú amazónico han mostrado aumentos de la productividad por algunos años seguida por una disminución debido a la compactación y probablemente a otras deficiencias además de los ataques de enfermedades en leguminosas asociadas (Perú, IVITA, 1976, citado por Sánchez, 1977: 563).

EROSION

La erosión es otro problema que flagela la agricultura en la Amazonía. Muchas personas que desconocen la región tienen la ilusión de que la Amazonía es plana, una impresión que es alentada por la apariencia del bosque vista del aire. Aunque algunas partes de la cuenca sean sin duda bastante planas, gran parte de ella es disecada por cuestas inclinadas. La erosión causa pérdidas significativas de suelo cuando el suelo es expuesto para el cultivo, con la superficie del suelo frecuentemente cayendo uno o dos centímetros por año bajo las culturas anuales (Fearnside, 1980c; ver también McGregor, 1980; Scott, 1975, 1978). La erosión tiene un efecto perjudicial sobre la fertilidad del suelo, pues la calidad del suelo en la carretera Transamazónica es generalmente peor a bajas profundidades del que en la superficie (perfil del suelo en el Brasil, IPEAN, 1967; Falesi, 1972a; Brasil, DNPEA, 1973a,b; Brasil, RADAMBRASIL, 1974: Vol. 5). Ese efecto contrasta con la situación en algunas partes del mundo donde la erosión puede mejorar la calidad del suelo por la exposición de material menos

desgastado (Pendleton, 1956; Sánchez & Buol, 1975).

Es probable que la erosión restrinja más rápidamente la agricultura en sistemas que dejen el suelo repetidamente expuesto. Un sistema, conocido como la "tecnología Yurimaguas" ha sido propuesto para obtención de producción continua de culturas anuales (Nicholaides et al., 1984; Sánchez et al., 1982; Valverde & Bandy, 1982); no obstante la erosión es uno entre varios problemas potenciales tornando difícil el uso diseminado del sistema (ver Fearnside, 1985b, 1987d). El "ULTISOL plano" de la estación experimental de Yurimaguas, del Perú (Nicholaides et al., 1982) es diferente de gran parte de la Amazonía, especialmente en las áreas submetidas a la colonización intensiva en el Brasil. Un levantamiento del uso de la tierra en la cuenca amazónica indica que mitad de la región tiene declives de menos de 8% (Cochrane & Sánchez, 1982: 151) y es frecuentemente citado por los proponentes del cultivo anual continuo (e.g. Sánchez et al., 1982).

Sin embargo, la cifra de 50% es engañadora debido a los mapas de gran escala usados para clasificar la topografía y otras limitaciones. Por ejemplo, en una área de 23,600 ha en la carretera Transamazónica donde fue hecho un mapa detallado de los declives basado en mediciones de campo en 225 puntos, se descubrió que 49.3% del área tenía declives de 10% o más (Fearnside, 1978: 437; 1984b). El área entera había sido clasificada con menos de 8% de declive por Cochrane & Sánchez (1982: 149). Podría esperarse por tanto que la erosión del suelo afectase la sustentabilidad a largo plazo de cualquier sistema que deja el suelo expuesto a la lluvia.

LATERIZACION

La laterización, o más correctamente la formación de plinthites, ha sido un peligro superestimado en muchos relatos populares de problemas agrícolas en la Amazonía. La idea de que ese material endurecido, principalmente compuesto de óxidos de hierro, cubre gran parte de los trópicos se originó en relaciones iniciales de científicos del siglo 19 que visitaron los trópicos (Sánchez, 1976: 52-54). Pero recientemente, el miedo de que vastas áreas de la Amazonía se tornen pavimentos de ladrillos con la derrumbada, ha hecho eco a través de la prensa popular. Las posibilidades de endurecimiento de la plinthite sobre grandes áreas de bosque húmedo con la deforestación es remota (Bennema, 1975). Áreas donde la formación de plinthite es un problema potencial son

ahora avaliadas como ocupando menos de 7% de los trópicos como un todo (Sánchez & Buol, 1975) y 4% de la Amazonía (Cochrane & Sánchez, 1982); ocasionalmente se han hecho recomendaciones de que tales suelos sean deforestados en la Amazonía brasileña (e.g. Brasil, EMBRAPA-IPEAN, 1974: 46). Es importante que el problema de plinthite no sea dispensado como una sobre-reacción a los exageraciones del pasado.

Los efectos de las operaciones agrícolas son resumidas en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Resumen de los Efectos de las Operaciones Agrícolas sobre el Suelo

Operación	Mudanzas en el Suelo ^(a)								
	pH	Al ⁺⁺⁺	P	N	C	K	Ca ⁺⁺ & Mg ⁺⁺	CTC	Com pac- ta- ción
Quemada	+	-	+	~0	~0	+	+	+	+
Culturas anuales	-*	+	-*	-*	-*	-	-	-*	+
Pasto	+	-	-*	-	-	+	+	+	+
Calaje y adubación	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Barbecho en vegetación secundaria	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+	+	-
Barbecho + quema	+	-	+	+	+	+	+	+	-

Notas: (a) Mudanzas con el tiempo bajo tratamiento: + = aumento, - = disminución, +/- = o aumento o disminución dependiendo del nivel inicial, ~0 = mudanza pequeña (puede ser o + o -), * = efectos de mudanza del suelo tidas como más perjudiciales en la área de la carretera Transamazónica. Incluido en el modelaje: pH, aluminio, fósforo, nitrogenio y carbono. No incluído: potásio, cálcio y magnésio, capacidad de troca de cations (CTC) y compactación.

CAPITULO 3

CRECIMIENTO POPULACIONAL Y CAPACIDAD DE SOPORTE

POBLACION HUMANA EN COMUNIDADES ECOLOGICAS

Los seres humanos extraen virtualmente todo su sustento de comunidades ecológicas, exploradas tanto en su estado natural como modificadas en agro-ecosistemas, o sea ecosistemas que incluyen culturas y otros organismos usados para suplir las necesidades humanas. Los seres humanos se tornan una parte de esos ecosistemas por ser tanto un componente significativo de las cadenas alimentares del sistema como el agente de intervención para aumentar los flujos de energía y de material en partes del sistema directamente útiles a las personas. Como con todos los sistemas, algunos elementos y caminos en esos sistemas son extremadamente sensibles a tales intervenciones humanas, mientras que otros son altamente resistentes.

La mayoría de las actividades agrícolas retroceden a las tendencias naturales de la sucesión ecológica para un aprendizaje anterior, por ejemplo, la substitución del bosque por gramíneas. Los primeros aprendizajes de sucesión tienen la ventaja de una diferencia mayor entre la productividad primaria bruta (la energía fijada en compuestos de carbono por las plantas a través de la fotosíntese) y la respiración de la comunidad (energía liberada por plantas y animales), dejando mayores producciones líquidas para los seres humanos. Las plantas herbáceas, características de esas fases iniciales también tienen la ventaja de convertir una proporción mayor de energía disponible, en semillas consumidas por los humanos y entregando su producción con un mínimo de demora, normalmente en menos de un año. Los programas de mejoramiento genético de culturas (también más fáciles con culturas anuales) aumentaron grandemente la producción para los seres humanos.

Mantener los ecosistemas en un estado de pré-clímax, esto es, en un estado en la cual las plantas y los animales aun no son capaces de mantener su población en un equilibrio estable durante un largo período, requiere un insumo constante de energía para revertir la tendencia del dominio de especies menos productivas para los humanos. Capinar manualmente es el método más directo y también el más laborioso. La quema periódica de la vegetación secundaria o

pasto crecido requiere una energía humana mucho menos directa, cuando la sucesión progresó más. La propia combustión libera mucha energía, como también lo hace la quema del bosque primario durante la conversión inicial para usos agrícolas.

El insumo para las operaciones agrícolas en la forma de combustibles fósiles, la manera más importante de subsidio de energía en regiones templadas, está aumentando en los trópicos a través de las culturas y prácticas de manejo de la "revolución verde" (AAAS, 1975). Alterar los flujos de energía dentro de los sistemas agrícolas a través de esos subsidios ha sido una estrategia importante para aumentar las salidas para los humanos: también resultó en una gran dependencia sobre la disponibilidad continua del subsidio de energía (H.T. Odum, 1971, 1983).

Los ciclos de nutrientes en los agro-ecosistemas son generalmente más abiertos de aquellos de comunidades de clímax que ellos substituyen. Algunos nutrientes "derraman" del sistema debido a los mecanismos de reciclagen más limitados, mientras que otros son removidos a través de la colecta de la producción. Cuando los nutrientes son lixiviados más allá del alcance de los sistemas superficiales de raíces de las plantas cultivadas, ellos pueden hasta un cierto punto ser retornados a la superficie por las raíces más profundas de las especies de vegetación secundaria leñosa durante un período de barbechado. La tasa de aumento en la biomasa de la vegetación secundaria relativamente más rápida durante las fases iniciales de sucesión, hace con que sea más eficiente cortar capoeira en locales de barbechado antes que la rebrota comience a disminuir (Ahn, 1979). Las reservas de nutrientes en la vegetación nunca son, por eso, completamente repuestos. Las reservas de nutrientes se tornan progresivamente agotados a medida en que el ciclo de cultivo y barbechado continua, llevando a una rebrota más lenta. Los intervalos de barbechado precisan alargarse para alcanzar los requisitos de altura para el corte y la quema. La concentración de reservas importantes de nutrientes en la vegetación en bosques y capoeiras tropicales torna esos sistemas particularmente vulnerables a la quiebra del equilibrio de los nutrientes. El corte y la quema de la vegetación es casi siempre una parte del uso agrícola de las áreas de bosque húmedo tropical, en contraste con los ecosistemas templados donde las reservas más importantes de nutrientes en el suelo son raramente perturbados propósitamente en la conversión para la agricultura.

Muchas interacciones ecológicas de ecosistemas no modificados son manipuladas en agro-ecosistemas. La respuesta densidad-dependiente de las poblaciones de predadores a la disponibilidad de presas, por ejemplo, puede controlar los ataques de plagas. Ese tipo de control biológico es algunas veces introducida propositalmente como una manera de restaurar relaciones llaves de alimentación que limitan las fluctuaciones en los ecosistemas naturales más diversificados.

El problema del control de las plagas en los sistemas agrícolas es acentuado por el hecho de que los humanos produjeron variedades de culturas para remover la mayoría de los químicos tóxicos naturales y otros mecanismos de defensa (Janzen, 1972c, 1973a). La respuesta normalmente han sido substituir las defensas químicas naturales de las plantas por aplicación de pesticidas. Los pesticidas, por su vez, causan una serie de efectos biológicos en los ecosistemas tratados, bien como en los ecosistemas para los cuales los más persistentes de los compuestos son futuramente transferidos. Pequeños agricultores en los trópicos del Nuevo Mundo usan muy poco pesticida químico, aunque la entrada de nuevas culturas comerciales y los esfuerzos de extensión agrícola están haciendo con que su uso aumente.

Las mudanzas en la densidad humana afectan muchas de las relaciones básicas entre los componentes del ecosistema y la relativa abundancia de las poblaciones componentes. Como con todas las poblaciones, las poblaciones humanas están sujetas a los efectos limitantes a altas densidades, que afectan, de muchas maneras, los niveles de consumo y la calidad ambiental. La comprensión de la dinámica de la población y su relación con los efectos dependientes de densidad es esencial para la estimativa de la capacidad de soporte.

PADRON DE CRECIMIENTO POPULACIONAL

CRECIMIENTO EXPONENCIAL

En su Essay on The Principle of Population (Ensayo sobre el Principio de la Población), Thomas Malthus 1965 (1798) reconoció que, dados recursos abundantes, las poblaciones humanas tienen una tendencia innata de aumentar geométricamente, o exponencialmente, produciendo una curva de crecimiento en forma de "J" (Figura 3.1a).

Fig. 3.1. A: Curva de crecimiento exponencial, donde los números aumentan rápidamente en la dirección del infinito.

B: Curva de crecimiento logístico, donde el aumento inicial exponencial es retardado por efectos dependientes de la densidad.

El padrón de crecimiento puede ser descrito por:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

donde: N_0 = número de individuos en el momento "0"
 N_t = número de individuos en el momento "t"
 e = base de logaritmos naturales (la constante 2.71828...)
 r = capacidad innata para el crecimiento dadas las condiciones ambientales vigentes
 t = tiempo

La traducción mental de un pequeño aumento percentual anual hasta el tamaño populacional total en alguna fecha futura es difícil. Esta traducción es facilitada expresando las tasas de aumento en términos del tiempo requerido por la población para duplicarse (Tabla 3.1).

CRECIMIENTO LOGISTICO

El crecimiento exponencial a cualquier tasa mayor de que cero teóricamente produce tamaños de población infinitos si continua ininterrumpidamente. Las poblaciones reales solamente siguen el padrón exponencial cuando los recursos son abundantes y otras condiciones son favorables para el crecimiento continuo (Malthus, 1965 [1799], 1960 [1830]).

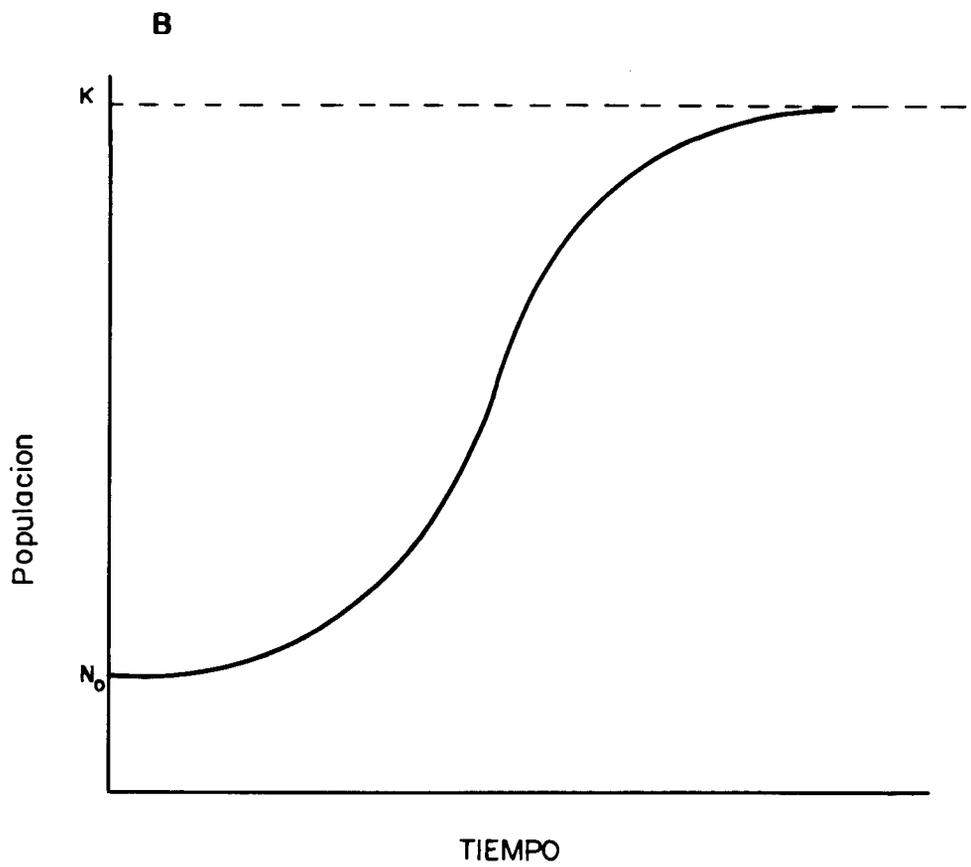
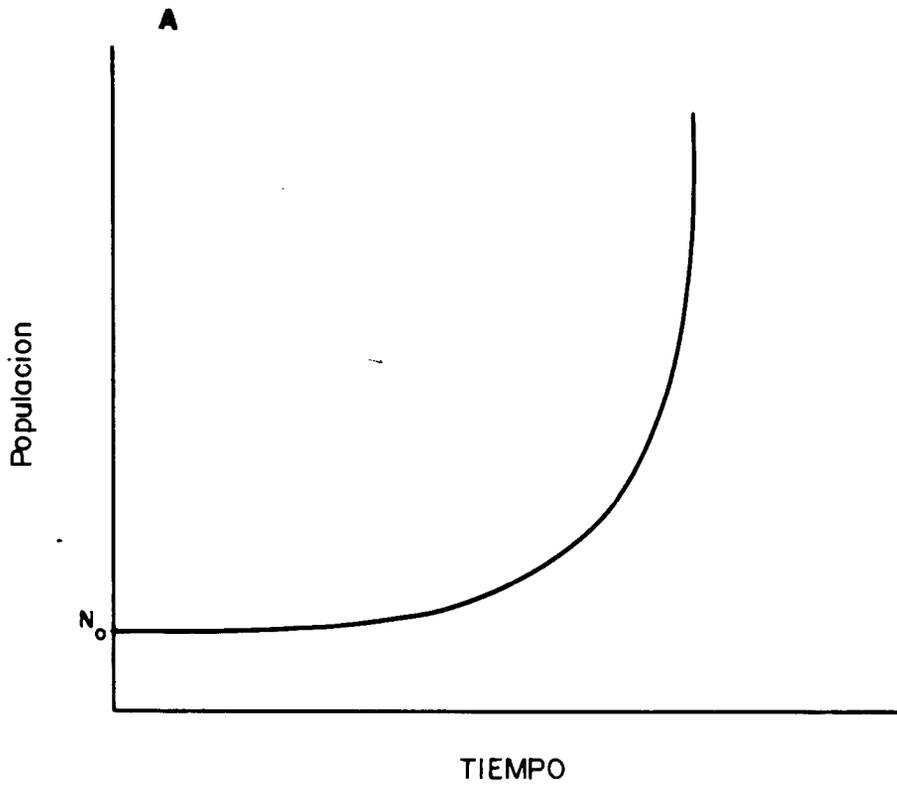
TABLA 3.1. Tiempos de Duplicación de la Población para Áreas Seleccionadas^(a)

Área	Año	Aumento Anual (%)	Tiempos de Duplicación (años)	Referencia
Estados Unidos	1974	0,8	86,6	Ehrlich et al., 1977: 96.
Mundo	~1976	1,8	38,5	Ehrlich et al., 1977: 96.
Brasil	1960-1970	2,85	24,4	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Brasil	1970-1980	2,34	29,6	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 70.
Región Norte ^(b)	1960-1970	3,4	20,3	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Región Norte ^(b)	1970-1980	4,9	14,1	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
Cidade de Manaus	1970-1980	7,1	9,8	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 111.
Ron-dônia	1960-1970	4,6	14,9	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.

Ron- dônia	1970- 1980	14,8	4,7	Brasil, Presidência da República, IBGE, 1982: 74.
---------------	---------------	------	-----	---

(a) Presumindo-se tasas constantes de crecimiento.

(b) Región Norte = Pará, Amapá, Roraima, Amazonas, Acre y Rondônia.



Verhulst (1838) derivó una ecuación logística para describir el padrón de crecimiento en forma de "S" de la curva sigmóide demostrada por una población con recursos limitados. En bajas densidades la población crece de manera exponencial, y en altas densidades las tasas de crecimiento disminuyen, a medida en que los recursos se van tornando insuficientes para sustentar el crecimiento continuo de la población. Con el decorrer del tiempo la población asintóticamente se aproxima de un límite superior conocido como K, la densidad de saturación o capacidad de soporte logístico (Fig. 3.1b). La diferencia entre el padrón exponencial y el padrón logística en la curva es el efecto de la "resistencia ambiental", o aquello que Malthus llamó de "dificultad de subsistencia".

La ecuación logística es normalmente escrita como una ecuación diferencial, indicando la mudanza en la tasa del aumento:

$$\frac{dN}{dt} = r N \frac{(K - N)}{K}$$

donde:

dN/dt = tasa del aumento de la población
 N = tamaño de la población
 r = capacidad innata para el aumento dadas las condiciones ambientales vigentes (= la tasa instantánea de natalidad menos la tasa instantánea de mortalidad, para una población cerrada contra inmigración y emigración)
 K = densidad de saturación o capacidad de soporte logístico.

De forma integrada, la ecuación produce:

$$N = \frac{K}{1 + e^{a-rt}}$$

donde:

a = constante de integración que define la posición de la curva en relación al origen (el valor de $\ln (K - N)/N$ cuando $t = 0$)

e = base de los logaritmos naturales (la constante 2.71828...)
 t = tiempo

La ecuación para el crecimiento logístico reposa sobre varias presunciones no satisfechas en muchas poblaciones de organismos en el mundo real: 1) existe una distribución inicial estable de edades; 2) o todos los individuos son ecológicamente equivalentes o es usada una unidad de densidad apropiada para ponderar las diferencias de aprendizaje de vida, tamaño individual, etc.; 3) la tasa innata de aumento (r) puede ser realmente alcanzada bajo condiciones existentes; 4) no existen demoras; y 5) la relación entre la densidad y la tasa de aumento es lineal, incluyendo la presuposición de la más alta tasa de crecimiento cuando la densidad de población es extremadamente baja (Krebs, 1972: 194-195; Pielou, 1969; Wilbur, 1972; Wilson & Bossert, 1971: 104). Las discrepancias entre esas presuposiciones y características de las poblaciones reales explican los muchos alejamientos de la curva de crecimiento logístico de la Figura 3.1b encontrados en la naturaleza. Ello también significa que mucho del valor de la ecuación logística es la descripción del crecimiento bajo ciertas circunstancias en vez de ser como un predictor del crecimiento donde esas condiciones no se aplican.

En el caso de las poblaciones humanas, los factores que influencian las tasas de natalidad y mortalidad son mucho más complejas de que en otras especies. Esa complejidad es debido al mayor control que la cultura tiene permitido a los humanos tanto sobre el nacimiento cuanto sobre la muerte y sobre las restricciones ambientales, de las cuales, en último análisis, esas tasas dependen. Durante los dos siglos pasados de la historia de la humanidad, algunas de las modificaciones culturales de comportamiento demográfico forman un patrón: la transición demográfica.

LA TRANSICION DEMOGRAFICA

La transición demográfica, o sea, la mudanza de un patrón de altas tasas de natalidad y mortalidad para bajas tasas de natalidad y mortalidad, es vista por muchos como una gran esperanza para los países del tercer mundo eviten el sombrío "miséria y vicio" visto por Malthus como una consecuencia inevitable de la "dificultad de subsistencia". Desde la II Guerra Mundial, la mayoría de las áreas en desarrollo han vivido un crecimiento poblacional dramático

como resultado de la disminución de las tasas de mortalidad a través del mejoramiento de la medicina y salud pública. Muchos de esos países ya presentaron alguna disminución en las tasas de natalidad en años más recientes, pero todos tienen tasas de natalidad substancialmente encima de las tasas de muerte (Coale, 1983). Para el período de 1970-1980, el Brasil tubo una tasa bruta de nacimiento de 33.0 por 1,000 habitantes, y una tasa de mortalidad correspondiente de 8.1 (Brasil, IBGE, 1982: 108). Las tasas de natalidad en el Brasil, especialmente en áreas urbanizadas, viene cayendo en años recientes. Los resultados preliminares del censo de 1980 indican una caída en el número medio de niños por familia de ocho para seis en el nordeste (Veja, 12 de noviembre de 1980: 28). La disminución de las tasas de natalidad siguiendo la disminución de las tasas de mortalidad en los países en desarrollo contiene muchas semejanzas con la transición demográfica histórica en países desarrollados, pero las diferencias en la interpretación del significado de esa semejanza para las políticas de desarrollo son marcantes.

Se cree que la lógica de la teoría de transición demográfica sea válida a un alto nivel de generalización, siendo que los factores correlacionados con el desarrollo estan asociados con la fertilidad disminuida tanto dentro como entre los países. En la América Latina, los países que muestran señales del comienzo de la fase de disminución de la fertilidad, de la transición demográfica, son los que tiene mayor desarrollo (Beaver, 1975, citado por Teitelbaum, 1975).

Un examen cuidadoso de la transición demográfica en Europa del siglo 19 y de las tendencias recientes en los países en desarrollo sugiere que los países del tercer mundo no deben contar con que esas transiciones alivien los desequilibrios que aumentan rápidamente entre la población y los recursos (Teitelbaum, 1975). Caídas mucho mayores y más rápidas de mortalidad en países en desarrollo en comparación con Europa del siglo 19, junto con una fertilidad inicial más alta y la falta de oportunidades para aliviar las presiones a través de migración internacional, está llevando a las poblaciones a aumentar en tasas mucho más altas, duplicándose en cerca de un tercio del número de años que caracterizó las poblaciones en Europa durante su fase de crecimiento más rápido en medio de la transición. Los países en desarrollo podrían ser pegados en un ciclo vicioso, cuando los efectos del rápido aumento de la población subverteren los efectos reductores de fertilidad de la transición demográfica: altas densidades y tamaños grandes de familias resultan en el

rebajamiento de los padrones de vida, disminución de las oportunidades educacionales y menos empleos, especialmente para mujeres, que son las primeras a perder en la competición por las oportunidades de trabajo (Newland, 1977). Esas limitaciones, particularmente por afectar a las mujeres, están entre los factores sociales que producen el mayor efecto sobre el comportamiento reproductor (McCabe & Rosenzweig, 1976; Ridker, 1976).

Para las densidades de población abajo del punto donde la fertilidad es restringida por la nutrición pobre, existe teóricamente un equilibrio inestable entre dos alzas de retroalimentación opuestas. Padrones de vida más altos resultan en fertilidad más baja, llevando a padrones aun más altos; mientras que cualquier rebajamiento de los padrones de vida resulta en mayor fertilidad, provocando la caída de los padrones hasta niveles aun más bajos. Por causa de esa segunda alza de retroalimentación, los líderes de las naciones en desarrollo en la parte de declinio de fertilidad de la transición demográfica, serían bien sensatos si no contasen con la historia europea repitiéndose en sus países. No parece probable que la cantidad de progreso económico realísticamente posible para muchos países en desarrollo sería suficiente para ser realizado un efecto completo de reducción en la fertilidad en la transición demográfica. Mismo que se realice, tal efecto tendría una acción muy lenta para evitar los aumentos astronómicos en las densidades de la población y en la intensificación de los problemas que se siguen a esos aumentos.

Felizmente, las mudanzas observadas en algunas partes subdesarrolladas tanto de la Europa del siglo 19 cuanto del moderno tercer mundo sugieren que el comportamiento reproductor puede ser modificado sin desarrollo (Teitelbaum, 1975). Los efectos asociados al desarrollo, previstas por la teoría tradicional de transición, son también oscurecidos por los efectos de la igualdad de la distribución de la riqueza y de los servicios sociales tales como educación (Brown, 1980: 154-156; Ehrlich et al., 1977: 782; Flegg, 1979; Simon, 1976). Pequeñas cantidades de desarrollo son asociadas con declinios mucho mayores en la fertilidad si los beneficios son igualmente distribuidos por la sociedad.

Las discusiones sobre los problemas del desarrollo que cercan la interpretación de los mecanismos de transición son inflamadas. Los propios mecanismos no son tan simples como se acreditava.

Existe una gran virtud política en una interpretación simplista de la teoría de la transición, resaltando que en todas las circunstancias el desarrollo "tomará cuenta" de los problemas poblacionales. Con todo, los científicos son obligados a relatar que un examen cuidadoso de la teoría de la transición, tanto en la perspectiva histórica cuanto en la moderna, muestra que los hacedores de políticas serían insensatos al adoptar una visión tan simplista y determinista.
(Teitelbaum, 1975: 178).

FACTORES QUE LIMITAN EL CRECIMIENTO POPULACIONAL

CONTROL INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE DE DENSIDAD

Poblaciones de todas las especies son limitadas abajo de los niveles infinitos para los cuales el crecimiento exponencial teóricamente los llevaría. El crecimiento de la población puede ser limitado por factores que están ligados con la densidad de la población (controles dependientes de densidad) o por factores físicos tales como tiempo desfavorable, inundaciones u otras catástrofes naturales actuando como controles independientes de densidad. La clasificación de los controles como dependiente o independiente de densidad es frecuentemente impropia, pues, muchas veces, la densidad puede intensificar los efectos de factores físicos "independientes". Crecimiento poblacional exponencial, cuando limitado principalmente por un control independiente de densidad, sería abruptamente truncado, cayendo para un nivel más bajo para recomenzar la subida exponencial en forma de "J" nuevamente.

Los controles dependientes de densidad obran a través de mecanismos tales como competición entre miembros de la misma especie por los recursos escasos (competición intraespecífica), competición con miembros de otras especies (competición interespecífica), o por predadores, parásitos u organismos de enfermedades cuyas poblaciones y/o frecuencias de ataque aumentan en respuesta al aumento de densidad de la población de presas o de hospederos. Los controles dependientes de densidad normalmente proceden más gradualmente en la limitación del crecimiento de la población de que los independientes de densidad, resultando en un enflaquecimiento en el crecimiento a medida en que se

aproxima de un límite superior (ver Figura 3.1b). Sin embargo, los controles dependientes de densidad pueden comenzar a tener un efecto después de pasar una densidad inicial, llevando los niveles de población a una caída abrupta en vez de declinar suavemente hasta el equilibrio. Las oscilaciones producidas de esa forma, y por las demoras de los efectos de control dependientes de densidad, son más ondulantes de que el padrón recortado de crecimiento rápido y caída estruendosa de una población limitada por las fuerzas independientes de densidad. Frecuentemente, las oscilaciones tienden a disminuir si las condiciones ambientales son razonablemente estables.

Los mecanismos dependientes de densidad son más importantes en los ecosistemas con condiciones físicas relativamente estables, tales como el bosque húmedo tropical, mientras que ecosistemas con mudanzas estacionales violentas (como en el ártico o en los hábitats templados) tiene más poblaciones limitadas por factores físicos. Cualquiera de las formas de limitación puede funcionar por medio del aumento de la tasa de mortalidad, por reducción de la fertilidad o por ambos.

Las restricciones sobre crecimiento populacional proceden a través de las necesidades del organismo para la sobrevivencia y reproducción. Cuando el suprimento de uno de esos requisitos es insuficiente para sustentar el crecimiento de la población, se dice que esa necesidad o requisito es un factor limitante. La falta de algunos de esos requisitos, como luz, agua, locales para anidar y varios nutrientes, puede ser limitante. Diferentes factores pueden ser limitantes en momentos diferentes. Si una fuente abundante de un factor limitante es suprida para una población, la población se expandirá hasta que el suprimento de un otro factor sea agotado.

La presuposición común de que solamente un factor limitante restringe el crecimiento de una población a cualquier dado momento es una supersimplificación, pues la limitación de la población es el efecto acumulativo de las muertes y de las pérdidas de chances de reproducción de los individuos de la población, eventos que inevitablemente aparecen a partir de varias causas diferentes. Mismo el crecimiento de un simple individuo no es siempre limitado por un solo factor, pues el suprimento de cantidades adicionales de más de un factor puede resultar en el mínimo en algún aumento en el crecimiento. La generalización de factores

limitantes únicos está suficientemente próximo de la verdad para poder ser útil en aplicaciones tales como recomendaciones de fertilizantes en la agricultura. En otras situaciones, la existencia de múltiples factores limitantes tiene implicaciones significativas para la estimativa de la capacidad de soporte.

DEFINICIONES DE CAPACIDAD DE SOPORTE

El término capacidad de soporte ha sido usado por personas que trabajan en biología, antropología, geografía, manejo de pasturas, pesquería, manejo de la vida silvestre, y manejo de negocios con significados diferentes, pero relacionados. Todos se refieren al número de individuos que pueden ser soportados en una dada área; el nivel de consumo al cual ellos deben ser soportados y el tiempo a lo largo del cual el área será capaz de proveer ese soporte, varían con la definición.

La capacidad de soporte puede ser clasificada por el horizonte de tiempo de la estimativa, produciendo dos categorías: instantáneo y sustentable. Las definiciones pueden ser aun más subdivididas dependiendo de ellas ser estáticas o dinámicas; determinísticas o estocásticas; basadas en un solo factor limitante, varios factores limitantes posibles, o una medida combinada representando las contribuciones de varios factores. En sistemas estáticos, los valores de todas las variables son constantes a través del tiempo, mientras que las estimativas dinámicas permiten mudanzas con el tiempo. Las estimativas determinísticas son basadas en valores fijos para todos los parámetros, mientras que las estimativas estocásticas incluyen variaciones al acaso en por lo menos algunos de los parámetros (con el resultado de que la probabilidad de un resultado es menos que uno). Como el mundo real es caracterizado tanto por las mudanzas con el tiempo cuanto por la variabilidad, las estimativas estocásticas dinámicas deberían llevar a las estimativas de capacidad de soporte más realísticas.

CAPACIDADES DE SOPORTE INSTANTANEA

La ecuación logística que describe la curva de crecimiento poblacional en forma de "S" o sigmóide, es la que precede las otras clases de capacidad de soporte. Aunque yo no crea que esa ecuación debiese ser aplicada a los seres

humanos, ella ha desempeñado históricamente un papel prominente en la estimativa de la capacidad de soporte humano. La ecuación logística fue derivada por Verhulst (1838) y independientemente por Pearl & Reed (1920), y fue proyectada en ambos casos para uso con poblaciones humanas. Pearl & Reed (1920) usaron la ecuación logística para describir el crecimiento de la población en los Estados Unidos basados en datos de empadronamientos hechos cada diez años desde 1790. Fueron hechas revisiones de las estimativas después de cada empadronamiento hasta 1940 (Pearl et al., 1940; Reed, 1936). Los resultados fueron tan acurados que la población podía ser calculada con una diferencia de algunos millares de individuos, un hecho que asombró estadísticos (Snedecor & Cochran, 1967: 449). Las deficiencias de la ecuación logística como un instrumento para calcular las capacidades de soporte humano se tornan más evidentes en los años siguientes a 1940. Al ajustarse la curva a través del censo de 1940 produjo un valor para la densidad de saturación o capacidad de soporte logístico (K) de 184 millones para los Estados Unidos (Pearl et al., 1940). Que la población haya aumentado mucho además de ese número es menos sorprendente de que el ajustamiento notable obtenido hasta 1940 usándose una ecuación tan simples cuanto la logística. La ecuación logística es basada en una larga lista de presuposiciones, forzando su aplicabilidad para organismos tan simples cuanto un cladocera como Daphnia (Frank, 1957), o hasta para un protozoario como Paramecium (Hairston et al., 1969). Kingsland (1982) delineó los procesos sociales dentro de la comunidad científica que ayudan a entender el uso generalizado de esta ecuación a lo largo de las décadas después de 1920, mismo frente a las indicaciones contrarias. A pesar de las limitaciones severas de la ecuación, el cálculo de la capacidad de soporte para poblaciones humanas por medio de la aplicación de técnicas de ajustamiento de curvas, utilizando datos demográficos históricos, aun persiste (e.g. Schacht, 1980).

Los seres humanos claramente no se enquadran en presunciones tales como ausencia de estructura de edad y de demoras en el tiempo, la equivalencia ecológica completa de todos los individuos, mucho menos en interposición, de una tela de relaciones tan complejas cuanto los presentados por la cultura humana entre la "causa" de un dado aumento en la densidad de la población y el "efecto" de una dada mudanza en la tasa de crecimiento populacional. El término de la ecuación logística que representa la "resistencia ambiental" tiene poca relación funcional con el proceso real en vigor en

los Estados Unidos durante el período en que el crecimiento poblacional exponencial comenzó a desacelerar en la transición demográfica.

Una manera de modificar la ecuación logística para aliviar algunas de sus limitaciones es el adición de términos estocásticos, hecho por Levins (1969) y May (1973: 122). Las simulaciones por computador de poblaciones de organismos hipotéticos mostraron que la alta variabilidad en la capacidad de soporte logístico lleva a tasas de extinción más altas y a tamaños menores de población (Roff, 1974: 264-265). Existen otros modelos continuos que evitan algunas, pero de ninguna manera todas las restricciones de la logística.

La "capacidad de soporte" en la ecuación logística, (incluyendo sus versiones modificadas) establece el límite superior para la curva de crecimiento y es un valor instantáneo relacionado con la habilidad de la población en sobrevivir y reproducir a un dado nivel de consumo de recursos, no con la sostenibilidad a largo plazo de los niveles de suministro de esos recursos. Discusiones de la ecuación logística, especialmente en el contexto de la aplicación para poblaciones humanas, frecuentemente supone erradamente que su valor de capacidad de soporte es sustentable (e.g. Hardesty, 1977: 195, de otra forma una revisión muy útil de la capacidad de soporte humano).

Son abundantes los ejemplos de los cálculos de la capacidad de soporte en el campo del manejo de pasturas. La mayoría de la utilización del término "capacidad de soporte" en estudios de manejo de pasturas se refiere a una capacidad de soporte sustentable. Sin embargo, algunos autores, incluyendo la mayor parte de la contribución brasileña para ese campo, claramente usan ese término para referirse a una relación instantánea, el cual este texto irá a referirse como "capacidad de alimentar a corto plazo" cuando se trata de manejo y producción de pasto.

Algunas técnicas para estimativa de la capacidad de soporte humano determinan cuándo la capacidad de soporte fue excedida por alguna mudanza comportamental en la población. Tales mudanzas comportamentales indican que la tasa de producción que está siendo obtenida es insatisfactoria por el padrón culturalmente definido por la propia población. Esos métodos funcionan solamente para poblaciones observadas durante el período en que la capacidad de soporte instantáneo es excedida, o cuando existen subpoblaciones separadas que

pueden ser observadas al mismo tiempo exhibiendo comportamientos diversos a densidades diferentes. Los ejemplos incluyen estudios por Hunter (1966) en Ghana, donde la emigración a partir de áreas densamente pobladas indicada por la mudanza de las razones de los sexos mostró que ese punto había sido ultrapasado, y por Vermeer (1970) en la Nigeria donde un acortamiento del período de barbechado entre los agricultores de cultura itinerante a altas densidades poblacionales indicó que la capacidad de soporte instantáneo había sido alcanzado. En este último estudio, algunas indicaciones generales pueden ser deducidas también sobre la capacidad de soporte sustentable, siendo que el período mínimo de barbechado de diez años tradicionalmente en uso en las áreas escasamente pobladas parece ser sustentable, mientras que el barbechado de dos años en las áreas densamente pobladas resulta en una visible degradación ambiental.

Informaciones suministradas por cálculos de la capacidad de soporte instantáneo como esas, cuando conjugada con informaciones de otros estudios sobre mudanzas de suelos, producciones y vegetación bajo diferentes regimenes de barbechado, pueden llevar a conclusiones útiles a respecto de los niveles sustentables de población, con presuposiciones apropiadas sobre el consumo y la tecnología. El problema principal con la aplicación de esos métodos es la necesidad de poblaciones comparables a diferentes densidades poblacionales variando desde niveles bajos hasta niveles encima de la capacidad de soporte instantáneo.

Muchos de los estudios de la cultura itinerante que han sido hechos con la intención declarada de producir estimativas de la capacidad de soporte sustentable serían más exactamente categorizados como instantáneo. Las fórmulas para cultura itinerante usadas en ese tipo de estudio serán discutidas en mayores detalles en la próxima sección. Los cálculos también son hechos sin preocupación con la sostenibilidad en una amplia clase de estudios de agricultura no-itinerante (e.g. Cooke, 1970).

CAPACIDAD DE SOPORTE SUSTENTABLE

La definición básica de capacidad de soporte sustentable, adaptada de la definición usada por Allan (1949, 1965), en su trabajo pionero sobre estimativa de capacidades de soporte para agricultores de cultura itinerante en Zambia

(entonces Rodesia del Norte) es: el número máximo de personas que pueden ser sustentadas permanentemente en una área, con una dada tecnología y conjunto de hábitos de consumo, sin causar degradación ambiental.

Arqueólogos hicieron diversas estimativas de capacidad de soporte humano, normalmente basando la selección del valor de capacidad de soporte sobre las siguientes observaciones: 1) la población en estudio sobrevivió y se reprodujo con éxito a una dada densidad de población durante un período de tiempo, y 2) la población no destruyó el suelo y otros recursos en ese proceso. Las muchas sabanas antiguas antropogénicas, esto es hechas por el ser humano, por los trópicos testifican la frecuente violación de la "armonía con la naturaleza" muchas veces presumida por los investigadores.¹

Algunos antropólogos que escriben sobre los grupos aborígenes contemporáneos y extintos usaron los mismos tipos de observaciones generales sobre la persistencia y equilibrio aparente para extraer inferencias cualitativas acerca de capacidades de soporte (e.g. Meggers, 1971). Muchos patrones de comportamiento social tienen impactos sobre las tasas de natalidad y mortalidad. Algunos autores conmutan entre definiciones de capacidad de soporte. Un ejemplo es el grupo de modelaje "Club de Roma", que resumió sus simulaciones de computador de las tendencias de la población del mundo, recursos y polución en Los Límites de Crecimiento (D.H. Meadows et al., 1972). Una ecuación logística de capacidad de soporte es usada para una parte de la discusión del grupo (D.H. Meadows et al., 1972: 100-101), pero una capacidad de soporte sustentable es claramente el objetivo del grueso de los escritos del grupo, incluyendo el trabajo sobre la capacidad de soporte del globo (Randers & Meadows, 1972). La razón más común para tal confusión entre capacidad de soporte instantáneo y sustentable es la imposibilidad de reconocer la falta de conexión entre los niveles de explotación que corresponden a la manutención de la sobrevivencia y reproducción en cualquier dado punto del tiempo y las tasas de explotación que evitan la degradación a largo plazo de la base de recursos.

FORMULAS PARA CAPACIDAD DE SOPORTE DE CULTURA ITINERANTE

I. ALLAN, 1949: 14-15

Área de tierra requerida por cabeza = $100 C L/P$

donde:

C = el factor de cultivo, el cual es "una expresión del número de "áreas de huerta" necesarias para cada tipo de tierra para permitir un ciclo completo de cultivo y regeneración normalmente practicado en aquel tipo (de tierra) bajo el sistema para el cual se aplica el cálculo". Una área de huerta es la "área en cultivo en cualquier dado momento" (Allan, 1965: 30). Eso es calculado como:

$$C = \frac{\text{período de cultivo} + \text{período de barbechado}}{\text{período de cultivo}}$$

donde:

L = extensión ,media en acres cultivados en cualquier tiempo, por cabeza de población
P = el porcentaje cultivable del tipo de tierra.

La "capacidad de soporte total" es el total del área de tierra disponible para la comunidad dividida por el área necesaria por cabeza.

II. CONKLIN, 1959: 63

Tamaño crítico de la población:

$$Cs = \frac{L}{A T}$$

donde:

Cs = tamaño crítico de la población
L = máximo de tierra cultivable disponible (convenientemente expresa en hectáreas)
A = área media mínima necesitada para derrumbada, por año y por individuo (en hectáreas)
T = duración media mínima para un ciclo agrícola completo (en años).

Densidad crítica de población:

$$Cd = 100 Cs/L$$

donde:

Cd = densidad crítica de población (en personas por kilómetro cuadrado de L).

III. CARNEIRO, 1960: 230

$$P = \frac{T Y / (R + Y)}{A}$$

donde:

- P = la población de la comunidad que "puede ser soportada permanentemente en un local"
- T = el área total de la tierra arable (en acres) distancia accesible de la villa
- Y = el número de años en que un trecho de tierra continua a producir antes que tenga que ser abandonado
- R = el número de años en que un trecho debe ser dejado en barbechado antes que pueda ser cultivado
- A = el área de tierra cultivada (en acres) necesaria para proveer al individuo medio la cantidad de alimento que normalmente retira por año de las plantas cultivadas.

IV. GOUROU, 1966: 45; 1971: 188

$$\text{Densidad potencial de población} = A C / B$$

donde:

- A = el número de hectáreas cultivables por kilómetro cuadrado (= porcentual del área total)
- C = el número de habitantes por hectárea derrumbado cada año
- B = la duración de la rotación (cultivo más barbechado).

V. FEARNSIDE, 1972: 487-488

$$A = B D/C$$

donde:

- A = hectáreas por persona en capacidad de soporte
- B = media de consumo/persona/año
- C = producción de la tierra de calidad "Q" bajo sistema agrícola "S"/año
- D = el número de unidades de área necesarias para un ciclo itinerante de equilibrio a largo plazo, donde una unidad de área es el área de tierra que precisa ser cultivada a cualquier dado momento para soportar una persona. El número de unidades de área es dado por:

$$D = (E/F) + 1$$

donde:

- E = el número de años necesarios para que la tierra abandonada se recupere
- F = el número de años en que un trecho puede ser cultivado antes que tenga que ser abandonado.

VI. FEACHEM, 1973: 234-235

$$W = a / (C L)$$

donde:

- W = capacidad de soporte = población teórica máxima
- a = área de tierra cultivable (ha)
- C = factor de cultivo = número de áreas de huerta necesarias para completar un ciclo de cultivo y de regeneración = (tiempo de barbechado + tiempo de cultivo)/tiempo de cultivo
- L = área media actualmente cultivada per cápita (ha/cápita).

Las fórmulas en el box para el cálculo de la capacidad de soporte bajo sistemas de cultura itinerante pueden ser reducidas algebraicamente para una forma común (Feachem, 1973).² Feachem reduce más el resultado en una expresión, indicando que la razón entre el que el llama "población teórica" y la población actual es igual a la razón entre tierra disponible y la tierra en uso. Una presuposición no declarada de Feachem es que la población actual, que es computada a partir del área media por cápita actualmente necesaria para completar un ciclo agrícola completo, está en equilibrio. La presuposición del equilibrio está indicada por la utilización de valores para las áreas cultivadas y en barbechado que corresponden a los tiempos de cultivo y de barbechado que son usados como parámetros de entrada en la fórmula. Como Street (1969) mostró, la presuposición del equilibrio es frecuentemente hecha involuntariamente por aquellos que intentan hacer estimativas de capacidad de soporte que resultan en discusiones circulares. Felizmente, las fórmulas de capacidad de soporte de cultura itinerante, a pesar de la plétora de presuposiciones limitantes, aun puede tener alguna utilidad. Si las entradas de la ecuación fuesen determinadas al través de mediciones independientes de otras partes de las ecuaciones (determinando tiempos de barbechado basandose en estudios de reservas de nutrientes y requerimientos de área de tierra basándose en observaciones de las producciones y requisitos nutricionales), entonces la información obtenida a partir de los cálculos subsecuentes es válida dentro de las limitaciones de las presuposiciones sobre las cuales se basan las ecuaciones.

El "concepto" de capacidad de soporte, en el sentido representado por las fórmulas de cultura itinerante, han sido atacado por Brush (1975) y Hayden (1975), y defendido por Glassow (1978). Brush (1975: 806) acredita que "el principal punto flaco del concepto de capacidad de soporte es el hecho que la teoría de homeostasis, inherente en el concepto, no es ni testable ni refutable". La "teoría de homeostasis" aquí se refiere en particular a los ajustamientos comportamentales de un grupo, destinados a mantener el equilibrio, los cuales investigadores han colocado como causados por mudanzas de la densidad poblacional en relación a la capacidad de soporte. La cuestión llave es el uso que está siendo hecho de las estimativas de capacidad de soporte, al revés de la validez de las estimativas en sí. Cuando la capacidad de soporte es usada como instrumento explicativo para mudanzas constatadas en padrones culturales, se debe identificar los mecanismos por los cuales la aproximación o

sobrepasaje de la capacidad de soporte por la población tenga una retroalimentación para la cultura, tanto en el nivel de ajustamiento a corto plazo como en el nivel de mudanzas a largo plazo por evolución cultural. Para una entrada en este debate, ver Brush (1976), Cowgill (1975), Vayda (1969, 1976) y Vayda & McCay (1975). La finalidad del actual estudio de la capacidad de soporte en la Transamazónica, sin embargo, es de producir un indicador que podría ser usado en el planteamiento poblacional y de desarrollo, al revés de explicar mudanzas demográficas o tecnológicas.

Hayden (1975: 11) acredita que "los problemas prácticos envueltos en la medición y en la utilización de la capacidad de soporte han demostrado que el concepto es deficiente en teoría, poca realista en la implementación y imposible de medir". El propone "abandonar" la capacidad de soporte para sustituirla por una medida llamada la "tasa de sobre-explotación de recursos". Esa tasa es vista como una función con tres variables: 1) el "potencial de las frecuencias de ocurrencia de intensidad del recurso", que esencialmente es la frecuencia de disminuciones en la disponibilidad de recursos en el territorio que soporta la población, o "estaciones magras" (Bartholomew & Birdsell, 1953); 2) el potencial tecnológico; y 3) la densidad de población. La medición de Hayden, correctamente, da énfasis a la variabilidad en el abastecimiento de alimentos y de otros recursos, una cosa que está faltando en las fórmulas para estimar la capacidad de soporte bajo cultura itinerante. Hayden argumenta que la frecuencia, duración y la severidad de épocas carentes de recursos (períodos en que la población ultrapasa la capacidad de soporte instantánea) serán los factores más importantes afectando la respuesta, si hubiera, que una población humana lo presente cuando experimente tales carencias.

La medida alternativa de Hayden, en la realidad, no es un sustituto para la capacidad de soporte: si fuese solucionada la ecuación de tasa de sobre-explotación de recursos, para el término que representa la densidad poblacional y si la tasa de sobre-explotación de recursos fuese fijada en un valor igual al de un límite máximo aceptable, el resultado obtenido sería un valor muy parecido con la capacidad de soporte, como definida operacionalmente en el estudio actual de la Transamazónica, desde que el criterio adicional de sostenibilidad sea obedecido. Como en el caso de las críticas hechas por Brush (1975), la capacidad de soporte, las principales reservas de Hayden también

focalisan sobre las declaraciones a veces hechas para estimativas, con fórmulas de agricultura itinerante, como explicaciones de acontecimientos en la evolución de culturas, al revés de los problemas de las fórmulas de capacidad de soporte en si. El énfasis dado por Hayden sobre la importancia de la variabilidad es apropiada, no solo para las interpretaciones arqueológicas que él procura, como también para la tarea del actual estudio para desenvolver la capacidad de soporte como un instrumento de planteamiento.

Tanto Brush como Hayden se desaniman frente a la dificultad de obtenerse estimativas de los parámetros necesarios para cálculos de capacidad de soporte, pero, como Glassow (1978) salienta, esta no es una razón para abandonar la tentativa. La importancia en potencial de la capacidad de soporte para formular políticas sustentables de población y de desarrollo lleva a la necesidad de más esfuerzo, tanto en la elaboración teórica cuanto en la colecta de datos reales.

Bayliss-Smith (1980) hizo una contribución significativa en el abordaje de la capacidad de soporte, de manera que podía predecir resultados utilizables por planificadores. El método de Bayliss-Smith también permite la estimativa de aquello que él denomina de "capacidad de soporte percibida", que es una cantidad que se cree ser más relevante a la explicación del comportamiento humano, que es la capacidad de soporte basada en la aptitud del medio ambiente en abastecer el sustento a un dado nivel durante un período indefinido. El enfoque de Bayliss-Smith es sobre la relación entre la intensificación agrícola, insumos de mano-de-obra y salidas de productos, siendo el paso crítico la construcción de un gráfico de la producción por hombre-hora versus la producción por hectárea. La producción por hectárea es alta a niveles bajos de producción por hombre-hora, no obstante después de un punto crítico, esta cae a un nivel más bajo en la medida en que la producción por hombre-hora aumenta. La capacidad de soporte corresponde al punto en la curva donde la producción por hectárea comienza a caer súbitamente con el aumento de la producción por hombre-hora. El método va más allá del cálculo de una única capacidad de soporte: se produce una matriz de valores para el insumo de mano-de-obra por persona productiva, que es necesaria para sustentar una población, a una serie de densidades poblacionales abajo de la capacidad de soporte y a una serie de niveles de consumo encima del valor de "subsistencia" usada para definir la capacidad de soporte. Una matriz de este tipo tiene un valor obvio para planificadores contemplando el efecto de

diferentes densidades poblacionales sobre el consumo y el tiempo libre.

Bayliss-Smith (1980: 62) deja claro que su método da énfasis al tiempo libre y al excedente de producción, y deja fuera algunos factores, tales como la variabilidad en las producciones de las culturas y en las necesidades de mano-de-obra. Las opciones de él parecen ser apropiadas para las islas Fiji, el local del proyecto UNESCO del cual su trabajo hace parte. Diferencias significativas entre Fiji y la Transamazónica hace con que otras opciones sean apropiadas para el actual estudio. La taioba (Colocasia spp.), que forma la base de la dieta de los agricultores en Fiji, se puede esperar que produzca cosechas relativamente estables de un año para otro y de un agricultor para otro, como es el caso para la mayoría de las culturas de tubérculos en las áreas tropicales libres de la helada. La variación en las producciones es una gran preocupación para colonos en la Transamazónica, cuyo arroz de terreno elevado es plantado en rozas sujetas a quemados pobres y otros riesgos. Además de eso, el alto valor dado por los Fijianos al tiempo libre no es compartido por los agricultores pioneros en la Amazonía, fuera de la observancia de domingos y algunos pocos feriados religiosos. La mayor parte de los colonos de la Transamazónica toman mucho cuidado de siempre dar la impresión de estar ocupados, y son rápidos en aplicar nombres insultantes a cualquiera de sus vecinos que no esté visiblemente ocupado. Por tanto, el actual estudio de la Transamazónica ha dado mayor énfasis sobre la variabilidad en las producciones de las culturas, y en los numerosos factores que afectan estas producciones.

UNA DEFINICION OPERACIONAL DE CAPACIDAD DE SOPORTE

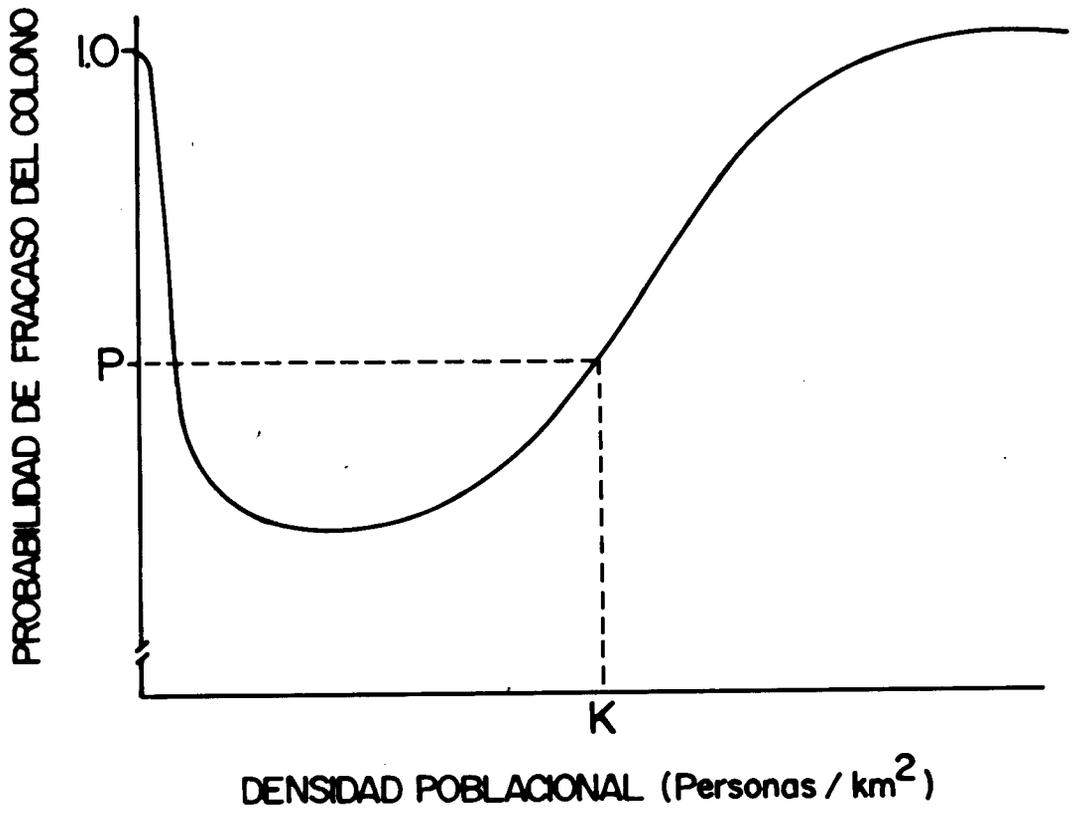
Capacidad de soporte sustentable es definida operacionalmente en términos de un gradiente de probabilidades de fracaso, el perfil de fracaso por densidad de población (Figura 3.2). Las tasas de fracaso son aquellas que son sustentables durante algún largo período de tiempo a las densidades correspondientes de población humana. El criterio para el fracaso puede ser definido de muchas maneras y puede incluir múltiples factores limitantes o combinaciones de factores. Ellos pueden incluir medidas de degradación ambiental bien como de consumo individual. La focalización sobre los niveles individuales de consumo contrasta con el criterio de consumo medio del área, como un todo implícita en

la mayoría de las definiciones.³

Fig. 3.2. La capacidad de soporte (K), determinada a partir de un gradiente de aumento de la probabilidad de fracaso del colono con aumento de densidad poblacional humana (perfil de probabilidades de fracaso y densidad poblacional). (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

La probabilidad máxima aceptable de fracaso del colono, bien como los criterios de fracaso, puede ser escogida de acuerdo con los valores definidos socialmente. Las probabilidades de fracaso aumentan con la densidad humana en una relación hipotética que debería aplicarse dentro de algún ámbito de densidades humanas posibles. Se note que la curva de la Figura 3.2 llega a la probabilidad de fracaso de uno al encontrarse con el eje vertical. Sería de esperarse que apareciese una probabilidad de fracaso a bajas densidades de población debido a un tipo de "efecto Allan", el fenómeno de reducción de la sobrevivencia y de la procreación a bajas densidades que es común en muchas especies (ver E.P. Odum, 1971). Para los seres humanos, la probabilidad de fracasar en la manutención de padrones de consumo adecuados aumentaría a densidades muy bajas, debido a las dificultades decorrentes de la falta de infraestructura, cooperatividad y otros beneficios de la sociedad.

Una vez que haya sido seleccionada una probabilidad máxima aceptable para el fracaso del colono (punto "P" de la Figura 3.2), la capacidad de soporte (K) es la densidad de población correspondiente. A las densidades mayores, los efectos dependientes de densidad causan la probabilidad combinada (dependiente y independiente de densidad) de fracaso hasta exceder "P". En un caso donde los niveles de



riesgo extremadamente altos hacen con que la curva exceda la probabilidad máxima aceptable de fracaso del colono en todos los puntos, la solución razonable sería seleccionar la probabilidad mínima de fracaso como el punto correspondiente a K.

PRESUPOSICIONES EN LAS ESTIMATIVAS DE CAPACIDAD DE SOPORTE

Las presuposiciones de las estimativas de la capacidad de soporte frecuentemente invalidan las técnicas para los propósitos intencionados. Street (1969) identificó varias presuposiciones comunes a tales estudios y criticó investigadores bien conocidos en el campo, como Carneiro (1960), Conklin (1959), y Brookfield & Brown (1963) por falta de atención con las presuposiciones. La crítica más fulminante de Street es dirigida contra las presuposiciones de estos autores de que las prácticas de agricultura y de barbechado en uso en el momento del trabajo de campo no resulten en degradación ambiental. Si estuviera habiendo degradación en el área, entonces los valores de la capacidad de soporte obtenidos por la substitución del tiempo de barbechado, tiempo de cultivo observados y así por adelante, por los parámetros de una fórmula de cultura itinerante, irán a exceder la capacidad de soporte sustentable.

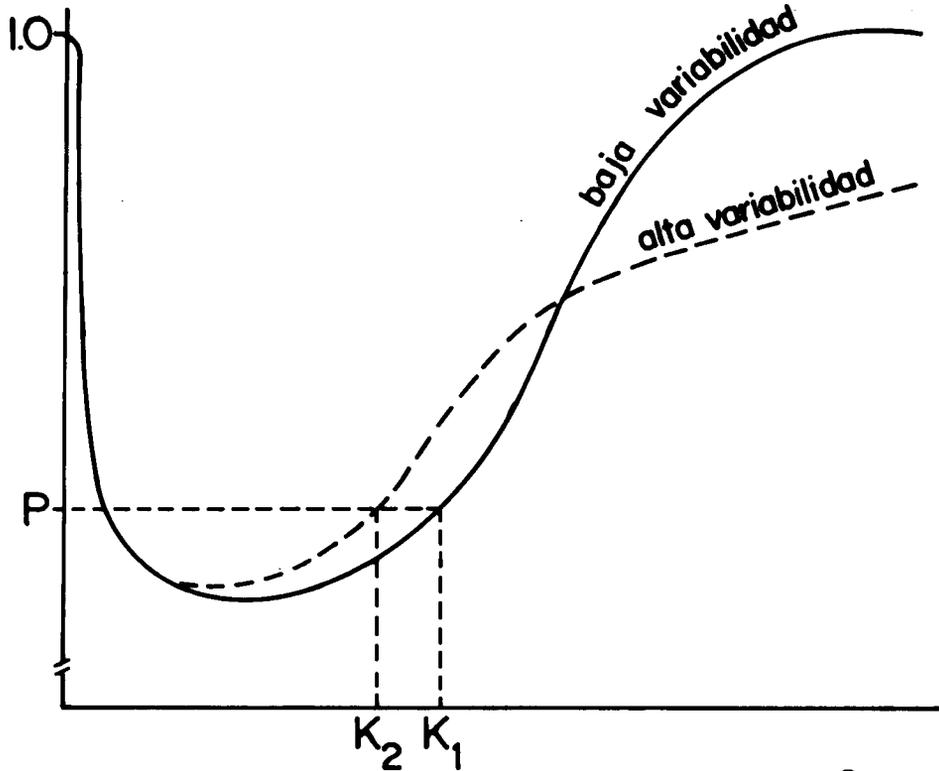
En estudios de capacidad de soporte muchas variables son frecuentemente presumidas como constantes a lo largo del tiempo. Ellas incluyen la tecnología, padrones de consumo y distribución del uso de la tierra (Street, 1969). Otras presuposiciones son frecuentemente hechas involuntariamente en las estimativas de capacidad de soporte, tales como las que son basadas en fórmulas de cultura itinerante, inclusive los efectos densidad-dependientes de las plagas de insectos y hierbas dañinas. Street enfatizó que esos problemas biológicos pueden actuar de manera a reducir las producciones a medida en que aumenta la intensidad del uso de la tierra. Por ejemplo, el efecto benéfico de un barbechado en el control de poblaciones de plagas (Pool, 1972) y hierbas dañinas (Popenoe, 1960) será perdido si el barbechado fuera eliminado en favor de cultivo continuo. Además de eso, los estudios basados en evidencia de la degradación de la calidad del suelo y de las tasas de regeneración, deben también encarar los problemas inevitables de la medición de la calidad del suelo, inclusive del difícil problema de medir nutrientes "disponibles" relevantes para la predicción de la producción de la cultura.

VARIABILIDAD

Pueden ser acrecentadas a la lista de Street varias presuposiciones adicionales. Una, de gran importancia, es la presuposición que ha sido el foco del estudio de la carretera Transamazónica: la variabilidad. Los altos niveles de variabilidad que caracterizan la agricultura tropical reducen la capacidad de soporte tanto por la necesidad del plantío de un gran tampón de tierra adicional cada año como una seguridad contra la producción pobre y reduciendo la margen de fracaso que protege la población de los fracasos debido tanto a las causas relacionadas con la densidad como a los niveles de fondo de fracasos independientes de densidad. En términos de la relación descrita en la Figura 3.2, se formula la hipótesis de que el aumento de la variabilidad elevaría la curva para encima en la región de la probabilidad relativamente baja de fracaso del colono a la izquierda del gráfico, incluyendo el punto correspondiendo a la probabilidad máxima aceptable del fracaso del colono (P). Eso disminuiría la capacidad de soporte de k_1 para k_2 (Figura 3.3). La formulación inicial no anticipó el efecto de la variabilidad en el rebajamiento de la curva de la probabilidad de fracaso de la Figura 3.3 en sus densidades poblacionales muy altas: ese resultado perfectamente lógico fue descubierto al ejecutarse simulaciones del sistema de la carretera Transamazónica (Capítulo 5).

Fig. 3.3. El efecto hipotético de la variabilidad sobre las probabilidades de fracaso y sobre la capacidad de soporte. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c)

PROBABILIDAD DE FRACASO DEL COLONO



DENSIDAD POBLACIONAL (Personas / km²)

Muchas aplicaciones de las fórmulas de cultura itinerante presumieron que se obtiene una producción constante a cada año. Una excepción importante es la clásica discusión de Allan del "excedente natural de la agricultura de subsistencia" proveniente de áreas tampón plantadas por agricultores de subsistencia en Zambia como una protección contra las fluctuaciones de la producción (1965: 38).

FACTORES LIMITANTES

Un problema periódico al hacerse estimativas de capacidad de soporte es el de seleccionar factores limitantes apropiados. La mayoría de las estimativas que usan las fórmulas de cultura itinerante son basadas en un único factor limitante, normalmente calorías.⁴ El mismo es verdad para los modelos mundiales de Forrester-Meadows. La opción de las calorías muchas veces es lamentable, pues las poblaciones tropicales, para las cuales fueron hechas la mayoría de las estimativas, normalmente tienen mucho más fuentes inmediatamente disponibles de recursos de calorías a partir de culturas de raíces del que tienen de proteína, especialmente de proteína animal. Basar una estimativa de capacidad de soporte solamente sobre calorías puede producir resultados por lo menos una orden de grandeza más alta del que las estimativas que incluyen proteína animal. Usándose solamente calorías de la yuca, por ejemplo, Fautereau (1952, citado por Carneiro, 1960) calculó que 1,250 personas/km² podrían ser soportadas en una área de la Guayana Francesa. La importancia de la proteína fue reconocida por Denevan (1970), Gross (1975), Lathrap (1968) y otros, pero las estimativas de la capacidad de soporte basadas en calorías solamente aun son comunes, (e.g. Carol (1973) para Africa tropical y Shantzis & Behrens (1973) para los Maring, de Papua-Nueva Guinea, entre muchos otros ejemplos).

Howard T. Odum ha luchado con el espinoso problema de los factores limitantes en la capacidad de soporte, un objetivo final de la mayoría de su trabajo: "La esencia del problema de la producción de alimento para el mundo es: cuál es la capacidad de soporte de la superficie del globo para el hombre?" (1971: 125). Al mismo tiempo él reconoce las dificultades con su abordaje de conversión de todos los flujos en diferentes sistemas modelados en kilocalorías de energía: "La capacidad de soporte de una área no puede ser computada en la base de la ganancia de 3,000 calorías de

energía, porque también son necesarios los componentes especiales, cada uno de los cuales tiene un costo de energía. El valor energético de una vitamina no es su valor potencial como combustible más el gasto de energía necesario para manufacturarla y entregarla al hombre" (p. 124).

La solución de Howard T. Odum para el problema de los componentes especiales, tales como vitaminas, es convertirlos en cuantías mayores de energía del que se ganaría por la quema de la misma vitamina en un calorímetro. La simplicidad gana por la conversión de todo en una moneda común ha sido un instrumento valioso para desenvolver la comprensión de sistemas completos y de paralelos entre sistemas de tipos diferentes. Ha sido también valioso en la elucidación de un número considerable de maneras en que las sociedades tecnificadas actuales dependen desesperadamente del combustible fósil para su riqueza y sobrevivencia. Más allá de las ventajas de ser capaz de visualizar un sistema humano entero a partir de una única página de símbolos de flujogramas, existen precios a pagar por la pérdida de la información. Uno es la magnificación de errores provenientes de la conversión de pequeñas cantidades, como la vitamina en el ejemplo de Odum, para grandes cuantías de calorías: pequeños errores en la cantidad de la vitamina resultarían en grandes errores en el resultado calórico. Un problema más fundamental es disfrazar las limitaciones de los recursos que no son tan fácilmente sustituibles como las conversiones calóricas podrían sugerir. Límites culturalmente definidos de las substituciones aceptables pueden ser una complicación adicional (Bayliss-Smith, 1974). Un tercer inconveniente es uno que es compartido por esos modelos análogos con los modelos de sistemas dinámicos de Forrester para computador digital (1970, 1971) es la pérdida de información acerca de la naturaleza y efectos de la variabilidad en los diferentes componentes, lo que resulta en la condensación de la información que representa el valor "medio" para todo un sistema en una única caja, sea ella rotulada "calidad de la tierra" o "kilocalorías". Todos esos problemas son indicaciones de la dificultad de hacerse determinaciones de la capacidad de soporte basadas en un único factor limitante.

El problema de factores limitantes en la capacidad de soporte ha sido tratado por Hubbell, que argumenta fuertemente contra la "desbandada de respuestas de factores únicos, en los últimos 20 años" (1973: 95). El sugiere al revés que "varios factores pueden obrar simultáneamente, concebiblemente igual" en la limitación de la capacidad de

soporte instantánea. El mismo también podría ser dicho para la capacidad de soporte sustentable.

En su estudio de las poblaciones aborígenes asociadas a las antiguas misiones españolas en la Baja California, Aschmann reconoció que el problema de factores limitantes únicos está íntimamente ligado al de la variabilidad:

La disponibilidad estacional de un alimento específico era probablemente de mayor significado de que la cuantía presente. La capacidad de soporte del área, en términos de una población humana que hizo poco esfuerzo para almacenar alimento, precisa ser establecida en términos del que estaba disponible en la estación más pobre de varios años, no en términos del suministro medio de alimento. Consecuentemente, un alimento disponible solamente en pequeñas cantidades y normalmente despreciado puede ser aquello que en los momentos críticos impide la inanición. La consideración de solamente los diez o veinte alimentos más importantes puede perder ese aspecto crítico de la economía del alimento (1959: 78).

DEGRADACION AMBIENTAL

Íntimamente asociado con el problema de los factores limitantes en el contexto de la estimativa de la capacidad de soporte sustentable está la definición de degradación ambiental. En los estudios vueltos para un único factor limitante, tal como calorías, es posible contornar ese problema simplemente por el ecuacionamiento de la degradación con cualquier cosa que reduzca el suministro del nutriente limitante y, en consecuencia, la capacidad de soporte. Carneiro (1960), por ejemplo, deja la degradación enteramente fuera de su definición. Es posible un tratamiento mucho más flexible de las capacidades de soporte sustentables, si se puede acrecentar restricciones sobre la degradación como factores limitantes adicionales que permitirán que una área sea vista como una colcha de retazos de subáreas clasificadas diferentemente para los cuales se aplican diferentes padrones de degradación permisibles. El trabajo de Eugene Odum (1969) sobre la estrategia del desarrollo del ecosistema apunta el camino para esa forma de tomada de decisión en capacidad de soporte basada en múltiples criterios. El ambiente es visto como un mosaico de trechos distribuidos para usos diferentes, con diferentes padrones ambientales a ser mantenidos: algunos

pueden estar distribuidos para usos que resultan en una "degradación" por algún criterio, mientras que otros pueden permanecer en condición primitiva. La manutención de la integridad de los varios tipos de bosques y reservas biológicas en la Amazonía, que han sido creadas por el gobierno brasileño, es un ejemplo de ese tipo de criterio. Tal criterio no puede ser fácilmente traducido en moneda común tal como kilocalorías para uso en modelos de factores limitantes únicos.

SELECCION DE PADRONES APROPIADOS

Seleccionar padrones apropiados para las capacidades de soporte sustentable no es tan fácil como puede parecer de inicio. Preconceptos culturales de los investigadores de sistemas de subsistencia pueden frecuentemente llevar a decisiones no apropiadas. Nietschmann (1971) revisó el problema de error sistemático en estudios de subsistencia. Sin embargo, en áreas de agricultura pionera completamente integradas en la economía monetaria, como en la carretera Transamazónica, preconceptos culturales no presentan un problema tan difícil. La selección de los criterios, de cualquier forma, permanece un proceso fundamental y un tanto arbitrario.

CLASIFICACION DE LA CALIDAD DE LA TIERRA

Presuposiciones relacionadas a la clasificación de la calidad de la tierra han presentado dificultades en la estimativa de la capacidad de soporte, independientemente de la técnica aplicada. Algunos estudios de la fórmula de la cultura itinerante simplemente han presumido calidad constante de tierra "arable" (e.g. Carneiro, 1960). Otros hicieron adaptaciones de las fórmulas básicas para acomodar las diferentes clases de calidad de la tierra.⁵ En simulaciones altamente agregadas tal como los modelos mundiales de Forrester-Meadows, existe también un englobamiento de toda la tierra "arable" como equivalente. La generación de trechos individuales de tierra en el modelo KPROG2 de la carretera Transamazónica redució la pérdida de la variabilidad por el englobamiento de las calidades de la tierra en una o en algunas pocas clases de calidad.

TROCA ECONOMICA

Las presuposiciones a respecto del aislamiento del sistema bajo estudio de las permutas con el mundo exterior

puede afectar grandemente los resultados de la capacidad de soporte. Para las tribus aborígenes, la presuposición del aislamiento está frecuentemente más o menos justificada, pero la situación puede mudar radicalmente donde las economías monetarias se introducen. En el estudio de Nietschmann (1972, 1974) de los indios Miskito de la Nicaragua, esa intrusión resultó en la destrucción de las poblaciones de tartaruga marina de la cual dependían los Miskito. De manera semejante, el estudio de Gross & Underwood (1971) del nordeste del Brasil indicó que los agricultores mudando para una economía de venta basada en sisal (fibra textil extraída del agave) no podían más comprar la dieta con la misma calidad que habían apreciado, inicialmente proporcionada por la agricultura de subsistencia. La variabilidad en los precios del mercado obtenida por cada cultura puede también hacer con que la super-dependencia de la troca con la economía del mercado sea una causa para el fracaso del colono. La discusión de H.T. Odum en 1971 sobre los efectos que elevan la capacidad de soporte de los subsidios de fuerza exterior a partir de combustibles fósiles representa el efecto más ampliamente apreciado de tales cambios.

Trocas dentro de la población, bien como las que son efectuadas con el mundo exterior, pueden afectar la capacidad de soporte protegiendo los individuos contra los reveses y desequilibrios de su producción (Freeman, 1955; Sahlins, 1972). Relacionada con eso está la dificultad en sustituir ítems específicos por otros, tanto en el caso de alimentos cuanto de no alimentos.

En el caso de sistemas abiertos como el de la carretera Transamazónica, las permutas con el exterior se relacionan intimamente con las mudanzas de la tecnología agrícola y en los padrones de distribución. Las mudanzas pueden resultar de nuevos hábitos entre la población existente que acompañan la importación de nuevas variedades de semillas u otro material, o novedades comportamentales o, como parece ser predominante en el momento, del continuo flujo de nuevas familias de colonos con padrones de comportamiento diferentes.

MODELOS PARA LA ESTIMATIVA DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE

Los modelos elaborados para la estimativa de la capacidad de soporte en los agro-ecosistemas de la carretera Transamazónica fueron destinados a evitar las presuposiciones

anteriores. Las características de esos modelos son discutidas en el Capítulo 5. Esperarse que los modelos sean utilizados como una base para futuros estudios y que puedan, más adelante, sugerir respuestas a algunas preguntas teóricas que marcan la estimativa de la capacidad de soporte humano en los agro-ecosistemas tropicales.

MODELOS DE SIMULACION

El abordaje más práctico para modelar sistemas ecológicos complejos tal como la región de la carretera Transamazónica, es el uso de simulaciones. Las simulaciones normalmente dependen de cálculos matemáticos, o su equivalente, más diferentemente de modelos analíticos, no llevan a una solución que haya sido "probada", o deducida a partir de principios fundamentales a través de una cadena de raciocinios matemáticos. En vez de eso, ellos usan las relaciones en el sistema, normalmente abstraídos en un modelo como una serie de ecuaciones, para calcular empíricamente los resultados que fuesen obtenidos con uno o con una serie de conjuntos de ejemplos específicos de condiciones iniciales. La simulación posibilita al investigador aprender más a respecto del sistema del mundo real que es representado por el modelo. Muchos modelos son destinados específicamente para uso en simulación. Es necesario un vasto número de cálculos de rutina para ejecutar simulaciones con esos modelos, pues el efecto del tiempo es imitado por la "iteración" (o sea, por la repetición) de los cálculos hechos con las ecuaciones diferenciales representando las tasas de mudanza. Así, el uso de computadores electrónicos es una ventaja en la ejecución de la simulación, tanto por la su velocidad cuanto por la minimización del error humano. Cualquier simulación que pueda ser hecha con la ayuda de un computador podría ser igualmente hecha con un lápiz y papel: la contribución del computador es apenas la velocidad.

Dos tipos de computadores son útiles para simulaciones. El primero es el computador análogo, una forma de modelo físico que substituye los componentes electrónicos, tales como las resistencias y condensadores, para relaciones matemáticas. Los componentes son ligados por hilos eléctricos para representar los flujos dentro del sistema, y es pasada una corriente (constante o no) a través del circuito. El voltaje en diferentes puntos dice al investigador como reservas y flujos de energía o materiales se podrían comportar en el sistema real análogo. Modelos análogos, que son especialmente apropiados para representar

el flujo de energía en los ecosistemas, fueron desarrollados para un amplio ámbito de sistemas humanos bien como en humanos (H.T. Odum, 1971, 1983).

El segundo tipo de computador es el computador digital, que representa las relaciones del sistema por ecuaciones matemáticas para cálculos numéricos. Los computadores digitales son usados para análisis de datos y una variedad cada vez mayor de aplicaciones computacionales en la vida diaria, además de una gran variedad de simulaciones. Su flexibilidad hace con que sean altamente apropiados para modelar las redes complejas de relaciones en los ecosistemas en el mundo real.

Ventajas de los Modelos de Simulación

Los modelos de simulación tienen varias ventajas nítidas sobre otros. Sus resultados son cuantitativos y por tanto menos abiertos a errores de interpretación y más fáciles de verificar de que resultados cualitativos. Como las simulaciones pueden ser repetitivas, las chances de identificación y eliminación de errores son muy aumentadas, tanto cuando el modelo inicial es desarrollado cuanto cuando la comunidad científica lo examina y critica. La simulación también permite el examen de escenarios hipotéticos que serían imposibles o impracticables de ser testados directamente usándose el sistema del mundo real. La construcción de modelos de simulación impone (o debería imponer) una disciplina sobre los investigadores: los modeladores precisan coleccionar por lo menos algunos datos sobre todos los componentes del modelo; ninguno puede ser ultrapasado, como frecuentemente ocurre en una descripción en prosa de un argumento o modelo. Las simulaciones pueden también integrar información sobre sistemas extremadamente complejos, extendiendo así el alcance de la mente humana en la interpretación de fenómenos complicados. Las conclusiones alcanzadas son por tanto menos restrictas al dominio de aquello que ya fue intuitivamente aprobado por el investigador. La velocidad de las simulaciones, combinada con su repetibilidad, hace con que sean estructuras óptimas para la interpretación de nuevas informaciones. Los modelos de simulación pueden ser expandidos para incluir ítems adicionales o pueden ser perfeccionados para hacer uso de informaciones mejores sobre ítems ya incluidos, mucho más rápidamente y con más seguridad de que otros tipos de modelos. Todas esas características hacen con que los modelos de simulación sean ideales para el estudio de los

ecosistemas, inclusive de los agro-ecosistemas.

Naturalmente, los investigadores que usan modelos de simulación y interpretan sus resultados deben estar cientes de algunas armadillas: sobresimplificación que resulta de la selección de componentes por su facilidad de medición en vez de su importancia para el funcionamiento del sistema real;⁶ no coleccionar datos adecuados para parameterizar el modelo, i.e., obtener estimativas de las entradas de los modelos ("basura entra, basura sale"); y una tendencia a extraer información a partir de un modelo que no fue destinado a producirla, e.g. deducir fechas precisas de eventos futuros a partir de un modelo destinado a reproducir modos de comportamiento.⁷

PASOS EN LA FORMULACION DE MODELOS DE SIMULACION

Los pasos envueltos en la conducta de la investigación con ayuda de modelos de simulación son muy semejantes a los del método científico tradicional (Tabla 3.2), con la diferencia que el modelo precisa ser proyectado y verificado, y que las experiencias sean conducidas en el modelo en vez de ser conducidas en una parte del propio mundo real.

La colecta de informaciones generales sobre el sistema y la identificación de un problema no ocurren necesariamente en una orden secuencial. Frecuentemente una cuestión es seleccionada como importante por razones teóricas basándose en informaciones generales a partir de uno o más ecosistemas (y hasta de teorías no relacionadas con cualquier ecosistema real), y es hecha entonces una pesquisa para encontrar la localización apropiada para conducir la investigación. Por ejemplo, en el estudio de la capacidad de soporte de la carretera Transamazónica, el efecto de la variabilidad sobre la capacidad de soporte fue apreciado como importante basándose en observaciones de los agro-ecosistemas en otros países, y solamente más tarde fue seleccionada la Amazonía brasileña como el lugar apropiado para la realización del estudio.

Una vez que el problema haya sido definido e informaciones básicas hayan sido coleccionadas, es preciso generar las ideas a respecto de como el sistema podrá operar. Tales conjeturas llevan a un modelo mental, o verbal, que sirve como un punto de partida para pruebas más concretas de las posibilidades, tanto a través de la experimentación tradicional cuanto de la simulación.

Tabla 3.2. Los dos Métodos

Método Científico Tradicional	Método con Simulación
Observación (informaciones generales sobre el sistema)	
Definición del problema (pregunta)	
Generación de ideas (conjeturas de como el sistema funciona = modelo mental)	Formulación de un modelo formal (identificación de los componentes y relacionamientos, propósito del modelo y horizonte de tiempo)
Formulación de un hipótesis (un afirmación testable)	Medición de parámetros
Identificación de las predicciones que siguen de la hipótesis	Quantificación de los relacionamientos funcionales
Proyecto de una experiencia (manipulación de una parte del sistema del mundo real)	Simulación (experimentando con el modelo, inclusive formulación de hipótesis y predicciones y adquisición y análisis de los datos sobre los resultados del comportamiento del modelo)
Coleta de datos	Testes de sensibilidad (datos de entrada o estructura mudados)
Análisis de los datos	
Interpretación de los resultados (comparación con las predicciones)	Validación (comparación con el com-

portamiento conocido del
sistema en el mundo real)

Conclusiones sobre el sistema
del mundo real

Conclusiones sobre el modelo

=====

Una parte esencial del sistema que opera para producir avances del conocimiento científico en general es la generación de ideas, que produce teorías nuevas y aun no testadas. Esto desempeña un papel análogo al de la generación de variabilidad genética a través de la mutación y recombinación en la evolución orgánica. El "teorema fundamental de la selección natural" (Fisher, 1958) sustenta que la tasa de la evolución es proporcional a la variabilidad genética en una población. De la misma manera que la selección natural procede para producir sobrevivencia y reproducción diferenciales entre los genotipos concurrentes, mucho del proceso paralelo de la evolución de la ciencia ocurre a través de la experimentación y comparación con teorías rivales.

Los modelos tienen variables de estado, o cantidades que representan los componentes del modelo, afectados por otros componentes y por influencias fuera de los límites del sistema. Las influencias de fuera del sistema que afectan los componentes pero no son afectadas por ellos son llamadas de parámetros cuando son constantes y de funciones forzantes cuando varían.⁸

Agrupar ítems del mundo real en componentes de modelo es un paso importante en la formulación del modelo. El criterio convencional entre muchos (más no todos) modeladores sustenta que los procesos complejos pueden ser mejor disecados en un gran número de componentes muy simples, en vez de en un pequeño número de unidades relativamente complejas (Watt, 1966: 3). El mejor nivel de complejidad a ser mantenido en un modelo es asunto de debate, con algunos modeladores prefiriendo agrupar toda la información en un esquema tan simplificado cuanto posible. Hasta cierto punto esas decisiones dependen de la cantidad y calidad de la información disponible y de los objetivos del esfuerzo del modelaje. Una formulación clara de los objetivos del modelo es esencial para proyectar un modelo apropiado, como lo es también el horizonte de tiempo a lo largo del cual se espera que el comportamiento del modelo represente razonablemente el sistema del mundo real.

Los componentes de un sistema son frecuentemente representados por cajas en diagramas de flujo con relaciones causales entre ellos, representados por flechas. Los diagramas son una ayuda en la organización del pensamiento sobre el sistema en preparación para traducir esas relaciones en un programa, o conjunto de instrucciones a ser seguidas a

través de una cadena de cálculos necesarios para imitar las mudanzas en el sistema. El potencial de economía de tiempo de un computador puede ser aprovechado a ese punto si el programa es escrito en instrucciones codificadas en un lenguaje como FORTRAN.

Diagramas de flujo de las relaciones del sistema y programas construidos a partir de ellos, son normalmente caracterizados por varias alzas, que son lazos o caminos cerrados que retornan a su punto de origen para influenciar su propio comportamiento. Existen dos tipos de alzas de retroalimentación, con resultados radicalmente diferentes para el comportamiento del sistema o modelo. Las alzas de retroalimentación positiva refuerzan tendencias en la dirección del aumento o disminución del valor de variables, mientras que la alza de retroalimentación negativa tiende a revertir los desvíos a partir de un estado estable. El resultado de una alza positiva es que los valores o variables o estallen o entran en colapso. Una alza negativa tiende a sofocar las oscilaciones en el valor de las variables, manteniéndolas así a niveles estables. Las representaciones esquemáticas de las relaciones de un sistema son ellas mismas una forma de modelo y pueden transmitir una cantidad significativa de informaciones sobre los padrones de comportamiento del sistema. La dificultad en la interpretación de esos diagramas aumenta a medida en que la estructura del modelo se torna más compleja. Varias alzas positivas y negativas pueden estar actuando en la misma variable, siendo que la respuesta puede ser complicada demás para ser prevista sin realizarse los cálculos con la ejecución del programa de computador correspondiente.

Una vez que la estructura del programa está definida, los datos cuantitativos precisan ser colectado para proveer valores tanto para los parámetros del modelo cuanto para los relacionamientos funcionales. Los relacionamientos funcionales definen como una variable si altera en relación a las variables y parámetros causalmente ligados a ella. Para el modelo representar de manera adecuada las partes de un sistema de la vida real, tanto la estructura del modelo cuanto los valores de las entradas precisan ser basados en informaciones que vengan del campo. La falta de observación de campo adecuado es una desventaja importante para muchos estudios ecológicos basados en simulación. Los parámetros y relaciones funcionales pueden ser cuantificados en conjunción con el desenvolvimiento de la estructura del modelo, a la medida en que la percepción del investigador de cuales

factores son importantes va mudando durante el proceso de colecta de datos. Los modelos son normalmente simplificados y expandidos para reflejar una mejor comprensión de como funciona el sistema, derivada de observaciones de campo y de informaciones sobre el comportamiento del modelo que se tornan disponibles cuando se ejecutan las simulaciones usándose las versiones preliminares de los modelos para computador.

Hacer pruebas de susceptibilidad es una manera de usar el modelo de simulación para producir información útil, tanto sobre las peculiaridades del modelo cuanto sobre el sistema real. Es hecha una serie de ejecuciones usándose valores alternativos para parámetros de entrada, y ocasionalmente usándose estructuras alternativas del modelo. El comportamiento de las variables de estado es observado bajo suposiciones alternativas para cuantificar el efecto relativo de la, digamos, duplicación o de la reducción por la mitad de cada parámetro. A partir de esa información se puede extraer conclusiones a respecto de la "robustidad" del modelo a las suposiciones alteradas: un modelo puede ser capaz de producir resultados reales solamente dentro de un ámbito estrecho de valores de parámetros, pues muchos de los lazos de retroalimentación negativa que proceden para estabilizar el comportamiento del sistema del mundo real bajo condiciones extremas, pueden haber sido omitidos para simplificar el modelo. La prueba de susceptibilidad también revela cuales son los parámetros que tienen el mayor efecto global sobre el comportamiento del sistema, mejorando la representación del sistema por el modelo, concentrándose el esfuerzo de la pesquisa futura en la mejoría de las mediciones de esos parámetros y elaborando partes del modelo donde ellos pueden desempeñar un papel mayor. La identificación de esos parámetros provee informaciones útiles sobre el sistema en el mundo real, indicando, por ejemplo, los componentes del sistema que pueden ser más fácilmente manipulados para el beneficio de los seres humanos. Se puede identificar factores con mayores influencias para aumentar las producciones de las culturas, reducir la pobreza o reducir los riesgos de fracaso de los agricultores.

Un paso adicional vitalmente importante para asegurarse la relevancia de los resultados simulados para los sistemas del mundo real es la validación (Mankin *et al.*, 1977), o la comparación del comportamiento del modelo con lo que se conoce del sistema real, como una manera de verificarse la adecuación del modelo como un todo. Si son aparentes

diferencias claras en aspectos importantes del comportamiento del modelo dentro del ámbito de los valores de los parámetros en el cual el sistema real normalmente opera, se debe dudar de la confiabilidad de los resultados para los valores de los parámetros fuera de esos ámbitos, tal como los que podrían ser usados en la construcción de escenarios hipotéticos para probar posibles políticas o opciones de manejo.

Las conclusiones matemáticas que resultan del comportamiento del modelo deben ser interpretadas en términos de conclusiones sobre el sistema del mundo real. Ese salto a partir del modelo para el mundo real requiere una apreciación de las suposiciones hechas en la abstracción del modelo a partir del sistema real, flaquezas en datos de entrada y en la estructura del modelo y diferencias entre el comportamiento del modelo y el del sistema. La interpretación requiere también conciencia del propósito original del modelo.

Tanto en la pesquisa tradicional cuanto en la pesquisa ayudada por modelos de simulación, alcanzar una dada conclusión no significa el fin del proceso. Antes, existe una retroalimentación de información obtenida a partir del estudio para la generación de nuevas ideas, que serán, por su vez, entresacadas a través del proceso de pruebas, o por la manipulación del propio sistema o por simulación. Ese proceso cíclico continuo forma la base del progreso científico.

CAPITULO 4

MODELANDO EL AGRO-ECOSISTEMA DE LOS COLONOS DE LA CARRETERA TRANSAMAZONICA

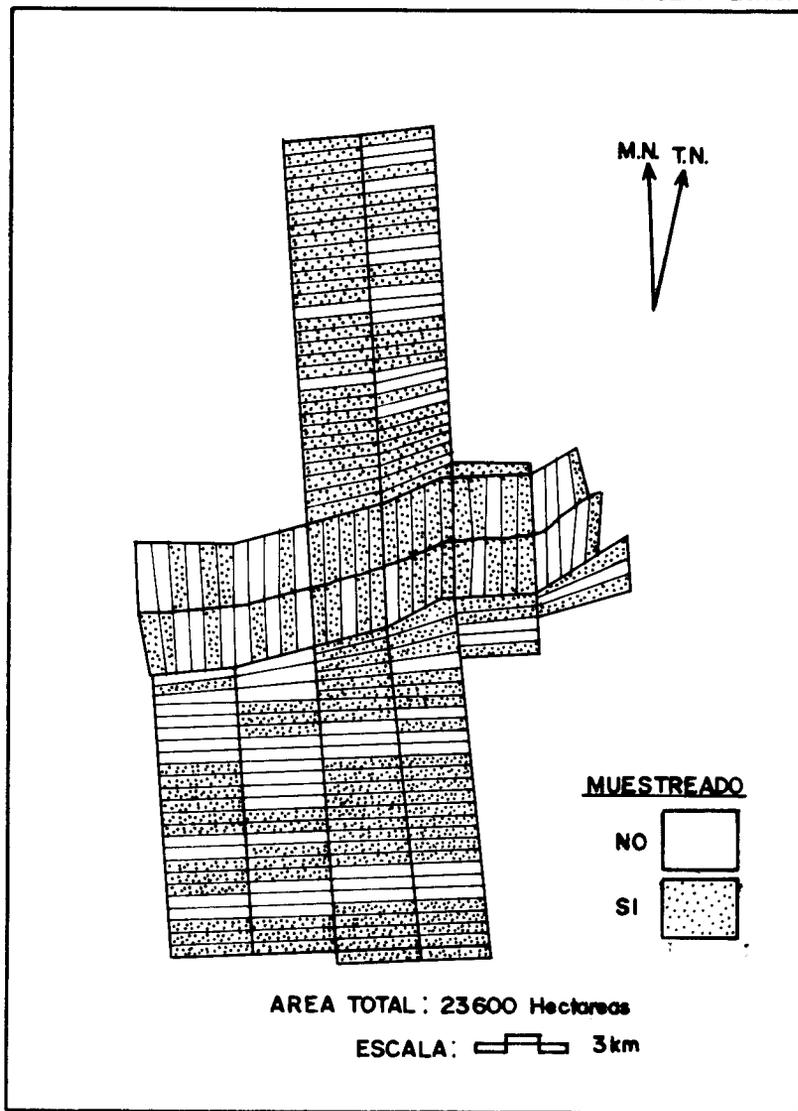
LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LA AREA EN ESTUDIO

Un mirar detallado a una área limitada ilustrará muchos de los aspectos de la colonización en la Amazonía brasileña en general, aunque sea necesario usar siempre de cautela para extender conclusiones basadas en una área geográfica limitada. El área para investigación de la capacidad de soporte humano, presentada en más detalles en el Capítulo 5, consiste de una parte del área administrativa del INCRA de Altamira (PIC-Altamira) localizada a lo largo del trecho Altamira-Itaituba de la carretera. Fue delimitada, dentro de ese trecho, una área de estudio intensivo de 236 lotes (Figura 4.1).

Fig. 4.1. Mapa del área de estudio intensivo en la carretera Transamazónica indicando los lotes muestreados. De los 236 lotes en el área, 165 (70%) fueron muestreados. El área está centrada en la Agrovilla Grande Esperança, a 50 km oeste de Altamira, Pará.

El esfuerzo de colecta de datos fue basado en la Agrovilla Grande Esperança localizada a 50 km oeste de Altamira, en el Estado de Pará. La Agrovilla está localizada en el municipio de Nova Fronteira a 3° 22' de Latitud sur, 52° 37' de Longitud oeste (Brasil, Presidencia de la República, IBGE, 1978). El área de estudio intensivo incluye los lotes

AREA DE ESTUDIO INTENSIVO EN LA CARRETERA TRANSZAMAZONICA



del borde de la carretera por 15 km, entre el km 43 y 58 (por el DNER, Departamento Nacional de Carreteras de Rodaje, contrario a la medición kilométrica del INCRA) y en todo el largo de tres carreteras vecinales (15/17, 16/18 y 17/19) (Figura 4.2).

Fig. 4.2. Malas condiciones de transporte en las carreteras laterales han dificultado la comercialización de colectas comerciales durante los años iniciales de la colonización. (carretera lateral 17/19, marzo de 1975).

El área en estudio está situada en el altiplano interfluvial de tierra firme entre los ríos Xingú y Tapajós. De acuerdo con el mapa de la vegetación producido por el Proyecto RADAMBRASIL, el área de estudio intensivo atraviesa cuatro tipos diferentes de bosque tropical.¹ Las listas de especies de esos tipos de vegetación basadas en levantamientos hechos por el IBDF en el área de Altamira-Itaituba (pero fuera del área de estudio intensivo del estudio actual) indican números de especies variando de 63 a 85 para árboles con diámetros a la altura del pecho de por lo menos 25 cm. Los volúmenes de madera para los tipos de bosque varían de 81 a 114 m³/ha (Brasil, Ministério da Agricultura, IBDF, 1975: 52-54). Los datos del IBDF muestran una variación considerable entre cuadras de una hectárea, confirmando observaciones de campo casuales. La variación de la biomasa del bosque afecta no sólo el valor potencial de la madera como también aumenta la variabilidad de necesidades de mano-de-obra para derrumbada y posiblemente a los insumos de nutrientes provenientes del quemado.

El relieve topográfico en el área es altamente variable.



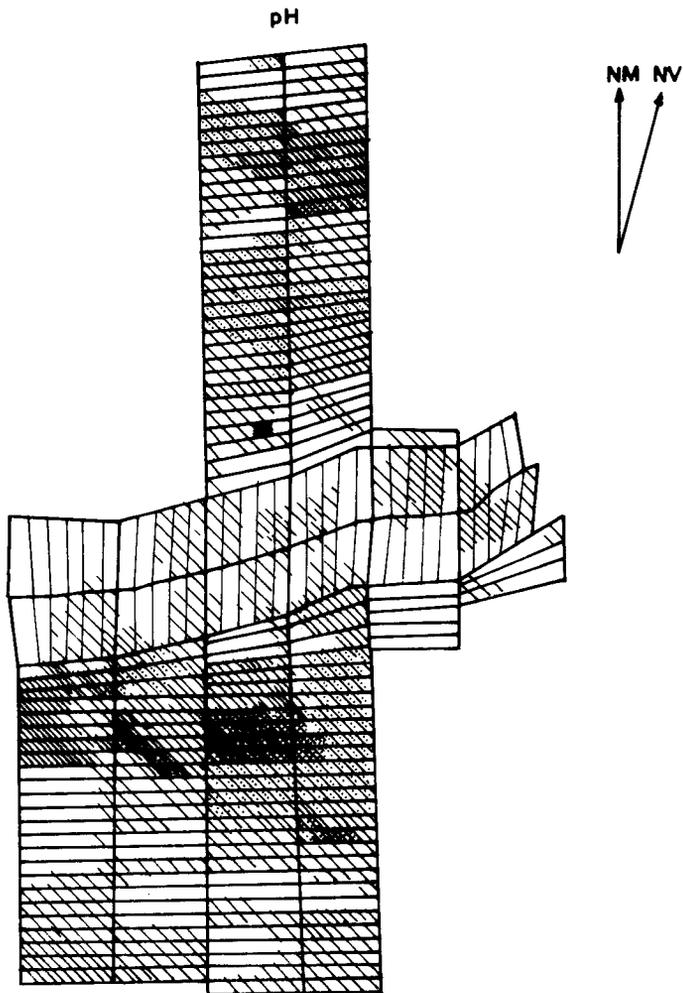
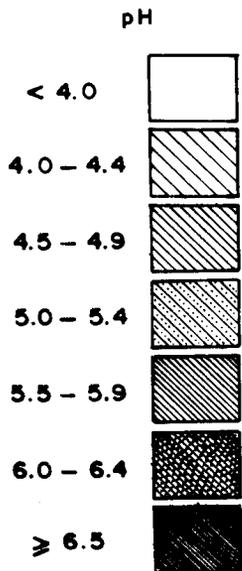
Algunos colonos poseen lotes casi planos, pero la mayoría tiene severas limitaciones causadas por cuestas empinadas. Las cuestas inclinadas no sólo imposibilitan cualquier perspectiva de agricultura mecanizada como también abrigan un considerable potencial de erosión especialmente bajo cultivos anuales.

Los suelos del área, así como muchos otros aspectos del ambiente, son muy fraccionados (Figura 4.3). No es difícil para los colonos tener diversos tipos de suelo dentro de sus lotes de 100 hectáreas. Los suelos del área incluyen tanto algunas áreas de tierra roxa, el mejor tipo de suelo, como también áreas mayores de tipos de suelo más pobres, tales como el "latosol amarillo" (de acuerdo con Brasil, Ministério de las Minas y Energía, proyecto RADAMBRASIL, 1974: Vol. 5).² La presencia de grandes áreas de tipos de suelo más pobres en área de estudio intensivo, suelos que son mucho más comunes en la carretera Transamazónica como un todo de que la tierra roxa, hace con que la información del suelo y de la producción del actual estudio sea más representativa de la carretera de que los resultados de estudios hechos en áreas de tierra roxa. La mayoría de los visitantes del área de Altamira solamente ven las agrovillas, localizadas en tierra roxa, en el km 23 y 90. La mayoría de los investigadores que ya trabajaron en el área de Altamira-Itaituba también se concentraron en esas áreas relativamente pequeñas de tierra roxa (e.g. Homma, 1976; Homma et al., 1978; Moran, 1975, 1976, 1981; Smith, 1976b, 1978, 1982). La principal estación de investigación agrícola del gobierno en el área también está localizada en la tierra roxa.

Fig. 4.3. Mapa de pH del suelo bajo bosque virgen en el área de estudio intensivo en la carretera Transamazónica. La mayoría de los suelos son extremadamente ácidos, pero la variabilidad es alta. (Fuente: Fearnside, 1984b).

El clima de la región es clasificado como Aw en el sistema Köppen (Pereira & Rodrigues, 1971). Una media de 36 años de lluvias anuales en Altamira es de 1697 mm (Falesi, 1972a: 11). La intensidad de la estación seca varía grandemente de un año para otro (Figura 4.4). La división entre las estaciones seca y húmeda no es definida y ni se puede predecir con precisión. Esos hechos suman a la variabilidad en las calidades de la quema en las rozas agrícolas. Las estaciones meteorológicas mantenidas por la EMBRAPA en el km 23 y 101 al oeste de Altamira demuestran considerables diferencias entre los totales diarios y hasta mensuales de lluvias.

AREA DE ESTUDIO INTENSIVO EN LA CARRETERA TRANSAMAZONICA



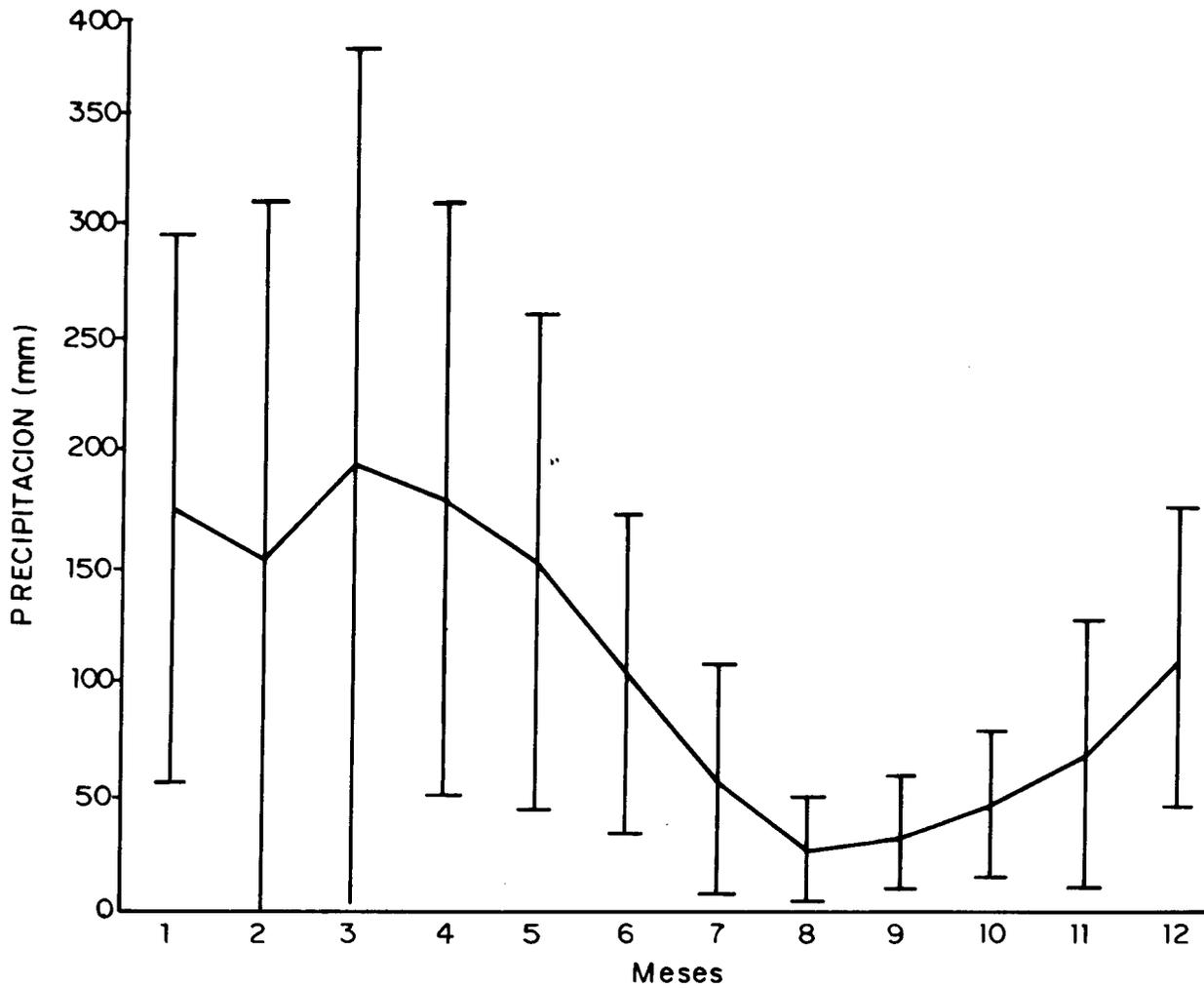
AREA TOTAL : 23600 Hectareas

ESCALA  3 km

Fig. 4.4. Promedios y desvíos padrones de las lluvias mensuales para Altamira (1931-1976). (Fuente: Fearnside, 1984c).

COMPARACION CON OTRAS AREAS TROPICALES

Primero, es preciso considerar la representatividad del área en estudio como una muestra de la carretera Transamazónica como un todo. En esa escala, como en cualquier otra, es importante percibir que no existe tal cosa como una área "típica", pues todas las áreas tienen diferencias únicas y importantes. El área en estudio, entretanto, tiene muchas características que son comunes a la mayoría de las áreas colonizadas en la carretera Transamazónica. Los suelos son en la mayoría pobres, al revés de ser la incomún y fértil tierra roxa. No existe concentración de un único grupo de inmigrantes, como colonos gauchos o de cultura japonesa. El área no tiene instalaciones del gobierno o industrias que ofrecen oportunidades de empleo fuera. El área también es suficientemente lejos de los centros urbanos para escapar cualquier efecto especial de disponibilidad de mercados y de las oportunidades de empleos que no se adaptarían a la mayoría de las áreas; aunque algunos productos sean vendidos para suplir Altamira (a 50 km de distancia) y a Agropolis Brasil Novo (a 10 km de distancia), a mayoría de la distribución de la tierra es para culturas a ser comercializadas con el gobierno o intermediários que aparecen en el tiempo de la colecta, más de que, por ejemplo, la feria semanal de Altamira. Esa es la situación más común en la carretera Transamazónica, donde las distancias entre los



centros urbanos son grandes. El área en estudio también no ha tenido una promoción intensiva de culturas únicas, tales como el área de cultivo de caña de azúcar en el km 92 oeste de Altamira.

El área en estudio, representativo de la Amazonía brasileña como un todo, tiene muchas características comúnmente encontradas, aunque el número de diferencias aumente a medida que nos dislocamos más lejos. El área tiene solamente bosque húmedo de tierra firme, la clase más común de vegetación natural en la Amazonía, y no tiene ninguno de los tipos de vegetación de la várzea o de cerrado. El suelo pobre del área en estudio es semejante en fertilidad al que cubre la gran mayoría de la Amazonía brasileña, pero no se compara, por ejemplo, con algunas áreas colonizadas en Rondônia con suelo acentuadamente más fértil (aunque el montante de suelo fértil en Rondônia sea mucho menor de que popularmente se crea). Las dificultades con comercialización, burocracia del gobierno y transporte son seguramente típicas de la región como un todo. Los variados tipos de asistencia dados por el INCRA en los años iniciales del programa de colonización y que han disminuido desde entonces, tornan la experiencia de colonización aquí un tanto diferente del que se puede esperar de muchas iniciativas de colonización actuales y futuras. El propio hecho de que la colonización del área sea una colonización dirigida en vez del padrón más generalizado de ocupación de posseiros no dirigida, torna el área atípica de áreas pioneras en general. La lucha violenta sobre reivindicaciones conflictivas de tierras ha sido relativamente rara en el área de colonización. Comparado con Rondônia, pocos lotes tienen más de que una familia de moradores y agregados.

Como un representante de los trópicos húmedos en general, el área en estudio tiene algunas características que son, y algunas que no son, generalizables para otras áreas. La economía comercial abierta de los colonos es muy común a través de los trópicos y se está tornando aun más, a la medida en que grupos aislados continúan siendo integrados en las economías nacional y mundial. Muchos investigadores han procurado sistemas tan cerrados cuanto posible, tales como las áreas donde aun se practica la cultura migratoria más o menos en la forma tradicional. El estudio actual es más ampliamente representativo de que esos, aunque la complejidad del sistema aumente la necesidad de datos y las incertumbres. El tamaño uniforme de los lotes en el esquema de colonización es diferente de la mayoría de los padrones de ocupación en

otras partes de los trópicos, aunque las diferencias de clases sociales y económicas existan dentro de la población de colonos en el área y están continuamente creciendo (Fleming-Moran & Moran, 1978). Los problemas de comercialización, de burocracia y de transporte son comunes en áreas de colonización por toda la América Latina (Nelson, 1973).

Los problemas agrícolas, como suelo pobre, insectos, plagas y enfermedades en las culturas son comunes en la mayor parte de los trópicos húmedos. Los suelos muy ácidos del área en estudio son típicos de la Amazonía. Esos suelos son diferentes, entretanto, de los de muchas áreas tropicales y presentan obstáculos diferentes al desarrollo agrícola. Los suelos del área en estudio, por ejemplo, son más pobres de que muchos de los suelos volcánicos en la América Central, o de que los suelos de las tierras montañosas en Papúa-Nueva Guinea, que son algunas veces cultivados bajo cultura migratoria con tiempos de cultivo que llegan a 30 años. El suelo del área en estudio presenta problemas diferentes de los suelos menos ácidos de gran parte del África tropical. En el África, la quema puede elevar los niveles de pH hasta el punto en que las culturas sufren de deficiencia de hierro debido a la reducción de la disponibilidad en condiciones alcalinas (Sánchez & Buol, 1975), mientras que en el área de la carretera Transamazónica la quema inevitablemente resulta en mejores colectas por la minimización de tales correlatos de la alta acidez como la toxicidad de aluminio y la disponibilidad reducida de fósforo. La gran importancia de la calidad de quema descubierta en el área en estudio probablemente no se aplica a las áreas donde, o los problemas de acidez del suelo son menos severos, o las condiciones más favorables de tiempo resultan en mejores quemados. En una localidad en Venezuela, por ejemplo, la descomposición lenta del tapete muy denso de raíces de un bosque húmedo es vista como la más importante fuente de nutrientes de suelo después de la derrumbada (Herrera *et al.*, 1978) y, por implicación, la ceniza proveniente de la quema asume un papel menos crítico.

Al comparar el área de Altamira con otras partes de los trópicos es importante también recordar el efecto de la altitud en la limitación de la producción agrícola, bien como la natural (Janzen, 1973b). La altitud de Altamira próximo al nivel del mar (75 m en la ciudad de Altamira y aproximadamente 100 m en el área de estudio intensivo) significa que la producción líquida es mayor de que en

altitudes más altas, no obstante más baja de que en el ámbito de altitud media donde se concentran muchas poblaciones humanas en áreas tropicales. En altitudes bajas, la alta respiración tanto a la noche cuanto de día resulta en una productividad primaria líquida más baja (relativa a las altitudes medias) y excedentes menores para portar animales, incluyendo humanos. Tanto las enfermedades humanas cuanto las de las culturas son problemas mayores en altitudes bajas de que en altitudes medias. Otros aspectos del ambiente físico en Altamira, como la extrema variabilidad de la lluvia (incluyendo tanto la lluvia excesiva cuanto la seca) son compartidos con algunas, pero no todas, áreas tropicales.

En resumen, aunque ningún estudio pueda ser verdaderamente representativo, ni de la carretera Transamazónica y ni de la Amazonía brasileña o de los trópicos como un todo, el área escogida para el actual estudio tiene características que son comunes a muchas otras áreas. El área en estudio también tiene pocas características que inmediatamente la identifican como atípica de la región Amazónica brasileña o del proyecto de desarrollo del cual forma parte. El estudio de la capacidad de soporte en la carretera Transamazónica fue proyectado con la intención básica de responder a preguntas fundamentales acerca de la capacidad de soporte humano en vez de ser una pesquisa para producir cifras aplicables a una área tan grande cuanto posible. Aunque las conclusiones sobre la capacidad de soporte no puedan ser simplemente extrapoladas para otras áreas, muchos de los aspectos de modelaje son transferibles, mismo para áreas con claras diferencias del área en estudio.

METODOS

COLECTA DE DATOS

Los métodos de campo fueron refinados durante el proyecto para llegar a un procedimiento sistemático en la colecta de datos para los programas de simulación de capacidad de soporte. Entrevistas informales conducidas con los colonos y con los representantes oficiales del gobierno en 1973 resultaron en dos cuestionarios: uno, destinado a extraer información relevante sobre los orígenes de los colonos, demografía, padrones de consumo, conexiones con la economía comercial y decisiones de uso de la tierra; el segundo para registrar el uso de la tierra y la historia de la producción de cada roza marcada. Los cuestionarios fueron

revisados durante el trabajo de campo para reducir la cuantía de información colectada sobre la distribución de productos y conexiones con la economía comercial, y aumentar el detalle de la información sobre los problemas agrícolas relacionados con las producciones de las rozas marcadas. La información discordante que no podía ser confirmada fue descartada. El trabajo de campo duró de mayo de 1974 hasta agosto de 1976, con 32 visitas subsecuentes en el área entre junio de 1978 y noviembre de 1986.

El espacio cultural que separa los colonos de personal del gobierno precisa ser transpuesto, para obtener información confiable. Un factor importante para transportar ese espacio fueron las pernoctadas en las casas de los colonos, necesarios por la larga distancia entre algunos lotes de la agrovilla que sirve como base de las operaciones (algunos quedan a 16 km de distancia) pues la mayor parte del estudio fue hecha a pie. Fueron dados a los colonos resúmenes escritos de los resultados de los análisis del suelo hechas en sus lotes, lo que encorajó la confianza y la cooperación.

Fue especialmente provechosa la buena memoria de los colonos en lo que dice respecto a los detalles de los problemas agrícolas y producción, probablemente por que casi todos los colonos eran novatos en la agricultura del área. Agricultores en áreas de agricultura tradicional, o en áreas pioneras más antiguas, frecuentemente no consiguen recordar informaciones, como cuantos sacos de arroz fueron cogidos de una dada roza en un año anterior. Por causa del financiamiento bancario y por el uso de culturas anuales como labranzas comerciales, los colonos de la carretera Transamazónica generalmente plantan áreas mayores de que los agricultores de subsistencia tradicionales. La información sobre la producción por hectárea de una única colecta es mucho más confiable de que cuando se cogen pequeñas cuantías o cuando la colecta es hecha un poco de cada vez.

Durante los últimos meses de trabajo de campo inicial, los locales previamente muestreados fueron visitados para evaluación de las mudanzas del suelo. La información registrada con cada muestra incluía un sistema de código para el local y una malla como mapa rudimentario para facilitar la localización de la posición de muestras anteriores. Cuatro asistentes de campo hicieron entrevistas adicionales y verificación de informaciones. Un sistema de códigos de certezas permitió la separación de la información reunida por

los asistentes de la información reunida por el autor en cualquier punto durante el análisis de los datos (Fearnside, 1985a).

Las observaciones y conversaciones informales con los colonos fueron relatadas en anotaciones de campo. Esa información provee estimativas para una amplia variedad de ítems que no podrían ser incluidos en los cuestionarios formales.

El área de estudio intensivo fue cuidadosamente seleccionada como una tajada transversa del proyecto de colonización a fin de equilibrar tanto las dificultades del acceso al mercado, un factor importante para los lotes lejos de la carretera, cuanto la calidad del suelo (los mejores suelos en esa área ocurren en fajas aproximadamente paralelas a la carretera principal). La gran variabilidad en la población de los colonos, de los suelos, de la topografía, de las condiciones de transporte y de otras características del área hacen con que esté siempre presente el peligro de vicio a partir de una muestra no representativa. Al mismo tiempo, esa consideración tenía que ser pesada con los problemas prácticos asociados con la busca de un padrón rígido de muestra aleatoria o aleatoria estratificada. Las dificultades de transporte y la importancia de establecerse una comunicación con los colonos militaban contra tal procedimiento. Entrevistadores que saltan de carros sin cualquier aviso no pueden esperar una cooperación completa de colonos que ellos nunca vieron; aun más, tiempo precioso de muestra sería perdido yendo para lotes escogidos aleatoriamente solamente para descubrir que los colonos no estaban allí. Fue por eso decidido conservar los números de lotes en el borde de la carretera y en las carreteras laterales equilibradas tanto cuanto posible a través de la colecta de datos, pero aprovechar lo máximo posible todas las oportunidades para entrevistar los colonos y muestrear los lotes. La alta densidad de muestras, con 70% de los lotes del área en estudio intensivo muestreados, ayudó a minimizar la posibilidad de vicio en la muestra. De los 236 lotes en el área en estudio intensivo, 165 fueron muestreados durante el trabajo de campo inicial, usado para la estimativa de los parámetros del modelo, con más 12 muestreados fuera del área de estudio intensivo. En 131 de esos, la información, a nivel de lote, fue obtenida a partir de entrevistas con el colono. La densidad de la muestra también permitió el modelaje de la variación en la calidad del suelo en pequeñas distancias. La meta del estudio (la elucidación de las

propiedades subyacentes de los agro-ecosistemas tropicales que afectan la capacidad de soporte) torna apropiada prueba intensiva de una pequeña área geográfica.

Fueron tomadas más de 900 muestras de superficie del suelo para predecir las producciones de las culturas y las mudanzas de los suelos bajo diferentes tratamientos. Las muestras eran compuestas de columnas de suelo quitados con un muestreador de suelo tipo tubo a una profundidad de 20 cm en un mínimo de 15 locales en cada roza. Los mapas de la calidad inicial del suelo (bosque virgen) fueron hechos usándose tanto la información de las muestras de 0-20 cm cuanto los datos de las profundidades equivalentes de una serie de 151 perfiles de suelo,³ cada una cogida en un local usando un muestreador de suelo "holandés", con las muestras analizadas a tres para cuatro profundidades en los perfiles de 120 cm. Los análisis de suelo fueron hechas en Belém, Pará, por el laboratorio do CPATU (Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Húmido). Los métodos de laboratorio, descritos en detalle por Guimarães *et al.* (1970), fueron el método de Carolina del Norte para fósforo; el método de Kjeldhal para nitrógeno; Titurin para carbono; el calcio y el magnesio extraídos con 1 N KCl y titulados con 0.025 N NaOH; el potasio extraído con 0.050 N HCl y 0.025 N H₂SO₄ y determinado en un fotómetro de llama; el pH determinado en agua con un potenciómetro.

Algunas de las informaciones sobre factores meteorológicos y el financiamiento fueron obtenidas a partir de fuentes gubernamentales. La información de esas fuentes no fue usada en otras partes del estudio. Los datos fueron obtenidos a partir del trabajo de campo para suelos, quemados, erosión y producciones de arroz, maíz, fríjol (*Phaseolus*), fríjol-de-cuerda (*Vigna*), yuca brava y yuca dulce. Datos de la producción de cacao, pimienta-del-reino, pastos y caza, bien como muchos de los datos del sector poblacional fueron basados en literatura.

ANALISIS DE DATOS

Fue preparado un paquete de 50 programas y subrutinas FORTRAN específicamente proyectadas para la manipulación de las necesidades de datos del KPROG2 (Fearnside, 1985a). En ese paquete, las rutinas relacionadas con la predicción de la producción de culturas se combinaron con los resultados de los suelos con datos apropiados sobre producción, plagas, tratamientos, hierbas dañinas, enfermedades, densidad,

consorcios, etc. Fueron hechos los cálculos de los días gastos en las varias combinaciones de consorciación, directamente a partir de la información de datos del plantío y de la colecta codificada a partir de los formularios de muestra de suelo. La información del ataque de plagas fue clasificada y los códigos de intensidad de ataque para diferentes insectos y vertebrados fueron tabulados por el aprendizaje en el ciclo de vida de la cultura. Las informaciones relacionadas con factores meteorológicos, calidad y mudanzas del suelo, quemados, erosión y otros factores fueron clasificadas y fueron efectuados varios cálculos. Las salidas son de tal manera que pueden ser leídas directamente por paquetes estadísticos.

Fueron ejecutadas análisis estadísticas usándose el Sistema Interactivo de Análisis de Datos de Michigan, MIDAS (Fox & Guire, 1976; University of Michigan, 1976b). Los datos fueron estratificados por códigos de certeza, donde fue apropiado, y los casos con datos de ataques de plagas, variedades, enfermedades, combinaciones de consorcios, etc., fueron excluidos en la selección de los subconjuntos finales de datos para uso en cada análisis. Solamente una pequeña fracción del número total de casos y las variables pertenecientes a cada caso fue usada en cualquier una de los análisis. La mayoría de los cálculos de producción se apoyó pesadamente sobre la regresión, con el uso de la regresión de variables "dummy" para los efectos de la calidad de la quema. Las calidades de la quema fueron predichas a partir de datos del clima usándose análisis discriminante (Fearnside, 1986f).

MODELAJE DE PRODUCCIONES DE CULTURAS

CULTURAS ANUALES

Las culturas anuales han sido el cimiento principal de la producción agrícola en la primera década de la ocupación de la carretera Transamazónica. Prácticamente, todos los colonos plantan culturas anuales, mientras que aquellos que consiguieron financiamiento plantan culturas perennes tales como cacao y pimienta-del-reino. Las culturas anuales no han producido las altas producciones y excedente agrícola profetizados por los proyectistas del gobierno en el lanzamiento del programa. Ese tan hablado fracaso ha sido aprovechado para justificar el abandono de los planes de expansión para los proyectos de ocupación agrícola por colonos, siendo estos substituidos por programas de desarrollo de la región por grandes empresas. Más allá de

los problemas económicos, los obstáculos institucionales para financiamiento y para la comercialización y la falta de transporte, contribuyeron pesadamente para los resultados pobres (Bunker, 1979, 1980a,b; Fearnside, 1982b; Moran, 1981; Wood & Schmink, 1979). Los problemas agronómicos, de cualquier manera, también desempeñaron un papel importante; las dificultades de los colonos son la sumatoria de todos los factores contribuyentes, tanto agronómicos cuanto sociales.

El arroz de terreno elevado (Oryza sativa) fue afectado por muchos de los problemas agronómicos, entre otros, de la agricultura en la carretera Transamazónica. A pesar de los retornos pobres, el arroz permanece siendo la cultura más importante para la mayoría de los colonos de la carretera Transamazónica. Un mirar más demorado sobre como las producciones de arroz son modeladas irá demostrar los tipos de problemas agrícolas encontrados por los colonos y la relación de las producciones de la cultura con otras partes del sistema. Más tarde, el modelaje para cacao, una de las culturas perennes sobre las cuales los proyectistas y colonos cuentan con una producción lucrativa y sustentable, irá mostrar problemas adicionales posibles de aumentar en importancia a la medida en que el área se desenvuelve.

Las producciones de arroz son simuladas en los modelos de la capacidad de soporte a partir de una regresión múltiple, después de atribuciones apropiadas de valores para variables independientes. Subsecuentemente, las producciones previstas a partir de la regresión son ajustadas para los efectos de multiplicadores para representar pérdidas a partir de varios problemas agrícolas, excluidos del conjunto de datos usados en la regresión inicial.

El primero paso en la simulación de producciones es atribuir valores iniciales de 1.0 (indicando que no ha pérdida) para los multiplicadores que representan enfermedad, acamamiento, variedad del arroz, plantío fuera de la época, germinación pobre y consorciación con otras culturas que en el maíz, yuca o pasto (ver Tabla 4.1). Los multiplicadores de enfermedad, acamamiento y variedad son determinados solamente una vez para cualquier dado lote y año. La densidad de la plantación de arroz es determinada basada en una densidad media de 87.46 mil hoyos/ha (sin pasto) (DP=47.08, N=255 rozas). Los multiplicadores para consorciamento de pasto, yuca y otras culturas consorciadas son determinados de acuerdo con el uso de la tierra en el trecho. Los multiplicadores para cada problema agrícola

TABLA 4.1. Sumário de las Categorías Excluidas de la Regresión para Producción de Arroz

Condición	FRECUENCIA		DENSIDAD DEL ARROZ (1,000/ha)			EFECTO SOBRE LA PRODUCCION (proporción de la producción prevista)	
	Porcen- taje	N (total)	Promedio	DP	N	Promedio	N (en la categoría)
YUCA CONSORCIADA	10,1	306	93,05	44,59	28	1,080	19
PASTO CONSORCIADA	2,9	306	83,73	33,99	7	0,814	4
OTRA CULTURA CONSORCIADA(a)	1,6	306	73,22	14,68	5	0,815	2
GERMINACION POBRE	4,7	306				0,793	2
ENFERMIDADES							
HIBRIDO (IAC-1246, IAC-101)	1,9	211					
TRADICIONAL (canela de ferro)	12,0	25					
OTRA (no barbalha) ^(b)	14,3	5					
EFFECTO ENTRE VARIEDADES (no barbalha) ^(b)	--	--				0,806	5
ACAMAMENTO							
HIBRIDO (IAC-1246, IAC-101)	13,3	211				0,760	7
OTRA (no barbalha) ^(b)	0.0	39					

VARIEDADES PLANTADAS					
HIBRIDO (IAC-1246, IAC-101)	84,4	183		1.000	(c)
TRADICIONAL (canela de ferro)	10,0	183		1.000	(c)
OTRA (no barbalha) ^(b)	5,6	183		0,823	
FECHA DEL PLANTIO FUERA DE ÉPOCA					
(noviembre, marzo, abril)	3,4	290		0,168	2

a) Además de maíz, yuca o pasto.

b) Variedad de arroz barbalha, distribuida por INCRA en 1973 está excluida. Barbalha resulto en fracaso generalizado de la cultura (producción media=21.4% de la producción prevista para IAC-1246).

c) por definición.

fueron calculados a partir de datos como la proporción media de la producción, prevista por la regresión, obtenida en rozas afectadas por el problema.

Si el arroz fue consorciado con el maíz (o con maíz y alguna otra cultura), la densidad del maíz es determinada basada en un media de 3,507 plantas/ha (DP=3,444, N=126 rozas). La variedad del arroz es determinada como híbrido (IAC-1246 o IAC-101), tradicional (canela de hierro), u otro, basado en las frecuencias de ocurrencia. Los multiplicadores de enfermedad y acamamiento entonces son determinados usándose la frecuencia de la ocurrencia de esos problemas para cada variedad de arroz. Las determinaciones de la ocurrencia de cada uno de los problemas agrícolas listados en la Tabla 4.1 son basados en la frecuencia de la ocurrencia en los datos de la muestra.

Los multiplicadores y la regresión de la producción de arroz son derivados de datos de campo en un conjunto inicial de datos de 306 rozas de arroz. Los datos que cayeron dentro de las categorías siguientes fueron eliminados como no válidos: 1) datos de rozas con áreas de menos de 1 ha, que son menos confiables del que rozas mayores debido a los errores relativamente mayores de las estimativas de producción y área; 2) cualquier dato considerado cuestionable debido a contradicciones o imprecisión en la respuesta del colono; 3) datos basados sobre producciones calculadas por los colonos para el arroz cogido y empilado, pero no batido y ensacado; 4) datos incompletos para producción, área, densidad, densidad del maíz, o carbono, fósforo o aluminio en el suelo; y 5) densidades del plantío de arroz fuera del ámbito de valores en estudios de estaciones experimentales, que fueron usadas para derivar producciones "máximas" previstas para cada variedad a diferentes densidades. Las categorías de datos válidos excluidos de la regresión fueron: 1) rozas consorciados con yuca; 2) rozas consorciados con pasto (no existían casos reales en las categorías de datos usables); 3) rozas consorciados con otras culturas que en el maíz, yuca o pasto; 4) rozas con relatos de acamamiento; 5) rozas con relatos de problemas de germinación (ningún caso real en las categorías de datos usables); 6) rozas plantadas fuera de la estación adecuada (que incluye diciembre, enero y febrero); y 7) rozas con variedades de arroz que no IAC-101, IAC-1246, o canela de hierro.

En los casos en que la densidad de la plantación de arroz no es conocida a partir de mediciones de campo

directas, la densidad es calculada usándose una regresión sobre el peso de las semillas plantadas por hectárea. Cuando avalorando los efectos del suelo, las producciones de arroz son expresadas como las proporciones de las producciones esperadas, interpoladas a partir de las producciones de la estación experimental para la variedad y densidad de plantío apropiados. En la representación de los efectos de las características del suelo, son ajustados altos niveles de nutrientes para representar el efecto reducido de los nutrientes presentes en cantidades más que suficientes. Los niveles de carbono del suelo son ajustados para 2.0, significando que casos con el porcentual de peso seco del carbono más altos que 2.0 son atribuidos valores de 2.0. Eso está de acuerdo con el modelo de respuesta lineal y altiplano para la predicción de producciones de culturas a partir de nutrientes del suelo (Waugh et al., 1975). El valor del porcentaje de 2.0, usado como el nivel crítico para el carbono por todo el estudio, es considerado seguramente encima del posible valor crítico (así subestimando la respuesta para el carbono), pues un valor de 1.2% de carbono es considerado alto para culturas en general en el Brasil (Catani & Jacintho, 1974: 33-34).⁴

El nivel crítico de fósforo usado para propósitos de simulación fue 12.0 ppm (aunque ninguna de las rozas de arroz en la muestra tuviese realmente fósforo tan alto en el suelo). Ese valor fue seleccionado seguramente encima del valor de 10.0 ppm considerado alto para culturas en general en el Brasil (Brasil, IPEAN, 1966; Catani & Jacintho, 1974; 33-34; padrones del Servicio Brasileño de Pruebas de Suelo para Minas Gerais como fueron citados por North Carolina State University, Soil Science Department, 1974: 149).

La regresión para predecir la producción de arroz con cáscara es dada por:

$$Y = 0.60 A - 1.52 \times 10^{-5} B + 1.67 \times 10^{-2} C \\ - 9.47 \times 10^{-2} D - 6.03 \times 10^{-3}$$

donde:

- Y = producción de arroz (proporción de la producción en la estación experimental)
- A = carbono (% de peso seco, ajustada para 2.0)
- B = densidad del maíz (plantas/ha)
- C = fósforo total (ppm, ajustada para 12.0)

$$D = \text{aluminio (Al}^{+++} \text{ en meq/100g)} \\ (p < 0.05, r = 0.78, EP = 0.2029, N = 17).$$

La relación dada por esta ecuación es aplicada en la simulación primeramente determinándose producciones de la estación experimental de acuerdo con la variedad previamente determinada y la información de la densidad del plantío. Es calculada la producción prevista y el error padrón de la estimativa (EP) es usado para generar una producción prevista incluyendo efectos de factores que no fueron específicamente excluidos del conjunto de datos para la regresión. Es calculada una producción máxima esperada (en kg/ha) por la multiplicación de la producción de la estación experimental (en kg/ha) por la producción prevista (una proporción). La producción de arroz en kg/ha es calculada multiplicándose la producción máxima esperada (kg/ha) por los multiplicadores para acamamiento, estación, pasto, otras culturas consorciadas, germinación y enfermedad. Finalmente, es hecho un ajustamiento para progreso tecnológico multiplicándose la producción de arroz por el valor obtenido para el arroz en cálculos separados para progresos tecnológicos, tales como el aumento en producciones de base a través de programas de mejoramiento genético.

Otras culturas tienen problemas agronómicos diferentes. Maíz, por ejemplo, es severamente limitado por ratas (ver Tabla 4.2; Fearnside, 1979d, y Apéndice) mientras que enfermedad es el mayor problema para el frijol Phaseolus (Apéndice), pimienta-del-reino (Fearnside, 1980a y Apéndice) y cacao.

CULTURAS PERENNES

Las producciones de cacao son predichas a partir de una regresión de pH del suelo basada en datos para producciones en Trinidad (Chatt, 1953, citado por Fonseca et al., 1969) pues el cacao plantado en el área de estudio intensivo era nuevo en demasía para producir a niveles maduros en la época del trabajo de campo. La producción es predicha a partir de la regresión dada por:

$$Y = 193.21 A - 744.29$$

donde:

Y = producción del cacao (kg almendras secas/ha/año)
A = pH del suelo

($p < 0.05$, $r = 0.73$, $EP = 123.74$, $N = 8$).

Aunque la variación de los valores del pH en el conjunto de datos fuese de 4.9-6.7, los valores muy altos de pH en la simulación son ajustados para un valor crítico de 7.5, lo que está encima de los niveles mínimos en muchos países (Hardy, 1961, citado por Fonseca et al., 1969). La variabilidad es introducida usándose el error padrón de la estimativa.

Las producciones de cacao predichas usándose la regresión basada en los datos de Trinidad son entonces multiplicados por un factor de corrección para ajustar las diferencias, tales como variedad, clima y prácticas de sombreado, que pueden resultar en diferentes niveles de producción entre los dos países. El factor es derivado dividiéndose la producción óptima (fertilizada) de cacao esperada en la carretera Transamazónica de 1,600 kg de almendras secas/ha/año (Costa et al., 1973: 25) por la producción máxima en los datos de Trinidad de 710 kg de almendras secas/ha/año.

Después, es hecho un ajustamiento para los que los efectos de edad representen las producciones disminuidas en el cacao inmaduro. Las proporciones de la producción madura esperada son: 1 año = 0.00; 2 años = 0.125; 3 años = 0.375; 4 años = 0.750; 5 o más años = 1.000 (Costa et al., 1973: 25). La vida productiva del cacao en la Amazonía ha sido calculada en 80-100 años (Morais, 1974b: 7.5); cacao simulado muere si alcanza la edad de 90.

Los efectos de enfermedades son incorporados para la enfermedad del podrido pardo (Phytophthora palmivora) y la escoba de bruja (Crinipellis perniciosus, sin. Marasmius perniciosus). La probabilidad de que la escoba de bruja (si establecida) venga atacar el cacao es 0.13, y si no establecida es 0.03 (Fearnside, 1978: 335); la probabilidad que la podrido pardo (si establecida) venga atacar el cacao es de 0.29 y, si no estuviera establecida, es de 0.11 (Fearnside, 1978: 339). Ambas enfermedades estuvieron ahora establecidas en el área de estudio. La probabilidad de que el cacao enfermo muera de escoba de bruja es de 0.29 y de que el cacao muera del podrido pardo es de 0.00 (Fearnside, 1978: 335, 339).

Si un trecho es atacado por una de esas enfermedades, la producción será reducida mismo si los árboles del trecho no estuvieran completamente muertas. El multiplicador para la

enfermedad del podrido pardo, si el trecho fuera atacado, es de 0.455, basado en la proporción media de la producción de los árboles saludables en ensayos de variedad en Ghana para cinco variedades testadas (Dakwa, 1974). Para la escoba de bruja, el valor es de 0.5, basado en la suposición de que las ramas de un árbol, una vez atacados, mueren a una tasa constante, mientras que las ramas no afectados continúan a producir a niveles normales.

Después de calcular las producciones de cacao con todos los efectos multiplicadores encima, es hecho un ajuste final para la mudanza tecnológica, usándose multiplicadores de tecnología derivados para cada variedad cultivada, por la multiplicación del número de años pasados desde el comienzo de la simulación por el incremento de la producción, acrecentándose esto a la producción inicial y dividiendo el resultado por la producción inicial (ver Tabla 4.3).

SECTOR DE DISTRIBUCION DEL USO DE LA TIERRA

Las simulaciones para la distribución para culturas de subsistencia y comerciales son simplificaciones del sistema real, incluyéndose solamente las características consideradas más importantes. La distribución para experiencias con culturas, métodos, o variedades nuevas no está incluida en la actual versión de los modelos, pues las áreas envueltas son pequeñas y los progresos en la producción son modelados implícitamente por los factores de corrección tecnológica en subrutinas de producción de cultura.

Las distribuciones de subsistencia son basadas sobre áreas de arroz, maíz, fríjol y yuca, necesarias para producir cantidades específicas para consumo directo por la familia del colono simulado, con una margen de seguridad para protección contra colectas pobres (Apéndice). Aprendizaje permite al colono simulado ajustar cuantías distribuidas, incluyendo la margen para los años pobres, basado en la experiencia de los colonos en el área (Apéndice). Los padrones de nivel de consumo, riesgos aceptables y producción de cultura son especificados o calculados en otras partes del programa.

El procedimiento de distribución de la cultura comercial usado en los modelos de capacidad de soporte, en vez de seguir un procedimiento de decisión "racional", es basado en frecuencias observadas de diferentes estrategias entre los

Tabla 4.3. Datos para el Cálculo de los Factores de Mudanza Tecnológica

	PRODUCCIONES ANUALES INICIALES (kg/ha)	AUMENTOS ANUALES (kg/ha)	REFERENCIA
CULTURAS ANUALES			
Arroz (con cáscara)	1.636	36,00	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
Maíz (granos secos)	1.418	18,00	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
<i>Phaseolus</i> (granos secos)	647	1,00	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
<i>Vigna</i> (granos secos)	647 ^(b)	1,00 ^(b)	Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
Yuca brava (harina)	3.477 ^(c)	39,89 ^(c)	
Yuca dulce (harna)	3.477 ^(d)	32,89 ^(d)	
CULTURAS PERENES			
Cacao (amendoas secas)	1.600	24,00	Costa et al.,

			1973: 25; Páez & Dutra, 1974: 4.8-4.9
Pimienta-negra (semillas secas)	5.500	0 ^(e)	Albuquerque <i>et al.</i> , 1973: 26
Pasto con animales (gano de peso vivo do gado)	10,6	1,74	Barcellos, 1974: 6.18

=====

- a) Fertilizado o producción máxima esperada para las variedades actuales en la área.
- b) Presumiu-se *Vigna* semejante a *Phaseolus*.
- c) Convertida para el peso de harina usando-se 23% de recuperación (Smith, 1976b: 157)
- d) Presumiu-se yuca doce (macaxeira) semejante a la yuca brava (mandioca brava).
- e) Ningun valor de incremento disponible para pimienta-negra; presumiu-se cero.

colonos de tipos específicos. Ese abordaje empírico refleja las características observadas del comportamiento del colono: la variedad de combinaciones de uso de la tierra empleadas, por ejemplo, es mucho mayor del que se podría esperar, si cada colono fuese seleccionar solamente las opciones más lucrativas indicadas por un algoritmo "racional", tal como la programación lineal. Los colonos de la carretera Transamazónica son fuertemente influenciados por el lucro esperado de las diferentes estrategias de distribución, pero el camino que es finalmente escogido depende de factores tales como los antecedentes del colono, sus propias experiencias y las de sus vecinos con culturas en el área, oportunidades de financiamiento, etc.

Las distribuciones de cultura comercial en las simulaciones son basadas en cuatro estrategias posibles de desarrollo del lote: culturas comerciales anuales, culturas comerciales perennes, pecuaria y mano-de-obra contratada fuera (ver Tabla 4.4). Esas estrategias de uso de la tierra son relacionadas a cuatro tipos de colonos (Fearnside, 1982b), basadas en la tipología siguiente, elaborada por Moran (1976: 38; 1979b): 1) empresarios, que poseían o administraban tierra antes de su llegada, no migraban frecuentemente, tenían experiencia urbana y poseían muchos bienes durables; 2) agricultores independientes, que eran también propietarios y administradores antes de la llegada y no migraban frecuentemente, pero no tenían experiencia urbana y no poseían muchos bienes durables; 3) agricultores artesanos, que no habían sido propietarios y administradores, migraban frecuentemente, tenían experiencia urbana y habían poseído muchos bienes durables; y 4) agricultores trabajadores, que también no habían sido propietarios y ni administradores y migraron frecuentemente, pero no tenían experiencia urbana y no poseían muchos bienes durables. En el actual estudio, los colonos fueron determinados por estos cuatro tipos, pero usándose solamente los criterios de la experiencia previa como propietarios y administradores y experiencia urbana previa. Ningún dato fue colectado sobre bienes durables o frecuencia previa de migración.

La Tabla 4.4 muestra el padrón observado en el área en estudio para los cuatro tipos de colono. Los colonos simulados escogen diferentes opciones de culturas comerciales basados en las probabilidades de cada opción entre los colonos que adoptan un dado padrón de uso de la tierra (Tabla 4.5). Los colonos del tipo empresario son los que tienen la mayor probabilidad de seguir el padrón de pecuaria, mientras

TABLA 4.4. Probabilidades de Uso de la Tierra Basadas en el Tipo de Colono

Tipo de Colono	Culturas Anuales Comerciales	Culturas Perenes Comerciales	Pecuaría	Mano-de-obra Externa
Empresário	0.50	0	0.50	0
Agricultor Independente	0.55	0.30	0.15	0
Agricultor Artesano	0.79	0.17	0	0.04
Agricultor Trabajador	0.85	0.07	0.03	0.05
N	93	17	8	4

FUENTE: Fearnside, 1980b (1982b).

NOTA: Diferencias en el padrón de uso de la tierra: $p < 0.001$, $\chi^2 = 28.6$, $gl=9$, $N=122$.

TABLA 4.5. Probabilidades de Uso de la Tierra para Culturas Comerciales

	Arroz	Maíz	<i>Phaseolus</i>	<i>Vigna</i>	Yuca Brava	Yuca Dulce	Cacao	Pimienta-negra	Pasto sin Animales	Pasto con nimaes	Numero de Observaciones --- Anos de Hectarea Comercial	Observaciones --- Colonos Anos
Culturas anuales comerciales	0,66	0,09	0,17	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,10	0,00	411,3	85
Culturas perenes comerciales	0,54	0,16	0,02	0,00	0,06	0,00	0,07	0,03	0,12	0,00	148,6	18
Pecuária	0,35	0,03	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,40	0,12	187,4	10
Mano-de-obra externa	0,83	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,0	4
											756,3	117
									TOTAL			

=====

FUENTE: Fearnside, 1980b

NOTA: Las áreas de culturas comerciales son definidas como: encima de 0.5 ha para arroz, maíz, *Phaseolus*, *Vigna*: encima de 0.2 ha para yuca brava o dulce;

que los agricultores trabajadores escogen las culturas comerciales anuales con mayor frecuencia. Desde 1976, el año final para esos datos, mucho más colonos habían adoptado la estrategia de la pecuaria, y un número un tanto menor, pero aun significativo, de colonos había adoptado la estrategia de culturas comerciales perennes.

Tanto para cultura comercial cuanto para culturas de subsistencia la practicabilidad de distribuir la tierra para una dada cultura es determinada por las demandas de capital y mano-de-obra. Las demandas de mano-de-obra para operaciones agrícolas, las cuales son especificadas si serán ejecutadas solamente por adultos masculinos, precisan ser calculadas para cada mes del año por causa de su naturaleza altamente estacional. El valor de los miembros de la familia para el trabajo agrícola es ajustado por la edad, sexo y son hechas correcciones para las pérdidas de mano-de-obra debido a las problemas de salud, y tiempo pasado en hacer arreglos para financiamiento, cazar y trabajar en emprendimientos no agrícolas o empleo fuera (Apéndice). La mano-de-obra contratada puede ser substituida por mano-de-obra familiar, si el colono simulado tiene capital suficiente. Las necesidades de dinero son verificadas en el momento de la distribución, incluyendo la compra de semillas (si las reservas de semillas son insuficientes) y la manutención de culturas ya instaladas en el lote, bien como cualquier costo fijo de las operaciones agrícolas para la cultura que está siendo considerada. Una verificación de la suficiencia del capital y de la mano-de-obra comprueba si el total de la mano-de-obra familiar, mano-de-obra masculina y suministros de capital son adecuados antes de hacer la distribución. Aunque la versión actual de los modelos presuponga que los colonos no excedan los recursos en la distribución de la tierra, tales errores de juzgamiento ocurren realmente entre los colonos en la carretera Transamazónica. Las decisiones de distribución son hechas para cada uno de los muchos "trechos", en los cuales el lote es dividido para propósitos de simulación, con la orden de distribución determinada en parte por la facilidad de preparación de la tierra basada en previas categorías de uso de la tierra. El procedimiento de distribución de uso de la tierra en el KPROG2, incluyendo los valores y justificativas de los parámetros usados, es presentada con mayores detalles en otra parte (Fearnside, 1982b).

SECTOR DE DISTRIBUCION DEL PRODUCTO

SUBSISTENCIA E INVERSION

La distribución del producto es hecha entre el consumo y la inversión, entre inversiones en el desarrollo del lote y otros emprendimientos, y entre compras de bienes durables y no durables. La primera prioridad para los colonos simulados en la distribución del producto es la alimentación suya y de sus familiares. El pagamiento de débitos e inversiones viene después. Las distribuciones de subsistencia son hechas para el consumo que satisfaga las necesidades de la familia, o hasta que el producto sea agotado. Es hecha una pequeña distribución para semillas a ser plantadas en el año siguiente (Apéndice). Son dados márgenes de seguridad para daño esperado de una fracción del producto almacenado, siendo usadas tasas diferentes para el daño de productos almacenados para consumo o venta posterior y los productos normalmente más bien protegidos almacenados para uso como semilla (Apéndice). Los arreglos para la comercialización dejan un margen para la posibilidad de que el transporte para los mercados pueda no ser disponible, dependiendo de la localidad del lote del colono simulado con relación a la carretera principal y el tiempo desde el comienzo de la ocupación (Apéndice).

Las carencias relativas a las necesidades del producto que no son suministradas por la producción del lote son satisfechas por compras, mientras que el dinero estuviera disponible. Es necesaria también una cierta cuantía de dinero para ropas y otros ítems de subsistencia no alimentares (Apéndice).

Después que el dinero para subsistencia es distribuido y cualquier débito que el colono simulado escogió pagar hayan sido cancelados, una parte del fondo remaneciente es invertido. La proporción invertida depende del tipo del colono: empresarios y agricultores independientes invierten proporciones mayores de que los agricultores artesanos y agricultores trabajadores (Apéndice). El restante, incluyendo la mayoría del capital libre del colono, va para consumo.

DIETA DE LOS COLONOS

Las dietas de los colonos en la carretera Transamazónica en media no son más, comparadas con los padrones de la mayoría de las áreas en desarrollo. La dieta media observada, con su valor nutritivo, es mostrada en la Tabla 4.6, junto con la dieta teórica que la familia del colono

TABLA 4.6 Dietas de los Colonos

Ítem	Dieta/Capita Observada			Nutrición/kg ^(a)			Nutrición/Capita/día ^(b)			Dieta/Capita Teórica ^(b)			
	Promedio kg/año)	DP	N	Calorías	Proteína Total (gramos)	Proteína Animal (gramos)	Calorías	Proteína Total (gramos)	Proteína Animal (gramos)	Subsis- tencia ^(c) (kg/año)	Calorías/ día	Proteína Total (g/día)	Proteína Animal (g/día)
ARROZ ^(d)	116.6	64.4	19	2360	53.3	0	753.39	17.02	0	140.6	908.46	20.52	0
FREJOL ^(e)	43.2	19.0	13	3260	191.0	0	385.13	22.56	0	39.3	350.77	20.55	0
YUCA ^(f)		30.6	14	3440	13.6	0	402.91	1.59	0	61.7	574.35	2.30	0
CARNE	17.7	10.9	11	1160	210.0	210.0	56.21	10.18	10.18	50.2	159.43	28.86	28.86
TUBERCULOS	135.4	54.1	4	1300	13.0	0	481.88	4.82	0	135.4	481.90	4.82	0
COMPRAS ^(g)							827.54	2.81	2.81		827.54	2.81	2.81
TOTALES							2907.06	58.98	12.99		3302.45	79.86	31.67

=====

a) Valores nutricionales del Brasil, ACAR-PARA, s/d-a, [1974]. Corregido para perdidas.

b) Dieta albo, no resultados simulados.

c) Derivada de los puntos medios entre compradores y vendedores de productos.

d) Con cáscaras.

e) *Phaseolus* y *Vigna*, semillas

secas.

f) Harina de yuca brava y de yuca dulce. .

g) Compra de otros productos además de arroz, maíz, frejol, yuca, caza y carne enlatada.

disfrutaría si fuese a consumir las cantidades de subsistencia de cada producto. El hecho de los valores observados ser más bajos de que los valores teóricos se debe en parte al hecho de que existen en la población más compradores de que vendedores de los productos, y de que la dieta teórica de subsistencia es derivada cogiéndose el punto central entre el consumo de los compradores y el de los vendedores de cada producto (Apéndice). La diferencia es mayor para carne, siendo que el valor teórico corresponde a 50.2 kg/cápita/año de carne y el consumo medio observado fue de 17.7 kg/cápita/año.

La dieta teórica que los colonos simulados intenta obtener es substancialmente sobre los padrones usados para criterios de capacidad de soporte, los cuales exigen un consumo diario medio por capita de 2,500 calorías, 38 g de proteína total, y 25 g de proteína animal. Eso protege muchos colonos simulados del fracaso de alcanzar los padrones, especialmente en el caso de la proteína animal. Los 50.2 kg/cápita/año de carne en la dieta teórica es bien encima de los 45 kg aproximados que constituye el padrón mínimo. Las 25 g/cápita/día del padrón de la FAO usado es en sí bastante alto, siendo 10 g/cápita/día, o hasta menos, considerado adecuado por muchas autoridades (McArthur, 1977). La cifra más alta es consistente con los padrones usados por los órganos locales del gobierno (Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a).

SECTOR POPULACIONAL

POPULACION INICIAL Y PROCESOS DEMOGRAFICOS

El tamaño de la población de colonos influye tanto la demanda por los productos cuanto la capacidad de los lotes de producir esos productos. Después de un cierto punto, aumentos en el tamaño de la población no resultan en la misma proporción de aumento proporcional, llevando a la caída de consumo por cápita y a la ocurrencia de fracasos.

Las características de la población inicial generadas en el KPROG2 incluyen el tipo del colono simulado (ver Tabla 4.7), estatus como un cazador o no cazador, y el valor del capital inicial y de los bienes de capital (Apéndice). Edad, sexo y problemas de salud afectan el suministro de mano-de-obra para la agricultura (Apéndice).

Los efectos de la nutrición sobre la fertilidad no han

TABLA 4.7. Frecuencias de los Tipos de Colonos en Poblaciones Originales y de Recién-Llegados

Estatus del Colono	Tipo de Colono				Numero de observaciones
	Empresario	Agricultor Independiente	Agricultor Artesano	Agricultor Trabajador	
Original	0.02	0.17	0.22	0.59	103
Recién-llegados	0.11	0.52	0.05	0.32	19
=====	=====	=====	=====	=====	=====

sido incluidos en la simulación porque en general ellos son indirectos. Se sabe que la mala nutrición disminuye solamente levemente la fecundidad (potencial de reproducción), excepto en extremos casos de inanición (Bongaarts, 1980). El correlacionamiento positivo de la fertilidad (reproducción real) con la desnutrición en una base mundial (Butz & Habicht, 1976) puede ser atribuido en parte al uso más generalizado del control de la natalidad entre los más bien nutridos. En la simulación las tasas de fertilidad permanecen fijas en los niveles de población rural del Brasil de 1970 usados como parámetros (Apéndice). Eso no afecta la estimativa de la capacidad de soporte hecha usándose tamaños fijos de población simulada.

Consumo de calorías y de proteínas totales afectan la mortalidad, sin embargo, cuando el tamaño de la población simulada no es congelado artificialmente (Apéndice). Los efectos son derivados a partir de aquellos usados por el equipo de modelaje Mesarovic-Pestel del Club de Roma (Mesarovic & Pestel, 1974a,b; Mesarovic et al., 1974) en el sector de población de sus modelos mundiales multinivelados (Ochmen & Paul, 1974; Weisman, 1974).

Otros procesos poblacionales modelados incluyen el casamiento de los colonos y la inmigración y emigración individual y familiar (Apéndice). La rotación en la población debido a la substitución de unidades familiares enteras es especialmente significativa para el futuro del área.

ROTATIVIDAD DE LOS COLONOS

La rotatividad de las familias de colonos en la carretera Transamazónica ha sido una fuerza importante en la mudanza del paisaje. De las 3,800 familias asentadas en el Proyecto de Altamira, 665, o 17.5 %, dejaron sus lotes hasta el final de 1974 (Brasil, INCRA, 1974). Si los abandonos y ventas fuesen a continuar a ese ritmo, la población original de colonos tendría una media de vida de solamente 11 años. Dentro del área de estudio intensivo, 33% de los lotes fueron abandonados o vendidos por lo menos una vez durante el mismo período de 1971-1974. Desde entonces la mayoría de los lotes en el área mudaron de dueño. Comenzando en 1976 hubo un influjo mayor de compradores en perspectiva. Los valores de la tierra aumentaron acentuadamente y la regularización de los títulos de la tierra tornaron las ventas más lucrativas para muchos vendedores. Desde 1976, el número de lotes

abandonados por los colonos cayó a niveles insignificantes pues los lotes encuentran compradores en espera.

Las razones para venta y abandono de los lotes son extremadamente diversas y no fueron modeladas explícitamente en las simulaciones de la capacidad de soporte. En la carretera Transamazónica, si los lotes no producen lo suficiente para satisfacer los colonos y si ellos perciben que pueden obtener mejores resultados o en un nuevo lote de tierra virgen o si mudando para la ciudad, la decisión de abandonar o de vender el lote es una decisión natural. Como todos los colonos dejaron para atrás una vida pasada para venir para la carretera Transamazónica, la idea de estar amarrado a un pedazo de tierra les es extraña.

Muchos de los abandonos iniciales pueden ser atribuidos al choque sobre personas de otras partes del Brasil y de ocupaciones no agrícolas que intentan adaptarse a la dureza de la agricultura pionera en la Amazonía. Los abandonos por esos motivos ya disminuyeron: aquellos que "no tiene el coraje de enfrentar las condiciones" (como los colonos dicen) fueron eliminados, los que quedaron se tornaron mejor adaptados y las condiciones mejoraron. Aunque se pueda atribuir algunos abandonos a las condiciones indeseables en los lotes de las carreteras laterales, el mismo número de colonos dejó lotes en el borde de la carretera del área de estudio intensivo, posiblemente debido a la mayor facilidad de encontrar compradores para lotes en la carretera principal.

Los abandonos parecen ser aleatorios en lo que dice respecto al tipo de suelo dentro del área de estudio intensivo. Sin embargo, una carretera lateral (No. 13/15), que tiene un suelo notoriamente pobre (fuera del área de estudio intensivo), quedó famosa por toda el área por el gran número de lotes abandonados en el período de 1974-1976. Los colonos que no tenían previa experiencia agrícola parecían ser los más prontos a partir, de que aquellos que crecieron como agricultores: un ex-colono que vendía helados en las calles de Fortaleza antes de mudarse para el área de estudio está ahora vendiendo helados en las calles de Altamira.

El débito financiero es también un gran contribuyente para la rotatividad de los colonos. Muchos colonos llevaron prestadas grandes sumas de dinero; pocos desperdiciaron los fondos pero, con gran frecuencia, el dinero fue gastado en la agricultura como era la intención más, fueron llevados a

situaciones sin esperanzas cuando las colectas fracasaron. Los quemados pobres en 1971-1972 y 1973-1974, más el fracaso de la variedad de arroz barbalha distribuido por el INCRA en 1972-1973, dejaron muchos con grandes débitos, siendo que el período de carencia para muchos expiró en 31 de octubre de 1975.

Muchos colonos que no abandonaron sus tierras estaban queriendo vender sus lotes, el transferirlos para cualquier persona que asumiese sus débitos. Antes de 1975 cualquier uno que comprase un lote podía asumir los débitos del colono anterior bajo los mismos términos favorables, pero desde entonces el comprador en perspectiva debe pagar toda la deuda inmediatamente. Esa mudanza no disminuyó la rotatividad de los colonos debido al creciente flujo de compradores en perspectiva, especialmente en seguida a las heladas que mataron el café en el Paraná en 1975.

La tomada de lotes por los bancos por fracaso en el pagamiento de los débitos es muy raro, aunque el miedo de este tipo de despejo haya sido frecuentemente un motivo para la venta. A pesar de los términos de financiamiento altamente favorable, la existencia de débitos representa una amenaza constante a los colonos. Mismo los pequeños débitos con términos favorables de pagamiento pueden ser un problema si la colecta fracasa y el colono no tiene con que pagar. Cuando el término de una deuda se extiende más allá de ocho o 20 años, parece ser una certeza virtual que la colecta fracasará por lo menos en uno de esos años.

Las heridas y enfermedades debilitantes han sido factores de muchos abandonos. Un factor, relacionado con la salud mencionado algunas veces por los colonos que partían, eran las picaduras de piúm o mosquito (Simulium spp.), un díptero chupador de sangre, feroz, que aparece en nubes durante los meses lluviosos. La distribución de ese mosquito negro es desigual, con algunos grupos siendo mucho peores de que los otros. Los pies y los tobillos de una persona que sean severamente picados pueden hinchar como bolas provocando dolor y hasta tornando imposible el trabajo (Pinheiro et al., 1974a,b).

Mucho de los abandonos y ventas provee de eventos aleatorios que no tienen ni una relación con la producción del lote, tales como problemas conyugales o familiares, muerte o invalidez del jefe de familia, o peleas con los vecinos. El alcoholismo ha sido un factor contribuyente en muchos casos, llevando a peleas, uso insensato del dinero,

pérdida del tiempo del trabajo y de dos asesinatos en el área de estudio intensivo.

Como la tierra virgen aun es disponible para todos los colonos en el área de estudio intensivo, ninguno de los abandonos y ventas hasta ahora son el resultado del menosprecio de la producción que se sigue a la degradación ambiental de lotes enteros. Algunos de los abandonos y ventas que se siguen a uno o dos años de colectas pobres puede haber ocurrido bajo condiciones semejantes a aquellas que se espera con la degradación ambiental resultante de la superación de la capacidad de soporte. El gran número de abandonos y ventas no relacionados a la producción torna difícil la identificación de los casos ligados a colectas pobres.

Se puede esperar que la rotatividad del colono desempeñe un papel continuo en la mudanza de los padrones agrícolas en el área. El influjo de más capital con nuevos colonos también representa un suplemento continuo al valor de la producción generada dentro de la propia área. De cualquier forma, aunque los colonos individuales puedan mudar, los procesos de erosión, lixiviación, compactación y regeneración del suelo, bien como los tamaños fijos de los lotes y del área de colonización, permanecerán los mismos.

Los componentes del agro-ecosistema de los colonos de la carretera Transamazónica, tales como producción agrícola, distribución del uso de la tierra, distribución del producto, y procesos poblacionales, necesitan ser reunidos juntos en un modelo de todo el sistema para la estimativa de la capacidad de soporte. Las características de un modelo estocástico para la simulación de ese sistema, y algunos de los resultados para la estimativa de la capacidad de soporte, son asuntos del próximo capítulo.

CAPITULO 5

UN MODELO ESTOCASTICO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE EN LA CARRETERA TRANSAMAZONICA

KPROG2 es un programa de computador que simula el agroecosistema de una población de colonos instalados a lo largo de una parte de la carretera Transamazónica. El modelo es destinado a la estimativa de la capacidad de soporte sustentable bajo diferentes hipótesis. La capacidad de soporte está definida, operacionalmente, como la densidad poblacional en la cual la probabilidad de fracaso del colono (*i.e.*, la probabilidad del consumo caer abajo de los niveles mínimos) excede un máximo aceptable culturalmente definido. La meta final de esos esfuerzos de modelaje es producir estimativas confiables de capacidad de soporte para uso de proyectistas de desarrollo, impidiendo así el sufrimiento humano y la degradación ambiental que resultan de la sobreexplotación de la capacidad de soporte.

El estudio actual pretende examinar el asunto de capacidad de soporte apenas en el contexto de los tipos de sistemas agrícolas actualmente en uso o siendo contemplados para el área de colonización de la carretera Transamazónica. Mientras que son incluidas márgenes para mudanzas tecnológicas, no son, sin embargo, consideradas formas de tecnología no agrícolas que puedan, por ejemplo, portar un centro urbano.

CARACTERISTICAS DE UN MODELO KPROG2 DE CAPACIDAD DE SOPORTE

El KPROG2 fue planeado para reducir el vicio en la estimativa de la capacidad de soporte como una consecuencia de suposiciones restrictivas tales como aquellas discutidas en el Capítulo 3. La flexibilidad es aumentada supliendo con la cantidad máxima posible de información como datos de entrada en vez de ser embutido en los programas compilados. Las características del programa que se destinan a evitar las limitaciones de otros métodos de estimativa de la capacidad de soporte son discutidas abajo. Se puede encontrar documentación más detallada en otra parte (Fearnside, 1979e; ver también 1983b, 1986g).

FACTORES LIMITANTE MULTIPLOS

El KPROG2 puede hacer determinaciones de capacidad de

soporte basado en factores limitantes múltiples. Las probabilidades de fracaso del colono (proporciones de los años del colono en los cuales no se alcanzó los padrones mínimos de consumo) son computadas separadamente en la base de calorías, proteína total, proteína animal, dinero por familia, y proporción de la tierra talada. También es generada una probabilidad combinada de fracaso basada en las mediciones por cápita.

FACTORES DINAMICOS

La providencia para la mudanza tecnológica es hecha de dos formas: el desarrollo gradual de producciones de base de diferentes culturas, como a partir de variedades perfeccionadas de semillas, durante intervalos especificados de años; y mudándose los padrones de uso de la tierra (por ejemplo, un cambio de culturas anuales por estrategias de pecuaria o culturas perennes, basada en la rotatividad de la población de los colonos).

Es incluido un sector de población flexible. Un conmutador permite que se hagan ejecuciones, con un tamaño "congelado" de población en un tamaño familiar medio para que se puedan simular diferentes tamaños de lotes para computar las probabilidades sustentables de fracaso del colono en densidades específicas. La capacidad de soporte es entonces calculada a partir de los gráficos de resultados de muchas ejecuciones, semejante a curva hipotética presentada en el Capítulo 4. Alternativamente, un sector de población dinámica puede ser activado donde procesos demográficos producen mudanzas de población.

MUDANZAS EN LA CALIDAD DEL SUELO

La variabilidad de la calidad del suelo es generada a partir de la distribución de frecuencia y matrices Markov de probabilidades de transición entre niveles de fertilidad, dadas mudanzas entre lotes o entre trechos dentro de un lote (Fearnside, 1984b; ver Apéndice, Tablas A.1 hasta A.6). Las correlaciones entre nutrientes en los suelos del bosque virgen real son mantenidos en las cualidades del suelo simulado.

Las cualidades de quemado varían, siendo que los quemados buenos y malos son previstos a partir de las fechas del corte y de la quema (Fearnside, 1986f) y los padrones meteorológicos son generados para reproducir las distribuciones observadas para tres tipos de variabilidad:

variación de un día para el otro, de años lluviosos para secos, y de estaciones prematuras para tardías (Fearnside, 1984c; ver Apéndice, Tablas A.7, A.8, A.9). La erosión es prevista para tierra en diferentes usos a partir de regresiones basadas en el declive y en la lluvia (Fearnside, 1980c). El efecto de la erosión es incluido en la calidad del suelo en contraste con muchos estudios que ignoran la degradación del suelo.

Los períodos de barbechado varían de acuerdo con los padrones de los colonos reales en vez de ser artificialmente restrictos a los períodos que corresponden a la recuperación total de la calidad del suelo. Así fue evitada la circularidad inherente a muchos estudios que presumen un barbechado completo. Se puede hacer también ejecuciones con períodos fijos de barbechado de diferentes duraciones.

Las mudanzas del suelo son computadas y almacenadas separadamente para cada trecho de tierra, creando un mosaico de trechos en diferentes estados de degradación y regeneración. Los efectos del quemado sobre los suelos son computados separadamente para tres tipos de quema: virgen, vegetación secundaria y mata. Los efectos de la quema de bosque virgen y vegetación secundaria dependen de la calidad de la quema. También está incluido el número de días que el trecho quedó en cada uso de tierra, así como los niveles de otros nutrientes del suelo. Las mudanzas en el suelo bajo pasturas son computadas separadamente (Apéndice; Fearnside, 1980b). Los insumos de fertilizantes y calaje son incluidos para el cacao y la pimienta-del-reino con los cálculos apropiados de probabilidades de fertilización, dosis y ajustes de dinero.

PRODUCCIONES AGRICOLAS

Las producciones de culturas son previstas y providencias son tomadas para reproducir la variabilidad contribuida por varias causas. Las producciones de las culturas primero son predichas a partir de regresiones de producciones sobre nutrientes del suelo y otros factores, donde el número de las observaciones es adecuado para arroz de terreno elevado, maíz, fríjol (Phaseolus vulgaris), fríjol-de-cuerda (Vigna sinensis), yuca brava y dulce, cacao, pimienta-del-reino, y pasto (Fearnside, 1979a,d, 1980a, 1984d). La densidad del plantío y las densidades de las culturas consorciadas son generadas a partir de frecuencias observadas y incluidas como variables independientes en

modelos de regresión para arroz, maíz, y fríjol Phaseolus. Las producciones son primero calculadas como proporciones de una producción base, que representa la producción para aquella cultura obtenida en los ensayos de la estación experimental agrícola en el área. Los factores que no están directamente incluidos en los modelos de regresión, como enfermedades de la cultura, acamamiento, plagas de insectos y de vertebrados, y germinación pobre, son incorporados después de las regresiones, a través de multiplicadores generados para esos efectos, expresados como proporciones de la producción prevista por la regresión. La variabilidad no explicada remaneciente es generada a partir del error padrón de la estimativa para la regresión. Es incluido también el daño de productos almacenados.

Enfermedades de culturas son modeladas para dos enfermedades del cacao, una enfermedad de la pimienta-del-reino y una enfermedad para el fríjol Phaseolus. Es reproducida la epidemiología de las enfermedades para representar tan realista cuanto posible, el padrón en una área como la carretera Transamazónica. Las enfermedades de culturas se han demostrado con la capacidad de devastar grandes áreas de esas y de otras culturas.

Las fuentes de proteína animal son modeladas con cuidados especiales. Los animales abatidos por la caza son considerados como cogidos de acuerdo con el estatus del colono como "cazador" o "no cazador", basado en las frecuencias reales de esos dos grupos culturalmente distintos (usando datos de Smith, 1976b). La caza excedente es vendida para los otros lotes dentro de la comunidad simulada. La proteína animal también es obtenida de gallinas, que son alimentadas con maíz. Las deficiencias que no son satisfechas por la producción del lote y compras de caza dentro de la comunidad son reemplazadas por la compra de carne seca o enlatada o pez de fuera, desde que haya suficiente dinero disponible.

La distribución del uso de la tierra incluye arroz de terreno elevado, maíz, fríjol (Phaseolus), fríjol-de-cuerda (Vigna), yuca brava y dulce, cacao, pimienta-negra, pasto sin animales y pasto con animales. Existen 20 combinaciones posibles de culturas, más cuatro usos de tierra no cultivada.

COMPORTAMIENTO ECONOMICO DEL COLONO

Los colonos son clasificados en los cuatro tipos

discutidos en el Capítulo 4. Los valores iniciales generados de acuerdo con el tipo del colono incluye información demográfica (Apéndice, Tabla A.36), capital inicial y bienes durables. La selección de cuatro estrategias posibles de desarrollo del lote y cuatro padrones de mano-de-obra externa también es basada en probabilidades específicas al tipo del colono.

La variedad de estrategias da gran flexibilidad en la representación del comportamiento de la población colonizadora. Los colonos recién-llegados seleccionan entre las combinaciones de estrategias posibles con diferentes frecuencias de aquellos que hacen parte de la población original. La distribución del producto entre la inversión y el consumo y entre compras de durables y no durables también es influenciada por el tipo de colono.

El suministro de mano-de-obra es simulado afín de limitar las cuantías de tierra que pueden ser derrumbadas y cultivadas en diferentes culturas (Apéndice, Tablas A.10, A.11, A.12). También está incluida la suplementación de mano-de-obra familiar por mano-de-obra contratada, con restricciones de las cuantías de capital adoptadas por cada familia para invertir en el desarrollo del lote. El suprimento de mano-de-obra es modelado para reflejar los efectos de varias enfermedades humanas (Apéndice, Tablas A.39, A.41). La probabilidad pequeña, pero importante, de que miembros claves de la familia puedan caer enfermos en el momento de la derrumbada, del plantío o de la colecta, también está incluida.

Los cambios con la economía de dinero son modeladas en detalle. Los precios de compra y venta de los productos varían (Apéndice, Tablas A.28, A.29). Los costos en dinero para el establecimiento y manutención de culturas son incluidos en el sector de distribución de recursos (Apéndice, Tabla A.13). El suministro de semillas del gobierno también está incluido cuando es apropiado. Intereses, cronogramas de pagamentos, probabilidades de financiamiento y criterios de elegibilidad son especificados para 12 tipos de empréstitos, con un factor para el efecto de la inflación en el pagamiento de las deudas. Mientras que el área de la carretera Transamazónica recibió pesados subsidios de desarrollo del gobierno, la burocracia y los costos escondidos del sistema de crédito pueden representar un peso que muchas veces torna la agricultura, para los colonos individualmente, un negocio antieconómico (ver Bunker, 1979, 1980a,b; Wood & Schmink,

1979). La disponibilidad de transporte para llevar las cosechas de las culturas al mercado también está incluida, pues este era un problema importante para muchos colonos en las carreteras vecinales durante los años iniciales de la colonización. Son hechas provisiones para mejoramientos, con el tiempo, en las condiciones de transporte.

Son incluidas las fuentes de renta no agrícolas. Son modelados cuatro tipos de mano-de-obra externa que frecuentemente hacen una diferencia crítica para los colonos: mano-de-obra pagada como diaria, emprendimientos, empleo en el gobierno o profesión (motoristas, etc.), y esposa y niños que trabajan. Los colonos simulados pueden invertir en pequeñas empresas, tales como en una mercería o en un camión de transporte.

Son incorporadas, en varios puntos del modelo, protecciones contra el fracaso de los colonos. La distribución del uso de la tierra provee un margen de seguridad contra la probabilidad de fracaso de la colecta que es implícita en la variabilidad en la producción para cada cultura. Esa margen está basada en el estadístico "z" del riesgo máximo de fracaso aceptable del colono (un parámetro de entrada) y la variabilidad esperada en la producción para la cultura. Una función de aprendizaje permite que los colonos simulados basen sus decisiones en experiencias pasadas acumulativas con producciones de culturas en el área simulada, incluyendo tanto la media cuanto la variancia de esas producciones. La distribución del colono para culturas de subsistencia refleja así tendencias del pasado en las producciones de las culturas (dentro de los límites de mano-de-obra, capital y semillas disponibles), proporcionando una protección contra la variabilidad de la producción. Cuando ocurren reveces para culturas individuales, el colono simulado es capaz de comprar ítems de subsistencia con el dinero ganado con las ventas de culturas comerciales o de otras fuentes, como trabajo externo, venta de bienes durables o empréstitos particulares si el colono tiene suficiente suerte para conseguir uno. La diversidad de las culturas plantadas también provee alguna medida de la protección contra una producción pobre para cualquier cultura en particular.

Las subrutinas del sector agrícola del KPROG2 están incorporadas en un programa menor, con una miríada de modificaciones pequeñas más necesarias, para producir simulaciones de producciones de culturas durante el tiempo

sin la complejidad adicional necesaria para traducir esas producciones en capacidad de soporte humano. La simulación agrícola, AGRISIM, requiere que sean dadas entradas en las decisiones de uso de la tierra y de tiempo de cultivo y de barbechado para culturas anuales, a partir del terminal cuando se hace cada ejecución.

METODOS DE MODELAJE

La simulación del KPROG2 es escrita enteramente en FORTRAN-IV, nivel-G usando el Michigan Terminal System (MTS) como sistema operacional (University of Michigan, 1976a). Las simulaciones fueron ejecutadas en el computador Amdahl 470V/6, de la Universidad de Michigan, con un software compatible con el IBM 370.

Fueron hechas varias ejecuciones para probar la susceptibilidad de las respuestas de las simulaciones para mudanzas en los parámetros de entrada, aunque no se haya aun realizado una serie completa de pruebas de susceptibilidad. Se descubrió que el tamaño de los "pedazos" o "trechos" de tierra (pequeñas áreas simuladas de tierra) usados para guardar información de suelo y de uso de la tierra afecta, por ejemplo, el sector de distribución del uso de la tierra, frecuentemente representando la diferencia crítica entre el suceso y el fracaso. Después de algunas experimentaciones, fue seleccionado un pedazo de tierra de 0.25 ha como un acuerdo razonable entre economía de tiempo de computador y comportamiento sin error sistemático del modelo para todas las ejecuciones a ser utilizadas en la estimativa de la capacidad de soporte. Para parámetros como tamaño del pedazo de tierra, que son aspectos puramente arbitrarios de la construcción del modelo, más de que las representaciones de datos del mundo real, fueron hechos ajustes para evitar un comportamiento no realista. Fueron introducidos parámetros que representan el mundo real como es, sin modificación, en contraste con muchos de los modelos existentes de sistemas humanos.

ESTRUCTURA DEL MODELO

SECTORES Y ESTRUCTURA CAUSAL

El programa KPROG2 puede, a primera vista, parecer un vasto laberinto de 63 subprogramas repartiendo informaciones a través de 62 regiones COMMON rotuladas. En realidad, la estructura causal esencial del programa puede ser visualizada

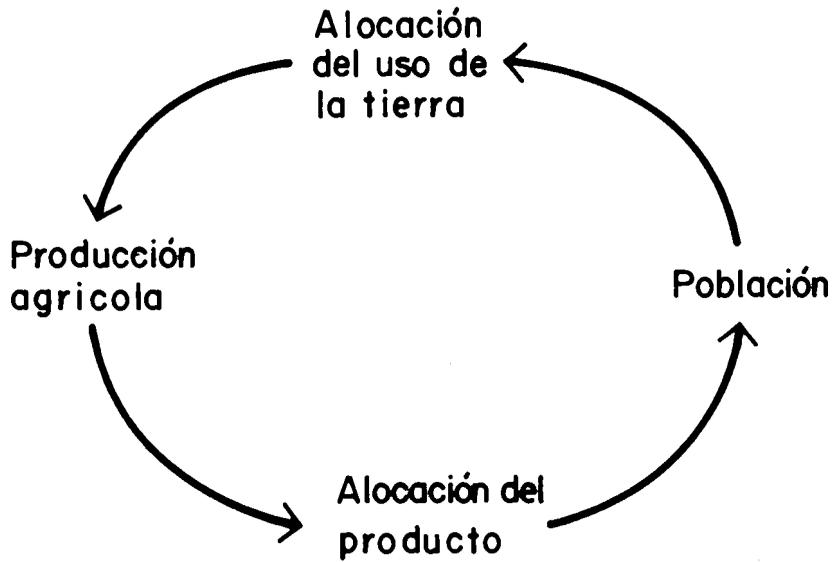
bien simplemente a partir del arreglo de sectores dentro de los cuales varias partes pueden ser agrupadas. El agro-ecosistema procede como un filtro mapeando informaciones sobre recursos iniciales en términos de capacidad de soporte (Figura 5.1). Las informaciones de entrada del sistema, en la forma de pluviosidad, calidad del suelo, tipos de colono, etc., entran en cálculos que, posteriormente, resultan en valores para la capacidad de soporte. El agro-ecosistema responde a las condiciones iniciales dentro del contexto de los procesos ecológicos y sociales incluidos en el modelo; muchos de estos procesos proceden como parachoques que protegen la población de colonos contra los efectos de la variabilidad en los parámetros de entrada.

Fig. 5.1. Resumen de las relaciones causales entre los sectores del KPROG2. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

El sector distribución de recursos o del uso de la tierra modela decisiones relacionadas a la cantidad del área destinada a cada cultura o combinación de culturas. Estas decisiones naturalmente afectan períodos de barbechado (descanso) de la tierra y otros ítems relacionados con la fertilidad del suelo. El sector de producción agrícola calcula cuanto de cada cultura es cogido basado en áreas plantadas, fertilidad del suelo y muchos otros factores que influyen el rendimiento. La producción resultante para el lote es entonces distribuida entre varios usos posibles en el sector de distribución de producto, incluyendo el consumo y la inversión en el desarrollo del lote. Las cantidades de productos consumidos contribuyen en la manutención de la

Recursos
Iniciales

A G R O - E C O S I S T E M A



Capacidad de
soporte

población cuando el sector poblacional está funcionando de modo dinámico, esto es, el crecimiento poblacional es sustentado por el consumo adecuado y niveles menores de consumo llevan a tasas de mortalidad mayores. La población, por su vez, influye la distribución del uso de la tierra; mayores familias tienen tanto la capacidad para la deforestación aumentada, cuanto también una demanda más alta de culturas de subsistencia. Las informaciones son tomadas de varios puntos, en este proceso de cálculo, para computar la capacidad de soporte, cálculo que es derivado de él más no es parte del programa.

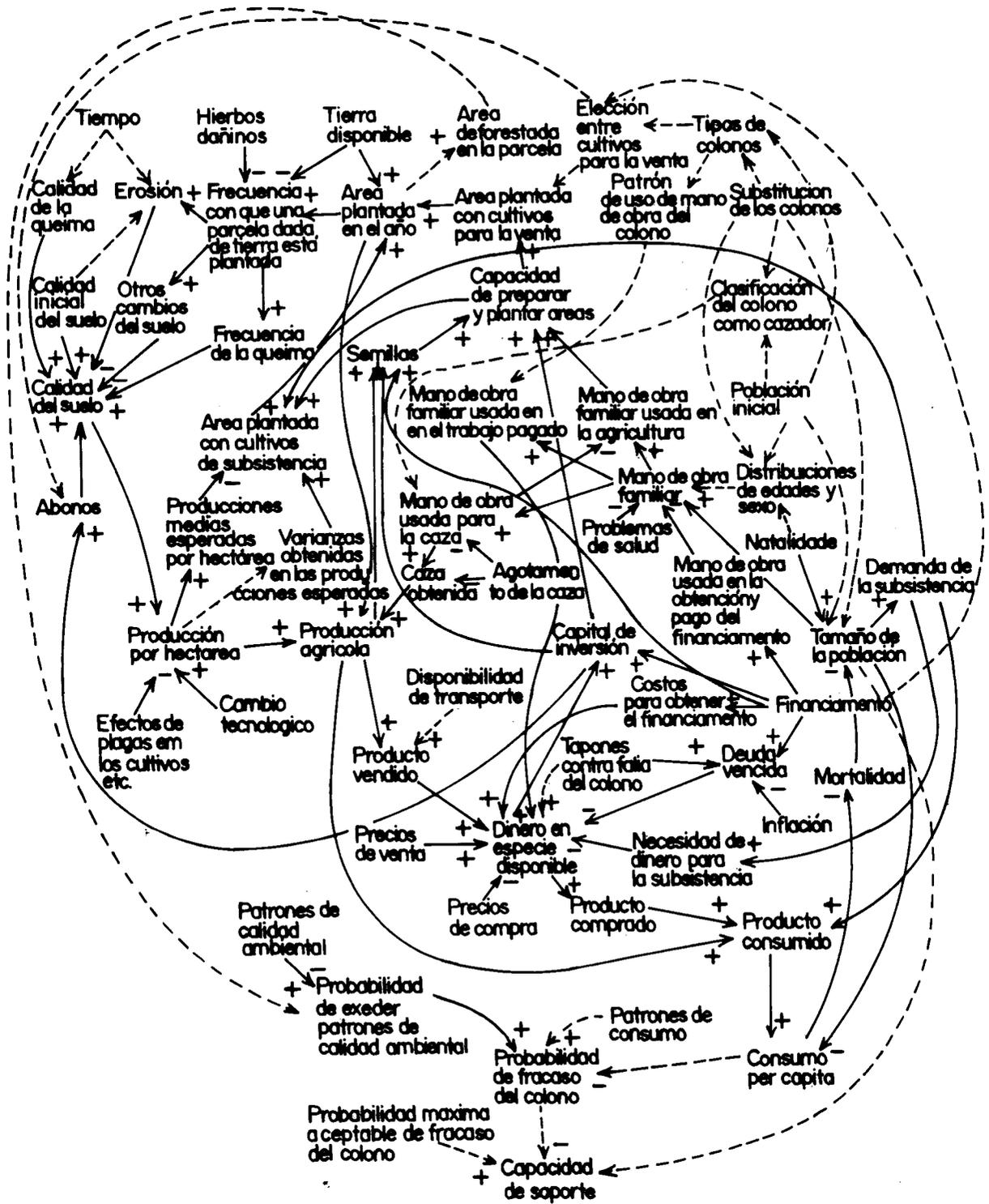
En el sector de producción agrícola, las condiciones meteorológicas afectan la calidad del suelo a través de su influencia tanto en la calidad del quemado, cuanto en la erosión. La calidad del suelo, por su vez, es uno de los varios factores que afectan la producción de las culturas. Las producciones de los pedazos individuales de tierra, cuando multiplicados por las áreas de los pedazos y hecha la sumatoria de todos los pedazos en el lote, nos dan la información de la producción del lote, que es pasada al sector de distribución de producto.

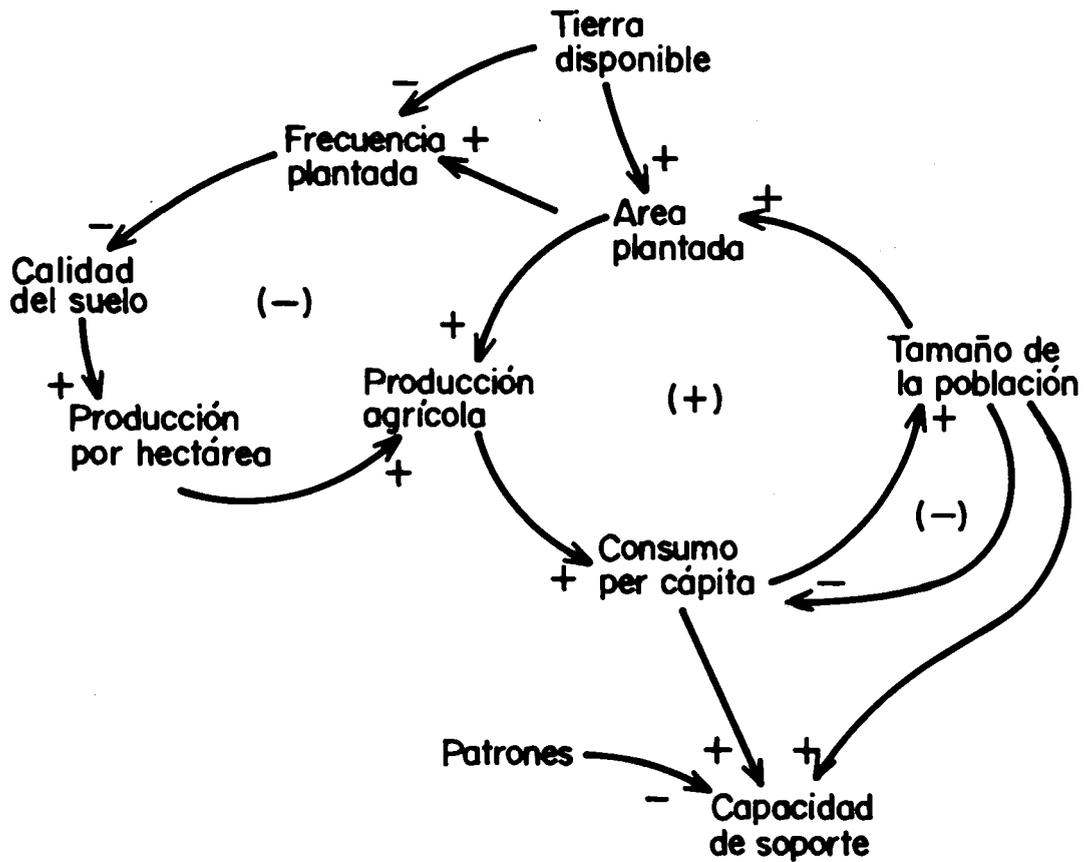
Es dada una indicación de algunos de los más importantes componentes y relaciones incluidos en el modelo por el diagrama de alzas causales (Figuras 5.2 y 5.3). Las señales de relaciones causales son dados en la cabeza de cada flecha, y en el caso del diagrama más simplificado (Figura 5.2) las señales de algunas de las alzas principales de retroalimentación son indicadas en paréntesis. También están incluidos las relaciones no monotónicas, bien como decisiones categóricas influenciadas por procesos estocásticos.

Fig. 5.2. Diagrama de alzas causales simplificado del programa KPROG2. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Fig. 5.3. Diagrama de alzas causales de las relaciones entre algunas de las variables incluidas en el programa KPROG2. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

En la realización de los cálculos del modelo, la secuencia lógica depende parcialmente del nivel geográfico para el cual la información se aplica. La orden de los acontecimientos en el modelo es delineada brevemente en la próxima sección.





SECUENCIA DE LOS CALCULOS

En la ejecución del programa, los subprogramas son agrupados por el tamaño de la unidad a la cual se aplica, en vez de ser agrupados por el sector del programa definido por las principales relaciones causales. Las alzas principales de repetición en el programa (Figura 5.4) agrupan los cálculos en operaciones hechas anualmente para cada pedazo de tierra, cada lote, y la comunidad entera. Las estadísticas referentes al total del área simulada son computadas para varias medidas, después de cada año de simulación. Estas medidas incluyen, tanto informaciones sobre consumo (tales como calorías, proteína total, proteína animal y padrón de vida en términos de dinero por capita), como también indicadores de calidad ambiental (tales como la proporción del área talada y las medias referente a el área total para niveles de nutrientes en el suelo para tierras bajo diferentes usos). La impresión de esas medidas permite el cálculo de la capacidad de soporte basada en diversos criterios.

Fig. 5.4. Flujograma resumido del programa KPROG2, con agrupamiento de las operaciones por nivel. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Las operaciones en cada nivel principal mostradas en la Figura 5.4 están agrupadas por el sector de programa en la Tabla 5.1.

RESULTADOS DE LA SIMULACION

Tabla 5.1. Operaciones del Programa KPROG2 por Nivel y Sector

Nivel	Sector	Operación
Generación de condiciones iniciales	Recursos iniciales	Cualidad inicial del suelo ^(a)
	Población	Población inicial (distribución de edad y sexo) Antecedentes de los colonos iniciales Capital inicial
Operaciones específicas al año	Producción agrícola	Generación de padrones meteorológicos Mudanza tecnológica Enfermedades de las culturas ^(a)
	Alocación del uso de la tierra ^(a)	Determinación de estrategia Determinación de las necesidades de semillas Determinación de las necesidades de subsistencia Caza Trabajo remunerado y otros rendimientos Financiamiento Manutención de culturas perennes y pastos Deforestación de floresta y corte de barbechos Alocación de culturas

Verificaciones de la suficiencia de mano-de-obra
y capital

Alocación del producto	Precios
Populación ^(a)	Salud Cálculo de equivalentes de mano-de-obra familiar Generación de la población de recién-llegados
Operaciones específicas a los pedazos de tierra	Producción agrícola Suelos (cualidades de las quemadas, efecto de las quemadas, erosión, mudanza en el suelo, suelos bajo pastos, fertilizantes) Producciones(arroz, maíz, frejol <i>Phaseolus</i> , frejol-de-cuerda <i>Vigna</i> , yuca brava, yuca dulce, pastos, cacao, pimenta-negra)
Operaciones específicas al lote	Producción agrícola Animales domésticos Alocación del producto Transportes hasta el mercado Pagamentos de empréstitos Tampones contra fracasos Alocaciones de dinero Populación Cálculos nutricionales Nacimientos y muertes

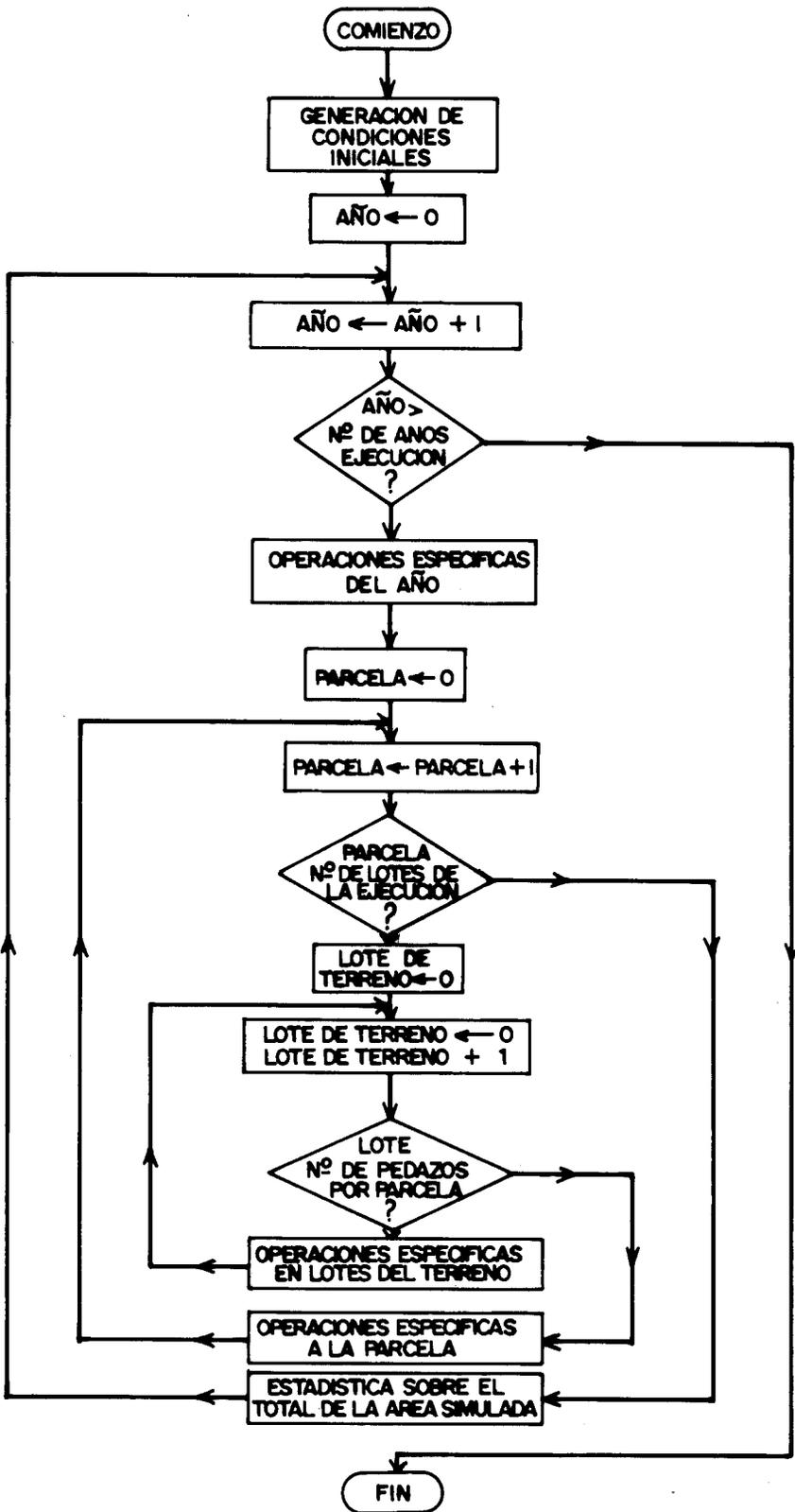
Imigración y emigración individual
Imigración y emigración familiar

Estadísticas
de la área
total

Capacidad
de soporte

Probabilidades de fracaso del colono
Estadísticas de deforestación

a) En alzas separadas, no incluidas en la Figura 5.4.



EJECUCION PADRON

Informaciones Iniciales para Ejecuciones Padrón

Fueron hechas varias ejecuciones de ambos programas KPROG2 y el menor AGRISIM. Las ejecuciones fueron proyectadas para probar los efectos de diferentes suposiciones y también para hacer estimativas de la capacidad de soporte. La estrategia para hacer la estimativa de la capacidad de soporte es de ejecutar el KPROG2 con el sector poblacional fijo (en el caso del conjunto de parámetros usado, el tamaño de familia para cada lote es siempre seis personas). Las ejecuciones son hechas con diferentes tamaños de lotes para conseguir una variación de densidad poblacional sin destorcer las distribuciones del uso de la tierra que dependan de la composición realista de familias para cálculos de mano-de-obra familiar. El abordaje alternativo también es posible: variar el tamaño de familia mientras que los tamaños de los lotes permanecen fijos. Con el sector poblacional dinámico activado, se puede ver como las tendencias de la población son afectadas por mudanzas internas debido a nacimientos y óbitos y por mudanzas en la población de colonos, como inmigración y emigración, tanto de unidades familiares como de individuales.

Para simplificar la discusión, vamos considerar una sola ejecución estocástica con el sector poblacional congelado en seis personas por familia y un tamaño de lote de 25 ha, correspondiendo así a una densidad poblacional de 24 personas/km². Ya que la ejecución aquí descrita es estocástica, el resultado representa apenas uno de los posibles resultados para una área con esta densidad poblacional. Otros resultados pueden ser generados ejecutando el programa con los números iniciales de "semilla" para generación de números pseudo-aleatorios diferentes del valor usado en este ejemplo (1113333).

La ejecución fue hecha usando una comunidad de diez lotes con 100 pedazos de tierra por lote. "Pedazos de tierra", las pequeñas áreas hipotéticas de tierra en que los lotes simulados fueron divididos, corresponden aquí a 0.25 ha. No fueron hechas restricciones en los tipos de colono de las familias ocupando los diez lotes simulados, ni sobre los períodos de barbechado. La vegetación secundaria en diferentes clases de edad fue rozada de acuerdo con las frecuencias observadas. En esa ejecución no fue presumida ninguna mudanza en las producciones base para culturas por el

mejoramiento en las variedades de las semillas, aunque el programa tenga esa capacidad.

El período de la ejecución fue de 25 años. Como el comportamiento del modelo para los pequeños tamaños de lotes se estabiliza bien dentro de este período, ejecuciones más largas no producirían resultados substancialmente diferentes con el actual conjunto de datos. Ejecuciones más largas irían desalentar el horizonte de tiempo corto que caracteriza muchos planteamientos de desarrollo por el mundo, inclusive en el Brasil.

Resultados de las Ejecuciones Padrón

Los resultados obtenidos por el KPROG2 y rutinas de gráficos asociados permiten una visualización inmediata del uso de la tierra, producciones y niveles de nutrientes del suelo. La proporción de la tierra distribuida para arroz, maíz, arroz consorciado con maíz, fríjol Phaseolus, fríjol-de-cuerda Vigna, yuca brava y dulce, cacao, pimienta-del-reino y vegetación secundaria es representada en gráficos. Las producciones medias del área total también son representadas en gráficos para cada cultura o combinación. Los niveles medios del pH del suelo, iones de aluminio, fósforo, nitrógeno y carbono son indicados en gráficos para rozas, o desnudas (con menos de 60 días sin ser cultivado) o en culturas anuales y, separadamente, para las rozas en otros usos de tierra. Para esos resultados intermediarios, ver Fearnside (1978).

Las figuras que se siguen presentan un ejemplo de las mediciones de consumo usadas para los cálculos de la capacidad de soporte humano.¹ Las medias referentes al total del área para calorías por cápita (Figura 5.5) indican que el consumo medio de calorías del colono es más que suficiente, lo que no es sorprendente dada la disponibilidad fácil de las fuentes de calorías a partir de las culturas de raíces. A pesar de las altas medias de la población como un todo, los lotes individuales pueden fácilmente caer abajo del 2,550 calorías/persona/día mínimo especificado en los parámetros de entrada (Figura 5.6). Las salidas de los programas incluyen gráficos de medias referentes al total del área para proporciones de los colonos que fracasan basado en criterios para proteína total, proteína animal y padrón de vida financiero por familia y por cápita (Fearnside, 1978). Como ellos comen grandes cantidades de proteína total, los colonos simulados tienen bajas tasas de fracaso para ese criterio.

Los colonos simulados comen más proteínas totales de que los colonos reales en la carretera Transamazónica, aun que el consumo real de proteína total sea alto para los padrones de muchas áreas en desarrollo.

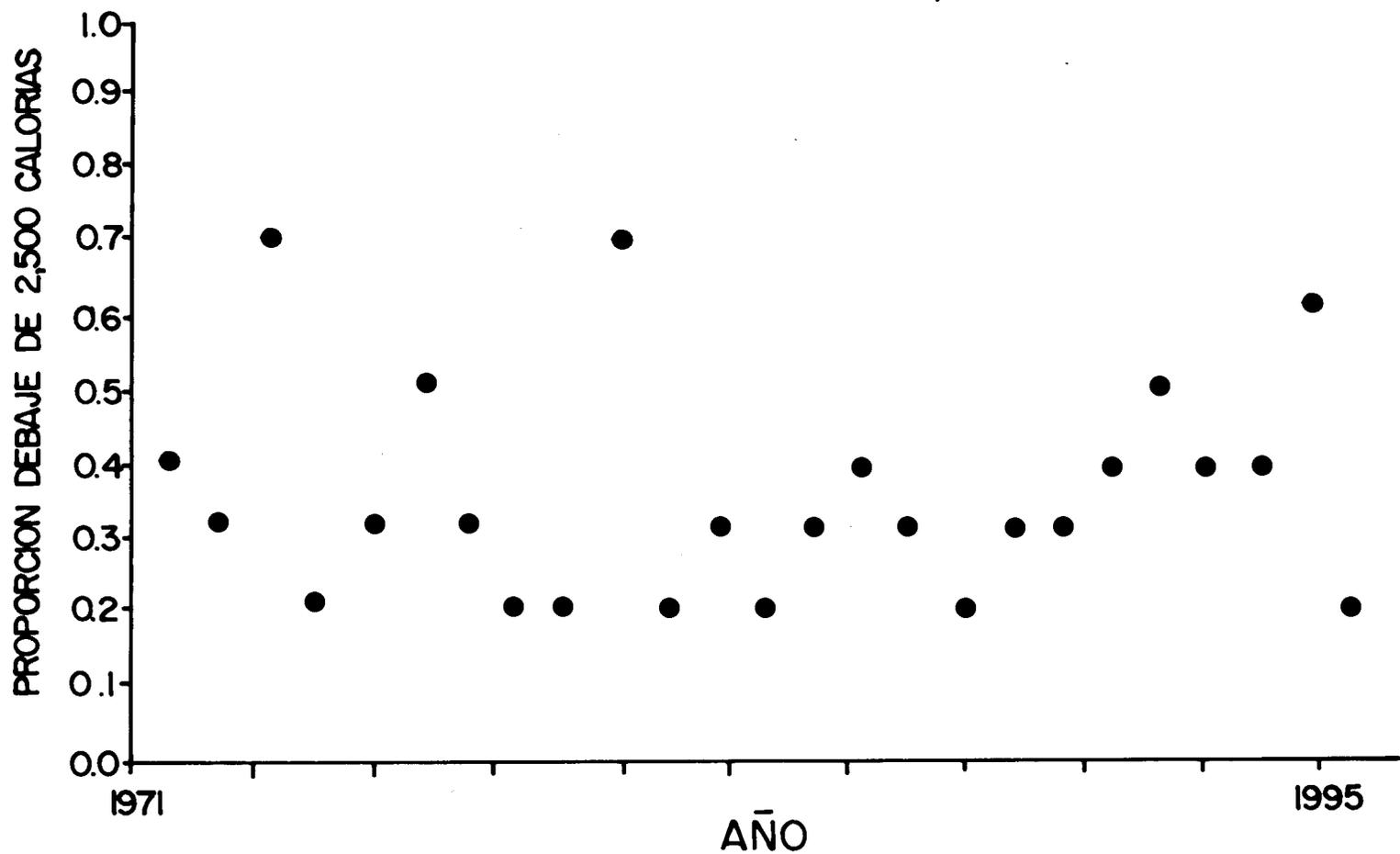
Fig. 5.5. Simulación del promedio de calorías para el área como un todo en un ejemplo de una ejecución estocástica del programa KPROG2 con el sector poblacional congelado en 24 personas/km². (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Fig. 5.6. Proporción de los lotes abajo del padrón de 2,550 calorías por capita por día en la ejecución estocástica que sirve como ejemplo del programa KPROG2 con el sector poblacional congelado en 24 personas/km². (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

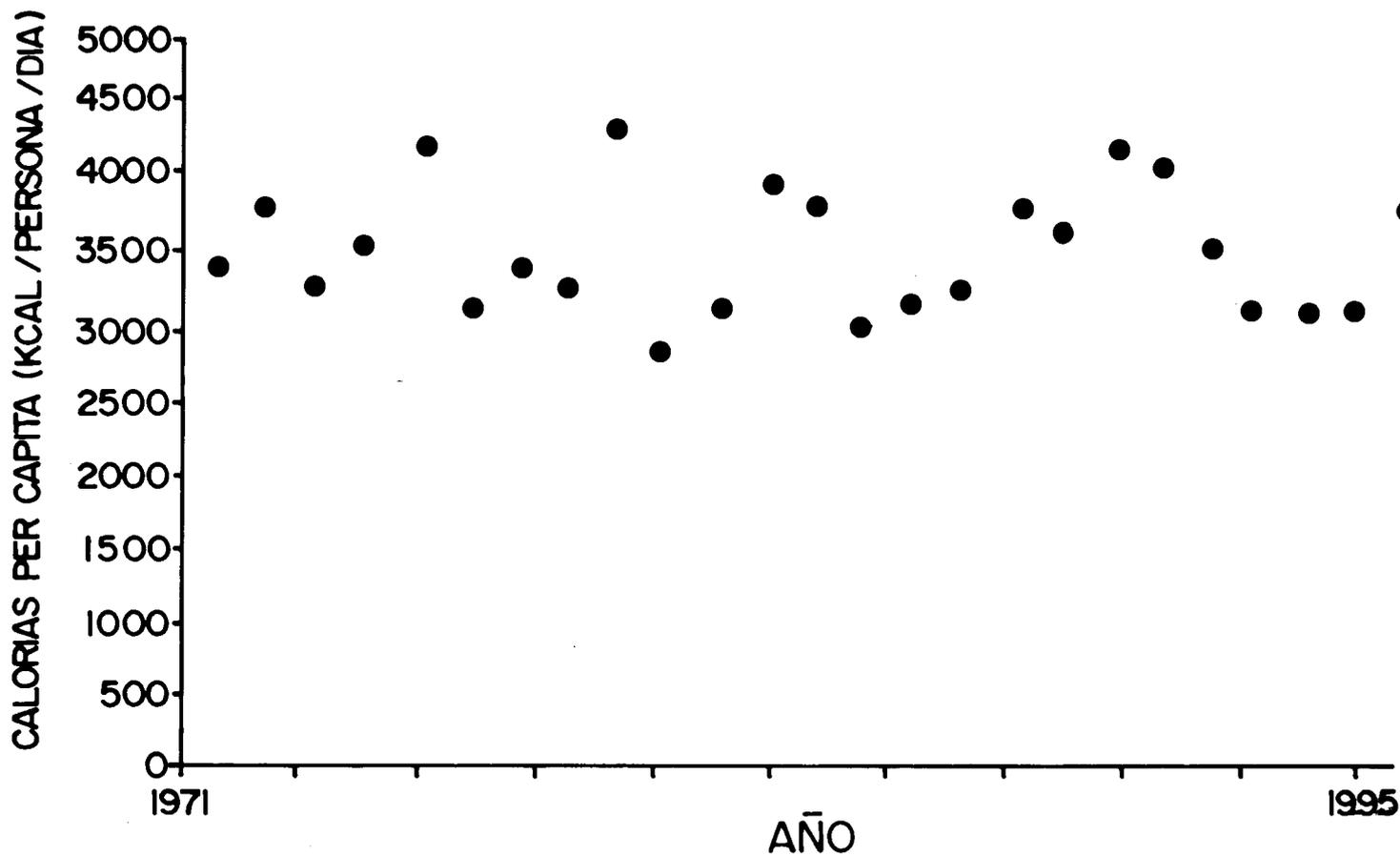
El consumo simulado de proteína animal es más representativo de la situación real en la carretera

CALORIAS PER CAPITA

PROPORCION DE LAS PARCELAS CON MENOS DE 2,500 KCAL/PERSONA/DIA VS.



PROMEDIO DE CALORIAS PER CAPITA EN EL TOTAL DEL AREA



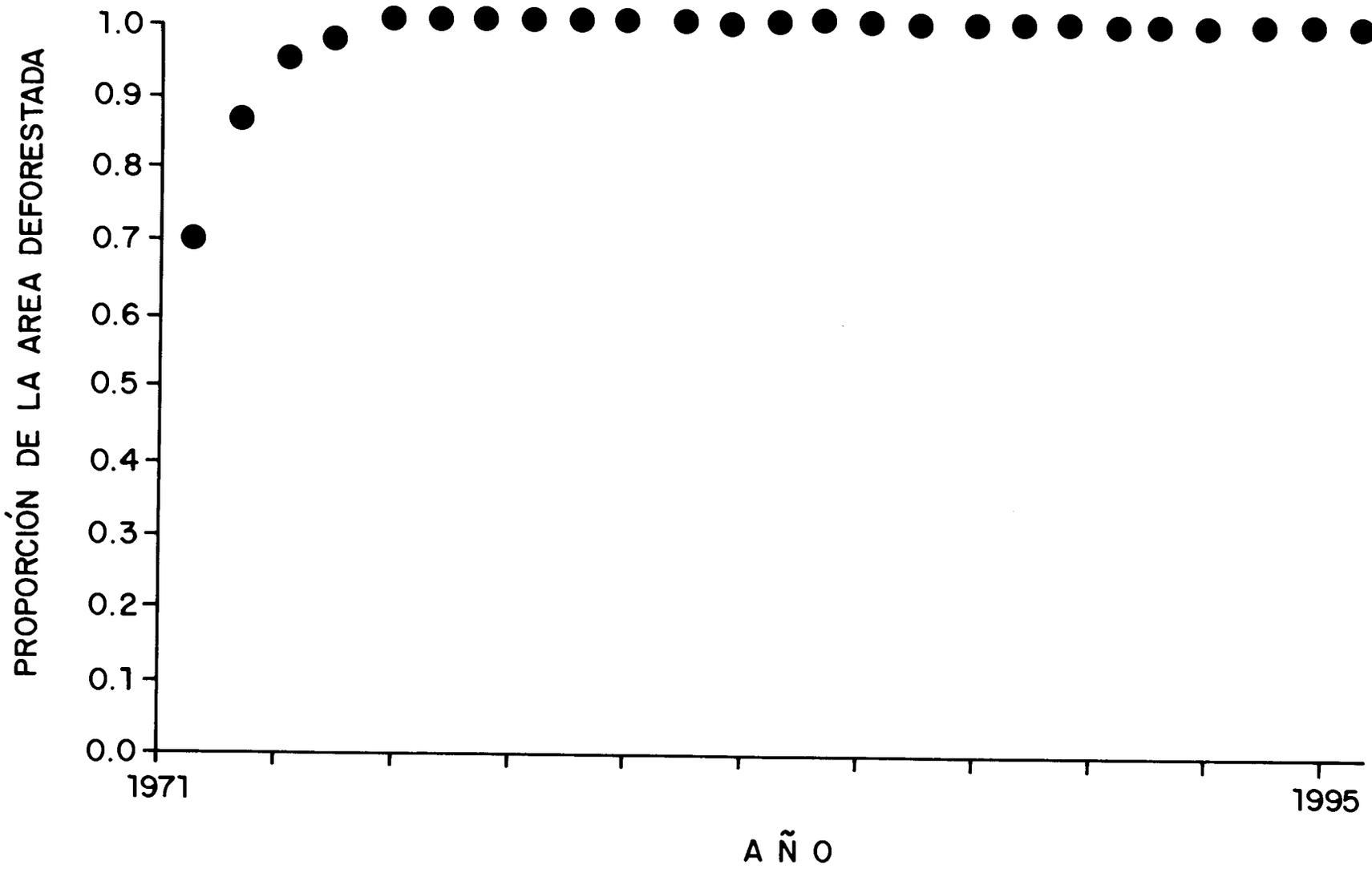
Transamazónica de que el consumo de proteína total, pero es de la misma forma alto debido a las altas prioridades colocadas sobre la proteína animal en la distribución del producto.² Las producciones irrealmente altas en las culturas simuladas que resultan de la superdependencia de las producciones sobre el pH en el modelo también contribuye para los altos niveles de consumo simulados.

El padrón financiero de vida por cápita provee un índice adicional. La renta mínima usada como criterio de fracaso fue Cr75\$54.40/persona/mes, o un sexto del salario mínimo mensual, o sea, un salario mínimo por familia de seis personas.³

La inclusión de los padrones de calidad ambiental es considerada como una característica particularmente útil de esos modelos. Los colonos simulados derrumban rápidamente todos los 25 ha de sus lotes en esa ejecución (Figura 5.7). Dentro de pocos años, las derrumbadas en todos los lotes simulados exceden los 50% máximos del área de tierra decretados por el gobierno. Los colonos simulados no son impedidos de derrumbar más allá del 50% legalmente permitido pues esa ley no es ejecutada por las autoridades locales en la carretera Transamazónica (el límite de 50% no tiene ninguna influencia visible sobre el comportamiento de los colonos reales cuanto a las derrumbadas).

Fig. 5.7. Proporción del total del área derrumbada en un ejemplo de ejecución estocástica del KPROG2 con el sector poblacional congelado en 24 personas/km².

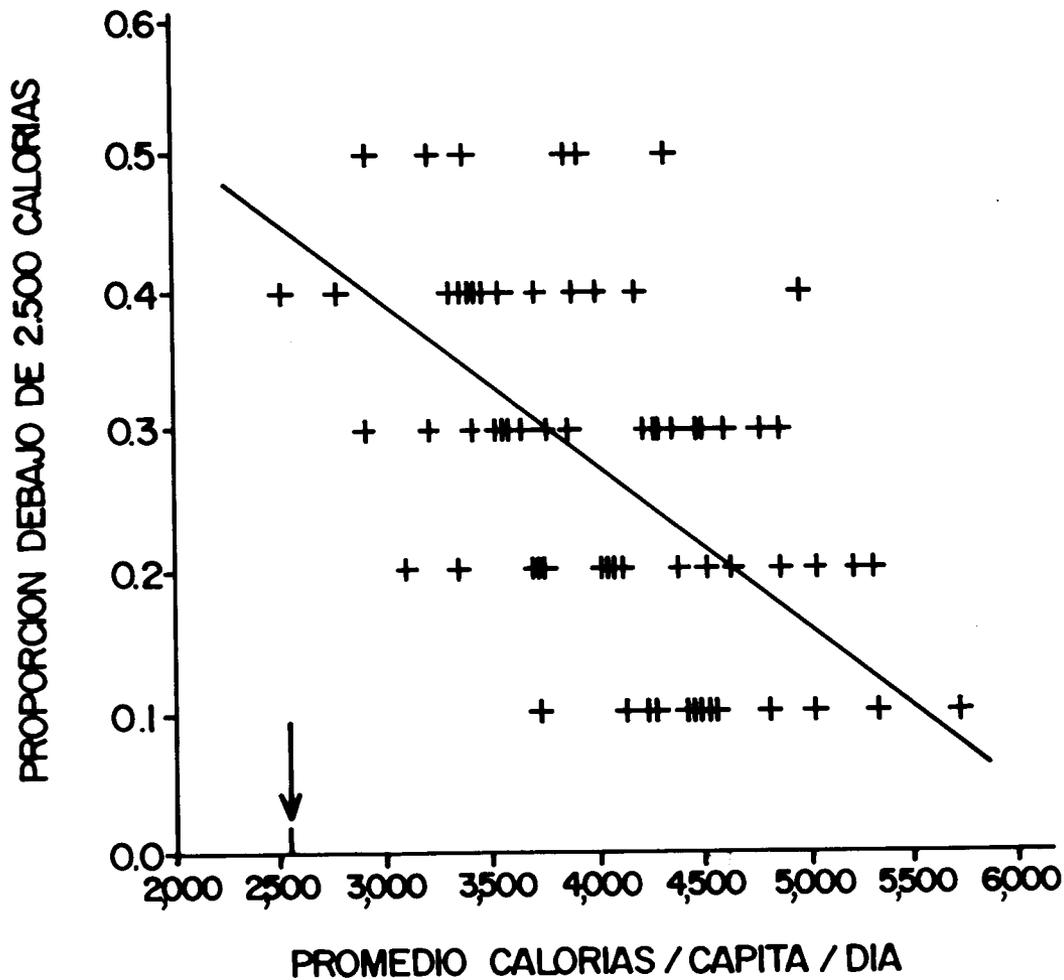
PROPORCIÓN DE LA AREA DEFORESTADA TOTAL



La importancia de la variabilidad en los niveles de producción entre los lotes es demostrada por los resultados de varias ejecuciones estocásticas (Figura 5.8). Aquí las proporciones de los fracasos de los colonos para años individuales son representadas en gráficos contra las medias referentes al total del área para calorías para los mismos años. Una proporción significativa de colonos falló mismo cuando los valores medios referentes al total del área fueron encima de los padrones mínimos, reflejando la desigualdad en la distribución del producto entre los colonos. Fueron encontrados padrones semejantes para proteína total, proteína animal, dinero por cápita y salarios mínimos por familia (Fearnside, 1978).

Fig. 5.8. La proporción de los lotes abajo del padrón para calorías por capita versus la media de calorías por capita referente a el área como un todo, para años, en varias ejecuciones de KPROG2, mostrando el efecto de la variabilidad entre lotes en el consumo y en la producción sobre la probabilidad de fracaso. La flecha indica el padrón mínimo utilizado. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Para la estimativa de la capacidad de soporte son necesarias las probabilidades de fracaso a partir de varias ejecuciones, hechas con el sector de la población congelada a diferentes densidades. Las probabilidades sustentables del fracaso del colono fueron calculadas como la proporción del número total de años de colono en los últimos diez años de esas simulaciones con 25 años de duración, en los cuales ocurrieron fracasos por cada criterio. Solamente los últimos diez años de la ejecución son usados para calcular tasas de fracaso que permiten la estabilización del comportamiento antes de calcularse las tasas. Esas probabilidades de fracaso son colocadas en el gráfico contra la densidad poblacional para cinco ejecuciones estocásticas y ocho

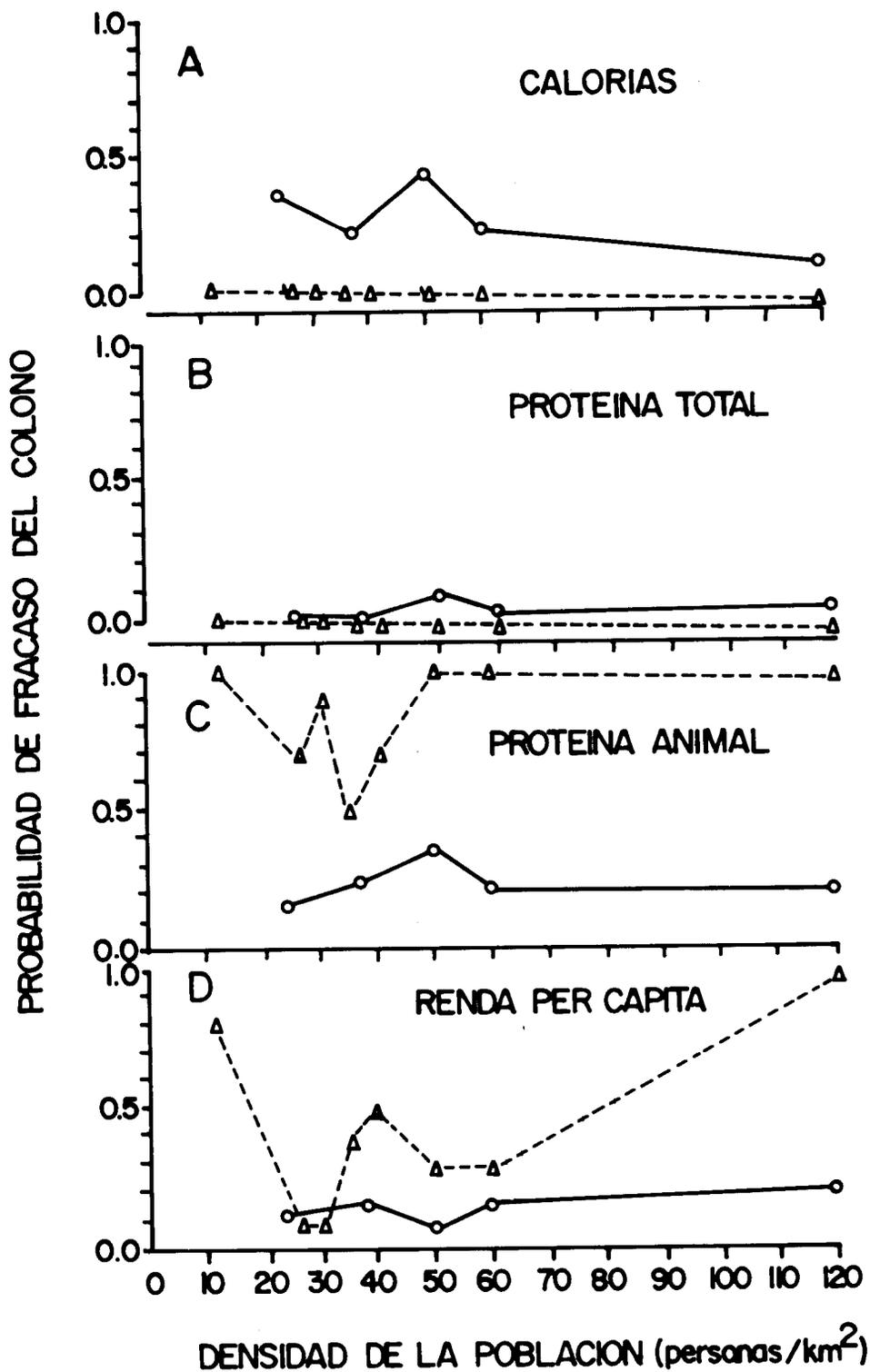


determinísticas para calorías, proteína total, proteína animal y dinero por capita (Figura 5.9). Varias ejecuciones serían necesarias para cada densidad de población para producir resultados que reflejen adecuadamente el efecto de la variación en las producciones de las culturas y otros factores. Tales ejecuciones adicionales aun no fueron hechas.

Fig. 5.9. Las probabilidades de fracaso del colono en cuatro criterios de consumo versus la densidad poblacional. Ejecuciones estocásticas son indicadas por bolas y líneas continuas; ejecuciones determinísticas por triángulos y líneas punteadas. Criterios de fracaso: A.) calorías, B.) proteína total, C.) proteína animal, D.) dinero por capita. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Las ejecuciones estocásticas para calorías y proteína total resultarán en probabilidades de fracaso del colono más altas del que las probabilidades cero encontradas para ejecuciones determinísticas sobre todo el ámbito de densidades mostrado. Como esos dos criterios son los dos más fácilmente satisfechos a través de la producción del lote, no es de sorprender que las probabilidades de fracaso correspondientes son más bajas de que las de proteína animal y de dinero. Las curvas estocásticas son más altas, pues suceden algunos fracasos como resultado de permitirse a las producciones una variación más realista. Para proteína animal y dinero por capita, las tasas de fracaso para ejecuciones determinísticas son mucho más altas de que para calorías o proteína total. La producción de proteína animal en el lote proveniente de la caza o de gallinas, que son alimentadas con maíz, pero el que buscan en el quintal del colono, normalmente es inadecuada y requiere suministros comprados con dinero. Cuando las colectas pobres resultan en cuantías restrictas de dinero, el colono no puede satisfacer

FRACASO DEL COLONO POR CRITERIO DE CONSUMO



la necesidad de proteína animal comiendo de las culturas de raíces u otros substitutos fácilmente disponibles. Las densidades de población encima de 40 personas/km² la tasa de fracaso anual en ejecuciones determinísticas es igual a uno. Cuando la variabilidad en las producciones es introducida en las ejecuciones estocásticas, algunos colonos obtienen buenas colectas en por lo menos algunos de los años simulados, resultando en una tasa de fracaso más baja.

Desvíos de los Resultados Esperados

Las curvas en la Figura 5.9 no muestran el aumento suave que fue esperado en la probabilidad del fracaso del colono con el aumento de la densidad. Para las ejecuciones determinísticas para proteína animal y dinero por capita, la disminución en las probabilidades de fracaso en densidades poblacionales medias es atribuible a la capacidad de los colonos simulados de derrumbar fracciones desproporcionalmente grandes de sus lotes en el primer año. Cuando esos pedazos de tierra se tornan incultivables debido a la competición de la mata, los colonos fracasaron; más tarde, cuando los trechos se tornan disponibles nuevamente para el corte y plantío, la probabilidad de exceder los padrones de consumo aumenta. Ese padrón es atribuible al procedimiento de distribución del uso de la tierra usado en la simulación; colonos reales pueden no tener la visión tan corta al punto de derrumbar una fracción tan grande de su área total disponible en el primer año. Ni una evidencia del estudio actual indica que los colonos reales planean sus cronogramas de barbechado, aunque esa posibilidad no pueda ser descartada pues los colonos en el área de estudio intensivo no son limitados por el tamaño pequeño del lote de los colonos simulados. En las densidades simuladas más bajas, donde los colonos tienen suficiente tierra virgen disponible para reducir el impacto de cualquier sincronización en los cronogramas de barbechado, las altas probabilidades de fracaso encontradas son consideradas las más realísticas.

Se puede ver, en las ejecuciones estocásticas, algunas variaciones entre las probabilidades de fracaso a diferentes densidades. Una parte de la variación es, sin duda, debido al hecho de que las decisiones son basadas en distribuciones de probabilidades observadas en vez de ser por caminos fijos: si efectuada una serie diferente de ejecuciones estocásticas hechas con las mismas densidades, se obtendrían diferentes valores para probabilidades de fracaso. Aumentando el número

de años de colono simulado, reduciríamos la variabilidad en los puntos mostrados en la Figura 5.9 que corresponden a la proporción de fracasos en diez colonos simulados durante diez años, o 100 años de colono. La moderación en el efecto de la sincronización puede causar algunas probabilidades más bajas a mayores densidades.

Una razón para que las probabilidades de fracaso sean más bajas, la densidad alta de 120 personas/km², es la superdependencia del KPROG2 sobre el pH como un predictor de producciones de cultura, lo que lleva a un exagero en la sostenibilidad de las producciones de las culturas. En los suelos muy ácidos de la carretera Transamazónica donde la calidad pobre del quemado, que resulta en la elevación insuficiente del pH, ha sido un problema frecuente en los primeros años de la colonización, el pH sin duda demostró ser un excelente predictor de las producciones de varias culturas. El efecto del pH sobre las producciones de las culturas está relacionado tanto con las correlaciones entre los valores del pH con varios nutrientes importantes cuanto con la mayor disponibilidad de nutrientes a niveles más altos de pH. Durante los primeros años de colonización, el pH del suelo oscurece los efectos de otros factores químicos, físicos y biológicos, no obstante, este hecho no implica necesariamente que, con el pasar del tiempo, los otros nutrientes no irán aumentar en importancia relativa en la limitación de las producciones, independientemente de los niveles del pH. El hecho de que intervalos más cortos entre los períodos de cultivo en altas densidades de población simulada resultan en quemados más frecuentes para cada pedazo de tierra, y consecuentemente, pH y producciones de las culturas más altas, precisa ser visto como el resultado de datos deficientes para predictores que no sean el pH. La alteración de las subrutinas de producción no puede ser justificada debido a las limitaciones del actual conjunto de datos.

La faja de densidades mostrada en los gradientes simulados también contribuye para el desvío de tendencias esperadas. Ignorándose en el momento los problemas que llevan a producciones irrealísticamente altas, podría esperarse que todas las curvas podrían elevarse hasta una probabilidad de fracaso de uno en alguna población extremadamente alta. En el mundo real, la densidad de población en la cual esa probabilidad es alcanzada sería probablemente más baja de que esos valores indican. La cuestión de mayor interés es: qué sucede con las curvas de probabilidad de fracaso en las densidades más bajas de

población? Para ejecuciones estocásticas, la probabilidad de fracaso parece declinar en los casos de dinero por capita y proteína animal en densidades más bajas, aunque la variabilidad en los resultados tornan imposible, a ese punto, cualquier conclusión firme, sin que haya un gran número de ejecuciones. Una cosa es clara: mismo con la dependencia del pH y otras características inherentes al programa, las probabilidades de fracaso a las densidades simuladas más bajas son bastante altas para la mayoría de los criterios. Mismo una probabilidad de fracaso de 0.1 o menos por año implica en una alta probabilidad de fracaso al menos una vez sobre un espacio de algunos años. También, cuando se usan criterios múltiples simultáneamente, la probabilidad de que al menos uno de los padrones no sea alcanzado es más alta de que la probabilidad correspondiente para un criterio individual. Por ejemplo, en la ejecución estocástica a 24 personas/km², la probabilidad más alta de fracaso basada en criterio individual es de 0.36 mientras que la probabilidad de fracaso combinada con los cuatro criterios de consumo per capita es de 0.47.

SUPOSICIONES ALTERNATIVAS

Períodos de Barbechado

Varias suposiciones fueron alteradas en diferentes ejecuciones para juzgarse el impacto sobre los resultados de la simulación. Entre esos estaba el efecto del período de barbechado, que puede ser controlado a través de una alteración en las probabilidades de corte para cada clase de edad de la tierra en barbechado. Un período de barbechado de seis años fue introducido en varias ejecuciones determinísticas a diferentes densidades haciéndose probabilidades de corte para todas las clases con menos de seis años igual a cero y probabilidades de corte para todas las clases de edad con seis años o más igual a uno. En altas densidades de población, el barbechado de seis años resultaría en fracaso durante los años en que el gran bloque de trechos derrumbado para plantío en el primero año no estuviese adecuado para el plantío. Esas probabilidades de fracaso en altas densidades no reflejarían las probabilidades del mundo real por causa del efecto de la sincronización del período de barbechado sobre las probabilidades de fracaso en las densidades medianas. En densidades poblacionales más bajas ese efecto provocaría un problema menor. A 12 personas/km², con el sector de población congelado como antes (correspondiendo a un tamaño de lote de 50 ha), la

probabilidad de fracaso del colono por proteína animal es de 0.2, en contraste con la probabilidad de 1.0 para la ejecución con barbechado libre. Para dinero por cápita, la probabilidad de fracaso es de 0.2 para la ejecución de barbechado con seis años y de 0.8 para ejecución con barbechado libre. Las calorías y la proteína total resultan en probabilidad cero de fracaso tanto en el barbechado fijado en seis años cuanto en ejecuciones con barbechado libre. Las probabilidades más bajas para la proteína animal y dinero por cápita en la ejecución con barbechado de seis años pueden indicar la sabiduría de los barbechados más largos, que corresponden más de cerca a los períodos reales de barbechado en áreas de cultura itinerante tradicional. La reutilización de la vegetación secundaria (capoeira) nueva o de hierbas dañinas como rozas para culturas anuales puede ser un fenómeno de corta duración en el área de estudio (Fearnside, 1984e). Con el pasar del tiempo, los colonos pueden modificar su comportamiento agrícola para acompañar más de cerca los métodos probados por el tiempo de los agricultores tradicionales nativos de la región amazónica. Moran & Fleming-Moran (1974) sugirieron que un proceso así de aculturación puede estar aconteciendo entre los colonos que vienen de otras regiones del Brasil. Como en el caso de los períodos de barbechado fijos más largos, los efectos de esos cambios pueden ser probados por la simulación.

Tipos de Colonos

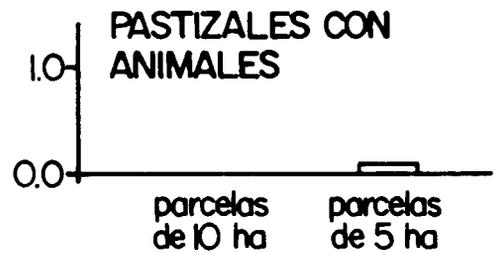
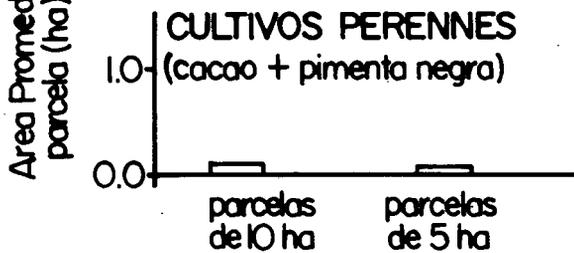
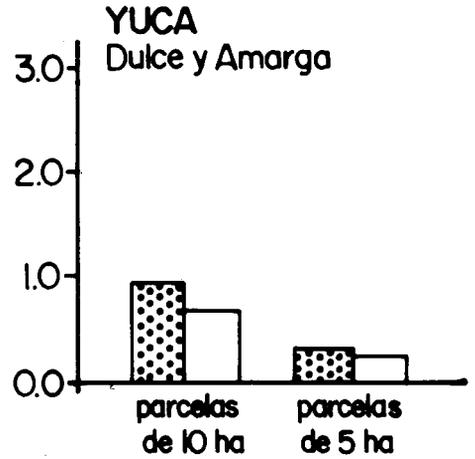
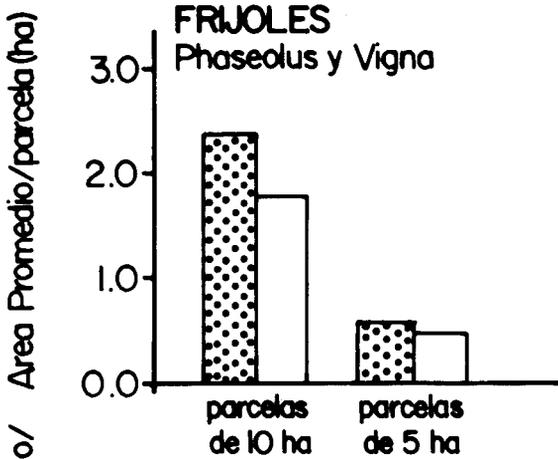
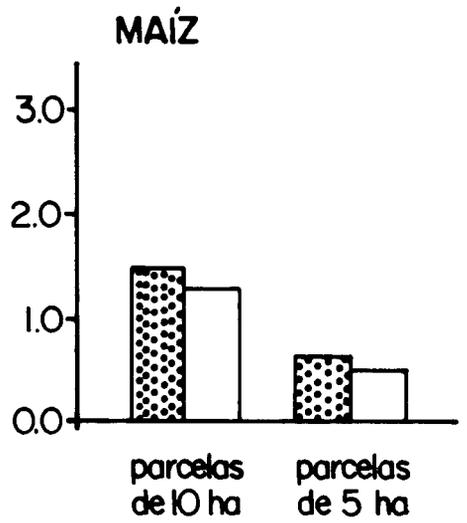
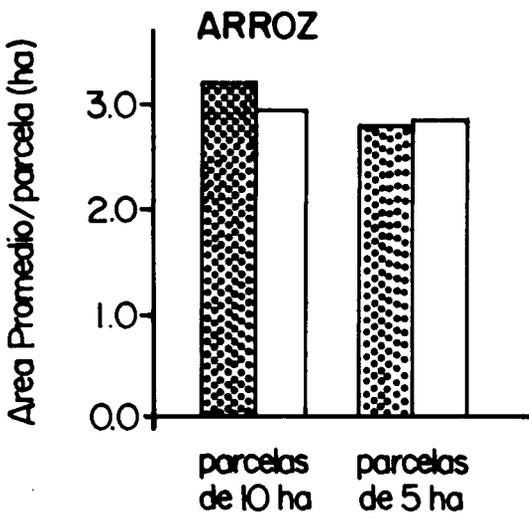
El efecto de la alteración de la composición de la población de colonos fue examinada. Las mudanzas en la distribución del uso de la tierra traídas por la rotatividad en la población de los colonos tiene implicaciones importantes para el futuro de la ocupación de la carretera Transamazónica y para las conclusiones al respecto de la capacidad de soporte (Fearnside, 1982b, 1984e). La influencia de la rotatividad de los colonos puede ser vista a partir de la información sobre el uso de la tierra de cuatro ejecuciones del KPROG2 (Figura 5.10), mostrando diferencias entre los tipos de colonos usados en el sector de distribución del uso de la tierra (Capítulo 4).

Fig. 5.10. Uso de la tierra simulada de acuerdo con el tipo de colono. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

Para las dos ejecuciones solamente con colonos agricultores trabajadores, los diez lotes simulados en cada ejecución son inicialmente ocupados por agricultores trabajadores y todos los colonos recién-llegados son también agricultores trabajadores. En las ejecuciones con todos los cuatro tipos de colonos, los colonos simulados originales son substituidos por recién-llegados antes del comienzo del período final de diez años representado en la Figura 5.10. Para los primeros tres años de ese período de tiempo, solamente 30% de los colonos originales permanecen, resultando en un gran aumento en los otros tipos de colonos a costas de los agricultores trabajadores.

En las ejecuciones de simulación en los lotes de tamaños de 10 ha (Figura 5.10), la población mixta planta más de todos los grupos de culturas de subsistencia del que los trabajadores: 15.2% más de arroz, 8.9% más de maíz (con la corrección para la densidad del plantío en la condición de consorciada), 53.4% más de fríjol (Phaseolus y Vigna) y 13.4% más de yuca (brava y dulce). Excepto para el arroz, vale el mismo padrón con el lote de tamaño de 5 ha: la población mixta planta 1.8% menos arroz, 22.6% más maíz, 20.8% más fríjol, y 28.6% más de yuca de que la población de trabajadores.⁴

Las pequeñas cantidades de tierra distribuidas para el cacao, pimienta-del-reino y pasto por los agricultores



LEYENDA

Población que incluye los 4 tipos de colonos



Solamente tipo de colono agricultor-trabajador

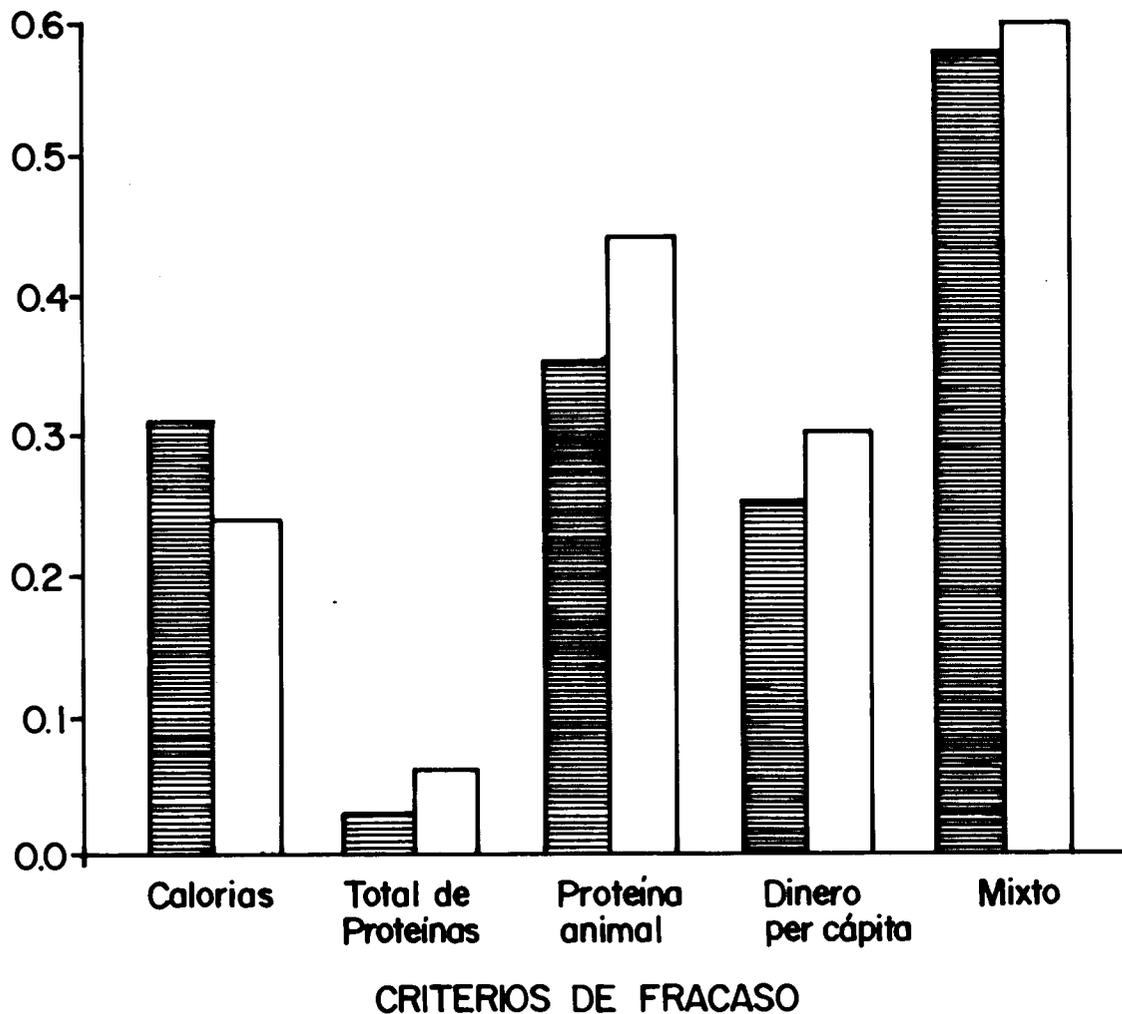


trabajadores y por la población mixta son irrealísticamente bajas, especialmente en los casos donde la población es compuesta principalmente de recién-llegados. El tamaño menor de los lotes simulados podría ser una explicación parcial, pero, más importante son las distribuciones durante los años iniciales de la ocupación, sobre los cuales se basan los datos para los parámetros del programa, que difieren de aquellos hechos en los años subsecuentes.

Las probabilidades de fracaso del colono para ejecuciones con tipos mixtos y con trabajadores solamente durante los diez últimos años de las simulaciones sugieren chances mayores de fracaso para los trabajadores por la mayoría de los criterios (Figura 5.11). Los valores para las probabilidades combinadas de fracaso del colono, que representan la probabilidad de que cualquier uno de los cuatro criterios de consumo no sea alcanzado, son más significativos para la capacidad de soporte de que aquellos para criterios individuales. Las probabilidades en la Figura 5.11 son bastante altas, sin duda en parte debido a las densidades extremadamente altas de las poblaciones simuladas en esas ejecuciones. Aunque hayamos descubierto que las probabilidades de fracaso del colono en todas las densidades simuladas son más altas de que los padrones de los proyectistas del gobierno, los fracasos son generalmente más frecuentes a las densidades más altas, como se podría esperar por la relación hipotetizada.

Fig. 5.11. El tipo de colono y las probabilidades de fracaso. (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

PROBABILIDAD DE FRACASO DEL COLONO
(proporción de parcelas fracasadas y años)



LEYENDA

Todos los tipos de colonos



Solamente trabajadores

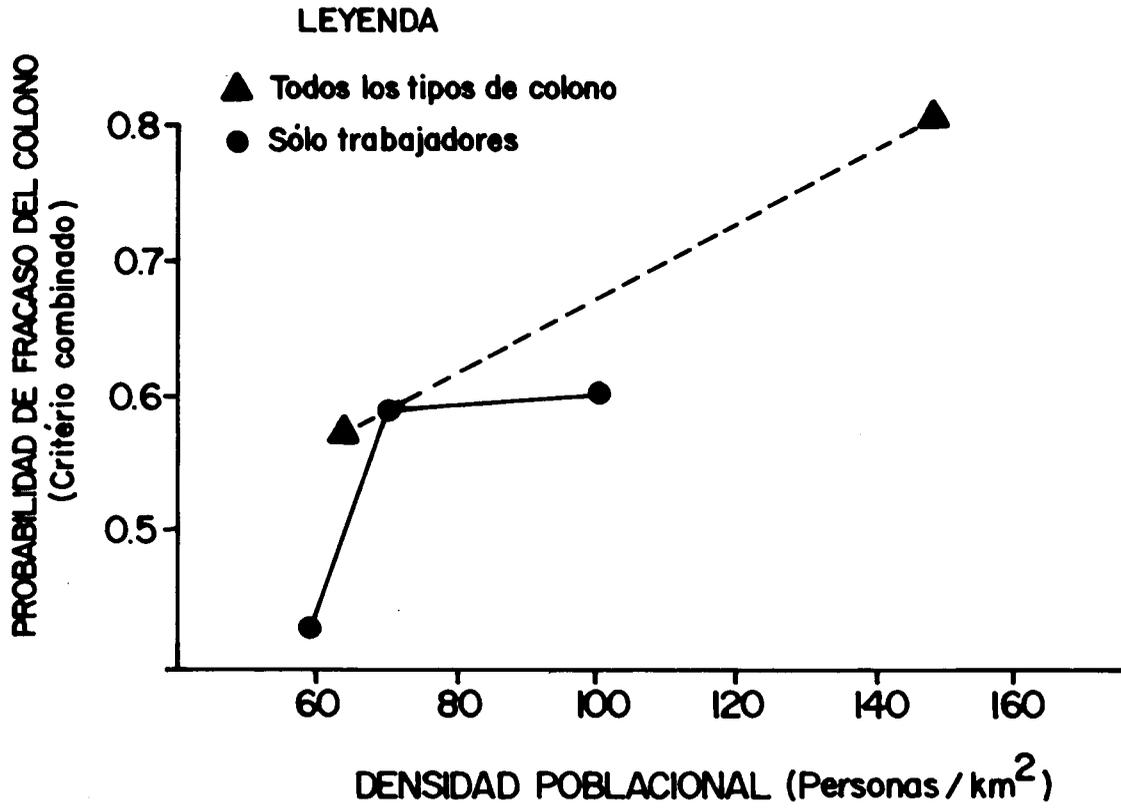


Las probabilidades combinadas de fracaso del colono, que parecen aumentar con la densidad de la población para ejecuciones estocásticas, con todos los tipos de colonos y con los trabajadores solamente en lotes simulados de 5 y 10 ha (Figura 5.12).⁵ Las diferencias en probabilidades de fracaso del colono entre las poblaciones mixtas y ejecuciones con trabajadores solamente en la Figura 5.11 pueden en parte estar relacionadas a las diferencias en la distribución del uso de la tierra discutidas anteriormente, aunque la información sea muy escasa para cualquier conclusión firme. Las diferencias en las probabilidades de fracaso para los colonos de tipos diferentes también podría ser explicada por las diferencias de densidades entre esas ejecuciones de simulación (Figura 5.12). Aunque los resultados sean insuficientes para determinar de una manera conclusiva si las probabilidades de fracaso son más altas para los trabajadores de que para los otros tipos de colonos, las diferencias en la distribución del uso de la tierra en las ejecuciones con poblaciones mixtas y solamente con trabajadores sugieren que puede ser ese el caso.

Fig. 5.12. Probabilidades combinadas de fracaso del colono en diferentes densidades poblacionales, para poblaciones de colonos con todos los tipos de colonos (triángulos y línea punteada) y con trabajadores apenas (bolas y línea continua). (Fuente: Fearnside, 1985e, s/d-c).

CONCLUSIONES SOBRE LA CAPACIDAD DE SOPORTE

Las implicaciones de esas ejecuciones para capacidad de soporte dependen del valor crítico seleccionado por el



proyectista para la probabilidad máxima aceptable del fracaso del colono. Un valor de este tipo es indicado por un sistema de clasificación del uso de la tierra utilizado por el Proyecto RADAMBRASIL del gobierno brasileño en el mapeamiento de la cuenca amazónica. La descripción RADAMBRASIL que cubre el área de estudio en la carretera Transamazónica clasifica como "bueno" el suelo cuando se puede esperar que el agricultor no fracase más de que una vez en cinco años (Brasil, RADAMBRASIL, 1974, Vol.5: III/117). Eso corresponde a probabilidades de fracaso en ejecuciones estocásticas casi siempre exceden ese valor para cada criterio individual (ver Figura 5.9). Las probabilidades de fracaso basadas en combinaciones de más de un criterio son aun más altas de que ese valor. Usando un valor crítico de 0.13, la capacidad de soporte indicada sería probablemente más bajo (posiblemente muy bajo) de la densidad mínima de población simulada en las ejecuciones estocásticas actuales de 24 personas/km². Serían necesarias otras ejecuciones a esas densidades bajas para confirmar esa conclusión. Como la mayoría de los desvíos en el comportamiento de la simulación de las condiciones conocidas en la carretera Transamazónica contribuye para bajar las probabilidades de fracaso, el refinamiento de las técnicas de estimativa probablemente iría resultar en valores más bajos para la capacidad de soporte.

Es claro que los altos niveles de variabilidad observados en muchas partes del agro-ecosistema son críticos para las probabilidades de fracaso y, por tanto, para la capacidad de soporte, como es definida operacionalmente. El papel de la variabilidad es mostrado por diferencias evidentes entre los resultados de las ejecuciones determinísticas y estocásticas. Los resultados de esos estudio sugieren que la variabilidad es un factor clave que no puede ser despreciado al procurarse estimativas útiles de capacidad de soporte.

El estudio actual confirma la opinión informal de muchos que la capacidad de soporte de las regiones tropicales, tales como el área de estudio intensivo, es muy baja para agricultores portados con base en las culturas anuales. Eso no es para sugerir que el desarrollo de esas tierras por grandes empresas, como en la conversión de áreas extensas en pastos, pueda proveer la producción necesaria para portar una población humana a una capacidad de soporte más alta. Al contrario, las simulaciones de pasto (Fearnside, 1979a, 1980b) levantan serias dudas sobre la hipótesis de esa forma de producción puede ocasionar tales producciones

sustentables.

CAPITULO 6

LA OPCION DE ESTRATEGIAS DE DESARROLLO PARA AREAS DE BOSQUES HUMEDOS

DEFINIENDO LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO

La capacidad de soporte está inexorablemente ligada a formulación de estrategias de desarrollo. Los objetivos de desarrollo del gobierno en el interés tanto de la generación actual cuanto de las futuras, pueden ser divididos en muchas categorías, que serán discutidas en las secciones siguientes.

SUSTENTABILIDAD

La sustentabilidad, a largo plazo, tanto agronómica cuanto social, de cualquier sistema a ser promovido es de suprema importancia. Sustentabilidad agronómica requiere una balanza razonable de nutrientes en el sistema, incluyendo compensación por pérdidas a través de lixiviación, erosión y la retirada de nutrientes en los productos cogidos. Otras exigencias para productividad continua, como control de compactación del suelo y energía de fuentes renovables, también deben ser satisfechas. Las probabilidades de destrucción por plagas o enfermedades deben ser bajas y se debe llevar en consideración cual el uso de la tierra que substituiría el actual sistema, caso este fuese víctima de uno de esos problemas biológicos.

Mismo que la producción de una cultura pueda ser sustentada del punto de vista agrícola, ella puede tener vida corta, por causa de razones sociales. La sustentabilidad social requiere que el sistema permanezca lucrativo durante todo el tiempo. Fluctuaciones en las producciones y variaciones en los precios de mercado para el producto o para los insumos, pueden colocar en juego la sustentabilidad social, a largo plazo. También es importante la practicabilidad de hacer cumplir los reglamentos necesarios para el funcionamiento del sistema. La tradición del Brasil de aplicación selectiva de leyes para los "enemigos", y de burlar reglamentos por medio del ubicuo jeito o manera (Rosenn, 1971), complica bastante el planteamiento. Además de eso, la desigualdad social y otras condiciones sociales subyacentes, pueden afectar la sustentabilidad a largo plazo de un sistema. La sustentabilidad está por tanto ligada a las fuerzas sociales resultantes de la distribución de

recursos y de la presión poblacional.

COMPETITIVIDAD ECONOMICA NO SUBSIDIADA

Los sistemas que dependen de subsidios económicos para sobrevivir frecuentemente acaban costando más de que sus méritos intrínsecos justifican. Las distorsiones introducidas por subsidios tales como exención de impuestos y empréstitos a bajos intereses tiene una tendencia a tornarse auto-perpetuados mismo después que se tornó claro que el sistema es económicamente impracticable. Los pastos en la Amazonía brasileña siguieron este padrón (Fearnside, 1979b). Los sistemas precisan demostrarse rentosos en términos inmediatos (descontados) para remover cualquier necesidad de subsidios gubernamentales o privados. Esto no implica en que se deba adoptar una política de completo laissez-faire; por el contrario, existen muchas intervenciones económicas selectivas que promueven metas sociales.

AUTO-SUFICIENCIA MAXIMA

Es necesario alcanzarse un equilibrio entre la interacción con la macroeconomía y la auto-suficiencia local. La dependencia de importaciones de suministros de energía, insumos agrícolas y alimentos básicos coloca los colonos a merced de los aumentos de precios y de las indecisiones del suministro. Los pequeños agricultores tropicales, que producen una cultura comercial para exportación con la intención de comprar artículos esenciales con los lucros, precisan luchar con las fluctuaciones en los mercados internacionales de mercaderías. La maximización de la auto-suficiencia no debe ser confundida con aislamiento del comercio, que es necesario (dentro de límites) para todos los agro-ecosistemas. Son necesarias algunas culturas para venta para suplir verbas para la adquisición de bienes que no pueden ser producidos en la región; el problema es evitar la pérdida de auto-suficiencia en productos que pueden ser producidos.

La auto-suficiencia debería incluir tanto auto-suficiencia económica, significando que se produce lo suficiente para satisfacer la demanda, cuanto auto-suficiencia nutricional, significando que se produce lo suficiente para satisfacer a las necesidades nutritivas de todos, no importando el poder adquisitivo.

REALIZACION DE METAS SOCIALES

Para que un agro-ecosistema sea viable precisa garantizar padrones de vida mínimos, medidos por varios criterios. Una condición importante es que contenga la probabilidad de fracaso dentro de límites aceptables para cada criterio. La cantidad de empleo generada por diferentes tipos de desarrollo debe también ser considerada. En una escala regional, el costo de instalación de un agro-ecosistema puede también ser importante si la opción por un tipo de desarrollo dispendioso significa que las metas sociales no seran cumplidas en otras partes de la región.

COMPATIBILIDAD CON LA MANUTENCION DE AREAS PARA OTROS USOS

Los planes de desarrollo deben asegurar que las áreas adecuadas estarán disponibles para reservas ecológicas, indígenas y de otros tipos que requieren el bosque intacto. Los límites de tales reservas, una vez creados, deben ser respetados: los desarrollos en áreas circundantes no deben crear presiones que lleven a la invasión y a la retractación de consignaciones previamente hechas para reservas. Como en el caso de sustentabilidad social, la compatibilidad con otros usos está ligada con la distribución de recursos y con la presión poblacional.

RETENCION DE OPCIONES DE DESARROLLO

Una consideración básica en la selección de estrategias de desarrollo debería ser la de evitar usos de la tierra que cierren la puerta a otros usos posibles. Infelizmente, el costo de oportunidad para la destrucción de recursos naturales potencialmente renovables raramente es considerado, cuando son tomadas tales decisiones. La destrucción extensiva del bosque para pasto de ganado es el ejemplo más dramático de uso de tierra de visión corta.

EFFECTOS MINIMOS SOBRE OTROS RECURSOS

La minimización de efectos adversos (tales como la polución del agua) sobre otros recursos, debería ser una parte de cualquier plan para desarrollo. Por ejemplo, la reproducción y alimentación de los peces pueden ser afectadas por la destrucción de hábitats de várzea y de igapó. Algunos de los peces comerciales más importantes en la Amazonía dependen de la producción de frutas en los bosques periódicamente inundados (Goulding, 1980). La importancia

del pez como una fuente de proteína para la población humana en la región Amazónica significa que cualquier desarrollo que traiga efectos deletéreos sobre los recursos pesqueros debería ser abordado con extrema cautela.

EFFECTOS MACRO-ECOLOGICOS MINIMOS

Las estrategias de desarrollo para áreas de bosques húmedos no deben ser adoptadas sin considerarse seriamente los efectos ecológicos potenciales mayores. La diversidad genética y de especies, relaciones ecológicas coevolucionadas y estabilidad climática son frecuentemente sacrificadas con muy poca consideración seria dada a la aplicación de medidas efectivas, aunque algunas veces dispendiosas, para restringir esas pérdidas. Los costos de ignorarse esos problemas potenciales podrían ser altos, mismo que los individuos y las empresas que disfrutan de los lucros inmediatos del desarrollo no paguen el grueso de esos costos, que podrán no aparecer por algún tiempo. La probabilidad y la magnitud de los efectos potenciales son más que suficientes para justificar un examen cuidadoso de los efectos macro-ecológicos antes que una estrategia de desarrollo sea instituida.

CONFLICTOS DE OBJETIVOS

Existe un conflicto frecuente entre los intereses del individuo y de la sociedad. Una formulación clásica de ese conflicto es la parábola de la "tragedia de los comunes" (Lloyd, 1967 [1833]; Hardin, 1968): los aldeanos podían dejar que sus animales se alimentasen del pasto que era propiedad común y continuaron colocando animales mismo cuando un aumento del número de estos llevaría a la degradación del pasto y bajaría la producción. El hecho de que el beneficio total de acrecentar cada animal al pasto adviene para el individuo, mientras que el costo de la disminución de la producción total es repartido por todos los aldeanos, torna ventajoso para todos el aumento de sus rebaños individuales, hasta que el pasto sea destruido. La analogía se aplica directamente a muchas situaciones de recursos de propiedad común, tales como la pesca o decisiones de limitación de tamaño de la familia enfatizadas por Hardin (1968). La esencia del argumento, o sea, el equilibrio de la ganancia individual con costos divididos, también se aplica a muchos problemas ambientales, tales como el impacto climático de algunas opciones de desarrollo en áreas de bosques húmedos. Mismo que los costos totales de esos impactos fuesen mucho

mayores de que la ganancia total de esos desarrollos, el inversionista individual (o corporación) aun continuaría a ganar más de que perder.

El conflicto entre la procura del lucro individual y los problemas sociales y ambientales de la sociedad en general existe debido a la falta básica de conexión entre la sustentabilidad de un sistema y los padrones de inversiones que producen los más altos retornos económicos. Las decisiones de inversiones son tomadas por la comparación de las inversiones potenciales con los retornos obtenidos por inversiones alternativas en otras partes de la economía mayor (la última resumida como una tasa de descuento). Infelizmente, la tasa de retorno que puede ser sustentada por el manejo de recursos renovables es limitada por factores biológicos como la tasa de crecimiento de los árboles, los cuales no tienen ni una ligación lógica con las tasas de descuento de los banqueros. Si la tasa de descuento fuera más de que el doble de la tasa de regeneración natural, como es frecuentemente el caso, es ventaja para el inversionista simplemente destruir el recurso lo más rápido posible y reinvertir el lucro resultante en otros emprendimientos (Clark, 1973, 1976; Fife, 1971).

El ejemplo más conocido es el de la industria de la pesca de la ballena donde, a pesar de numerosos estudios demostrando que la pesca intensiva continua llevaría a la destrucción de las poblaciones de ballena y el fin de la industria, las corporaciones continúan invirtiendo en la pesca de la ballena con la intención de simplemente convertir el equipamiento en chatarra o tirarlo fuera y reinvertir los lucros más tarde en otra parte (Clark, 1973). El problema no es falta de conocimiento, pero la estructura fundamental de la tomada de decisiones económicas. Esa lógica triste se aplica a muchas situaciones que envuelven decisiones del uso de la tierra en áreas de bosque húmedo. La cuestión de, si una operación de silvicultura o de pasto es sustentable puede ser de mucho menos importancia para el inversionista, aunque se declare, sólo por hablar, que la sustentabilidad sea un objetivo del planteamiento del desarrollo.

La cuestión de las tasas de descuento presenta un dilema para el planteamiento del desarrollo. Altas tasas de descuento llevan a una sobre-explotación de recursos potencialmente renovables, mientras que bajas tasas de descuento llevan a las inversiones en proyectos económicamente inviables con retornos pobres. En la Amazonía

brasileña, donde los programas de generosos incentivos fiscales y de impuestos, y de empréstitos con intereses subsidiados, llevaron a la derrumbada de vastas áreas para pasto, a pesar de la impracticabilidad económica de esa estrategia de desarrollo. El costo de oportunidad de capital es calculado por cerca de 11% en la mayor parte de la América Latina por los economistas del Banco Mundial, y tasas tan altas cuanto 15% son sugeridas como apropiadas para la Amazonía brasileña (Skillings & Tcheyan, 1979: 64). Las verdaderas tasas de descuentos usadas en cálculos económicos en la Amazonía son indudablemente menores de que el costo de oportunidad de capital, especialmente en el caso de los proyectos subsidiados para pecuaria.

Skillings & Tcheyan recomendaron el uso de un sistema de precios paralelos (shadow prices) en el cálculo de los costos de los proyectos propuestos (Skillings & Tcheyan, 1979: 65-66). Precios paralelos más bajos de que los precios del mercado para la mano-de-obra, y precios paralelos mayores de que el valor del mercado para la moneda extranjera y combustibles fósiles, resultaría en un favorecimiento de los proyectos que estuviesen de acuerdo con los objetivos del gobierno.

Las ideologías son irrelevantes para el problema de usos económicos sustentables de los recursos naturales. La "mano invisible" de Adam Smith, la fuerza benevolente que guía el tradicional capitalismo del laissez-faire, demostró ser incapaz de lidiar con los dilemas que surgen de la "tragedia de los comunes" y del problema de la tasa de descuento. De la misma manera, los principios más fundamentales del Marxismo son completamente inconsistentes con el uso renovable de los recursos naturales. La teoría de mano-de-obra de valor de Marx, que considera que el valor verdadero de cualquier bien es, o debería ser, proporcional a la cantidad de trabajo humano requerido para su producción, lleva lógicamente a la conclusión de que un recurso natural, como el bosque húmedo amazónica, no tiene ningún valor y, por tanto, puede ser destruida impunemente. Los dilemas ligados al manejo de los recursos naturales requieren soluciones pragmáticas que no pueden ser derivadas de ninguna ideología. Es necesaria un nuevo abordaje en el análisis financiero para tornarse lucrativas las formas de desarrollo sustentable y no lucrativas las formas no sustentables.

El encorajamiento de desarrollo intensivo en áreas pequeñas es una manera de aliviar la presión sobre

expansiones mayores de bosque. Los precios de tierra extremadamente bajos en la Amazonía son un impedimento para la adopción de opciones de desarrollo que requieran inversiones mayores de mano-de-obra y capital para que la tierra produzca en una base sustentable. Las áreas ya taladas deberían ser los locales para esos desarrollos intensivos, y no las áreas aun bajo bosque nativo. El manejo forestal sustentable de regeneración natural, requiere un conjunto diferente de factores económicos: bajo costo de tierra y de otras demandas de capital (Fearnside, 1985b). El desarrollo en la Amazonía precisa realizarse en un mosaico de trechos diferentes de tierra, cada uno con diferentes restricciones de calidad ambiental y reglas económicas básicas, siguiendo las líneas de estrategia de desarrollo del ecosistema propuestas por E.P. Odum (1969; Margalef, 1968; ver también Eden, 1978; Fearnside, 1979b, 1986h).

PROGRAMAS DE COLONIZACION Y LA REALIZACION DE OBJETIVOS

COLONIZACION POR PEQUEÑOS AGRICULTORES VERSUS OTROS USOS

La colonización por pequeños agricultores es solamente uno de los muchos padrones de desarrollo que compiten por la promoción y financiamiento del gobierno. Las mudanzas en las prioridades del gobierno en la colonización de la Amazonía, descritas en el Capítulo 1, son testimonios de los objetivos conflictivos de las políticas de desarrollo. Los más importantes son los conflictos entre objetivos sociales y políticas económicas, por ejemplo, la producción de productos agrícolas para exportación para otras regiones o para otros países (Fearnside, 1984f). La mayoría de los motivos sociales para la colonización serán mejor satisfechos a través de ocupación por pequeños colonos, en conjunción con otros programas auxiliares. La mayoría de los otros tipos de actividades que están siendo promovidas, tales como ganadería y plantaciones de silvicultura, requieren el capital y la organización de grandes corporaciones. Objetivos apropiados, como sustentabilidad, no han sido prominentes en el planteamiento de decisiones en ningún nivel. Si son mejores los grandes agricultores o los pequeños, en términos de esos objetivos, depende enteramente del tipo de sistema de agricultura promovida. Ni las culturas anuales, favorecidas por muchos pequeños agricultores, ni los esquemas mayores de ganadería, tienen buenas perspectivas de sustentabilidad (Hecht, 1981; Fearnside, 1979a, 1980b). Culturas perennes, con perspectivas un tanto mejores, pueden ser cultivadas en operaciones con una amplia variación de tamaños. Otras

operaciones, tales como explotación sustentada del bosque nativo, no colocarán obstáculos intransponibles para el pequeño agricultor si las cooperativas u otras instituciones grandes providencian las estructuras de organización y equipamientos.

La escala del desarrollo está relacionada a las diferencias en la distribución del uso de la tierra entre los tipos de colonos dentro del área de ocupación en la carretera Transamazónica. Distribuciones menores de tierra para varias culturas por agricultores trabajadores, cuando comparadas con otros tipos de colonos, resulta en menor excedente agrícola y también puede estar ligada a las tasas de fracaso más altas con respecto a los criterios de la capacidad de soporte. Esas diferencias entre los tipos de colonos tienen implicaciones importantes para políticas que dirigen la selección de colonos en perspectiva.

Los objetivos de los programas de colonización deberían ser cuidadosamente evaluados antes que se pueda formular recomendaciones. Si el objetivo principal de un programa de ocupación es reducir el número de pobres sin tierra, entonces, lógicamente sería dada la preferencia a los agricultores trabajadores sobre los otros tipos, independiente de las consecuencias para las probabilidades de fracaso y capacidad de soporte. Si la medida de suceso para un programa fuera la producción de un excedente agrícola para exportar, entonces las áreas mayores distribuidas a las culturas entre no trabajadores indicaría que ese sería el tipo preferible. El conflicto fundamental entre los objetivos de la reforma agraria y producción exportable sólo puede ser resuelto por un examen detallado de los objetivos y probables consecuencias de cada programa.

Un posible objetivo para los programas de colonización, aunque no sea evidente en el caso de la carretera Transamazónica, es la creación de comunidades auto-sustentadas, capaces de mantener sus poblaciones a un padrón de vida aceptable sin preocuparse con beneficios advenidos a otras partes del país. Si fuese sólo ese el criterio para la evaluación, entonces el tipo de colono agricultor independiente sería la opción más viable.

Auto-suficiencia raramente está solita como un motivo para colonización, frecuentemente llevando al mismo conflicto fundamental que se aplica en el caso de la carretera Transamazónica. Si un proyecto de colonización debe

beneficiar no solamente a los individuos instalados en el proyecto pero a la región Amazónica como un todo, surge el problema de cual es el tipo de colono más apropiado. Si un objetivo fuera "combatir efectivamente la escasez de alimento de las áreas tropicales" (Moran, 1976: 98), entonces los ex-propietarios y administradores serían favorecidos sobre los trabajadores, como indican en el Capítulo 5 con las distribuciones simuladas de uso de la tierra. Existe el potencial para conflicto con otros objetivos, entretanto. La colonización por pequeños agricultores está actualmente siendo discutida como un remedio para problemas inmediatos de: moradores de pueblos jóvenes o marginales en las ciudades de la Amazonía, conflictos rurales entre posseiros y grandes hacendados o especuladores, y la marea reciente de inmigrantes de la región sur del Brasil. La marea de inmigrantes es el resultado combinado de un "empujón" de oportunidad en la Amazonía y un "empujón" de la concentración de la pose de la tierra para la producción de soya y caña-de-azúcar (encorajada para la fabricación de alcohol), las heladas que matan el café en las áreas de cafetales, y el continuo crecimiento poblacional. Esas realidades garantizan la presión continua para el asentamiento de trabajadores junto con otros tipos de colonos.

Aunque la manutención de la población a densidades abajo de la capacidad de soporte debe ser una pré-condición para cualquier proyecto de colonización, las características destinadas a maximizar la capacidad de soporte, tales como la modificación de los procedimientos de selección, precisan ser pesados en comparación con todas las metas del proyecto en consideración. Los padrones de distribución de uso de la tierra están en el centro, tanto del problema de la capacidad de soporte cuanto de la conquista de objetivos sociales a través de los proyectos de colonización.

REDIRECCIONAMIENTO DEL ESFUERZO DE DESARROLLO

Fue propuesto el redireccionamiento del desarrollo en áreas de bosque húmedo en la Amazonía brasileña para el cerrado del planalto central brasileño (Goodland, 1980a; Goodland et al., 1978; Goodland & Irwin, 1977). Las áreas de cerrado tienen el costo de oportunidad más bajo, cuando destruido, de tener más elasticidad y ser mejor comprendido, de tener respuestas mejores a fertilizantes, menos erosión y menos problemas de plagas. Las áreas de cerrado son también más próximas de los mercados, tienen mejores transportes y otras infraestructuras disponibles. Los recursos utilizados

para el desarrollo de la Amazonía motivado por la intención de resolver los problemas de otras regiones podrían ser más bien gastado aplicándose directamente en esas regiones. Más allá de la Amazonía ser incapaz de resolver los problemas en crecimiento exponencial de otras regiones, la aplicación de recursos directamente en las áreas problemáticas es también más eficiente a corto plazo.

En una escala regional, fue sugerido que los esfuerzos de desarrollo dentro de la Amazonía sean concentrados en áreas de vegetación secundaria o pasto degradado (Rankin, 1979), en la várzea, que es más fértil, o que los esfuerzos sean concentrados en aumentar la producción en tierras ya siendo cultivadas en vez de expandir las áreas en producción. Todas esas opciones reducen los motivos para la derrumbada del bosque húmedo, mantienen opciones abiertas y minimizan tanto los efectos negativos sobre otros recursos cuanto los efectos macro-ecológicos adversos. La várzea es particularmente atrayente por causa de la renovación anual de la fertilidad del suelo por la inundación.

El esfuerzo para producir colectas mayores y más sustentable en la várzea, vegetación secundaria, pasto degradado y tierra ya bajo cultivo, tendría que ser combinado con mecanismos para disminuir los fuertes motivos actuales para la deforestación, si es que se quiere aliviar la presión sobre las áreas de bosque húmedo. Desde 1980 fue adicionada una nueva motivación: una mudanza en la estructura de las leyes de impuesto territorial rural para tasar tierras "no desarrolladas" (i.e., no taladas) con impuestos más altos de que para tierras "desarrolladas", si una parte mayor de que un dado porcentaje de la propiedad fuera "no desarrollada" y para aumentar el impuesto en años sucesivos, mientras que la tierra permanece sin "utilización" (Brasil, Ministério de la Agricultura, INCRA, 1980).

La concentración del desenvolvimiento en parte de la Amazonía que actualmente no está bajo bosque húmedo es consistente con una "estrategia dualista" para el desarrollo de la Amazonía (Rankin, 1979). Bajo una estrategia así, los planes a corto y largo plazo serían separados, con desarrollos actuales restringidos a áreas no taladas, así dando tiempo a los investigadores para desenvolver maneras sustentables y relativamente no destructivas de hacer un uso económico de las áreas de bosque húmedo. Se puede esperar que el potencial de un bosque húmedo aumente enormemente por el aplazamiento del uso de esas áreas. Dos ítems son

esenciales en cualquier plan a largo plazo para la utilización de las áreas de bosque húmedo en la Amazonía: 1) demarcación y defensa de reservas permanentes adecuadas a los diferentes ecosistemas en el área; y 2) solución para los problemas subyacentes que llevan a continua destrucción del bosque húmedo. La estimativa de la capacidad de soporte es una parte de la solución.

CAPACIDAD DE SOPORTE Y POLITICA DE DESARROLLO

Las estimativas de capacidad de soporte humano deberían ser el centro de la formulación de las políticas de desarrollo de todos los tipos en áreas de bosques húmedos tropicales. Janzen (1972a,b) relata algunos de los muchos ejemplos de destrucción de ecosistemas en los trópicos, ligada a la sobrepasaje de la capacidad de soporte, el cual puede llevar a una disminución de la capacidad de soporte a través de la destrucción del "capital natural": "... un tal escenario sombrío no debería obscurecer el hecho obvio de que existen medios de determinar la capacidad de soporte humano de un hábitat sin una tal destrucción nacional o global. La primera prioridad para la distribución de verbas debería ser colocada en esos métodos" (Janzen, 1972b: 86).

La capacidad de soporte tiene un gran valor como un concepto alrededor del cual organizar el desarrollo. La propia naturaleza de la capacidad de soporte requiere un planteamiento de largo alcance, un aspecto notablemente en falta en la mayoría de los planes de desarrollo propuestos para áreas de bosque húmedo. Requiere también que se considere muchos factores diversos tal como densidad de población, niveles de afluencia y distribución de renta, que son frecuentemente tratados como no relacionados. Las escalas para las cuales se aplican objetivos diferentes se tornan explícitas, sean poblaciones rurales agrícolas, agricultores más centros urbanos dentro de la región, o unidades, aun mayores. Además de su orientación de análisis de sistemas, el modelaje de la capacidad de soporte focaliza la atención en la realidad de los límites, deshaciendo la ilusión de que existe una infinidad de recursos y potencial agrícola. El potencial para producir afluencia y absorber un mayor excedente de personas resultante del crecimiento poblacional y la continua concentración de recursos en otras regiones es infinito. El crecimiento exponencial dentro de cualquier región o área es incompatible con límites tales como la capacidad de soporte, mismo las migraciones macizas

para regiones, tal como la Amazonía brasileña.

Los padrones de pose de la tierra son inseparables de la capacidad de soporte. Las tasas de fracaso para la fracción de la población con menos recursos serán probablemente inaceptablemente altas en términos de medidas relacionadas al consumo de la capacidad de soporte. Con respecto a los criterios de calidad ambiental, la manutención de trechos de tierra bajo bosque intocado requiere que la situación de la pose de la tierra sea definida que las desigualdades sean reducidas. En la Amazonía brasileña los derechos sobre la tierra son establecidos por la ocupación y deforestación de un pedazo de tierra. La subsecuente legalización de los derechos de esos posseiros después que el área está ocupada provee una gran motivación para la deforestación de extensas áreas, sean los posseiros caboclos pobres o grandes empresas. Leyes que se destinan a mantener la integridad de reservas y restringir la deforestación están condenadas mientras que prevalezca ese sistema (Fearnside, 1979b). La desigualdad en la distribución de la pose de la tierra que favoreció esa situación precisa ser aliviada simultáneamente con el fin de la práctica de legitimar las demandas de posseiros, para que se instituya un manejo adecuado del bosque.

Una preocupación con la capacidad de soporte requiere una política de desarrollo que considere todos los aspectos de la población: distribución geográfica, estructura de edad, tasa de crecimiento y tamaño absoluto. A pesar del tamaño de su área y de sus recursos, la Amazonía brasileña no puede sustentar el crecimiento poblacional exponencial como cualquier otra parte del mundo. Brown (1974: 145) calcula que el Brasil tendría que doblar su producción de alimentos de 1974 en 1992 para acompañar el ritmo del crecimiento interno proyectado de la demanda por su población, la cual estaba duplicando cada 24 años en 1970 y cada 30 años en 1980. Entre 1948 y 1962, 84% del aumento de la producción agrícola en el Brasil resultó del cultivo de tierras nuevas, solamente 16% de un aumento de las producciones por hectárea (Estados Unidos, Department of Agriculture, 1965: 19, citado por Nelson, 1973: 21). Dada la naturaleza finita del país, ese padrón no puede continuar para siempre. Los lugares de la Amazonía a sentir la realidad de esos límites en primer lugar serán focos de inmigración como Rondônia.

Otros países ya comprendieron la necesidad de una política poblacional como parte del planteamiento del desarrollo. En Egipto, la decisión de reducir el crecimiento

de la población fue tomada como consecuencia de la descubierta de que el aumento de la producción de alimentos, posibilitada por la irrigación de la represa de Aswan, sería enteramente absorbida por el aumento de la población en el valle del río Nilo durante el período en que la represa estuviera en construcción (Brown, 1974: 143). En México, hubo una revirada semejante en la política nacional de desarrollo y población en 1972, cuando se descubrió que los grandes progresos en la producción de alimentos entre 1955 y 1970 estaban completamente cancelados por el crecimiento de la población (Brown, 1974: 174).

El Brasil, sin embargo, aun está vivenciando una discrepancia entre los objetivos y los resultados. El objetivo más divulgado para la construcción de la carretera Transamazónica fue el de aliviar la superpoblación en el nordeste del Brasil, que tenía una población de aproximadamente 25 millones, creciendo a una tasa anual de cerca de 3%. Eso se traduce por un crecimiento de 750,000 personas por año, o una media de cerca de 2,055 personas por día. Todos los tres proyectos de colonización de la carretera Transamazónica acomodaron un total de apenas cerca de 5,000 familias, que equivale a 30,000 personas a una media de tamaño de familia de seis personas, o 14.6 días de crecimiento poblacional para el nordeste. Solamente 30% de los colonos acomodados en el área de Altamira vinieron del nordeste (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, Coordenadoria Regional do Norte CR-01, 1974). Presumiéndose que las otras dos áreas tuviesen la misma proporción de nordestinos que Altamira, un total de cerca de 1,500 familias de nordestinos (cerca de 9,000 personas) fueron acomodadas, o 4.4 días de crecimiento poblacional. Mismo que el porcentaje fuese mayor para las otras dos áreas, permanece el hecho de que el programa de colonización poco hizo para aliviar las presiones poblacionales del nordeste. El crecimiento de la población y la concentración de la posesión de la tierra en las áreas rurales en el nordeste del Brasil continúan, muchos años después de la seca de 1970. Aun más, la falta de planteamiento para evitar que el crecimiento de la población de colonos ultrapasase la capacidad de soporte de las áreas de bosque húmedo llevó a la degradación ambiental y al sufrimiento humano en los proyectos de desarrollo en muchas partes de los trópicos (Dasmann, 1972: 788-789).

Los proyectistas, bien como los colonos, procuran en las vastas expansiones de bosque húmedo aun intocadas la "panacea" para cualquier problema potencial futuro: la

"solución para 2001", como fue consagrada la carretera Transamazónica una vez (Tamer, 1970). El crecimiento exponencial puede rápidamente transformar esa lógica en un chiste, mostrando la urgencia de determinar el número de personas que pueden ser portadas de forma sustentable, a un dado padrón de vida y distribución de renta sin que haya efectos ambientales destructivos. Tal conocimiento es de importancia mucho más fundamental de que la proyección de las mudanzas de uso de la tierra y poblacionales o de encontrar medios de aumentar la producción agrícola. Es preciso tasar cuales son los factores que afectan la capacidad de soporte para seres humanos y como obtener información útil sobre esos factores. Llegó el momento de tomarse medidas prácticas para evitar el sufrimiento humano que advén del sobrepasaje de la capacidad de soporte.

APENDICE

RESUMEN DE LOS PARAMETROS Y EQUACIONES DEL MODELO KPROG2

Condiciones Físicas	278
Calidad Inicial del Suelo	278
Factores Meteorológicos	280
Distribución del Uso de la Tierra	287
Financiamiento	287
Preparación de la Tierra	299
Área de Subsistencia	302
Aprendizaje del Colono y Comportamiento en la Distribución	302
Margen de Seguridad del Área de Subsistencia	303
Modelando Distribuciones de Culturas	305
Decisiones de Consorciación	305
Restricciones de Mano-de-Obra y del Capital	308
Opciones de la Cultura Comercial	327
Modelando Mudanzas en el Suelo	328
Calidades de Quemado	328
Mudanzas en el Suelo por el Quemado	332
Quemados de Bosque Virgen	333
Quemados de Vegetación Secundaria	336
Quemados de la Mata	338
Mudanzas en el Suelo sin el Quemado	339
Mudanzas en el Suelo bajo Pasto	342
Fertilizantes y Cal	344
Erosión del Suelo	351
Producciones de las Culturas	353
Maíz	353
Fríjol <u>Phaseolus</u>	356
Fríjol-de-cuerda <u>Vigna</u>	360
Yuca Brava	361
Yuca Dulce	363
Pasto y Ganado	364
Pimienta-negra	368
Distribución del Producto	371
Renta No Agrícola	371
Deterioración de Productos	377
Transporte para Mercados	377
Compra y Venta de Productos	377
Necesidades de Subsistencia para Productos Agrícolas ...	380
Necesidad de Dinero para Subsistencia	383
Pagamiento de Deudas	386
Necesidades de Semillas	387
Inversión	387
Procesos Poblacionales	391

Población Inicial	391
Clasificación como Cazador	391
Mano-de-Obra Familiar y Salud	398
Fertilidad y Mortalidad	398
Casamiento de los Colonos	403
Inmigración y Emigración	403

Parámetros del Modelo

Los parámetros y ecuaciones del modelo KPROG no incluidos en el texto están resumidos en este Apéndice.

CONDICIONES FISICAS

CALIDAD INICIAL DEL SUELO

(Tabla A.1)

El contenido de aluminio es calculado basándose en los valores de pH y de contenido de arcilla, ya designados por:

$$Y = 11.43 - 7.68 \ln A - 6.27 \times 10^{-2} B \quad \text{Ecuación A.1}$$

donde:

Y = aluminio (Al^{+++} en meq/100g)

A = pH

B = arcilla total (%)

($p < 0.0001$, $r = 0.73$, $EP = 1.56$, $N = 118$ muestras bajo bosque virgen).

El nitrógeno es entonces calculado de los valores de carbono y pH para el pedazo de tierra de:

$$Y = 0.132 A + 2.20 \times 10^{-2} B - 0.120 \quad \text{Ecuación A.2}$$

donde:

Y = nitrógeno (% peso seco)

A = carbono (% peso seco)

B = pH

($p < 0.001$, $r = 0.86$, $EP = 0.030$, $N = 53$ muestras en bosque virgen).

(Tabla A.2)

(Tabla A.3)

(Tabla A.4)

(Tabla A.5)

Tabla A.1. pH en la Generación de la Calidad Inicial del Suelo

Clase	Faja de pH	Frecuencia (%)	pH medio	DP	N ^(a)
1	< 4,0	33,0	3,7	0,1	389
2	4,0-4,4	30,2	4,1	0,1	356
3	4,5-4,9	15,3	4,7	0,1	180
4	5,0-5,4	12,5	5,2	0,1	148
5	5,5-5,9	5,3	5,6	0,1	63
6	6,0-6,4	3,6	6,3	0,1	43
7	> 6,5	0,1	7,1	(0)	1

(a) De un mapa de 1.180 cuadras basada en 187 muestras en foresta virgen (Fearnside, 1978: 407; 1984b).

Tabla A.2. Probabilidad de Transición para o pH del Suelo Virgen

Clase de pH Inicial	!	Clase de pH Final						Número de observaciones	
		!<3,9	4,0-4,4	4,5-4,9	5,0-5,4	5,5-5,9	6,0-6,4 >6,5		
deslocamiento de 100 metros ^(a)									
<3,9	!	0,00	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	3
4,0-4,4	!	0,09	0,73	0,09	0,00	0,00	0,00	0,09	11
4,5-4,9	!	0,00	0,17	0,33	0,00	0,50	0,00	0,00	6
5,0-5,4	!	0,09	0,00	0,00	0,36	0,36	0,18	0,00	11
5,5-5,9	!	0,11	0,00	0,33	0,44	0,00	0,11	0,00	9
6,0-6,4	!	0,00	0,00	0,00	0,40	0,20	0,40	0,00	5
>6,5	!	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
deslocamiento de 500 metros ^(b)									
<3,9	!	0,40	0,43	0,09	0,06	0,00	0,00	0,03	35
4,0-4,4	!	0,25	0,43	0,15	0,08	0,08	0,02	0,00	61
4,5-4,9	!	0,12	0,36	0,24	0,08	0,12	0,08	0,00	25
5,0-5,4	!	0,12	0,29	0,12	0,24	0,24	0,00	0,00	17
5,5-5,9	!	0,00	0,25	0,15	0,20	0,30	0,10	0,00	20
6,0-6,4	!	0,00	0,20	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	5
>6,5	!	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1

Fuente: Fearnside, 1984b.

(a) calculado de muestras localizadas a 100 metros de cada muestra de referencia ± 100 metros. Usado en la simulación para desplazamientos entre trechos dentro de un lote.

Tabla A.3. Argila para la Generación de la Cualidad Inicial del Suelo

Clase	Faja (% peso seco)	Frecuencia (%)	Argila Media (% peso seco)	DP	ND ^(a)
1	0-14	21,6	9,71	2,83	225
2	15-29	25,3	21,70	4,05	299
3	30-44	23,6	37,95	4,48	278
4	45-59	21,2	50,00	4,00	250
5	60-74	7,5	69,72	3,57	88
6	75-89	0,8	78,80	1,03	10

(a) De un mapa de 1.180 cuadras (Fearnside, 1978: 427; 1984b) basado en 200 muestras.

Tabla A.4. Declive para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo

Clase	Faja (declive en %)	Frecuencia (%)	Declive medio(%)	DP	ND ^(a)
1	0-4	32,0	2,0	1,4	378
2	5-9	18,7	6,3	13,8	221
3	10-19	29,3	13,8	2,5	346
4	20-29	13,5	22,8	2,2	159
5	30-39	5,8	37,8	2,9	68
6	40-69	0,6	57,9	3,3	7
7	70-90	0,1	89,0	(0)	1

a.) De un mapa de 1.180 cuadras (Fearnside, 1978: 437; 1984b) basado en 225 mediciones.

Tabla A.5. Carbono para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo

Clase	Faja (% peso seco)	Frecuencia (%)	Carbono Medio (% peso seco)	DP	ND ^(a)
1	<0,50	1,9	0,39	0,08	22
2	0,50-0,86	31,0	0,70	0,11	366
3	0,87-0,99	5,1	0,94	0,03	107
4	1,00-1,49	40,8	1,18	0,13	482
5	1,50-1,99	17,2	1,70	0,14	203

Fuente: Fearnside, 1984b.

a) De un mapa de 1.180 cuadras (Fearnside, 1978: 423; 1984b) basado en 75 muestras.

(b) calculado de muestras que estan a 500 metros de cada muestra de referencia \pm 500 metros. Usado en la simulación para desplazamientos entre lotes.

(Tabla A.6)

FACTORES METEOROLOGICOS

Lluvia, evaporación y insolación precisan ser simulados para el uso en el cálculo de la erosión y calidad de la quema. La lluvia mensual es generada para la estación del plantío (enero hasta junio) por la generación de un total para la estación de media de 1396.2 mm y un desvío padrón de 300.9 (N=21) y entonces multiplicando ese total por la proporción del total esperado de la estación para cada mes.

Los valores de la lluvia son atribuidos separadamente para los meses de junio, julio y agosto, usándose los desvíos padrón y medio para la lluvia en esos meses (Tabla A.7). El período de quemados (septiembre hasta enero) es tratado de la misma manera que el período de plantío, usando las proporciones del total de las estaciones (Tabla A.7) y un valor para el total de la lluvia en el período generado de la media de 281.7 mm y desvío padrón de 148.1 mm (N=12). Los valores para evaporación mensual son calculados a partir de:

$$Y = 102.0 - 0.150 A \quad \text{Ecuación A.3}$$

donde:

$$\begin{aligned} Y &= \text{evaporación mensual (mm)} \\ A &= \text{lluvia mensual (mm)} \\ (p < 0.0001, r = 0.57, EP = 32.06, N = 45 \text{ meses}). \end{aligned}$$

La variabilidad es introducida usándose un error padrón (EP) en la estimativa para la regresión.

La insolación mensual es entonces calculada usándose una regresión semejante en lluvia mensual.

(Tabla A.7)

$$Y = 156.68 - 0.180 A \quad \text{Ecuación A.4}$$

donde:

$$\begin{aligned} Y &= \text{insolación mensual (horas)} \\ A &= \text{lluvia mensual (mm)} \\ (p = 0.0002, r = 0.52, EP = 44.05, N = 45 \text{ meses}). \end{aligned}$$

Tabla A.6. Fósforo para la Generación de la Calidad Inicial del Suelo

Clase	Faja (ppm)	Frecuencia (%)	Fósforo Medio (ppm)	DP	ND ^(a)
1	0-1	83,8	1,0	0	989
2	2	8,3	2,0	0	98
3	3-4	5,7	3,0	0,1	67
4	5-6	2,1	5,2	0,4	25
5	7-9	0,1	7,0	0	1

Fuente: Fearnside, 1984b.

a) De un mapa de 1.180 cuadras (Fearnside, 1978: 409; 1984b) basado en 187 muestras.

Tabla A.7. lluvias mensuales expresas como proporciones de los totales del período

Mes	Promedio	Desvio Padrón	N
Proporciones de los totales de los períodos de lluvia (jan. - mayo)			
Jan.	0,1778	0,0588	21
Fev.	0,2141	0,0880	21
Mar	0,2631	0,0502	21
Abr.	0,2136	0,0505	21
May.	0,1312	0,0522	21
Lluvias en mm para meses no incluidos nos períodos			
Jun.	77,58	48,18	30
Jul.	58,82	50,74	28
Ago.	28,07	22,39	27
Proporciones de los totales dos períodos da quema (set. - dic.)			
Set.	0,1862	0,1099	12
Oct.	0,1995	0,1075	12
Nov.	0,1850	0,1377	12
Dic.	0,4293	0,1026	12

Fuente: Fearnside, 1984c.

DISTRIBUCION DEL USO DE LA TIERRA

FINANCIAMIENTO

Están incluidos en el programa 12 tipos de financiamiento: 1) compra de la tierra y empréstitos para la compra de la casa; 2) derrumbada del bosque virgen, incluyendo la limpieza del sub-bosque (broca), y el apilamiento del material no quemado (coivara), con empréstito con plazo de ocho años del plan original (que estaba en vigor de 1971 hasta 1975); 3) empréstito para derrumbada de bosque virgen con intereses más altos y plazos de un año, que entraron en vigor en el año agrícola de 1974-1975; 4) deuda en el INCRA para salarios y ítems no durables comprados a crédito en los primeros meses del programa de colonización; 5) otras deudas para ítems durables (tales como motosierras); 6) semillas obtenidos del INCRA; 7) costeo del arroz (semear, plantar y coger); 8) costeo del maíz; 9) costeo de fríjol Phaseolus; 10) culturas perennes (pimienta-del-reino o cacao); 11) ganado y pasto con animales (inclusive cerca); y 12) empréstitos privados, incluyendo ítems comprados fiado en mercadiños pertenecientes a colonos en las agrovillas. Las frecuencias, montantes y términos de los 12 tipos de empréstitos son mostrados en la Tabla A.9.

(Tabla A.8)

(Tabla A.9)

Primero, todos los colonos originales reciben empréstitos para compra de tierra y casa, la deuda con el INCRA para salarios y ítems no durables. Colonos simulados pueden tener hasta 20 empréstitos de diferentes tipos y/o años. Todos los colonos comienzan solventes. Colonos que fracasan en pagar el capital y el interés de sus empréstitos del Banco del Brasil o INCRA serán clasificados como insolventes, y se tornan inelegibles para futuros empréstitos provenientes de esas fuentes. Una excepción son los empréstitos del INCRA para semillas, pues, en mi experiencia, son dados a todos los colonos, independientemente de solvencia. Los empréstitos para semillas fueron interrumpidos por el INCRA en el año agrícola de 1975-1976. Si un pagamiento es hecho atrasado, es cobrada una tasa más alta de interés en muchos tipos de empréstitos. La corrección monetaria para ajuste de las deudas para la

Tabla A.8. Variabilidad Meteorológica Diaria Expresa como
 Proporciones de los Totales Mensuales^(a)

Mes	Precipitación			Evaporación			Insolación		
	!	DP	N	!	DP	N	!	DP	N
Jan.	!	0,0485	142	!	0,0219	123	!	0,0243	122
Fev.	!	0,0490	113	!	0,0178	113	!	0,0307	85
Mar.	!	0,0412	159	!	0,0123	153	!	0,0261	123
Abr.	!	0,0479	150	!	0,0270	150	!	0,0289	120
May.	!	0,0696	155	!	0,0258	155	!	0,0667	124
Jun.	!	0,0648	150	!	0,0302	150	!	0,0312	120
Jul.	!	0,0843	155	!	0,0302	154	!	0,0162	124
Ago.	!	0,1096	147	!	0,0267	146	!	0,0108	124
Set.	!	0,0969	120	!	0,0289	120	!	0,0136	120
Oct.	!	0,1013	119	!	0,0250	119	!	0,0231	69
Nov.	!	0,1346	120	!	0,0150	120	!	0,0263	120
Dic.	!	0,0677	124	!	0,0302	124	!	0,0336	124

a) Las medias usadas son totales mensuales divididos por el número de días en el mes.

TABLA A.9. Financiamiento: Frecuencias, Quantias y Termos

TIPO DE EMPRÉSTITO	PROBABILIDAD DE FINANCIAMIENTO ^(a)	N	HECTÁREAS FINANCIADAS			QUANTIA POR HA		AÑO INICIAL	AÑO FINAL	PERIODO DE CARENCIA (años)	PLAZO DEL EMPRESTITO (años)	JUROS (%/año) SIN MULTA ^(c)	JUROS (%/año) CON MULTA ^(c)
			PROMEDIO	DP	N	PROMEDIO ^(b)	N						
1. Tierra y Casa	1,0 ^(e) o 0,0 ^(f)	Nota g	1 ^(h)	0	Nota g	46,273	Nota j	1	999 ^(k)	3	20	6,0	6,0
2. Tumba virgen, tipo 1	0,79	7	6	0	Nota g	1,037	Nota l	1	3	3	8	7,0	12,0
3. Tumba virgen, tipo 2	0,74	21	6	0	Nota g	450	Nota m	4	999 ^(k)	0	1	10,0	13,0
4. Deuda en el INCRA	1,00 ^(e) o 0,00 ^(f)	Nota g	1 ^(h)	0	Nota g	7,744	Nota n	1	999 ^(k)	1	4 ^(o)	6,0	6,0
5. Bienes durables	0,12	Nota o	1 ^(h)	0		7,588p	Nota q	1	999 ^(k)	3	8	7,0	12,0
6. Semillas	1,00	Nota r	3	0	Nota r	202	Nota s	1	4	0	1	6,0	6,0
7. Arroz	0,73	78	3	0	Nota r	430	Nota t	1	999 ^(k)	0	1	10,0	13,0
8. Maíz	0,67	24	3	0	Nota r	190	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0
9. <i>Phaseolus</i>	0,57	28	2	0	Nota r	340	Nota t	1	3	0	1	10,0	13,0

10.Culturas Perenes	0,50	10	2	0	Nota u	8.748	Nota t	1	999 ^(k)	3	8	10,0	13,0
11.Pasto	0,05	21	5	0	12	1.156	12	1	999 ^(k)	3	8	10,0	13,0
12.Particular	0,10	Nota w	1 ^(h)	0		1.000	Nota w	1	999 ^(k)	0	1	0,0	0,0

FUENTE: Fearnside, 1980d (1982b).

- a) Probabilidades de financiamiento siendo requerido y recibido en el banco por el colono, dado que el decidiu usar la cultura en cuestión como un cultura comercial y es solvente.
- b) Cantidad financiada en cruzeiros de 1 enero 1975 (US\$1=Cr\$7,4; salario mínimo=Cr\$326,40/mes). Para tipos de empréstimo 1, 4, 5 y 12 esta es el valor del empréstimo. (Todos los valores son corregidas para inflación de 35% al año).
- c) Sin multa por pagamiento atrasado.
- d) Com multa por pagamiento atrasado.
- e) Para colonos originales.
- f) Para colonos recién-llegados.
- g) Política gubernamental.
- h) Hectarias médios financiados fijados en uno y desvío padrón en cero para tipos de empréstitos no basados en área.
- i) Valor do empréstimo (no por hectaria).
- j) Calculado de Cr\$8.000,00 (punto médio de la variación de precio de las casas de 5.000,00 - 11.000,00 en cruzeiros no corregidos de enero 1971), corregidos para inflación de 1 enero 1975.
- k) Año de término fijado en 999 de modo que empréstitos de este tipo son disponibles durante la ejecución entera.
- l) De cédulas de pedido de empréstimo de ACAR-PARÁ de 1972: Cr\$400 de 15 octubre 1972.
- m) De cédulas de pedido de empréstimo de ACAR-PARÁ de 1974.
- n) De 8 salários mínimos (totalizando Cr\$1.342,00 de 01 enero 1971) (Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206).
- o) Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 206.
- p) Frecuencia de financiamiento para motoserras cerca de 0,10 (50 financiadas entre aproximadamente 500

- colonos en 1973/74, segundo archivo de ACAR-PARÁ; 6 motoserras financiadas en 61 colonos a partir dos cuestionários; frecuencia de financiamiento para trilladora, 0,02 (3 financiados entre 152 colonos).
- q) De financiamiento de motoserras de Cr\$4.500,00 (no corregido) para pedidos de empréstitos datados en octubre 1973.
 - r) Valor aproximado representando el caso para la mayor parte de los colonos.
 - s) Semillas de arroz distribuídos por el INCRA en enero 1975 por 40 kg (1 ha).
 - t) Basado en cédulas de pedido de empréstitos de ACAR-PARÁ de 1974.
 - u) Da área média de 0,9 ha para pimienta-negra y 1,98 ha para cacao en cédulas de pedido de empréstito de ACAR-PARÁ de 1973 (média de 2 culturas).
 - v) Da média de valores médios de cacao e pimienta-negra en cédulas de pedido de empréstitos de ACAR-PARÁ de 1973: Cr\$5.575,00/ha para cacao (DP=280, N=3), Cr\$11.920,00 para pimienta-negra (DP=3.125, N=3).
 - w) Valores de empréstitos particulares supuestos como estimativa razonable basado en conversas informales con los colonos. Estos empréstitos pueden tomar a forma de crédito en tiendas de propiedad de colonos.

inflación puede también ser incluida en cualquier tipo de empréstito, pero los valores usados para ese parámetro tornan todos los empréstitos simulados sin corrección monetaria, dando así un subsidio substancial del gobierno para los colonos. Destinar empréstitos sin corrección monetaria es basado en varias consultas con representantes del Banco del Brasil en Altamira, de atestigüaciones del órgano de extensión (ACAR-PARÁ, hoy EMBRATER) y de los contratos de financiamiento firmados por los colonos.

Como una parte de los procesos de decisión para distribuciones de uso de la tierra, el número de trechos financiados precisa ser determinado para cada una de las operaciones relevantes. Considerándose una operación (tal como la derrumbada) que puede ser auxiliada por un empréstito, es hecha una verificación para ver si el colono es elegible para el empréstito. Si fuera elegible, es hecha una determinación del suministro del empréstito, basado en la probabilidad del financiamiento de la Tabla A.9. Esas probabilidades son para los colonos que tuvieron un empréstito aprobado y recibieron el dinero en el Banco, pues la lentitud de la burocracia del gobierno normalmente resulta en la no liberación de la verba hasta después que la estación para operaciones agrícolas ya haya pasado en la carretera Transamazónica.

Si un empréstito fuera realmente concedido, entonces precisan ser hechos ajustes adecuados a las cantidades de capital y de mano-de-obra del colono simulado. Junto con el insumo del capital del empréstito, existe un costo pesado para el colono, tanto en tiempo cuanto en dinero gastados para obtener el empréstito. Estos costos sólo son cobrados en la simulación para los colonos que realmente reciben empréstitos, una suposición optimista pues en la realidad muchos colonos gastan tiempo y dinero en los pasos iniciales para obtener los empréstitos más en la secuencia, fracasan en recibirlos porque el empréstito no fue aprobado o porque el colono no quiso recibirlos después de haber ocurrido atraso excesivo. El costo en dinero de las idas al banco para pagar el empréstito no es incluido en ese punto, pero es substraído más tarde en el momento del pagamiento en el sector de distribución del producto.

Para tipos de empréstito que son concedidos en una base por hectárea, la cuantía del empréstito adicionada para cada trecho financiado es calculada multiplicándose el tamaño de un trecho por la cuantía por hectárea. Eso es hecho para

cada trecho financiado. Para empréstitos de una vez, como los que son concedidos para compra de la tierra, las cuantías son generadas a partir de la media y desvío padrón demostrado para el total de cuantías de empréstito en la Tabla A.9. Esos cálculos son hechos sólo una vez. En el caso de los empréstitos para semillas del INCRA, el número de trechos financiados para la cultura es calculado de las áreas siendo financiadas por los empréstitos de costeo del Banco de Brasil para la cultura en cuestión (áreas financiadas en general, no el área específica para cada colono individual, el cual puede ser insolvente y aun recibir empréstitos para semillas).

Los costos para el colono simulado obtener los empréstitos sólo son cobrados una vez, siendo que el costo es el mismo si el área financiada fuera pequeña o grande. En empréstitos para el asentamiento (tierra y casa, deuda en el INCRA, y bienes durables) y empréstitos privados no tienen costos en mano-de-obra o en dinero. Para otros tipos de empréstitos el costo es deducido del monto del empréstito. Eso es hecho por fracciones, a la medida en que se considera cada trecho (el costo del financiamiento dividido por el número de trechos financiados provisoriamente) para evitar que el capital del colono se torne negativo. Desde que instrumentos de programación, tales como esos, fueron incluidos, el financiamiento es considerado, en el procedimiento de distribución del uso de la tierra, para determinar si un colono es capaz de presupuestar cada trecho adicional. El financiamiento es considerado en una base provisoria y entonces todas las mudanzas resultantes son deshechas si, al final, queda determinado que el colono no es capaz de hacer a distribución que está siendo considerada.

El valor usado para el costo medio en dinero del financiamiento es de Cr75\$1,041. Ese es el punto medio en la variación de los costos de financiamiento de Cr\$595-1,050 dada por Moran (1976: 86), asumiéndose que esos valores se refieren al cruzeiro de 15 de junio de 1974. Ese es un valor un tanto optimista, pues la agrovilla estudiada por Moran queda solamente a 23 km de la ciudad de Altamira, mientras que el área de estudio intensivo para el actual estudio de capacidad de soporte es centralizada en una agrovilla a 50 km de la ciudad (con los costos de transporte para Altamira dos veces más alto, e los costos de transporte para las oficinas de ACAR-PARÁ (hoy EMBRATER) en Agrópolis Brasil Nuevo más o menos los mismos). El valor es corregido para los cruzeiros de 1 de enero de 1975 (i.e., Cr75\$).¹

El desvío padrón del costo en dinero del financiamiento es calculado de las variaciones de valores dados por Moran (1976: 86). Los valores máximo y mínimo de 1 de enero de 1975 fueron usados para aproximar el desvío padrón por el método de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumiéndose que el número de observaciones de Moran es de 25 colonos, basándose en otros datos presentados en el estudio referido como una "muestra de 50%" de una agrovilla (agrovillas normalmente abrigan 50 familias). El valor del desvío padrón así obtenido es Cr75\$148. El costo del financiamiento es generado en la simulación a partir del desvío padrón y de la media para este costo una vez por año para cada colono que intenta obtener financiamiento.

La pérdida del trabajo en días intentando obtener un financiamiento es generada de manera semejante. El valor para la pérdida media de trabajo usada es 24 días, el punto central de la variación de valores dado por Moran (1976: 86).² El desvío padrón fue aproximado usándose los multiplicadores de Snedecor & Cochran (1967: 40) presumiéndose un tamaño de muestra de 25 colonos. El valor del desvío padrón obtenido de ésta es de 3.3 días. La pérdida de trabajo también precisa ser dividida entre los varios meses del año. Las proporciones de la pérdida de trabajo para financiamiento distribuidas por cada mes del calendario fueron las siguientes: enero: 0.11, febrero: 0.00, marzo: 0.00, abril: 0.00, mayo: 0.11, junio: 0.08, julio: 0.08, agosto: 0.29, septiembre: 0.11, octubre: 0.11, noviembre: 0.11 y diciembre: 0.00. Esas proporciones fueron calculadas a partir de los días de cada una de las diferentes operaciones de financiamiento, usándose los puntos centrales de las variaciones dadas por Moran (1976: 86). Las operaciones son separadas por meses de la siguiente manera: hacer el plan (julio); confirmación y aprobación (agosto); recepción de seis pagos (igualmente divididos entre agosto, septiembre, octubre, noviembre, enero y mayo); y el pagamiento del interés del empréstito (junio).

El dinero obtenido de empréstito son distribuidos en la simulación de acuerdo con el tipo de empréstito. Empréstitos para bienes capitales van directamente para bienes capitales en la simulación, como es requerido por el banco más algunas veces pasado por encima del hecho real. Empréstitos privados van para el dinero de consumo, las deudas en el INCRA no son acrecentadas a ningún de los tipos de caja, pues se presume que en el primer año los colonos se alimenten con los salarios del INCRA. El dinero de empréstitos para casas y

tierra nunca pasa a través de las manos del colono simulado, como es también el caso con los empréstitos para bienes capitales y empréstitos del INCRA para semillas. Otros tipos de empréstitos son acrecentados al capital del colono.

PREPARO DE LA TIERRA

Las decisiones de uso de la tierra son una parte del proceso de la distribución del uso de la tierra. Los trechos de tierra disponibles para distribución en el lote son "cortados" (derrumbados), o preparados para plantío, en un orden guiada por la preferencia del colono simulado para las diferentes categorías de tierra disponible para el corte.

En el escogimiento del primero trecho a ser cortado para un dado lote y año, el primer paso es la determinación de cuales trechos en el lote están disponibles para el corte. Aquellos no disponibles incluyen trechos que están plantados con culturas perennes o pasto. Aquellos trechos que están con yuca (brava o dulce) en el fin del año agrícola anterior están también no disponibles, pues el período de crecimiento de la yuca es mayor de que un año. También, son considerados trechos no disponibles para corte si ellos han estado bajo cultivo continuo por el número máximo de años permitido antes que la mata torne imposible el plantío de una nueva cultura sin un período de intervalo de barbechado. Aquí "cultivo continuo" incluye culturas anuales, culturas perennes, pastos, suelo desnudo y mata (con menos de 240 días). El período de barbechado en el intervalo será en lo mínimo hasta el aprendizaje de "vegetación secundaria" (encima de 240 días). El número máximo de años permitido en cultivo continuo es un parámetro de entrada, siendo usado un valor de dos años de acuerdo con la práctica normal en la carretera Transamazónica.

A cada uno de los trechos considerado "disponible" para corte es designada una categoría de clase de corte y es conservado un registro del número de trechos disponibles en cada categoría. Las categorías son: 1) mata o tierra desnuda, en el fin del año agrícola anterior (menos de 240 días); 2) vegetación secundaria con menos de dos años; 3) vegetación secundaria de 2-3 años; 4) vegetación secundaria de 4-6 años; 5) vegetación secundaria de 7-11 años; 6) vegetación secundaria de 12-16 años; 7) vegetación secundaria de 17-20 años; 8) vegetación secundaria con más de 20 años; y 9) bosque virgen (bosque no derrumbado anteriormente por los colonos).

A seguir, el número de trechos financiados para derrumbada del bosque virgen es determinado. Eso es hecho de acuerdo con el procedimiento previamente descrito para financiamiento, basado en la elegibilidad del colono para empréstitos, áreas financiadas en programas de crédito del gobierno, etc.

El primer tipo de corte hecho es la derrumbada virgen financiada, hasta que el número de trechos financiados para derrumbada virgen sea alcanzado, o hasta que los recursos del colono simulado estén agotados, lo que ocurrir primero. Comenzando con un trecho escogido al acaso, los trechos son examinados hasta ser encontrado un trecho virgen, son hechos los ajustes apropiados en el capital del colono simulado, dependiendo de los términos de financiamiento corrientes en el año en cuestión.

Para trechos no influenciados por el financiamiento de derrumbada virgen, la categoría de corte, la categoría de edad, del trecho a ser cortado es escogido (entre categorías para los cuales existen algunos trechos disponibles en el lote), basado en probabilidades de corte. Las clases de derrumbada representan las probabilidades de derrumbada de alguna cuantía de esa clase de uso de la tierra para fines de conversión a un uso que no sea pasto, dada la existencia en el lote tanto de la tierra virgen cuanto de la categoría en cuestión. Esas probabilidades son calculadas como proporciones de años de lote donde la tierra de la categoría está disponible y entonces es derrumbada (Fearnside, 1984e). Las probabilidades usadas son: 1) mata y tierra desnuda: 0.800 (N=60); 2) 8 meses-2 años: 0.750 (N=28); 3) 2-3 años: 0.385 (N=13); 4, 5, 6, 7) 4-20 años: todo presumido como siendo 0.385 (el mismo que categoría 3); 8) encima de 20 años: se presume que sea 1.0 (el mismo que categoría 9); 9) virgen: 1.0. Esos valores para probabilidades de derrumbada son parámetros de entrada usados para representar el comportamiento real de los colonos en la carretera Transamazónica. Es posible examinar los efectos de mudanzas hipotéticas en ese comportamiento, tales como manutención de los períodos de barbechado de una cierta duración, alterándose las probabilidades de corte para tornar las probabilidades para clase de edad abajo de la duración del período de barbechado igual a cero y aquellos encima de él iguales a uno.

Una vez identificada la categoría a ser cortada, un

trabajo es escogido y cortado en esta categoría. Ese proceso continúa mientras que progresa el procedimiento de distribución del uso de la tierra y termina cuando la tierra, el trabajo, o los recursos de capital fueron agotados.

AREA DE SUBSISTENCIA

Aprendizaje del Colono y Comportamiento en la Distribución

La demanda de subsistencia es determinada para el colono simulado por el cálculo del número de hectáreas de culturas de subsistencia necesarias para suplir las cuantías de subsistencia de esas culturas, inclusive una margen de protección contra colectas pobres. El programa contiene una característica que permite a los colonos el aprendizaje de la experiencia de todos los colonos en el área, en la estimativa de cuanta tierra será necesaria para suplir las necesidades de subsistencia, incluyendo la margen para colectas pobres. Esa característica puede ser incapacitada por el usuario del programa, si así lo desea. Para hacer los ajustes del aprendizaje, se precisa computar el desvío padrón y medio de colectas.

En el primer año (o en ejecuciones sin la característica de aprendizaje) son usados a media esperada de la colecta y el desvío padrón que entraron como parámetros del programa. Esos valores iniciales son basados en publicaciones oficiales de órganos de colonización, presumiblemente correspondiendo aquello que fue dicho a los colonos para esperaren cuando llegasen. La colecta esperada de arroz es de 1,500 kg/ha (Brasil, INCRA, 1972a: 195); para maíz es de 1,500 kg/ha (p. 196); para frijol Phaseolus es de 800 kg/ha (p. 197); para frijol-de-cuerda Vigna también es presumido el mismo 800 kg/ha; para yuca brava es de 6,667 kg harina/ha año de crecimiento (p. 196); y para yuca dulce es presumida que es el mismo 6,667 kg harina/ha/año de crecimiento. Los desvíos padrón son cero para todas las culturas, correspondiendo a la inexistencia de variación en las colectas. En los años subsecuentes, en ejecuciones del programa con la característica de aprendizaje, los desvíos padrón y medio son ajustados de acuerdo con la experiencia de los colonos simulados.

Margen de Seguridad del Área de Subsistencia

Las hectáreas necesarias para cada cultura de subsistencia son calculados por la multiplicación de las

necesidades de subsistencia del producto (calculada anteriormente) por el tamaño de la familia para el lote, acrecentando eso al producto del estadístico "z" del riesgo aceptable por el colono y el desvío padrón esperado para colectas de la cultura, entonces corrigiéndose el resultado de la deterioración esperada por la multiplicación por la suma de la deterioración esperada más uno, y la división por la colecta media esperada para la cultura. El valor para el estadístico "z" usado para calcular la margen de seguridad que protege el colono contra el fracaso es calculada a partir de una declaración oficial sobre el riesgo aceptable. Se espera que en el futuro sean disponibles mejores informaciones que reflejen el punto de vista del propio colono en ese ítem difícil de calificar. El valor usado fue calculado a partir del Proyecto RADAMBRASIL de clasificación de los suelos del área como teniendo "buena producción" si estuvieran "mostrando ligeros peligros de daños o de fracaso en la cultura debido a la irregularidad en la distribución de la lluvia, con la probabilidad de ocurrencia de una vez en un período de cinco años" (Brasil, RADAMBRASIL, 1974 Vol. 5: III/117). El período de cinco años de media para un fracaso corresponde a la probabilidad de 0.1294 de fracaso por año, que corresponde a un valor estadístico "z" de 1.13.

En el caso de los fríjoles, donde hay dos tipos (fríjol Phaseolus y el fríjol-de-cuerda Vigna) y yuca (brava y dulce), el tipo de fríjol o yuca plantado para cualquier año dado es seleccionado y la colecta esperada correspondiente a ese tipo es usada en los cálculos del área de subsistencia. Un determinado colono sólo usa uno de esos tipos en la simulación. La probabilidad del tipo Vigna (la probabilidad de que un colono plantará Vigna en vez de Phaseolus en un determinado año, dado que uno de los dos será plantado) es de 0.221, lo que es basado en las proporciones de las rozas de fríjol estudiados (120 rozas de Phaseolus y 34 de rozas de Vigna). La probabilidad del tipo yuca dulce (la probabilidad de que un colono plantará yuca dulce) en oposición a la yuca brava en un determinado año, dado que una de las dos será plantada) es de 0.169, lo que es basado en la proporción de la variedad dulce en las rozas de yuca estudiadas (13 dulce versus 64 brava).

Para todas esas culturas (arroz, maíz, fríjol y yuca), el área de subsistencia requerida es calculada con el resultado de los kilogramos del producto para subsistencia por cápita por el tamaño de la familia para el lote, más el producto del estadístico "z" para fracaso aceptable y el

desvío padrón esperado en las colectas de la cultura.

MODELANDO DISTRIBUCION DE CULTURAS

Decisiones de Consorciación

Una vez tomada la decisión de distribuir un trecho para una dada cultura, el uso de la tierra precisa ser determinado, inclusive la consorciación con otras culturas. Las decisiones de consorciación son tomadas basándose en las probabilidades de dadas combinaciones aparecer, dentro de las restricciones de los 24 usos de tierra incluidos en la simulación. Las decisiones de distribuciones originales son hechas en la base de culturas simples, y las culturas consorciadas son acrecentadas a esa cultura principal después que es tomada la decisión de distribución.

La probabilidad de que el arroz seaplantado solo es de 0.43 (N=303 rozas de arroz). La probabilidad de arroz consorciado con maíz (soltero, no en el maíz + otra cultura) es de 0.41 (N=303 rozas de arroz). La probabilidad de arroz consorciado con yuca brava es de 0.07. La probabilidad de arroz con yuca brava es calculada a partir de la probabilidad general de arroz con cualquier tipo de yuca de 0.083 (25 de 303 rozas de arroz) y la proporción de yuca brava en rozas de yuca de cualquier tipo de consorciación, que es de 0.831 (64 rozas de yuca brava entre un total de 77 rozas de yuca). De manera semejante, la probabilidad usada para consorciación de arroz con yuca dulce es de 0.01, calculado de 0.083 de probabilidad general de arroz con yuca y la proporción general de yuca dulce de 0.169. La probabilidad usada de arroz con ambos, maíz y yuca brava, fue de 0.04, que es calculado a partir de la probabilidad general de arroz con maíz y yuca de 0.046 y la proporción general de yuca dulce de 0.169. La probabilidad de arroz consorciado con pasto es de 0.03, que es basado en la probabilidad de arroz con pasto de 0.026 (8 de 303 rozas de arroz) y probabilidad de arroz con pasto y maíz de 0.003 (1 de 303 rozas de arroz, una combinación no incluida explícitamente en la simulación).

La probabilidad de Phaseolus ser plantado solo (en oposición al plantado con maíz verde; maíz seco no es contado como una cultura consorciada) es de 0.90 (N=120 rozas de Phaseolus). Ese valor para Phaseolus solito en la realidad incluye algunas otras combinaciones no explícitamente incluidas en la simulación: 0.808 fue de Phaseolus solito, 0.067 fue de Phaseolus con yuca, 0.008 fue de Phaseolus con

maíz seco y 0.075 fue de Phaseolus con otras culturas. Este es el único parámetro de Phaseolus usado; el valor usado es menor que uno, como en el caso de la suma de las probabilidades de las combinaciones de arroz. El remanente (0.10) representa la probabilidad de Phaseolus ser plantado con maíz verde. Esto es basado en la probabilidad de 0.092 para Phaseolus con maíz verde solamente (11 entre 120 rozas de Phaseolus) y la probabilidad de 0.008 de Phaseolus con ambos, maíz verde y yuca (1 entre 120 rozas de Phaseolus, una combinación no incluida explícitamente en la simulación).

La probabilidad de Vigna solito es 0.32 (N=34 rozas de Vigna). Esa es la probabilidad de Vigna ser plantado, o solo con otras culturas además de maíz, verde o seco. Las probabilidades para cualquiera de las combinaciones son 0.147 para Vigna con yuca y 0.147 para Vigna con otras culturas. Como la probabilidad de Vigna "solito" es la única probabilidad de consorciación usada como un parámetro de entrada, la diferencia entre eso y 1.000 representa la probabilidad de Vigna ser consorciado con maíz, verde o seco. Esa probabilidad es 0.68, que es basada en las probabilidades de 0.206 para Vigna con maíz seco, 0.235 para Vigna con maíz verde, 0.000 para Vigna con maíz seco y yuca, y 0.235 para Vigna con maíz verde y yuca (N=34 rozas de Vigna).

La probabilidad para yuca brava solita o con otras culturas además de arroz o maíz es 0.62 (N=64 rozas de yuca brava) y la probabilidad de yuca brava con maíz es 0.08 (5 de 64 rozas de yuca brava). Esas probabilidades no suman uno, la probabilidad restante de 0.30 representando la probabilidad de la yuca brava con arroz y maíz (19 de 64 rozas de yuca brava).

La probabilidad de yuca dulce ser plantada sola o con otras culturas además de arroz o maíz es 0.91 (10 de 11 rozas de yuca dulce). La probabilidad de yuca dulce consorciada con maíz es también 0.00 (0 de 11 rozas de yuca dulce). Esas probabilidades no suman uno, siendo la probabilidad remanente de 0.09 (1 de 11 rozas de yuca dulce) de yuca dulce con arroz y maíz juntos.

Las decisiones de consorciación no son incluidas separadamente para maíz a fin de evitar duplicación con las decisiones de consorciación con otras culturas. Distribuciones que son hechas explícitamente con maíz como la principal cultura son por tanto designadas como maíz solito y todo el maíz que es consorciado es el resultado de

designaciones con otras culturas como la cultura principal.

Distribuciones para cacao, pimienta-del-reino, pasto sin animales y pasto con animales son hechas directamente sin consorciación.

Restricciones de la Mano-de-Obra y del Capital

Las operaciones necesarias para la instalación del uso de tierra propuesto son determinadas primero. Por ejemplo, si el uso de tierra propuesto es arroz y el uso presente de la tierra es bosque virgen, el costeo tanto de la derrumbada virgen como del arroz (plantar, capinar y coger, incluyendo amontonar y golpear o trillar) precisa ser conferido. Existen 15 operaciones consideradas en el programa: 1) derrumbada; 2) rozaje (derrumbada de la vegetación secundaria) (vegetación secundaria es definida como no cultivada por lo menos en ocho meses); 3) limpieza de mata (siendo mata definido como no cultivada por 2-8 meses); 4) costeo de arroz (incluyendo plantar, escardar y coger, pero no la derrumbada de vegetación secundaria o limpieza de mata, como en el caso del costeo en los empréstitos bancarios; 5) costeo del maíz; 6) costeo de fríjol *Phaseolus* o *Vigna*; 7) costeo de yuca dulce o brava (incluyendo la producción de la fariña para el control de mano-de-obra más no de capital; 8) establecimiento del cacao; 9) establecimiento de pimienta-del-reino; 10) establecimiento de pasto sin animales (plantío, no incluyendo la construcción de cercas o corrales); 11) establecimiento de pasto con animales (incluyendo las cercas y corrales); 12) manutención del cacao (no incluyendo el costo de fertilizantes); 13) manutención del pimienta-del-reino (no incluyendo el costo de fertilizantes); 14) manutención de pasto sin animales; y 15) manutención de pasto con animales. Los controles exigen parámetros para la necesidad de mano-de-obra total (Tabla A.10), necesidad de mano-de-obra masculina (Tabla A.11) y costos fijos para cada operación. Las necesidades de mano-de-obra para las tareas que comprenden cada operación son resumidas en la Tabla A.12, y las necesidades de costo fijo son dadas en la Tabla A.13.

El primer control hecho es para la posibilidad de trabajo total sin mano-de-obra contratada. Para cada mes la necesidad de mano-de-obra total, calculada a partir de las necesidades de mano-de-obra total mostrada en la Tabla A.10 para la operación en cuestión y el tamaño del trecho, es substraída de los valores para el suministro de mano-de-obra

TABLA A.10. Mano-De-Obra Total Requerido para Operaciones Agrícolas por Mes

OPERACIÓN	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dec.
Raso												
1. Virgen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	6.9	6.9	8.0	0.0	0.0
2. Vegetación secundaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	4.8	0.0
3. Escarda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.7	0.0
Producciones												
4. Arroz(a)	6.2	3.7	3.7	0.0	0.0	14.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Maíz(a)	0.0	4.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0	2.0
6. Frejoles(a)	0.0	0.0	0.0	13.4	0.0	6.2	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. Yuca(b)	0.0	20.3	20.3	20.3	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	20.3
Establecimiento												
8. Cacao	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	6.0	0.0	22.0	22.0
9. Pimienta-negra	27.0	13.5	1.5	4.5	12.0	0.0	46.3	46.3	10.0	30.0	24.0	0.0
10. Pasto sin animales	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11. Pasto con animales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Manutención												
12. Cacao	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
13. Pimienta-negra	1.5	9.0	2.5	1.5	0.0	11.5	1.5	9.0	2.5	0.0	9.0	2.5
14. Pasto sin animales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15. Pasto con animales	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	4.1	4.1	0.6	0.6	0.6	0.6

=====

=====

FUENTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mano-de-obra total requerido (a pesar de edad y sexo) en equivalentes de hombre-día/ha (vea texto para justificación)

(a) Plantío, limpieza y cosecha.

(b) Plantío, limpieza, cosecha, y preparación de fariña

TABLA A.11. Mano-De-Obra Masculino Requerido para Operaciones Agrícolas por Mes

OPERACION	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Raso												
1. Virgen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	6.9	6.9	8.0	0.0	0.0
2. Vegetación secundaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	4.8	0.0
3. Escarda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	1.7	0.0
Cosechas												
4. Arroz(a)	6.2	3.7	3.7	0.0	0.0	14.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. Maíz(b)	0.0	4.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0	0.0	2.0
6. Frejoles(a)	0.0	0.0	0.0	13.4	0.0	6.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. Yuca(b)	0.0	10.8	10.8	10.8	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	20.3
Establecimiento												
8. Cacao	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	6.0	0.0	22.0	22.0
9. Pimienta-negra	27.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	46.3	46.3	10.0	30.0	24.0	0.0
10. Pasto sin animales	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11. Pasto con animales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Manutención												
12. Cacao	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
13. Pimienta-negra	1.5	0.0	0.0	1.5	0.0	10.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14. Pasto sin animales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15. Pasto con animales	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	4.1	4.1	0.6	0.6	0.6	0.6

FUENTE: Fearnside, 1980b.

NOTA: Mano-de-obra masculino requerido (hombres adultos con al menos 18 años) en hombre-día/ha (vea texto para justificación).

(a) Plantío, limpieza y cosecha.

(b) Plantío, limpieza, cosecha, y preparación de fariña

TABLA A.12 Mano-de-Obra Requerido para Operaciones Agrícolas

Operación	Tarea	Meses	Mano-de-obra total media requerido (hombre-día/ha)	DP	N	Fuente	Mano-de-obra masculino (% de total)	Notas
RASO								
1. Virgen	Tala	Jul., Ago.	11.45	7.04	21	Datos de campo	100	
	Derrumbada	Ago., Sept.	9.34	3.65	12	Datos de campo	100	
	Quemada	Oct.	1.69	3.80	15	Datos de campo	100	
	Coivara	Oct.	6.26	8.86	200	Datos de campo	100	Apilamiento de material no quemado para una segunda quema
2. Vegetación secundaria	Corte	Sept., Oct.	20.0	----	1	Datos de campo	100	
	Coivara	Nov.	4.79	7.06	40	Datos de campo	100	
3. Escarda	Corte	Oct.	7.00	5.18	6	Datos de campo	100	Preparación para plantío de arroz
	Coivara	Nov.	1.66	2.32	12	Datos de campo	100	
COSECHAS								
4. Arroz	Plantío	Ene.	6.23	6.26	13	Datos de campo	100	
	Escarda	Feb., Mar.	7.40	5.40	207	Datos de campo	100	
	Cosecha	Jun.	14.08	10.14	12	Datos de campo	100	
	Trilla	Jul.	4.07	1.26	4	Datos de campo	100	Para trilla de mano. Para trilla de maquina es requerido 2 hombres-días/ha (Smith, 1976b: 158)
5. Maiz	Plantío	Dic.	2.0			Smith, 1976b: 194	100	Presumido maiz solo
	Escarda	Feb., Mar.	9.93	9.43	141	Datos de campo	0	
	Cosecha	Ago.	5			Smith, 1976b:	50	

Tabla A.13. Costos monetarios fijos para operaciones agrícolas

Operación	Ítem	Costo (Cr75\$/ha)	DP	N	Observaciones

Corte					
1) Floresta virgen	Hieramientas	0			El costo de hieramientas manuales no parece lograr una limitación significativa empleando-se mano-de-obra familiar. Obs.: motoserres pueden ser substituídas aproximadamente al mismo costo por hectaria por mano-de-obra contratada, y portanto no está incluída explicitamente en el programa.
2) Barbecho	Hieramientas	0			
3) Mato	Hieramientas	0			
Culturas					
4) Arroz	Químicos en pislas de arroz colido	17,75	18,59	8	Custo por sacos para todas las culturas es deduzido do preço de venda en vez de ser considerado como un costo fijo que puede agir com un pré-requisito para el plantío, pues los sacos pueden frequentemente ser obtidos a credito en la época de la cosecha.

5) Maiz	Químicos, etc.	0	0	4
---------	-------------------	---	---	---

6) Frejol Phaseolus ou Vigna)	Químicos en el tratamiento de los semillas	7,60	--	2
-------------------------------------	--	------	----	---

7) Yuca (braba o dulce)	Cultivo	0		
-------------------------------	---------	---	--	--

	Fabrica- ción de hariña	0		
--	-------------------------------	---	--	--

Costos del procesamiento (depreciación y operación del equipamiento) son deduzidos de los precios de venta en la simulación--no es uno pré-requisito para el plantío. En la carretera Transamazónica los colonos que no tienen equipamiento pueden usar la casa de fariña del vecino en troca de 30% de la producción.

Estabelecimento

8) Cacao	Aldrin (6 kg)	74		
----------	------------------	----	--	--

	Constru- cciones rústicas	77		
--	---------------------------------	----	--	--

	Sacos plásticos	82		
--	--------------------	----	--	--

	Pulveris-	315		
--	-----------	-----	--	--

De: Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC, s/d. (Ca. 1974). Valores convertidos para Cr75\$.

zador

9)	Pimienta negra	Químicos, etc.	16,38			De: Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973. Valor convertido para Cr75\$. Presume la densidad recomendada de 1.111 plantas/ha.
10)	Pasto sin animales	Semillas, hieramientas, etc.	0			No es considerado una barrera significativa para el plantio.
11)	Pasto con animales	Arame para cercas	74,34			Cerca de 4-arames baseado no precio de Altamira: Cr\$350 por rolo de 500 m en fevereiro de 1975
		Gado	459,00			Cr75\$2.500/cabeza precio de compra + Cr75\$200/cabeza para transporte, presumiendo -se a tasa do estoque a 0,17 cabeza/ha.
		Arame para coral	154,17	--	1	
Manutención						
12)	Cacao	Tratamiento químico	61,52			40 kg/ha/año de 1% insecticida BHC al costo de Cr\$1,00/kg en 1974 (Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI; e CEPLAC, s/d.(Ca. 1974). Nota: la deprecia-

ción del equipamiento calculada en otra parte del programa.

13) Pimienta negra	Químicos + fertilizante	995,12	Insumos para 1.000 plantas son 15 kg de hongicida "Cuprovit" o "Cuprosan", 1 litro de insecticida 100% "Malatol", 12 kg de insecticida "Dithane M-45", 600 kg de fertilizante NPK, 4 litros de "Novapol", 3.000 kg de torta de mamona <i>Ricinus communis</i>), 500 kg de calcá-rio dolomítico y 500 kg de harina de oso (Brasil, Ministério da Agricultura, ACAR-PARÁ, 1973). Corrección hecha para a inflación y para a densidad recomendada de 1.111 plantas/ha.
14) Pasto sen animales	Hieramientas etc.	0	No es considerado una limitación significativa.
15) Pasto con animales	Reparos de cercas, medicamentos, etc.	300,00	Presumido.

Fuente: Fearnside, 1980d, 1982b.

	Remocion de semillas	Set.	5			194 Smith, 1976b: 194	50	
6. Frejoles (o Phaseolus o Vigna)	Limpia	Abr.	10.9	(veanota)				Limpia (limpieza de yerbajos en preparación para plantío) no es considerado como una operación de "limpia" en el caso de frijoles; intermedio entre los medios para las dos especies usados para necesidades
	Phaseolus		14.8	10.3	10	Datos de campo	100	
	Vigna		7.0	3.00	3	Datos de campo	100	
	Plantio	Abr.		(veanota)				
	Phaseolus		2.49	1.16	2	Datos de campo	0	
	Vigna		2.49		0			
	Escarda	Jun., Jul.	12.34	(veanota)				
	Phaseolus		9.54	7.50	63	Datos de campo	0	
	Vigna		15.16	20.07	22	Datos de campo	0	
	Cosecha	Jul.						
	Phaseolus		4.96	----	1	Datos de campo	100	
	Vigna		4.96		0			
7. Yuca (o brava o dulce)	Plantío	Feb. - May.	4.07	4.39	2	Datos de campo	100	
	Escarda	Nov. - Dic.	8.53	6.05	27	Datos de campo	0	
	Cosecha	(Toda mano-de-obra extendida para los 6 meses con menos trabajo)	11.63	----	1	Datos de campo	100	
	Hecho de harina		97.77			Datos de campo; Smith, 1967b: 158	50	Todos los valores coregidos para dar mano-de-obra requerido por ano usandose el medio del periodo de crecimiento de yuca brava de 1.29 anos (DP=0.53, N=64); mano-de-obra para preparación de fariña basado en el rendimiento medio de yuca brava de 3,617.7 kg fariña/ha/año de crecimiento (DP=2002.2, N=15) de datos de campo, y mano-de-obra de procedimiento de 37 kg/hombre-día (Smith, 1976b: 158)

ESTABLECIMIENTO

8. Cacao	Preparo de la área	Dic.	12.0	Todos los números de Brasil, INCRA, 1972a: 168	100	Valores de mano-de-obra calculado de equivalentes de mano-de-obra familiar dado para familia de 2.5 adultos masculinos, derivado usandose la misma tabla de equivalentes usado en el trabajo presente (Tabla A.37)	
	Sombreamiento provisorio	Dic.	10.0		100		
	Sombreamiento definitivo	Ene.	4.0		100		
	Construcción de vivero	Ago.	5.0		100		
	Llenado de sacos plasticos	Ago.	6.0		0		
	Plantío de semillas	Ago.	4.0		0		
	Cuidado de mudas	Sept.	6.0		0		
	Cavamiento de mudas	Nov.	16.0		100		
	Adubación Plantío de mudas	Nov. Ene.	2.0 16.0		100 100		
	Calaje	Nov.	4.0		100		
9. Pimienta- negra	Plantío de mudas (estacas) y adubación	Ene.	27.0	Todos los números de Brasil, INCRA, 1972a: 169	100		
	Escarda durante establecimiento	Feb.	9.0		0		
	Amontonando	Feb., Abr.	12.0		0		
	Tratamientos Cobertura	Mar.	1.5		100		
	muerta	May.	12.0		0		
	Corte de estacas (tutores)	Jul.	46.3		Suposición	100	20 minutos/poste
	Transporte de estacas (tutores)	Ago.	46.3		Suposición	100	20 minutos/poste

	Depureza de la área	Sept.	10.0			Brasil, INCRA,	100		
	Cavamiento	Oct.	30.0			1972a: 169	100	13 minutos/cavidad	
	Colocamiento de estacas (tutores)	Nov.	24.0				100	10 minutos/poste	
10. Pasto sin animales	Coleta de las semillas	Ene.	2.3	----	1	Datos de campo	100	3 hombre-días/saco de 60 kg, suficiente para sembrar 1.3 ha de <i>Panicum maximum</i> . 20 min./poste (espacio de 5 m, área del campo=22.7 ha, N=1).	
11. Pasto con animales	Corte de estacas para cerca	Jul. - Ago.	0.89			Suposición	100	20 minutos/poste	
	Transporte de estacas	Jul. - Ago.	0.89			Suposición	100	20 minutos/poste	
	Abertura de cavidades	Jul. - Ago.	0.58			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100	13 min./cavidad, valor para postes de pimienta-del- reino Para postes de pimeinta- negra	
	Colocación de estacas	Jul. - Ago.	0.46			Brasil, INCRA, 1972a: 169	100		
	Colocacion de alambre	Jul. - Ago.	0.89			Suposición	100	20 minutos/poste	
	Construcción de corral	Jul. - Ago.	4.76	----	1	Datos de campo	100	Corral de 150 m2	
MANUTENCIÓN									
12. Cacao	Adubacion	Todas las tareas distribuido por	16.67			Brasil, ACAR- PARA,	100		
	Roza		13.33			Unidad Operacio- nal Altamira VI, s/d-	100	Convertido del valor en hombre-días/1000 plantulas, usandose la densidad recomendada de	
	Poda	ano entero	11.11			b [ca. 1974]	100	1111 árboles/ha	
	Cosecha y procedimiento		48.89				50		

	Escarda		17.78				0	
13. Pimeinta- negra	Escarda	Feb., Jun., Ago., Nov.	35			Brasil, INCRA, 1972a: 169	0	
	Poda	May., Jun., Sept., Dic.	10				100	
	Roza	Ene., Abr., Jul.	6				100	
14. Pasto sin animales	Corte de vegetación secundaria invasora	Jul., Ago.	2			Suposicion	100	Basado en la norma de manutención mínimo en el área
15. Pasto con animales	Reparos y cuidado del rebanó	Todos los meses	6.60		2	Fearnside y Rankin, 1973, notas de campo	100	De dos ranchos cerca de Santarém
	Corte de vegetación secundaria invasora	Jul., Ago.	7.00	5.18	6	Datos de campo	100	Presumido igual a la porción decorte de operación de limpieza
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

FUENTE: Fearnside, 1980b (1982b).

para el mes. Si el suministro de la mano-de-obra de la familia fuera insuficiente, entonces la cuantía de mano-de-obra suplementar contratada es determinada, junto con su costo, basado en el costo de mano-de-obra para aquel mes. Los costos de mano-de-obra son basados en las tasas vigentes en el año agrícola de 1974-1975, que era de Cr\$15/día para todos los meses excepto para el período de la colecta del arroz (junio) y el período de la derrumbada (agosto-septiembre), que era de Cr\$20/día (sin comida incluida en el acuerdo para ninguna de las tasas). Si la cantidad de capital para el lote no fuera suficiente para pagar la mano-de-obra contratada, entonces el control de suficiencia de mano-de-obra y de capital no tendrá éxito.

Si los suministros de mano-de-obra total son adecuados, es hecho un control de las necesidades de mano-de-obra masculina para determinar si es necesaria mano-de-obra contratada adicional antes del retorno de un control bien sucedido de suficiencia de mano-de-obra. La mano-de-obra masculina disponible para cada mes es calculada a partir de la mano-de-obra de la familia más mano-de-obra contratada (toda la mano-de-obra contratada es considerada masculino adulto), menos la necesidad de mano-de-obra masculina como calculada a partir del producto de la necesidad de mano-de-obra masculina por hectárea y el tamaño del trecho. Si la mano-de-obra masculina fuera insuficiente, entonces es probada la posibilidad de contratación de mano-de-obra externa para satisfacer esa necesidad. Si la cantidad de capital fuera mayor de que el costo de la mano-de-obra veces el valor absoluto del déficit de la mano-de-obra masculina para el mes, entonces la mano-de-obra es contratada con ajustes apropiados del capital. De otra forma, el control no tiene éxito absoluto. Si la contratación de la mano-de-obra para resolver el déficit de la mano-de-obra masculina fuera practicable, entonces el producto del costo de mano-de-obra y día de hombre necesario es sustraído de la cantidad de capital, y el valor para la cuantía de mano-de-obra contratada usada es actualizada para reflejar la contratación.

La viabilidad en términos de costos fijos de capital es la última necesidad verificada. Para eso, el capital es reducido por el producto del costo fijo por hectárea para la operación, mes y tamaño del trecho. Si el capital se torna negativo, entonces el control no tiene éxito. Si el control fue bien conducido hasta ese punto, entonces es hecho una determinación de la necesidad o no de un segundo ciclo de

control.

Si la operación que acaba de ser controlada fuera la primera parte de una operación de dos partes, como una cultura anual en una localización de bosque virgen, donde es preciso tener hecho un control para la operación de derrumbada y otro para las necesidades del plantío hasta la colecta, entonces la operación (una operación de corte) es re-designada (como una operación de cultura) y los controles descritos encima de mano-de-obra total, mano-de-obra masculina y costos fijos son ejecutados en la nueva operación. Si el control no tuviera éxito en cualquier punto, entonces el resultado que no tubo éxito es indicado para el uso de la tierra.

Opciones de la Cultura Comercial

La probabilidad del uso de varias culturas como culturas comerciales es determinada para el lote simulado usándose las probabilidades para culturas simples (no combinaciones de culturas consorciadas) a ser usadas como comerciales, basándose en las frecuencias observadas entre los colonos que siguen cada un de los cuatro padrones de uso de la tierra en la carretera Transamazónica. Las probabilidades del uso de la tierra empleadas como parámetros para el programa fueron calculadas a partir de datos como el cociente del número de años de hectárea en cultura comercial de cada cultura en un dado padrón de uso de la tierra dividido por el total de los años de hectárea en cultura comercial para aquel padrón de uso de la tierra. "Hectáreas comerciales" son áreas en exceso de los valores considerados razonables para las necesidades de subsistencia solamente dependiendo de la cultura. Esas áreas son para la designación de culturas simples, no combinaciones de consorciación. La división entre áreas de subsistencia y comercio fue de 0.5 ha en el caso de arroz, maíz, Phaseolus y Vigna; 0.2 ha en el caso de la yuca brava y dulce, 0.0 ha en el caso del cacao, pimienta-del-reino, pasto sin animales, y pasto con animales. "Años de hectárea comercial" es el producto de los hectáreas comerciales y el número de años de colono en los cuales la tierra fue distribuida para esa cultura (ver Tabla 4.5).

MODELANDO MUDANZAS DEL SUELO

CALIDAD DE QUEMADA

(Tabla A.14)

Quemados virgenes simulados son clasificados como "malos" o "buenos" dependiendo si la Ecuación A.5 o A.6 da el valor mayor.

$$Y = 3.2459 \times 10^{-3} A - 3.5933 \times 10^{-3} B + 3.4928 \times 10^{-3} C + 7.7949 \times 10^{-2} D + 1.5809 \times 10^{-1} E + 3.8381 \times 10^{-2} F - 6.1617$$

Ecuación A.5

donde:

Y = discriminador de malo quemado
A = lluvia entre derrumbada y quemado (mm)
B = evaporación entre derrumbada y quemado (horas)
C = insolación entre derrumbada y quemado (horas)
D = lluvia en 15 días antes de la quema (mm)
E = evaporación en 15 días antes de la quema (mm)
F = insolación en 15 días antes de la quema (horas)
(variancia general = 2.43×10^{22} , N=76).

$$Y = 1.2662 \times 10^{-3} A - 5.2735 \times 10^{-5} B + 2.5793 \times 10^{-3} C + 8.8626 \times 10^{-2} D + 1.827 \times 10^{-2} E + 3.1593 \times 10^{-2} F - 7.5752$$

Ecuación

A.6

donde:

Y = discriminador de quemado bueno
A - F = lo mismo que en la Ecuación A.5
(variancia general = 2.26×10^{20} , N=171).

Estadísticas para funciones discriminantes (Ecuaciones A.5 y A.6):

Distancia Mahalanobis (D^2) = 0.686, F estadístico = 5.89, $p < 0.001$; Igualdad de covariancias: gl = 21, 93234, F estadístico = 22.47, $p < 0.0001$.

Casos correctamente previstos = 74%, N=247.

(Tabla A.15)

Los quemados simulados de vegetación secundaria son clasificados entre "malos" y "buenos" usando como funciones discriminantes las Ecuaciones A.7 y A.8:

$$Y = 4.8378 \times 10^{-4} A - 1.3939 \times 10^{-2} B + 2.9030 \times 10^{-3} C -$$

Tabla A.14. Distribución Mensual de la Derrumbada de la Floresta Virgen

Ítem	Mes								Total
	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Número	1	2	16	31	180	82	37	14	363
Porcentaje	0,3	0,6	4,4	8,5	49,5	22,6	10,2	3,9	100

Media de los días entre derrumbada y quemada = 44,1 (DP = 65,3, N = 138).
 Fuente: Fearnside, s/d-d (1986f).

Tabla A.15. Distribución Mensual del Corte y Quema de la Vegetación Secundaria

Ítem	MES								TOTAL
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Jan.	
----- corte -----									
número	1	8	8	39	24	20	10	1	111
porcentaje	0,9	7,2	7,2	35,1	21,6	18,0	9,0	0,9	100
----- quema -----									
número	0	0	4	10	50	37	13	5	119
porcentaje	0	0	3,4	8,4	42,0	31,1	10,9	4,2	100

Média de dias entre o corte e a queima = 52,6 (DP = 96,1, N = 79).

Fuente: Fearnside, s/d-d (1986f).

$$1.3692 \times 10^{-1}$$

Ecuación A.7

donde:

Y = discriminador de malo quemado
A = lluvia entre corte y quema (mm)
B = evaporación entre corte y quema (mm)
C = insolación entre corte y quema (horas)
(variancia general = 9.92×10^{11} , N=31).

$$Y = -3.3761 \times 10^{-3} A - 2.0641 \times 10^{-2} B + 6.0930 \times 10^{-4} C - 1.0033$$

Ecuación A.8

donde:

Y = discriminador de bueno quemado
A - C = lo mismo que en la Ecuación A.7
(variancia general = 1.29×10^{13} , N=23).

Estadísticas para funciones discriminantes (Ecuaciones A.7 y A.8):

Distancia Mahalanobis (D^2) = 0.566, F estadístico = 2.39, p = 0.8; Igualdad de covariancias: gl=6, 15499, F estadística = 5.78, p<0.0001.

Casos predichos correctamente = 65%, N=54.

MUDANZAS EN EL SUELO POR LA QUEMADA

Quemadas de Bosque Virgen

Las mudanzas de las características del suelo con el quemado pueden ser modeladas con el siguiente conjunto de ecuaciones. En los casos en que la calidad del quemado representa un factor significativo, eso es representado en ecuaciones de regresión múltiple al través de variables "dummy" (Draper & Smith, 1966: 134-141). Esas variables presentan los efectos de quemados "buenos" y "malos" recibiendo los valores de -1.0 y 1.0, respectivamente.

Mudanzas en el pH

La previsión de las mudanzas del pH deben ser hechas separadamente, dependiendo de la faja de valores del pH inicial. Las mudanzas del pH para casos con pH inicial de menos que 4.0 son dados por:

$$Y = 1.538 - 0.266 A - 0.230 B \quad \text{Ecuación A.9}$$

donde:

Y = mudanza del pH
A = variable "dummy" de calidad de quemado virgen
(+1 si fuera malo; -1 si fuera bueno)
B = Al⁺⁺⁺ inicial (meq/100g)
(p<0.0001, r=0.69, EP=0.609, N=87).

En los casos en que el pH inicial fuera de 4.0 hasta 5.0, la mudanza de pH con quemado virgen es dado por:

$$Y = 1.888 - 3.11 \times 10^{-2} A - 6.68 \times 10^{-2} B \quad \text{Ecuación A.10}$$

donde:

Y = mudanza de pH
A = arcilla total inicial (% peso seco)
B = erosión prevista por año (mm)
(p<0.0001, r=0.54, EP=0.714, N=67).

En los casos con un pH mayor de que 5.0, la mudanza del pH con el quemado virgen es dado por:

$$Y = 5.207 - 0.180 A - 0.814 B - 6.09 \times 10^{-4} C \quad \text{Ecuación A.11}$$

donde:

Y = mudanza de pH
A = variable "dummy" de la calidad de quemado virgen
(+1 para malo; -1 para bueno)
B = pH inicial
C = días en culturas anuales
(p<0.0001, r=0.56, EP=0.717, N=180).

Mudanzas en el aluminio

Las mudanzas en el aluminio con el quemado virgen son dadas por:

$$Y = 0.295 - 0.222 A - 0.224 B \quad \text{Ecuación A.12}$$

donde:

Y = mudanza del aluminio (meq/100g)
A = Al⁺⁺⁺ inicial (meq/100g)
B = variable "dummy" de la calidad del quemado virgen

(+1 si fuera malo; -1 si fuera bueno)
($p < 0.0001$, $r = 0.37$, $EP = 1.489$, $N = 299$).

Mudanzas en el fósforo

Las mudanzas del fósforo con el quemado virgen son dadas por:

$$Y = -0.778 + 0.677 A - 0.357 B \quad \text{Ecuación A.13}$$

donde:

Y = mudanza del fósforo (ppm)
A = mudanza prevista del fósforo a partir de los efectos que no sean del quemado (Ecuaciones A.23, A.24 y A.25)
B = variable "dummy" de calidad de quemado virgen
(+1 si fuera malo; -1 si fuera bueno)
($p < 0.0001$, $r = 0.46$, $EP = 3.255$, $N = 473$).

Mudanzas en el nitrógeno

Mudanzas en el nitrógeno con el quemado virgen son dadas por:

$$Y = -5.80 \times 10^{-2} - 0.654 A + 4.89 \times 10^{-2} B + 2.63 \times 10^{-2} C \quad \text{Ecuación A.14}$$

donde:

Y = mudanza del nitrógeno (% peso seco)
A = nitrógeno inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = pH inicial
($p < 0.01$, $r = 0.46$, $EP = 5.88 \times 10^{-2}$, $N = 52$).

Mudanzas en el carbono

Las mudanzas del carbono son calculadas usándose la misma relación empleada para las mudanzas del carbono en rozas no quemados y otros tipos de rozas (Ecuación A.27). La misma relación también vale para quemados de vegetación secundaria y de mata.

Quemados de Vegetación Secundaria

Mudanzas en el pH

Mudanzas en el pH con el quemado de la vegetación

secundaria (rozas con por lo menos ocho meses de barbechado) son dadas por:

$$Y = 3.4817 - 0.22603 A - 0.23129 B - 0.51758 C - 3.2683 \times 10^{-4} D$$

Ecuación A.15

donde:

Y = mudanza del pH
A = Al⁺⁺⁺ inicial (meq/100g)
B = mudanza del aluminio (meq/100g)
C = pH inicial
D = días en culturas anuales
(p=0.0001, r=0.51, EP=0.646, N=91).

Mudanzas en el aluminio

Las mudanzas en el aluminio bajo quemados de vegetación secundaria son dadas por:

$$Y = 0.16551 - 0.26687 A$$

Ecuación A.16

donde:

Y = mudanza del aluminio (meq/100g)
A = Al⁺⁺⁺ inicial (meq/100g)
(p<0.05, r=0.37, EP=1.53, N=42).

Mudanzas en el fósforo

Las mudanzas en el fósforo bajo quemados de vegetación secundaria son dadas por:

$$Y = -1.5170 + 0.74065 A - 0.83055 B$$

Ecuación A.17

donde:

Y = mudanza del fósforo (ppm)
A = mudanza prevista del fósforo a partir de regresión para efectos que no sean del quemado (Ecuaciones A.23, A.24 y A.25)
B = variable "dummy" de calidad de quemado de la vegetación secundaria (+1 si fuera malo; -1 si fuera bueno)
(p<0.0001, r=0.56, EP=2.620, N=78).

Quemados de Mata

Los efectos de la quema de la mata, definido como rozas con menos de ocho meses de barbechado, pueden ser previstas con el siguiente conjunto de ecuaciones. La calidad de quemado de la mata no tiene un efecto significativo sobre ninguna de esas mudanzas de fertilidad del suelo.

Mudanzas en el pH

Las mudanzas en el pH con el quemado del mato son dadas por:

$$Y = 2.9749 - 0.16504 A - 0.51659 B \quad \text{Ecuación A.18}$$

donde:

Y = mudanza del pH
A = pH inicial
B = Al⁺⁺⁺ inicial (meq/100g)
(p<0.001, r=0.51, EP=0.74525, N=62).

Mudanzas en el aluminio

Las mudanzas en el aluminio con el quemado de la mata son dadas por:

$$Y = 0.55043 - 0.39232 A \quad \text{Ecuación A.19}$$

donde:

Y = mudanza del aluminio (meq/100g)
A = Al⁺⁺⁺ inicial (meq/100g)
(p<0.05, r=0.43, EP=1.8503, N=28).

Mudanzas en el fosforo

La probabilidad de que no haya mudanza en el fósforo con el quemado de la mata es de 0.262 (N=61). Para mudanzas que no sean de magnitud cero, la mudanza puede ser prevista por:

$$Y = 3.9375 + 1.2668 A \quad \text{Ecuación A.20}$$

donde:

Y = mudanza en el fósforo (ppm)
A = mudanza del fósforo por año prevista al través de

regresión para efectos que no sean del quemado
(Ecuaciones A.23, A.24 y A.25)
($p < 0.0001$, $r = 0.50$, $EP = 5.0023$, $N = 45$).

MUDANZAS EN EL SUELO SIN LA QUEMA

Las mudanzas del suelo bajo usos de tierra que no sean a pasto y que resultan de otros procesos además del quemado son presentados por las ecuaciones que se siguen. Las mudanzas del suelo son para períodos de un año. Las mudanzas del pH son dadas por:

$$Y = 1.8594 - 0.4187 A \quad \text{Ecuación A.21}$$

donde:

Y = mudanza del pH
A = pH de la roza en el comienzo del año
($p < 0.0001$, $r = 0.48$, $EP = 0.8418$, $N = 270$).

Mudanzas del aluminio en concentración son dadas por:

$$Y = 4.8516 \times 10^{-6} - 1.5033 \times 10^{-5} A - 1.5132 \times 10^{-4} B \quad \text{Ecuación A.22}$$

donde:

Y = mudanza del Al^{+++} (meq/100g)
A = Al^{+++} de la roza en el comienzo del año (meq/100g)
B = mudanza del pH
($p < 0.0001$, $r = 0.53$, $EP = 1.4465 \times 10^{-4}$, $N = 97$).

La ecuación encima excluye rozas con aluminio igual a cero en las condiciones tanto de "antes" cuanto de "después".

Para predecir la mudanza del fósforo, son necesarias relaciones separadas dependiendo de la faja de valores del nivel inicial de fósforo. Para niveles iniciales de fósforo de 1 ppm de fósforo total, la probabilidad de mudanza cero es de 0.648 ($N = 108$). Mudanzas no cero son dadas por:

$$Y = -3.4733 + 1.4143 A \quad \text{Ecuación A.23}$$

donde:

Y = mudanza del fósforo (ppm)
A = mudanza del pH de la roza en el comienzo del año

($p < 0.001$, $r = 0.58$, $EP = 1.9841$, $N = 34$).

Mudanzas del fósforo (P total) en los casos en que el nivel inicial del fósforo está en la faja de 2-9 ppm son dadas por:

$$Y = 2.1671 + 0.97151 A - 1.0405 B + 2.22395 \times 10^{-2} C$$

Ecuación A.24

donde:

Y = fósforo (ppm)
A = mudanza del pH
B = fósforo de la roza en el comienzo del año (ppm)
C = proporción del tiempo que la roza quedó desnuda o en culturas anuales
($p < 0.0001$, $r = 0.69$, $EP = 2.5049$, $N = 139$).

Las mudanzas del fósforo en los casos en que el nivel inicial del fósforo es de 10 ppm o más son dadas por:

$$Y = 6.8086 - 1.4363 A$$

Ecuación A.25

donde:

Y = mudanza del fósforo (ppm)
A = nivel del fósforo en el comienzo del año (ppm)
($p = 0.0001$, $r = 0.86$, $EP = 6.5830$, $N = 13$).

Las mudanzas del nitrógeno (N total), excluyendo las rozas en barbechado por tres años o más, son dadas por:

$$Y = -7.0371 \times 10^{-2} - 0.77136 A + 9.1644 \times 10^{-2} B - 3.3756 \times 10^{-5} C - 1.2951 \times 10^{-2} D + 4.1763 \times 10^{-5} E$$

Ecuación A.26

donde:

Y = mudanza del nitrógeno (% peso seco)
A = nitrógeno inicial (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = días en culturas anuales
D = pH inicial
E = días de barbechado
($p < 0.0001$, $r = 0.77$, $EP = 3.6064 \times 10^{-2}$, $N = 114$).

La mudanza del carbono es dada por la Ecuación A.27. En ese caso, en vez de excluir todos los pastos, fueron excluidos las rozas con pastos presentes durante más de 25%

del intervalo de comparación.

$$Y = 0.1156 + 4.3151 A - 0.52549 B + 3.8721 C \quad \text{Ecuación A.27}$$

donde:

Y = mudanza del carbono (% peso seco)
A = mudanza del nitrógeno (% peso seco)
B = carbono inicial (% peso seco)
C = nitrógeno inicial (% peso seco)
($p < 0.0001$, $r = 0.69$, $EP = 0.21106$, $N = 193$).

La ecuación de la mudanza del carbono es usada para todas las rozas, incluyendo las rozas quemadas y pasto.

MUDANZAS EN EL SUELO BAJO PASTO

Las mudanzas del suelo bajo pasto son simuladas usándose las siguientes ecuaciones. Las mudanzas incluyen la señal de la mudanza. Las mudanzas del fósforo bajo pasto son dadas por:

$$Y = 1.28 - 0.622 A \quad \text{Ecuación A.28}$$

donde:

Y = mudanza del fósforo (ppm)
A = fósforo inicial (ppm)
($p < 0.05$, $r = 0.76$, $EP = 1.23$, $N = 10$).

Las mudanzas del nitrógeno bajo pasto son dadas por:

$$Y = 0.094 - 0.691 A \quad \text{Ecuación A.29}$$

donde:

Y = mudanza del nitrógeno (% peso seco)
A = nitrógeno inicial (% peso seco)
($p < 0.05$, $r = 0.73$, $EP = 0.059$, $N = 10$).

Mudanzas del carbono bajo pasto son dadas por la Ecuación A.30. Se debe notar que una distribución desigual de los valores del carbono inicial torna esa relación no confiable.

$$Y = 0.853 - 0.655 A \quad \text{Ecuación A.30}$$

donde:

Y = mudanza del carbono (% peso seco)
A = carbono inicial (% peso seco)
($p < 0.05$, $r = 0.76$, $EP = 0.383$, $N = 10$).

Mudanzas en el pH son dadas por:

$$Y = 3.139 - 0.875 A - 0.547 B \quad \text{Ecuación A.31}$$

donde:

Y = mudanza en el pH
A = pH inicial
B = inverso del número de años en el intervalo de comparación
($p < 0.01$, $r = 0.86$, $EP = 0.250$, $N = 10$).

El aluminio es calculado usándose la relación para la calidad inicial del suelo (Ecuación A.1).

FERTILIZANTE Y CAL

Los suministros de capital y mano-de-obra del colono simulado precisan ser ajustados para la manutención de culturas perennes y pasturas ya establecidos en el lote. Las culturas establecidas son presumidas como mantenidas (después de satisfacer las necesidades de subsistencia) independientemente de la viabilidad de capital y de mano-de-obra.

La mano-de-obra (total) de la familia, mano-de-obra masculina y el capital necesarios para las operaciones de manutención son determinados para cada mes del año. El déficit en cualquier de los requisitos de mano-de-obra, caso haya alguna, es calculado y eso es suministrado usándose mano-de-obra contratada (con deducciones apropiadas de los suministros de capital) si es posible.

Para cacao y pimienta-del-reino, la adubación y calaje para la manutención después del año de plantío es determinada separadamente en la simulación, pues ni todos los colonos reales usan fertilizantes (aunque podamos hacer todos los colonos simulados usaren fertilizantes con un conjunto apropiados de probabilidades de fertilización). La decisión de fertilizar el cacao o la pimienta-negra es tomada una vez por cada lote y año, en el momento de la primera operación de

manutención de la cultura envuelta. El valor usado para la probabilidad de fertilización de la pimienta-del-reino es de 0.539 (N=26 colonos en los registros del gobierno: 20 casos del Brasil, ACAR-PARÁ, 1974a). La probabilidad usada para la fertilización del cacao es 0.250, un valor intermediario entre la probabilidad presumida por el gobierno de uno y la probabilidad de cero indicada por los datos de campo (N=4).

Si una cultura perenne es fertilizada, se presume que las dosis recomendadas por el gobierno son seguidas. Si la pimienta-del-reino fuera fertilizada, las dosis son calculadas basándose en los niveles de nutrientes en el suelo del trecho y en la edad de las plantas de pimienta-del-reino. Las dosis usadas para varias categorías son mostradas en la Tabla A.16. El calaje sólo es hecho en el primer año de la cultura, también siguiendo la dosis de la Tabla A.16.

Si el cacao fuera fertilizado, es seguida una programación semejante de dosis de fertilizantes y de cal, dependiendo de la calidad del suelo y edad de las plantas. Eso es dado en la Tabla A.17. Calaje también es hecha solamente en el primer año de la cultura.

El costo de los fertilizantes y cal usados es deducido del capital del colono simulado. Los precios de los fertilizantes y cal son dados en la Tabla A.18. La fertilización es hecha antes de calaje; si el colono no tuviera capital suficiente para fertilizar un trecho, entonces no es hecha ni la fertilización y ni el calaje. Si un colono hizo la fertilización mas no tiene dinero suficiente para el calaje del trecho, entonces no es hecho el calaje.

Las mudanzas en los nutrientes del suelo por la fertilización y calaje son hechas cuando un trecho es fertilizado o calado. Las mudanzas en el pH son calculadas de:

$$Y = 0.009 + 4.05 \times 10^{-4} A \quad \text{Ecuación A.32}$$

donde:

Y = mudanza del pH
A = la dosis de cal dolomítico en kg/ha
($p < 0.0001$, $r = 0.99$, $N = 10$).

Los datos para la regresión en la Ecuación A.32 vienen

Tabla A.16. Recomendaciones del Gobierno para la Fertilización de Pimienta Negra

Suelo	Ingrediente	Dose del ingrediente activo (kg/ha)			
		Edad de la pimienta (años)			
Inicial	Activo de la Fertilizante	1	2	3	4 o más
P ≤ 10 ppm	P ₂ O ₅	70	100	150	300
P > 10 ppm	P ₂ O ₅	30	40	50	100
K ≤ 45 ppm	K ₂ O	60	80	100	200
K > 45 ppm	K ₂ O	0	0	25	50
N (todos los niveles)	N	40	60	80	100
C (todos los niveles)	torta de algodón ^(a)	2.222	2.222	2.222	2.222
Al ⁺⁺⁺ ≤ 0,3 meq/100g y: Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ <4 meq/100g	calcáριο dolomítico	0	0	140	280
Al ⁺⁺⁺ ≤	calcáριο	122	140	280	560

TABLA A.17. Recomendaciones del Gobierno para la Fertilización del Cacao

Análisis del Suelo Inicial	Ingrediente Activo del Fertilizante	Edad del Cacao (años)			Porcentual del Ingrediente Activo ^(a)	Fertilizante
		1	2	3 o más		
P ≤ 10 ppm	P ₂ O ₅	25	50	100	48	Superfosfato triple
P > 10 ppm	P ₂ O ₅	0	10	25	48	Superfosfato triple
K ≤ 45 ppm	K ₂ O	25	50	200	60	Cloreto de potasio
K > 45 ppm	K ₂ O	0	10	50	60	Cloreto de potasio
N todos los niveles	N	10	20	50	20	Sulfato de amonia
Al ⁺⁺⁺ > 0.2 meq/100g	Cal dolomítico	2,000 kg/ha por unidad Al ⁺⁺⁺ expresado en meq/100g	0	0	100	Cal dolomítico
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

FUENTE: Brasil, IPEAN, 1966

NOTA: Ingrediente activo kg/ha

a) Cruz *et al.*, 1971: 6

TABLA A.18. Precios de los Fertilizantes y Cal en Altamira

Ítem	Fecha	Precio en la Fecha	Cr75\$/kg ^(a)	Ingrediente Activo	Porcentaje del Ingrediente Activo	Ingrediente Activo Cr75\$/kg
Superfosfato triple	10 abril 1976	4.70 ^(b)	2.72	P205	46 ^(c)	5.40
Urea	10 abril 1976	4.60 ^(b)	2.66	N	45 ^(c)	5.41
Cloreto de potasio	10 abril 1976	2.70 ^(b)	1.56	K	60 ^(c)	2.60
Cal dolomítico	10 abril 1976	0.75 ^(b)	0.43	Cal dolomítico	100	0.43
Adubo orgánico ^(d)	17 julio 1974	0.25 ^(e)	0.31	Equivalente al abono de vaca	50 ^(f)	0.61

=====

a) Valores del cruzeiro corregido para 1 enero 1975 usandose inflación de 35% por año.

b) Precios de Brasil Norte Ltda., Altamira (donde los colonos financiados compraron insumos).

c) Coelho & Varlengia, 1972: 181.

d) Cáscara del arroz y frejoles deteriorados.

e) Media de Cr\$0.30/kg para cáscara del arroz y Cr\$0.20/kg para frejoles deteriorados gastados por un colono de descendencia japonesa que estaba usando 2,222 kg/ha de cada a pimienta-negra.

f) Calculado (para fines de costo) de hecho que la dosis de la mezcla de cáscara del arroz y frejoles deteriorados (nota

e) fue doble de la dosis recomendada para pimienta-negra.

0,3 meq/100g dolomítico
y: Ca⁺⁺
Mg⁺⁺ ≤
4 meq/100g

Al⁺⁺⁺ ≥ calcáριο (b) 0 0 0
0,3 meq/100g dolomítico

Fuente: Brasil, Ministério da Agricultura, IPEAN, 1966; Fearnside, 1980a.

- (a) 5,71 kg esterco es equivalente a 1 kg de torta de algodón (Albuquerque & Condurú, 1971: 110).
- (b) 2.000 kg/ha calcáριο por unidad de Al⁺⁺⁺ expresada en meq/100g de suelo seco al ar.

de una experiencia con cal en la Zona Bragantina, donde el suelo es un latosolo amarillo (ULTISOL) con un pH inicial de 3.9 (Struchtemeyer *et al.*, 1971: 22). Las mudanzas del pH para la regresión son 28 días después de la aplicación, y sólo fueron usadas dosis de cal hasta 8,000 kg/ha (Fearnside, 1978: 549-550). Se presume un límite máximo de 9.0, sobre el cual el calaje no puede elevar el pH.

Las mudanzas en el aluminio del suelo provenientes de calaje son calculadas usándose la misma regresión del aluminio sobre el pH y contenido de arcilla usada para generar valores de aluminio para el suelo bajo bosque virgen (Ecuación A.1). Los datos de las mudanzas en el aluminio no están incluidos en la relación de las pruebas de calaje de la Zona Bragantina, aunque una curva diseñada a mano de la tendencia en el aluminio (Struchtemeyer *et al.*, 1971: gráfico 5) indique que es mantenida la relación de pH, que es muy semejante a la relación encontrada entre el aluminio y el pH en suelo virgen en el actual estudio. Los valores para el aluminio son, naturalmente, impedidos de asumir valores negativos en la simulación.

Las mudanzas en el fósforo del suelo con la fertilización son calculadas usándose la regresión dada por:

$$Y = 0.0568 A - 6.41 \qquad \text{Ecuación A.33}$$

donde:

Y = mudanza en el fósforo (ppm)
A = P₂O₅ aplicado (kg/ha)
(p<0.0001, r=0.99, N=14).

Los datos usados para la regresión en la Ecuación A.33 proceden de experiencias en la zona del cerrado (North Carolina State University, 1974: 89 y 101). Es presumido un límite máximo de 100 ppm, encima del cual el fósforo del suelo no puede ser elevado a través de la fertilización.

El hecho de que un trecho fue fertilizado es guardado para uso en un ajuste temporario de los niveles de carbono del suelo como un resultado de aplicación de estiércol (un efecto que se disipa después de un año) en la subrutina de producción de pimienta-del-reino.

Solamente cacao y pimienta-del-reino son fertilizados en la simulación. El pasto no es fertilizado en la simulación,

ni es fertilizado por los colonos reales en la carretera Transamazónica.

EROSION DEL SUELO

La erosión del suelo (definida operacionalmente, para los propósitos de modelaje de las mudanzas de la fertilidad del suelo, como el rebajamiento de la superficie del suelo) puede ser prevista basándose en la declividad, informaciones meteorológicas y composición del suelo. Esa medida de erosión realmente incluye también la compactación del suelo, pero eso no disminuye la utilidad de la medida en la previsión de las mudanzas de la fertilidad, pues las mudanzas en la fertilidad, como pueden ser demostradas empíricamente (a través del análisis de regresión) son relacionadas a esa medida de erosión entre otros factores.

La erosión fue medida en el área usándose una serie de 47 cuadras de estacas (Fearnside, 1980c). Cada cuadra era un conjunto de 15 pedazos de caño de plástico ensartado en el suelo con una fenda cortada en la estaca en la altura de la superficie. La caída o elevación en el nivel del terreno podría entonces ser medida más tarde usándose una regla.

Las tasas de erosión dependen del uso de la tierra. Fue considerado el uso de la tierra aquel existente en el día en que fue registrada la lluvia máxima en un período de 24 horas. La media de la erosión al nivel de cuadra en locales o de tierra desnuda (menos de 60 días sin cultivo) o en rozas de culturas anuales de tipos diferentes (arroz, maíz, yuca y frijol Phaseolus) fueron todas semejantes. La regresión usada en la simulación para cuadras en esas condiciones es dada por:

$$Y = 0.164 A + 1.88 \times 10^{-3} B + 1.43 \quad \text{Ecuación A.34}$$

donde:

Y = erosión de la cuadra (mm/año)

A = declive de la cuadra (%)

B = lluvia mientras que la tierra fuera desnuda o bajo culturas anuales (mm)

($p < 0.0001$, $r = 0.89$, $EP = 2.13$, $N = 17$ medias de cuadras).

Para otras utilidades fue usada la erosión en estacas individuales. Declive de la estaca (declives sobre distancias de 30 cm) es relacionada al declive de la cuadra

(declives sobre distancias de cerca de 20 m) por:

$$Y = 0.462 A + 313 \quad \text{Ecuación A.35}$$

donde:

Y = declive de la estaca (%)
A = declive de la cuadra (%)
($p < 0.001$, $r = 0.89$, $EP = 4.94$, $N = 705$ estacas, 47 cuadras, $gl = 45$).

Erosión bajo pimienta-del-reino es dada por:

$$Y = 0.712 A + 6.05 \quad \text{Ecuación A.36}$$

donde:

Y = erosión de la estaca (mm/año)
A = declive de la estaca (%)
($p < 0.001$, $r = 0.55$, $EP = 6.10$, $N = 39$ estacas).

Las mediciones de erosión en las estacas durante el período de observación, el cual fue de cerca de un año en todos los casos, son mostradas en la Tabla A.19 para usos de tierra para los cuales las regresiones no pudieran ser desarrolladas.

(Tabla A.19)

PRODUCCIONES DE LAS CULTURAS

MAIZ

La regresión de la producción de maíz y los multiplicadores asociados a esta son derivados de un conjunto inicial de datos de 224 rozas de maíz. Eso fue primero seleccionado para remover las rozas con: 1) áreas de menos de una hectárea; 2) datos cuestionables debido a contradicciones percibidas o imprecisión en las respuestas de los colonos; 3) casos donde las muestras de suelo no vinieron del local de la roza pero de un local próximo semejante con historia idéntica; y 4) casos con datos incompletos para cualquier variable de regresión: pH del suelo, densidad del plantío, densidad de arroz consorciado y densidad de yuca consorciada. Categorías excluidas de datos válidos fueron los casos con

Tabla A.19. Quedas en el Nivel del Suelo bajo Otros Usos

Uso de la Tierra	Promedio (mm/año)	DP	N (estacas)
Mato (2-8 meses de barbecho)	8,1 ^(a)	5,4	56
Vegetación secundaria (> 8 meses de barbecho)	6,9 ^(a)	8,7	68
Pasto	6,7 ^(a)	11,8	105
Cacao joven	10,0	8,3	40
Floresta Virgen	7,5 ^(b)	5,1	75

Fuente: Fearnside, 1980e (1980c).

(a) Promedios que no son significativamente diferentes. Variancias difieren significativamente $p < 0,0001$, $F = 25$, $gl = 3$, 144.710).

(b) Acredita-se que sea alta.

daño por ratas de las densidades 3 o 4, casos con anotación de germinación pobre; y casos con anotación de enfermedades.

En los casos en que la densidad del plantío del maíz no era conocida a partir de mediciones directas de campo, la densidad fue estimada usándose una regresión de densidad sobre el peso de las semillas plantadas por hectárea, forzada a través del origen. Esa regresión es dada por:

$$Y = 414.88 A \quad \text{Ecuación A.37}$$

donde:

Y = densidad del plantío del maíz (plantas/ha)
A = semillas plantadas (kg/ha)
($p < 0.0001$, $r = 0.65$, $EP = 56.40$, $N = 75$).

Para la regresión que preve las producciones de maíz a partir de información de suelos y consorciación, las producciones de maíz son dadas directamente en kilogramos por mil plantas. Los valores del pH son ajustados para 6.0 de acuerdo con el modelo de respuesta lineal y altiplanicie (Waugh *et al.*, 1975).

La ecuación de regresión para la previsión de la producción del maíz es dada por:

$$Y = 125.46 A - 2.92 \times 10^{-2} B - 2.22 \times 10^{-2} C - 8.16 \times 10^{-4} D - 330.00 \quad \text{Ecuación A.38}$$

donde:

Y = producción de maíz (kg/mil plantas)
A = pH (ajustado para 6.0)
B = densidad del plantío del maíz (plantas/ha)
C = densidad de yuca consorciada (plantas/ha)
D = densidad de arroz consorciado (plantas/ha)
($p < 0.05$, $r = 0.65$, $EP = 151$, $N = 28$).

FRÍJOL PHASEOLUS

La densidad del plantío en plantas por hectárea es generada a partir de la regresión en la Ecuación A.39, la cual es forzada al través del origen:

$$Y = 1602.8 A \quad \text{Ecuación A.39}$$

donde:

Y = densidad del fríjol Phaseolus o Vigna (plantas/ha)
A = peso de las semillas plantadas (kg/ha)
($p < 0.0001$, $r = 0.82$, EP=55,966, N=28).

(Tabla A.20)

La regresión encima fue ejecutada juntándose 20 rozas de Phaseolus y ocho de Vigna. Cuando se ejecutaron regresiones semejantes con el conjunto menor de datos para Phaseolus solamente, fue obtenido un coeficiente de 1,595.5 ($p < 0.0001$, $r = 0.82$, EP=257.15, N=20).

Los datos para la regresión de la producción de Phaseolus y ajustes asociados vienen de un conjunto de datos originales de 120 rozas de Phaseolus. Eso fue seleccionado para remover rozas con un área menor de que una hectárea; datos cuestionables (contradicciones observadas o imprecisión en las respuestas de los colonos) para producción, enfermedades o áreas; y datos incompletos para producción, densidad, densidad de maíz consorciado, enfermedad, o pH del suelo. Las categorías excluidas de los datos válidos fueron las rozas con enfermedad de cualquier intensidad y rozas con relación de germinación pobre. Para uso en la regresión, fueron ajustados los valores del pH para 5.7. El valor crítico de pH 5.7 viene de Coelho & Verlengia (1972: 133). La producción de Phaseolus es dada por:

(Tabla A.21)

$$Y = 267.64 - 69.765 A + 13.777 B - 1.50 \times 10^{-3} C$$

Ecuación A.40

donde:

Y = producción de Phaseolus (kg/kg semilla plantada)
A = densidad del plantío (\log_{10} plantas/ha)
B = pH (ajustado para 5.7)
C = densidad de maíz consorciado (plantas/ha)
($p < 0.05$, $r = 0.79$, EP=29.80, N=13).

FRÍJOL-DE-CUERDA VIGNA

Tabla A.20. Resumen de las Variables de la Regresión de la Producción de Frejol *Phaseolus*

Ítem	Promedio	Desvío Padrón	N
Semillas plantadas (kg/ha)	29,18	26,15	112
Densidad de plantío (plantas/ha)	52.666	49.036	114
Maíz consorciado: Frecuencia	11,7%		120
densidad de maíz (plantas/ha)	1.698,4	3.688,2	13
Frecuencia de plantío en suelo previamente plantado cuando suelo virgen es disponible	9,1%		55

Tabla A.21. Resumen de las Condiciones Excluidas de la Regresión de la Producción de Frejol *Phaseolus*

Ítem	Promedio	Desvío Padrón	N
Germinación pobre:			
Frecuencia	5,8%		120
Efecto sobre producción ^(a)	1,002		1
Enfermedad:			
Frecuencia			
general	67%		115
suelo virgen	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efecto sobre la producción	0,3496	0,5728	32

(a) Fue tomada una decisión *a priori* para excluir germinación pobre de todas las regresiones de producción de las culturas.

Tabla A.21. Resumen de las Condiciones Excluidas de la Regresión de la Producción de Frejol *Phaseolus*

Ítem	Promedio	Desvío Padrón	N
Germinación pobre:			
Frecuencia	5,8%		120
Efecto sobre producción ^(a)	1,002		1
Enfermedad:			
Frecuencia			
general	67%		115
suelo virgen	78%		50
previamente plantado	100%		5
Efecto sobre la producción	0,3496	0,5728	32

(a) Fue tomada una decisión *a priori* para excluir germinación pobre de todas las regresiones de producción de las culturas.

La regresión de la producción y valores multiplicadores son derivados de una serie de datos consistiendo de 34 rozas de Vigna. Eso fue seleccionado por la eliminación de las rozas con un área de menos de 0.5 ha; datos cuestionables para producción, densidad o área; casos donde la muestra no vino de una roza de Vigna más de una roza próxima con una historia idéntica; rozas con una producción calculada antes de ensacar (ningún caso real); y rozas con datos incompletos para producción, área, enfermedad, o pH del suelo. Categorías excluidas de los datos válidos fueron: rozas con enfermedad de cualquier intensidad; rozas con problemas de germinación relatados (ningún caso real); y rozas con ataque de conejos de intensidad 3 o 4 (pesado y muy pesado).

Para el propósito de modelaje, los valores simulados del pH fueron ajustados para 6.0. Ningún caso real en la serie de datos usados para la regresión de producción tiene valores de pH tan altos, así no fueron hechos ajustes en el análisis de los datos. La regresión para prever las producciones de Vigna son dados por:

$$Y = 20.81 A - 84.40$$

Ecuación A.41

donde:

Y = producción de Vigna (kg/kg semilla plantada)
A = pH (ajustado para 6.0)
($p=0.054$, $r=0.87$, $EP=13.895$, $N=5$).

(Tabla A.22)

YUCA BRAVA

El período de crecimiento de la yuca brava (amarga) es generado, o sea, obtenido en la simulación, a partir del período medio de crecimiento de 472 días y desvío padrón de 193 días ($N=64$). Para períodos de crecimiento de menos de un año, el multiplicador del período de crecimiento es generado a partir de la proporción media de la producción de yuca con 1-2 años de edad: 31.8 ($DP=0.40$, $N=7$). El multiplicador medio correspondiente para rozas con más de 2 años de edad es 0.40 ($DP=3.7$, $N=3$).

Los datos para los cálculos de los multiplicadores y de la regresión de la producción de la yuca brava vienen de una serie inicial de datos de 64 rozas. Eso fue seleccionado

Tabla A.22. Resumen de las Variables y de las Condiciones Excluidas de la Regresión de la Producción de Frejol-de-Cuerda *Vigna*

Ítem	Promedio	Desvío Padrón	N
variables			
semillas plantadas (kg/ha)	8,10	7,82	30
condiciones excluidas			
Enfermedad:			
frecuencia	14,3%		28
efecto sobre la producción	0,0876		1
Conejos (intensidad 3 o 4)			
frecuencia	17,65		34
efecto sobre la producción	0,677		1
Germinación pobre			
frecuencia	0%		
efecto sobre la producción	?		

para eliminar rozas con menos de 0.5 ha de área y rozas con datos incompletos para período de crecimiento, producción o área. Categorías excluidas de los datos válidos para la regresión fueron las rozas con crecimiento de menos de 1 año y más de 2 años. No fueron ejecutados ajustes o transformaciones en los datos usados en la regresión, pero los valores del pH fueron ajustados para 5.0 en la simulación pues ese fue el mayor valor de pH presente en la serie de datos seleccionados. Ese es también un valor razonable para el pH crítico sobre el cual mayores elevaciones no van mejorar la producción de yuca. Se sabe que los valores del pH del suelo abajo de 5.0 reducen la producción (Almeida & Canéchio Filho, 1972: 160).

La regresión para prever la producción de yuca brava fue dada por:

$$Y = 4,124.4 A - 17,369 \qquad \text{Ecuación A.42}$$

donde:

Y = producción de yuca brava (kg harina/ha/12 meses de crecimiento)

A = pH (ajustado para 5.0)

($p < 0.05$, $r = 0.93$, $EP = 414.22$, $N = 5$).

YUCA DULCE (MACAXEIRA)

El período de crecimiento de la yuca dulce es generado ($x = 471$ días, $DP = 103$, $N = 11$). Entonces el pH es ajustado para 5.0, siendo ese valor crítico el mismo que el usado en el caso de la yuca brava. Los datos para el ajuste del período de crecimiento y regresión para la previsión de la producción de yuca dulce son tomados de una serie de datos iniciales de 13 rozas de yuca dulce. La serie de datos fue seleccionada para eliminar las rozas con áreas de menos de 1.0 ha. Fue requerida una área mínima mayor para la yuca dulce de que para la yuca brava debido al vicio en rozas pequeñas por causa de la práctica de coger la yuca de poco a poco para comer cocida o usar en la alimentación de puercos. Infelizmente, no solamente se precisa de áreas mayores para datos confiables pero, como las plantaciones de yuca dulce son generalmente menores de que en el caso de yuca brava, muchas rozas fueron eliminadas. Fue también eliminado cualquier roza con datos incompletos sobre producción, período de crecimiento, área o pH. Categorías de datos válidos que fueron excluidos de la regresión eran las rozas

con un período de crecimiento de menos de un año y las rozas con períodos de crecimiento de más de dos años (esta última condición no existió en ningún caso real). La regresión obtenida fue dada por:

$$Y = 587.53 A - 1,559.2$$

Ecuación A.43

donde:

Y = producción de yuca dulce (kg harina/ha/12 meses de crecimiento)

A = pH (ajustado para 5.0)

(p=0.26, r=0.92, EP=81.50, N=3).

Existen varias razones para el uso de la regresión de encima a pesar de la falta de significación estadística y del pequeño número de observaciones. La regresión hace un paralelo con los resultados para yuca brava, excepto que las producciones de yuca dulce son más bajas. La regresión también confirma impresiones de campo.

En el 15% de los casos donde el período de crecimiento es menor del que un año, el multiplicador del período de crecimiento ($x=3.77$, DP=3.74, N=2) ajusta las producciones para reflejar la tasa de crecimiento más rápido de los tubérculos durante el primer año de crecimiento.

PASTO Y GANADO

La relación usada para la predicción de la producción del pasto colonião (Panicum maximum) a partir del fósforo del suelo para uso en modelaje fue derivada de experiencias hechas con otra especie de pasto, braquiária (Brachiaria decumbens) en Belém (Serrão *et al.*, 1971). El suelo en el local de las experiencias en Belém, era también un latosolo amarillo (ULTISOL), bajo en fósforo (2 ppm). Para derivar el valor de la producción base usada (303.0 kg peso seco/ha/año), fue hecha una corrección para la diferencia de producción entre Brachiaria decumbens y Panicum maximum usándose un factor de 1.12 (Viégas & Kass, 1974: 33).

Fueron calculadas las producciones como proporciones de la producción base de pasto. La producción base representa lo que sería esperado para Panicum maximum en Altamira en el suelo con un nivel de fósforo total de 2 ppm.

La corrección usada para la competición de plantas

invasoras viene de datos disponibles a partir de experiencias con Brachiaria hechas en Belém, que permiten el cálculo de la proporción del peso seco total compuesto por hierbas no comestibles en años sucesivos bajo pasto no fertilizado (Simão Neto et al., 1973: 9). Las proporciones para los años cuarto y quinto fueron presumidos (optimísticamente) como siendo iguales a los del tercer año.

La producción simulada de peso seco de pasto es entonces convertida en producción de carne. Eso es hecho primero por la conversión del peso seco de pasto para nutrientes digeribles totales, usándose un factor de 0.54 (basándose en Vicente-Chandler, 1975: 424, ver Fearnside, 1979a). La producción de los nutrientes digeribles totales/ha/año puede ser convertidos para ganancia de peso vivo del ganado/ha/año usándose un factor de 0.14, basándose en un factor de conversión usado por Vicente-Chandler (1975: 424) para el cálculo rever a partir de la ganancia de peso vivo para la producción de pasto, atribuida al "Pasture Research Committee, 1943". Las capacidades alimentares pueden ser calculadas del peso medio del abate en la Amazonía de 330 kg y la edad media para el abate de cuatro años (Nascimento & Moura Carvalho, 1973: III-B-32).

Para alcanzar ese peso en cuatro años el ganado precisa crecer a una tasa de 82.5 kg/cabeza/año. Una capacidad de alimentación a lo largo de tres años, calculada al nivel de fósforo del suelo de 2 ppm, sería derivada de la producción base multiplicada por los efectos de la competición de plantas invasoras de acuerdo con edad del pasto, cogiéndose la media de los tres años y convirtiéndola para nutrientes digeribles totales, produciendo una media de tres años de 187 kg de nutrientes digeribles totales/ha/año para Panicum maximum en la carretera Transamazónica. Convertida para ganancia de peso vivo, la producción de carne sería de 26.2 kg ganado de peso/ha/año, como media referente al período de tres años. Esta producción, dividida por los 82.5 kg/cabeza/año, que sería aquello que la res precisa ganar para alcanzar el peso de abate programado, da una capacidad de alimentación de tres años de 0.32 cabezas/ha. Si las "unidades animales" de 350 kg cada uno son usadas en lugar de los 330 kg peso por "cabeza" aquí, las capacidades de alimentación correspondientes serán bajadas en 6.1%.

El peso seco de pasto producido por hectárea es calculado a partir de la producción base del pasto, el efecto del año y el coeficiente y constante de la regresión da

producción del pasto sobre el fósforo (Fearnside, 1979a). La regresión sobre el fósforo es dada por:

$$Y = 4.84 A \quad \text{Ecuación A.44}$$

donde:

$$Y = (\text{producción de pasto con fósforo/producción del pasto sin fósforo}) - 1.0$$

$$A = \text{fósforo (ppm)} - 2.0$$

Obs: la faja del fósforo es $0 < A < 8$ ppm
($p < 0.01$, $r = 0.82$, $EP = 1.27$, $N = 8$).

La regresión en la Ecuación A.44 es basada sobre datos a partir de una experiencia de fertilización en Brachiaria decumbens en Belém (Serrão et al., 1971). Las producciones son calculadas para las parcelas fertilizadas, en el momento de cada uno de los ocho cortes del pasto en las parcelas experimentales como proporciones de las producciones correspondientes en la parcela con el mismo tratamiento, excepto por la adición de fósforo. El valor crítico para la respuesta de fósforo fue estimado en 10 ppm usándose la respuesta más fuerte de fósforo a partir de pruebas de fertilización de Brachiaria hechos en Brasilia (North Carolina State University, 1974: 101), y los niveles de fósforo encima de eso fueron considerados como teniendo el mismo efecto que el valor crítico de acuerdo con el modelo de respuesta lineal y altiplanicie (Waugh et al., 1975). Todos los valores de fósforo usados en la conversión fueron convertidos para valores en exceso del nivel de fósforo en la condición no fertilizado (2.0 ppm), y las producciones fueron expresadas en proporciones de la producción de la parcela testificando para que la regresión pudiese ser forzada a través del origen. Las relaciones de la producción del pasto con los efectos de las plantas invasoras y del fósforo son combinadas para dar:

$$Y = A (4.84 B - 8.68) C \quad \text{para fósforo} < 10 \text{ ppm}$$

$$Y = 39.72 A C \quad \text{para fósforo} \geq 10 \text{ ppm}$$

Ecuación A.45

donde:

Y = producción de pasto (kg peso seco/ha/año)

A = producción base (valor esperado para el primero año en kg peso seco/ha para Panicum maximum a 2 ppm)

fósforo; aquí igual a 303 kg/ha/año)

B = fósforo del suelo (ppm)

C = factor año (disminución proporcional a partir de la producción del primer año, debido a la invasión de plantas invasoras). Valores: primer año: 1.00; segundo año: 0.63; tercer año: 0.49; cuarto año: 0.49; quinto año: 0.49.

La ganancia de peso vivo del ganado es calculado a partir de la producción del peso seco del pasto multiplicandose eso por la ganancia de peso por kg de nutrientes digeribles totales (0.14) y nutrientes digeribles totales como una proporción del peso de la materia seca (0.54).

PIMIENTA-DEL-REINO

Las producciones de pimienta-del-reino son previstas a partir de una regresión múltiple sobre el pH, carbono y fósforo del suelo (Fearnside, 1980a), basándose en datos de las pruebas de fertilizantes de la EMBRAPA en Belém (Albuquerque & Condurú, 1971: 110). Los niveles de nutrientes del suelo en las parcelas con diversos tratamientos de fertilizantes tienen que ser estimados a partir de análisis hechas sobre otras experiencias que eran conducidas en el mismo local. Fueron usados valores para nutrientes del suelo de la parcela testimonia de Serrão *et al.* (1971: 10): pH = 4.7; iones de aluminio = 1.2 meq/100g; carbono = 0.94%; nitrógeno = 0.07%; fósforo asimilable = 4 ppm. Los métodos de análisis del suelo fueron los mismos que los usados para las muestras tomadas en la carretera Transamazónica para el actual estudio de capacidad de porte. Los valores críticos usados en el ajuste de los altos valores de nutrientes en el análisis de los datos y en la simulación fueron: pH = 5.5 (Albuquerque & Condurú, 1971: 98); fósforo = 10 ppm (el nivel para "alta" fertilidad usado por la EMBRAPA para recomendaciones de fertilización de pimienta: Brasil, IPEAN, 1966); carbono = 2.0%. El valor del carbono fue escogido encima del valor crítico de 1.2% que aplica para la mayoría de las culturas (Catani & Jacintho, 1974: 33-34) debido a las fuertes respuestas de producción obtenidas con aplicación de estiércol (Albuquerque & Condurú, 1971: 110) a pesar del alto nivel (0.94%) del carbono que aplica para el tipo de suelo (Serrão *et al.*, 1971: 10). Las producciones en las pruebas de fertilizantes fueron convertidas para proporciones de producción máxima para el año. La regresión es dada por:

$$Y = 0.292 A + 0.383 B - 0.0552 C - 2.119 \quad \text{Ecuación A.46}$$

donde:

Y = producción de pimienta-del-reino (proporción de producción máxima para el año)
A = pH (ajustado para 5.5)
B = carbono (% peso seco, ajustado para 2.0)
C = fósforo (ppm, ajustado para 10.0)
($p < 0.0001$, $r = 0.86$, $EP = 0.187$, $N = 24$).

La variabilidad es introducida en la simulación al través del error padrón de la estimativa (EP). Los ajustes de la producción prevista-por-regresión para reflejar las expectativas en Altamira son hechas multiplicándose la producción prevista en su forma como una proporción de la producción máxima por un valor oficial para las producciones fertilizadas esperadas, en ese caso 5,500 kg semillas secas/ha (Albuquerque *et al.*, 1973: 26). Los efectos del año usados para ajustar para el efecto de plantas inmaduras fueron: 1 año = 0.00; 2 años = 0.40; 3 años = 0.80; 4 o más años = 1.00 (Albuquerque *et al.*, 1973: 26). Las plantas en la simulación mueren en la edad de 12.5 años, el punto central de la estimativa de Morais (1974b: 7.5) de 10-15 años de expectativa de vida.

El efecto de la enfermedad Fusarium es incorporada al través de un multiplicador que expresa la proporción de la producción esperada de plantas saludables. Es usado un valor de 0.5, basado en la presuposición de que las plantas son muertas a una tasa constante cuando un trecho es atacado, y que las plantas individuales mueren instantáneamente. La probabilidad por año del establecimiento de Fusarium en una dada área donde aun no se haya establecido es 0.206 (tiempo medio para entrar = 3 años, $N = 2$ áreas); la probabilidad de ataque a un dado trecho donde la enfermedad se encuentra establecida en el área es calculada en 0.293 (medio de años para que ocurra = 2), y la probabilidad de que un trecho sea muerto dando que esté enfermo es calculado en 0.206 (medio de años para que ocurra = 3) (Fearnside, 1980a).

DISTRIBUCION DEL PRODUCTO

RENDA NO AGRICOLA

La caza es una fuente suplementar de renta para aquellos colonos cuya historia cultural los lleva a dedicarse a esa actividad. Si un colono simulado es un cazador, la caza precisa ser calculada para el lote, el suministro de mano-de-obra del colono precisa ser ajustado para el tiempo gastado en cazar, y la caza vendida a otros colonos precisa ser contada con complementaciones apropiadas al suministro de dinero del cazador para las réditos de las ventas.

La caza sólo es hecha durante el período en el cual las poblaciones de cazas son consideradas sobrevivientes a un nivel que va contribuir con una cantidad significativa para el suministro de carne del colono. El valor usado para el fin de la caza es de 15 años, basado en la descubierta de Smith de que la Agrovilla Coco Chato, cerca de Marabá, asentada hace 15 años antes, tuvo una producción de caza de solamente 761 kg/año (1976b: 171-173). Un valor alternativo sería de 21 años, el punto en el cual la producción sería cero en la actual tasa de disminución.

El esfuerzo total gastado en la caza para el año es calculado de:

$$Y = 84.00 - 2.00 A \qquad \text{Ecuación A.47}$$

donde:

Y = esfuerzo de caza total para el año (días de hombre/cazador/año)

A = número de años desde el comienzo de la caza (desde el comienzo de la simulación).

(Tabla A.23)

(Tabla A.24)

(Tabla A.25)

Ecuación A.47 es derivada de datos sobre esfuerzos de cazas colectados por Smith (1976b: 171-173, 195) en dos agrovillas, 3 y 15 años después del asentamiento, respectivamente.

La producción de caza por día y por hombre es calculada de:

$$Y = 14.13 - 0.68 A \qquad \text{Ecuación A.48}$$

donde:

Tabla A.23. Frecuencias de los Tipos de Mano-de-Obra Externo

Tipo de Colono	Tipo de Mano-de-Obra				Probabilidad de no haber trabajo externo	Número de observaciones
	Diarista	Empresario	Gobierno o profesional	Mujeres o niños que trabajan		
Empresario	0,33	0,33	0,17	0,17	0,00	6
Agricultor Independiente	0,11	0,29	0,00	0,11	0,49	28
Agricultor Artesano	0,38	0,04	0,17	0,04	0,37	24
Agricultor Trabajador	0,39	0,09	0,06	0,09	0,37	65

Diferencias entre los tipos de trabajo: $p < 0,0001$, $\chi^2 = 52,9$, $gl = 18$, $N=121$.

TABLA A.24. Mano-De-Obra Externa: Días Gastados y Sueldo por Tipo de Trabajo

Tipo de Mano-de-Obra	Mano-de-Obra Total			Mano-de-Obra Masculina			Sueldo		
	Promedio ^(a)	DP	N	Promedio ^(a)	DP	N	Promedio	DP	N
Diarista	30.6	41.5	93	30.6	41.5	93	16.25 ^(b)	(0)	Nota c
Empresario	17.5	12.0	2	17,5	12.0	2	0.0920 ^(d)	0.7754	5
Gobierno/Profesional	34.0	22.9	3	34,0	22.0	3	8,420.5 ^(e)	6,929.8	7
Mujeres y niños que trabajan	217.4	205.2	7	108.9	229.4	7	6,346.2 ^(e)	6,929.8	7

- =====
- a) Mano-de-obra en días de hombre/lote/año gastado en cada tipo de mano-de-obra, dado que un colono se ocupe en esa mano-de-obra. Mano-de-obra masculina es para hombres con 18 años o más.
- b) Sueldo de pago diario en cruzeiros de 1 enero 1975/día de hombre adulto.
- c) Promedio de 12 meses a la tasa concurrente en 1975 (también usada para entrada como "costo de mano-de-obra"): 9 meses a Cr\$15/hombre-día y 3 meses (derrumbada) a Cr\$20/hombre-día (sin comida incluida). Desvío padrón es presumido como sendo cero, pues no existe mucha variación de pagamentos entre los lotes en cualquier época del año.
- d) Retorno del sueldo sobre inversiones en cruzeiros de 1 enero 1975 dividido por cruzeiros de 1 enero 1975 invertidos, considerese como inversiones tanto como capital y bienes de capital agregados.
- e) Sueldo en cruzeiros de 1 de enero de 1975/año.

Tabla A.25. Dinero Enviado y Recibido de Fuera de la Área

Evento	Probabilidad por año	N (años de colono)	Valor, dado > 0 (Cr75\$/año)		
			Promedio	DP	N
Dinero recibido de fuera	0,053	263	17.788	20.344	9
Dinero enviado para fuera	0,011	263	492	121	3

Nota : US\$1 = Cr75\$7,4 (Cruzeiros de 01/01/75).

Y = producción de caza en kg/día por hombre

A = esfuerzo de caza en días por hombre.

La Ecuación A.48 es derivada de las observaciones de Smith (1976b: 171-173), que en una agrovilla con 3 años de edad el esfuerzo era de 373 días por hombre/agrovilla/año o 78 días/cazador/año a 3.5 cazadores/agrovilla, mientras que en una agrovilla en un local que había sido asentada hace 15 años, el esfuerzo era de 190 días por hombre/agrovilla/año o 54 días/cazador/año, que produce en el asentamiento más reciente 12.1 kg/día por hombre versus 4.0 kg/día por hombre en el asentamiento más antiguo.

En seguida es calculada la necesidad de subsistencia para caza y para el mes. La necesidad de subsistencia por mes en peso de carne limpia es la necesidad de subsistencia para carne de cualquier tipo (kg/persona/año) dividido por los 12 meses y multiplicado por el tamaño de la familia. La necesidad de subsistencia para carne es discutida en la sección sobre distribución del producto en el Capítulo 4.

El esfuerzo despendido en la caza en cada mes del año es determinado, con ajustes apropiados hechos en los suministros de mano-de-obra (total) de la familia y mano-de-obra masculina. Todo el trabajo de caza es considerado trabajo masculino. El esfuerzo de caza de cada mes es calculado a partir del esfuerzo anual total de caza para el lote y la proporción del esfuerzo de cazada que recae en cada mes. Esas proporciones fueron calculadas a partir de los datos provistos por Smith (1976b: 357) para el esfuerzo de caza en la Agrovilla Nova Fronteira, 90 km oeste de Altamira. Las proporciones son: enero: 0.026; febrero: 0.082; marzo: 0.084; abril: 0.148; mayo: 0.104; junio: 0.108; julio: 0.124; agosto: 0.136; septiembre: 0.016; octubre: 0.014; noviembre: 0.072; diciembre: 0.086.

El peso de caza obtenido cada mes es calculado como el esfuerzo utilizado en el mes, veces la producción por hombre-día de esfuerzo de caza. Ese valor para peso vivo de caza cogido es ajustado para obtenerse el valor para el peso de carne limpio presumiéndose un factor de desperdicio de la caza de 0.40 (Smith, 1976b: 173). El peso de caza limpio capturado en cada mes es comparado con la necesidad de subsistencia por caza por mes. Si la cantidad capturada en el mes es menor o igual a la necesidad de subsistencia, entonces toda la caza es comida y ninguna es vendida. Si lo

cogido es suficiente para satisfacer las necesidades de subsistencia, entonces cualquier excedente de caza es acrecentado a la reserva disponible de caza de la comunidad para ser comprada por otros colonos.

DETERIORACION DE PRODUCTOS

(Tabla A.26)

TRANSPORTE PARA MERCADOS

Dado que el transporte sea disponible, el transporte de productos para el mercado (CIBRAZEM) cuesta una media de Cr75\$0.12/kg (DP=0.08, N=11 colonos). Si los colonos venden sus productos al Banco del Brasil, ellos precisan hacer viajes al Banco en la ciudad de Altamira (50 km de distancia) para recibir el pagamiento. El costo medio de cada viaje es de Cr75\$37.54 (DP=33.32, N=6). Es hecha la presuposición optimista de que son necesarias solamente dos viajes para recibir el pagamiento.

(Tabla A.27)

COMPRA Y VENTA DE PRODUCTOS

Ni todos los productos son vendidos al Banco del Brasil. Fueron usadas las frecuencias de 1975 de venta al banco en la simulación. La probabilidad de venta de arroz al Banco fue 0.433 (N=12 colonos), maíz fue 0.000 (N=3), y Phaseolus fue 0.000 (N=1). Las otras culturas no son compradas por el banco en Altamira, mismo que el colono quisiese venderlas. Cuando las colectas son vendidas al banco, además del costo de los viajes para recibir el pagamiento, el Banco automáticamente deduce los pagos del saldo deudor y del interés debido de empréstitos previos.

(Tabla A.27a)

NECESIDAD DE SUBSISTENCIA PARA PRODUCTOS AGRICOLAS

Las cantidades de subsistencia de cada cultura han sido basadas en el punto medio de las cantidades de cultura consumidas por los compradores y vendedores de culturas

Tabla A.26. Deterioración de Productos Estocados

Ítem	Conservados para consumo o venta			Conservados para uso como semillas		
	Propor- ción pro- media dete- riorada	Desvio Padrón	N	Propor- ción pro- media dete- riorada	Desvio Padrón	N
Arroz	0,180	0,250	39	0,10	0,17	5
Maíz	0,275	0,286	21	0	(0)	1
<i>Phaseolus</i>	0,051	0,092	13	0	(0)	1
<i>Vigna</i>	0	0	3	0	(0)	1
Yuca brava	0	0	(presumida)	no aplicable		
Yuca dulce	0	0	(presumida)	no aplicable		
Cacao	0	0	(presumida)	no aplicable		
Pimienta- negra	0	0	(presumida)	no aplicable		

Tabla A.27. Disponibilidad de Transporte

Zona	Probabilidad que o lote se localiza en la zona ^(a)	Probabilidad de no haber Transporte para el Mercado		
		3 Años iniciales	Años posteriores	N (km)
1.) Beira de la carretera principal	0,26	0,00	0,00	15,00
2.) 10 km iniciales de las carreteras vicinales	0,40	0,16	0,00	16,75
3.) Fin de las carreteras vicinales	0,34	1,00	0,23	11,50

(a) Proporción de 232 lotes destinados a los colonos en la área en estudio (excluyendo las 4 agrovillas).

Tabla A.27a. Precios e los Productos

Producto	Compra (Cr75\$/kg) ^(a)			Venta (Cr75\$/kg) (a)		
	Promedio	DP	N	Promedio	DP	N
Arroz (con cáscara)	2,44	0,84	12	1,25	0,24	10
Maíz (granos)	0,85	0,13	3	0,74	0,24	2
Frejol <i>Phaseolus</i>	10,62	4,15	12	3,64	1,17	3
Frejol-de-cuerda	8,85	(3,46)	-- ^(b)	3,02	0,98	-- ^(b)
<i>Vigna</i>						
Yuca brava (harina)	2,90	0,60	13	1,87 ^(c)	(0,00)	1
Yuca dulce (harina)	2,90	0,60	-- ^(d)	1,87 ^(c)	(0,00)	-- ^(d)
Cacao (amendoas secas)	--	--	--	6,00	(0,00)	oficial
Pimenta-negra	--	--	--	7,52	(0,00)	1
Caza (peso limpio)	9,23	2,18	5	9,23	2,18	5
Carne enlatada	14,93	4,53	8	--	--	--

(a) US\$1 = Cr75\$7,4 (cruzeiros de 01/01/75).

(b) Calculado a partir del precio de *Vigna* en relación a los precios de *Phaseolus* en 15 de febrero de 1975, cuando *Vigna* fue vendido por 83,3% do precio de las variedades de *Phaseolus* de granos pequeños (tales como "preto") o 62,5% del precio de las variedades de granos grandes (tales como "jalo").

(c) Antes de la deducción de 30% para el uso del equipamiento para la fabricación de la harina (casa de harina).

(d) Yuca dulce (macaxeira) presumida igual a la yuca brava (mandioca brava).

entrevistados durante el trabajo de campo. Para arroz (con cáscara), los compradores consumían una media de 105.5 kg/persona/año (DP=57.0, N=16), y los vendedores consumían una media de 175.7 kg/persona/año (DP=82.3, N=3). La necesidad de subsistencia usada para arroz fue por tanto 140.6 kg/persona/año. En el caso del maíz no hubo vendedores en la serie de datos. La media para compradores fue 195.5 kg/persona/año (DP=264.8, N=4), que fue usado como la necesidad de subsistencia para maíz (incluyendo maíz empleado para alimentar gallinas). Eso corresponde a 14.55 kg de pollo comido por persona por año, o una cultura en pie de 23.84 aves/cápita o 143.07 aves para una familia de seis personas. Eso es más alto de que el bando medio observado de 51.3 gallinas/familia (DP=35.3, N=8). Eso es parcialmente compensado por la omisión del arroz como ración de gallinas en la simulación. Para fríjol (tanto Phaseolus como Vigna), la media de consumo entre compradores fue 43.9 kg/persona/año (DP=19.6, N=12), y entre vendedores fue 34.6 kg/persona/año (N=1). Fue usado el punto medio de 39.3 kg/persona/año como la necesidad de subsistencia para fríjol. Para yuca (tanto yuca brava como dulce), compradores comen una media de 43.4 kg/persona/año de fariña (DP=31.8, N=13), mientras que vendedores comen 80.0 kg/persona/año (N=1). Fue usado el punto medio de 61.7 kg/persona/año de fariña como la necesidad de subsistencia para yuca.

NECESIDAD DE DINERO PARA SUBSISTENCIA

La necesidad de dinero para subsistencia incluye dinero para compras para satisfacer cualquier deficiencia en almacenaje de semillas caso las reservas guardadas de la propia producción del lote sean insuficientes. Una necesidad de dinero para subsistencia existe también para ítems que no pueden ser producidos en el lote, tales como ropas, remedios y transporte. La necesidad de dinero para subsistencia para esos ítems totaliza Cr75\$1,615.30/persona/año, siendo compuesto de Cr75\$293.53 para vestuario (DP=297.21, N=8 colonos); Cr75\$129.91 para kerosene, fósforos, jabón, etc., (DP=129.91, N=11); Cr75\$145.63 para medicamentos (DP=214.47, N=10); Cr75\$1,029.21 para alimentos no cultivados en el lote (incluyendo carne) (DP=486.30, N=6); Cr75\$709.02 para alimentos cultivados en el lote (DP=246.54, N=7); Cr75\$133.34 para transporte de personas (fuera viajes para hacer arreglos para financiamiento, pagamiento de las prestaciones al banco, y colecta de los pagamentos del banco referentes a los productos vendidos al gobierno) (DP=107.59, N=15); y Cr75\$34.61 para otros consumos (DP=69.53, N=7),

menos Cr75\$151.91 para carne enlatada y caza, para la cual el dinero es distribuido separadamente.

La caza, fuera aquella que es comida directamente por la familia del cazador, puede ser comprada de la reserva de caza de la comunidad disponible para venta, que procede del que los cazadores en la comunidad matan más allá de la cuantía consumida por sus familias. Las necesidades de carne son satisfechas primero por la caza ya presente y por la transformación del maíz en gallinas, y entonces por la compra de la caza si disponible y por último por la compra de carne enlatada.

La dieta de los colonos es compuesta de calorías, proteína total, y proteína animal obtenida de las cantidades comidas de géneros de primera necesidad, de caza y de carne enlatada, de las contribuciones de otros productos normalmente adquiridos con dinero y de las culturas de tubérculos tales como la parte de la producción de yuca dulce consumida directamente como tubérculos, bien como papas dulces (Ipomoea batatas), ñame o cará (Dioscorea spp.) y, en pequeña proporción, taioba (Xanthosoma spp.). El consumo de tubérculos, considerado como un suplemento "gratis" de la dieta, hace la media de 480.19 kg/cápita/año (N=4 lotes), o 135.39 kg/cápita/año después de descontar las pérdidas usándose un factor de 71.94% para los tubérculos de la yuca dulce (Carvalho, s/d [1974]). Ese nivel de consumo de tubérculos contribuye con 176.01 mil calorías/cápita/año (DP=70.44, N=4 lotes) y 1,761 g/cápita/año de proteína total (DP=703, N=4 lotes). La contribución de proteína animal es cero.

Las contribuciones de los productos comprados con dinero, dado los padrones de gasto de dinero de los colonos observados, totalizan Cr75\$5.34/mil calorías, Cr75\$1,573.85/kg de proteína total y Cr75\$1,573.85/kg de proteína animal. La Tabla A.28 da los precios y las contribuciones de las principales mercaderías compradas con dinero, fuera carne enlatada, caza, productos que son también producidos en los lotes de los colonos y "otros consumos" incluidos en las necesidades de dinero para subsistencia. Los precios de producción para ítems producidos en el lote fueron dados anteriormente en la Tabla A.27.

(Tabla A.28)

TABLA A.28. Precio y Nutrición de Mercancía Básica Comprada con Dinero

Ítem	Unidad	Unidades/capita/año			Precio (Cr75\$/ unidad)	Costo (Cr75\$/ capita/ año) ^(b)	Nutrición/unidad ^(a)			Nutrición/capita		
		Promedio	DP	N			Calorías	Proteína Total	Proteína Animal	Calorías	Proteína Total (gramos)	Proteína Animal (gramos)
Azúcar	kg	42.12	23.93	14	3.98	167.64	3.695	0	0	426.10	0	0
Sal	kg	8.95	1.70	14	1.70	15.22	0	0	0	0	0	0
Leche en polvo	kg	4.11	2.77	13	30.02	123.38	5.080	250	250	57.16	2.81	2.81
Kerosene	litro	12.39	7.78	16	3.41	42.25	0	0	0	0	0	0
Café	kg	5.15	3.07	14	18.17	93.58	0	0	0	0	0	0
Aceite	litro	11.62	4.54	13	14.20	165.00	10.131	0	0	322.30	0	0
Jabón	kg	10.60	6.06	13	6.82	72.29	0	0	0	0	0	0
Tallarines	kg	2.26	4.65	8	9.09	20.54	3.552	0	0	21.98	0	0
TOTALES										827.54	2.81	2.81
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

a) Brasil, ACAR-PARA, s/d-a[1974].

b) Tamaño familiar medio en todas las observaciones=6.33 (DP=1.40, N=15).

PAGAMENTO DE DEUDAS

Los colonos que no vendieron su producción al Banco del Brasil frecuentemente no pagan sus débitos bancarios voluntariamente. La probabilidad observada fue de 0.00 (N=3), pero es presumida la probabilidad de 0.25 para los propósitos de la simulación, pues la muestra formal es inadecuada y las impresiones informales me llevan a esperar un valor un tanto más alto. El pagamiento "voluntario" sólo es hecho dado la disponibilidad de alguno dinero después que las necesidades de subsistencia han sido satisfechas. Esas probabilidades bajas de pagamentos representan un subsidio substancial para los colonos, tanto en la simulación como en la carretera Transamazónica. A partir de 1977, políticas menos indulgentes del Banco y del INCRA a respecto de los colonos que no pagan sus deudas elevaron esas probabilidades en la carretera Transamazónica.

La probabilidad de pagamiento de un empréstito privado, tal como mercaderías recibidas a crédito de las tiendas de los colonos, empréstitos de amigos, etc., es hasta más baja. La probabilidad observada fue 0.00 (N=2), pero fue asumido un valor de 0.10 como una estimativa más realista de la frecuencia con que esos empréstitos son saldados. Existe una gran variabilidad entre los colonos en la carretera Transamazónica, tanto en la disposición del debedor de pagar sus empréstitos como en los extremos a que van los prestadores a fin de inducirlos a pagar. La probabilidad general de pagamiento es baja, en cualquier caso.

NECESIDAD DE SEMILLA

(Tabla A.29)

INVERSION

La clasificación de la mano-de-obra del colono determina si ellos invierten su dinero en sus lotes o en algún otro emprendimiento. Los colonos cuyo padrón de mano-de-obra (no el tipo de colono) es como empresario o profesional (o cualquier uno de esos en combinación con otras actividades de trabajo) invierten solamente una parte de sus fondos disponibles en sus lotes. La proporción usada en la simulación es 0.74 (DP=0.38, N=6). De otra manera todo el dinero destinado a la inversión va para el desarrollo del lote.

Tabla A.29. Necesidades de Semillas

Cultura	Necesidades de Semillas (kg/ha)		
	Promedio	DP	N
Arroz de sequero	29,6	13,4	263 rozas (cualquier combinación)
Maíz	12,5	9,4	66 rozas de maíz soltero
Frejol <i>Phaseolus</i>	29,2	26,1	112 rozas (cualquier combinación)
Frejol-de-cuerda <i>Vigna</i>	8,1	7,8	30 rozas (cualquier combinación)

(Tabla A.30)
(Tabla A.31)

Bienes de capital se deprecian a una tasa calculada en 20% por año. Eso es basado en una media ponderada de las tasas de depreciación de motosierras y trilladeras en el área de estudio, como muestra a Tabla A.33. Ese valor concuerda con la tasa de depreciación usada por el INCRA para carretas (Brasil, INCRA, 1972a: 194).

PROCESOS POPULACIONALES

POBLACION INICIAL

(Tabla A.32)
(Tabla A.33)
(Tabla A.34)
(Tabla A.35)
(Tabla A.36)

CLASIFICACION COMO CAZADOR

Ni todos los colonos salen a cazar en el bosque: muchos que vinieron de áreas de Brasil fuera de la Amazonía tienen miedo del bosque y desconocen sus particularidades o son desdeñosos de la caza como una actividad de bajo-estatus. Los pocos colonos que cazan regularmente han suministrando una parte importante de la proteína animal consumida por la comunidad durante los primeros años de la colonización en la carretera Transamazónica.

El estatus de cada colono como cazador y no cazador es destinado en la simulación basándose en la probabilidad de 0.07 de que un colono sea un cazador, un valor calculado por la relación de Smith (1976: 171-173), basado en observaciones en tres agrovillas, que existen 2-5 cazadores/agrovilla. La probabilidad fue calculada usándose 3.5 cazadores/agrovilla (el punto central de la variación de las observaciones de Smith) y presumiéndose las 50 casas normales como el tamaño medio de las agrovillas.

MANO-DE-OBRA FAMILIAR Y SALUD

Tabla A.30. Proporciones de Capital Libre Invertido después de Satisfacer las Necesidades de Subsistencia^(a)

Tipo de Colono	Proporción del capital libre		
	Promedio	DP	N
Empresario	0,36	0,17	3
Agricultor independiente	0,46	0,40	3
Agricultor artesano	0,22	0,25	6
Agricultor trabajador	0,13	0,13	2

(a) Capital libre es dinero que no es gasto en culturas de subsistencia, carne enlatada, o caza.

Tabla A.31. Proporción de Capital de Inversión dentro de Cada Categoría Gasto en Compras de Bienes de Capital^(a)

Tipo de colono	Uso del bien de capital (categoría)		
	Lote	Empresa	Consumo
Empresario	0,33 (2)	0,22 (3)	0,03 (2)
Agricultor independiente	0,05 (1)	0,05 (3)	0,05 (1)
Agricultor artesano	0,07 (3)	(0,00) (0)	(0,00) (0)
Agricultor trabajador	0,00 (1)	0,00 (1)	0,00 (1)

(a) Números entre paréntesis son números de observaciones.

Tabla A.32. Características de la Población Inicial (a la Llegada)

Ítem	Promedio	DP	N
Edad del propietario del lote (años)	37,03	10,78	123 ^(a)
Probabilidad de la presencia de esposa	0,898	--	108
Edad de la esposa caso presente (años)	31,87	10,67	112 ^(a)
Probabilidad de dependientes presentes fuera de la esposa, dado que el colono sea casado	0,912	--	91
Probabilidad de otros dependientes presentes, dado que el colono sea soltero	0,182	--	11 ^(a)
Número de dependientes, fuera de la esposa, dado al menos uno presente	4,14	2,27	103 ^(a)
Probabilidad del sexo del dependiente, fuera de la esposa, ser masculino	0,53	--	456 ^(a)

(a) Incluye algunos recién-llegados en la muestra; no han diferencias aparentes.

TABLA A.33. Depreciación de Bienes de Capital

Ítem	Expectativa de vida (años)	Depreciación/año	Numero de observaciones			Numero de observaciones (colonos)	Valor (Cr\$75) ^(a)	Proporción del total de bienes de capital	Depreciación ponderada
			Maquinas	Años	Proporción de Colonos				
Motosierras	4	0.25	6	2	0.098	61	7,588	0.58	0.14
Trilladores	8	0.13	4	2	0.026	152	21,000	0.42	0.06
Tasa ponderada de depreciación									0.20

=====

a) US\$1 = Cr75\$7.4 (cruzeiros de 1 enero 1975).

TABLA A.34. Retorno sobre Bienes de Capital Relativo al Trabajo Manual

Ítem	Unidad	Manutención (Cr75\$/ unidad)			Combustible (Cr75\$/ unidad) ^(a)			Costo del trabajo con maquina (Cr75\$/ unidad) ^(b)			Costos totales (Cr75\$/ unidad)	Trabajo si es hecho manualmente (Cr75\$/unidad)			Retorno relativo promedio	Retorno relativo ponderado
		DP	N		DP	N	Promedio	DP	N	Promedio		DP	N			
MOTOSIERRAS	ha derrumbada	90.98	19.19	3	107.84 ^(c)	--	46.60	25.00	7	245.42	186.80	73.00	12	0.76	0.44	
TRILLADORAS	saco de arroz ^(d)				0.47	1	1.13 ^(e)	0.35	2	1.60 ^(f)	4.65	4.20	5	2.91	1.23	
Tasa de retorno relativa ponderada															1.67	

=====

a) A Cr75\$20/hombre-día para derrumbada; Cr75\$15/hombre-día para otras tareas.

b) Exclusivo de depreciación.

c) Calculado de Brasil, INCRA, 1974a: 93 (16 litros de gasolina + 4 litros óleo por ha).

d) Sacos de 50 kg, con cáscara.

e) Calculado de Moran (1975: 127), contando trabajo infantil como 50% de equivalente de adulto.

f) No incluyendo los costos de manutención de las trilladoras (no disponibles).

TABLA A.35. Información Demográfica

Clase Etaria	Distribución de edad del dependiente (además de la esposa) ^(a)	Probabilidades de inmigración individual		Probabilidades de emigración individual		Probabilidad de muerte con alimentación adecuada	
		Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
1	0.077	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0156	0.0118
2	0.074	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
3	0.064	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
4	0.065	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
5	0.052	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
6	0.052	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004
7	0.055	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004
8	0.036	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004
9	0.039	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004
10	0.039	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0006	0.0004
11	0.061	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003
12	0.055	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003
13	0.039	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003
14	0.047	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003
15	0.017	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0003
16	0.025	0.000	0.000	0.0000	0.0323	0.0010	0.0004
17	0.036	0.000	0.000	0.0000	0.1379	0.0010	0.0004
18	0.028	0.067	0.111	0.0303	0.0345	0.0010	0.0004
19	0.011	0.000	0.000	0.1034	0.0000	0.0010	0.0004
20	0.022	0.067	0.000	0.0625	0.0000	0.0010	0.0004
21	0.017	0.067	0.000	0.0968	0.0000	0.0011	0.0004
22	0.017	0.200	0.000	0.0968	0.0714	0.0011	0.0004
23	0.008	0.067	0.000	0.0690	0.0000	0.0011	0.0004
24	0.014	0.000	0.000	0.0385	0.0000	0.0011	0.0004

25	0.003	0.133	0.000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0004
26	0.008	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
27	0.000	0.067	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
28	0.000	0.067	0.111	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
29	0.006	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
30	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0005
31	0.000	0.000	0.000	0.0435	0.0000	0.0010	0.0007
32	0.000	0.067	0.000	0.0000	0.0435	0.0010	0.0007
33	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0007
34	0.000	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0010	0.0007
35	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0007
36	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0011
37	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0011
38	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0011
39	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0011
40	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0011
41	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0022
42	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0022
43	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0022
44	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0022
45	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0022
46	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0033
47	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0033
48	0.000	0.000	0.000	0.0714	0.0000	0.0040	0.0033
49	0.000	0.067	0.000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0033
50	0.000	0.000	0.000	0.0909	0.0000	0.0040	0.0033
51	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0041
52	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0041
53	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0041
54	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0041
55	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0041
56	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0066
57	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0066
58	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0066
59	0.000	0.067	0.000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0066

60	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0107	0.0066
61	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0186	0.0107
62	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0186	0.0107
63	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0186	0.0107
64	0.000	0.000	0.111	0.0000	0.0000	0.0186	0.0107
65	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0186	0.0107
66	0.006	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0295	0.0183
67	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0295	0.0183
68	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0295	0.0183
69	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0295	0.0183
70	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0295	0.0183
71	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0478	0.0346
72	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0478	0.0346
73	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0478	0.0346
74	0.000	0.067	0.000	0.0000	0.0000	0.0478	0.0346
75	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0478	0.0346
76	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0683	0.0564
77	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0683	0.0564
78	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0683	0.0564
79	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0683	0.0564
80	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.0683	0.0564
81	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.1175	0.1000
82	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.1175	0.1000
83	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.1175	0.1000
84	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.1175	0.1000
85	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.1175	0.1000
86	0.003	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.1981	0.1875

==== ===== ===== ===== ===== ===== =====
a) N = 362 dependientes, agrupados de los colonos originales y recién-llegados.

TABLA A.36. Capital Inicial y Bienes de Capital

Tipo de Colono	Bienes de capital para:											
	Capital liquido			Lote			Empresas			Consumo		
	Promedio	DP	N	Promedio	DP	N	Promedio	DP	N	Promedio	DP	N
COLONOS ORIGINALES												
Empresario	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0	1
Agricultor Independiente	5,265	11,431	14	460	4,210	23	1,166	4,210	23	285	1,067	14
Agricultor Artesano	1,768	3,186	23	0	0	22	0	0	22	97	456	22
Agricultor Trabajador	2,360	6,958	55	0	0	61	0	0	61	0	0	55
COLONOS RECIEN-LLEGADOS												
Empresario	7,849	11,099	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2
Agricultor Independiente	26,296	30,257	9	1,174	3,523	9	2,979	6,533	9	587	1,762	9
Agricultor Artesano	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Agricultor Trabajador	1,383	2,461	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6

=====
NOTA: En Cr75\$ (US\$1=Cr75\$7.4).

(Tabla A.37)
(Tabla A.38)
(Tabla A.39)
(Tabla A.40)

FERTILIDAD Y MORTALIDAD

La probabilidad de muerte por cada deficiencia de nutrientes es calculada a partir de:

$$P = (A - 1) \left(1 - \frac{B}{C} \right) \quad \text{Ecuación A.49}$$

donde:

- P = la probabilidad de muerte por año debido a deficiencia de nutrientes (calorías o proteína)
- A = el factor de mortalidad para el nutriente (calorías o proteína)
- B = la cuantía media del nutriente ingerido/cápita/día (calorías o proteína)
- C = la necesidad del nutriente/cápita/día (calorías o proteína).

Siguiéndose el procedimiento de Weisman (1974), solamente uno de los dos nutrientes es considerado limitador. Es usado aquel que da la más alta probabilidad de muerte relacionada a la deficiencia de nutriente. Se note que los niveles de consumo de nutrientes se refieren a la media anual sobre todos los miembros de la familia.

CASAMIENTO DE LOS COLONOS

Al modelar casamientos, sólo son considerados explícitamente aquellos de propietarios de lotes. Los jóvenes (hijos y hijas) que se casan y dejan el lote son considerados como emigrantes individuales, mientras que esposos de jóvenes u otros que se juntan a ellos en el lote de los padres son considerados como inmigrantes individuales. La probabilidad anual de un colono soltero (propietario de lote) casarse es 0.069 (N=29 años de colono soltero). La edad media de novias desposando propietarios de lotes fue 21 años (DP=9, N=2). Ese valor es probablemente más alto del que sería si hubiese una muestra adecuada.

INMIGRACION Y EMIGRACION

Tabla A.41. Fertilidad Específica por Edad para la Población Rural Brasileña

Clase	No. Total de mujeres	Total de nacimientos vivos en el año anterior	Probabilidad de nacimiento vivo por clase etária
15 - 19	2.188.350	132.029	0,060
20 - 24	1.772.913	414.291	0,234
25 - 29	1.334.934	362.629	0,272
30 - 34	1.087.643	274.233	0,252
35 - 39	987.395	198.659	0,201
40 - 44	837.890	91.988	0,110

Fuente: Valores del recenseamiento de 1970 apresentados en Mata *et al.* (1973: 175).

Tabla A.42. Necesidad de Calorías y de Proteína Total
y Efectos sobre la Mortalidad

Edad (años comple- tos)	Necesidad de caloría ^(a) (por capita/ día)	Factor de mortalidad ^(b) por falta de calorías	Necesidad de proteína total ^(c) (g/capita/día)	Factor de mortalidad ^(d) por falta de total Proteína
0	820	2,6	11,9	3,35
1	1.180	2,35	12,3	2,35
2	1.355	2,35	12,3	2,20
3	1.540	2,35	12,3	2,05
4	1.695	2,1	15,4	1,95
5	1.830	2,1	15,4	1,85
6	1.955	2,1	15,4	1,80
7	2.075	1,8	19,2	1,70
8	2.185	1,8	19,2	1,60
9	2.295	1,8	19,2	1,55
10	2.400	1,55	23,1	1,50
11	2.475	1,55	23,1	1,45
12	2.550	1,55	23,1	1,40
13	2.625	1,25	26,2	1,33
14	2.700	1,25	26,2	1,23
15	2.750	1,25	26,2	1,15
16	2.735	1,25	26,2	1,12
17	2.720	1,05	26,2	1,08
18	2.785	1,05	26,2	1,00
19	2.610	1,05	26,2	1,00
20-39	2.600	1,00	25,4	1,00

40-49	2.470	1,00	25,4	1,00
50-59	2.430	1,00	25,4	1,00
60-69	2.080	1,00	25,4	1,00
70+	1.820	1,00	25,4	1,00

(a) De Weisman (1974: B485), que derivó esto de Naciones Unidas, World Health Organization (1973).

(b) Un factor expresando el efecto de la privación de calorías sobre el exceso de mortalidad en las poblaciones por clase etária. Derivado de Weisman (1974: B493).

(c) Weisman (1974: B488); derivado de Naciones Unidas, World Health Organization (1973). En equivalente da proteína de huevo.

(d) Un factor expresando el efecto de la deficiencia de proteína total sobre el exceso de mortalidad por clase etária. Derivado de Weisman (1974: B495).

Tabla A.37. Equivalente de Mano-de-Obra en el Trabajo Agrícola^(a)

Faja Etária (años)	Hombre	Mujer
7 - 8	0,20	0,15
9 - 13	0,25	0,20
14 - 17	0,50	0,40
>18	1,00	0,75

(a) Proporción de la contribución del adulto masculino.

Fuente: Brasil, Ministério da Agricultura, INCRA, 1972a: 202.

TABLA A.39. Probabilidades Mensuales de Enfermedad

Enfermedad	M E S											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Malaria ^(a)	0.061	0.083	0.126	0.067	0.056	0.051	0.067	0.104	0.155	0.092	0.081	0.057
Trauma ^(b)	0.051	0.080	0.048	0.070	0.090	0.049	0.079	0.103	0.081	0.103	0.141	0.105
Otra ^(c)	0.083	0.084	0.083	0.083	0.084	0.083	0.084	0.083	0.083	0.084	0.083	0.083
=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====

NOTA: La tabla muestra la posibilidad de que ocurran internamientos en hospitales durante un dado mes cuando el individuo contrae la enfermedad en alguno momento durante el año.

a) Probabilidades de malaria calculadas a partir de datos de SUCAM para el área de Altamira sobre los números de laminas positivas encontradas en muestras de sangre de pacientes con sospecha de malaria y encaminadas para ese departamento. Calculado de datos de Smith (1975b: 212).

b) Probabilidades de trauma (accidente) calculadas a partir del numero de admisiones en el hospital de SESP en Altamira para 1971, 1972 y 1973. Datos del censo completo de los registros hecho por N. Smith fueron tirados de Moran (1976: 121).

c) Otras enfermedades: presumidas iguales para cada mes debido a la falta de datos. Las diferencias de arredondamiento fueron distribuidas al azar.

Tabla A.40. Días de Trabajo Perdidos por Enfermedad

Enfermedad	Días perdidos ^(a)			Otros valores	
	Promedio DP		N	Smith (1976b)	Moran (1975)
Malaria	33,3	23,1	3	14	8
Trauma	86,7	79,0	6	19 ^(b)	
Otro	45,0	30,0	3	14,5 ^(c)	

(a) Días de trabajo realmente perdidos, no en equivalentes de día de hombre.

(b) Basado en estimativa de 3 veces la estadía media en hospital, que fue 6,2 días.

(c) Basado en 3 veces estadía media de hospital de 4,8 días para gastroenterite y 4,9 días por enfermedades respiratorias, y iguales probabilidades de ataques para cada (0,5% de la población por año para cada enfermedad).

NOTA: La tabla muestra la probabilidad de que un dado individuo contraya enfermedad en alguna época del dado año. Las probabilidades son calculadas a partir de números de admisiones en el hospital de SESP en Altamira por sexo y clase etária para 1973 dado por Smith (1976b: 217, 235, 239, 247). Las proporciones de individuos en el área todo por sexo y clase etária fueron calculados a partir de la investigación sobre 101 familias hecho por Moran (1975) y modificado por Smith (1976b: 216) para incluir las estimativas de Smith de individuos en cada categoría (la mayoría mano-de-obra migratoria) en la población fuera de tutela del INCRA (Smith, 1976b: 216). La estimativa de la población total del área usada en los cálculos es de 34,000 (Smith, 1976b: 216). Obs.: Smith también da el valor de 24,000 (p. 205).

Inmigración y emigración están divididas en dos tipos: nivel de dislocamiento individual y familiar. Esas tienen implicaciones muy diferentes para el desarrollo del área. Cuando llegan individuos para juntarse a las familias ya establecidas, como por casamiento (de otras personas y no del propietario, que es tratado separadamente), el resultado es un aumento de la fuerza de trabajo (y de la demanda de productos) sin mudanzas en los padrones de explotación del lote. Los hijos y hijas de los colonos que parten para las ciudades, para establecer nuevas propiedades o para casar, de la misma forma cambian el tamaño de la familia sin afectar las estrategias básicas. Cuando familias enteras son substituidas, sin embargo, las diferencias de comportamiento de los colonos recién-llegados son sentidas.

Las probabilidades por año de un lote recibir un inmigrante individual son de 0.049 (N=491 años de lote, 24 inmigrantes individuales). La probabilidad de que un inmigrante individual recibido en un lote sea masculino es 0.625 (N=24). Dado el sexo del inmigrante individual, la probabilidad de que la persona pertenezca a cada clase de edad puede ser determinada a partir de las probabilidades de inmigración específica por sexo y edad, dadas con la información demográfica en la Tabla A.35.

(Tabla A.43)

Tabla A.43. probabilidad por año de emigración de la familia

Tipo de colono	Colonos Solteros			Colonos Casados		
	Proba- bilidad	N (Años de Colo- no)	Número de Colonos Partindo	Proba- bilidad	N (Años de Colo- no)	Número de Colonos Partindo
1.) Empresario	0,143(a)	0	0	0,063	16	1
2.) Agricultor Independiente	0,200	5	1	0,012	81	1
3.) Agricultor Artesano	0,143	7	1	0,057	88	5
4.) Agricultor Trabajador	0,105	19	2	0,022	229	5

(a) Presume-se igual a los agricultores artesanos.

NOTAS

1. Carrera para el Desarrollo en el Bosque Húmedo de la Amazonía

1. La Amazonía Legal mostrada en la Figura 1.1 después de una pequeña modificación en su frontera sur hecha el 1 de enero de 1979. El nuevo límite es una línea irregular ligeramente al sur del paralelo 16, el cual sirvió como límite desde la designación del área en 1953 (Decreto Ley 1.806). Los valores para área antigua variaban de 4'990,750 km² (Almeida, 1977) hasta 5'033,072 km² (Rebelo, 1973: 43). La nueva área tiene 5'005,425 km², si se incluye las superficies de agua, y 4'975,607 km², si ellas fueran excluidas (Brasil, IBGE, 1982: 28; ver Tabla 1.2). Otro valor relatado para el área terrestre es 4'975,527 km² (Tardin et al., 1980).

2. Grainger, 1980, Lanly & Gillis, 1980, Myers, 1979, 1980a,b; National Research Council, CRPTB, 1980; Sommer, 1976; Estados Unidos, Department of State, 1978; UNEP, 1980.

3. Tardin et al. (1978, 1979) hizo un levantamiento de 552,000 km² en el área general de la carretera Belém-Brasília, y descubrió que 41,000 km² (7.4%) han sido derrumbados en el momento en que las fotos fueron tomadas en 1977. El estudio incluye una gran área de vegetación del tipo de cerrado, hasta incluyendo áreas en la latitud de Brasília en la muestra.

4. Charla reproducida en Tamer (1970: 249-253).

5. Personas de descendencia mixta de Indios y blancos o, más ampliamente, cualquier habitante pobre de lengua portuguesa del interior de la Amazonía.

6. Referencias oficiales iniciales a la meta de un millón de familias fueron rápidamente reducidas por el INCRA para el valor de 100,000 (Kohlhepp, 1980: 60).

7. Descrito por Sanders, 1973; Wesche, 1974; Goodland & Irwin, 1975a; Kleinpenning, 1975; Smith, 1976a,b, 1981, 1982, y Moran, 1976, 1981.

8. Esa práctica difiere de la costumbre entre los grupos indígenas de las tierras bajas de la América del Sur. En

Venezuela, Harris (1971: 492) encontró maíz plantado en terreno más bien deforestado del que yuca. En la carretera Transamazónica, la yuca es normalmente plantada después que el terreno pasó por una coivara para una primera colecta de arroz, y es el maíz que es relegado al enmarañado de ramas cuando un quemado es pobre y sobra poco tiempo para la coivara.

9. Esa ley (Ley No. 2.597, art. 8 de 1955) es algunas veces lograda por el registro de varias parcelas vecinas en nombre de diferentes miembros de la familia.

2. El Bosque Húmedo Tropical como un Ecosistema

1. En 1966 Falesi calculó que había 25,000 km² de tierra roxa conocidas (1967: 156). Hasta 1970 esa cifra había caído en más de la mitad: 10,600 km² (Falesi & Rodrigues, 1970: 3); hasta 1973 eran 10,300 km² (Falesi, 1974a: 209), y hasta 1974 eran 10,000 km² (Falesi, 1974b: 2.8).

2. La analogía del dióxido de carbono con un invernadero es un tanto engañadora pues la última tiene la mayor parte de su efecto como una barrera para la convección en vez de ser para una radiación de onda larga.

3. Algunos investigadores relataron descubiertas que implican en un efecto substancialmente más bajo sobre las temperaturas globales a partir de un dado aumento en el CO₂ atmosférico. Usando observaciones meteorológicas al acompañar una erupción volcánica como un "experimento natural" en vez de simulaciones de computador usadas en otros estudios, Newell & Dopplick (1979) calcularon que las elevaciones de temperatura que resultan de la duplicación del CO₂ atmosférico no serían más de que 0.25° C. Otro estudio experimental (Idso, 1980a,b), usando observaciones a corto plazo sobre una masa de tierra continental, calcula un calentamiento medio global en el valor de hasta 0.26° C. Muchos investigadores consideran bajas esas estimativas (P.J. Crutzen, com. pes., 1980; Leovy, 1980; Schneider et al., 1980; G.M. Woodwell, com. pes., 1980). La diferencia en los resultados es aparentemente debido a la omisión de la retroalimentación positiva entre la temperatura del oceano y el calentamiento troposférico causado por la absorción de la radiación y re-radiación por el vapor de agua (Kerr, 1982; Ramanathan, 1981; NAS, 1982a).

3. Crecimiento Poblacional y Capacidad de Soporte

1. Ammerman (1975) publicó una discusión excelente del abordaje del arqueologista al problema de la estimativa de capacidad de soporte.

2. Brush (1975) mostró independientemente la identidad de las fórmulas de Allan & Carneiro, pero llegó a conclusiones erradas a respecto de las fórmulas de Gourou & Conklin. Aparentemente uno de los errores apareció por no haber sido vista la ficha del erratum al frente de la revista que contenía la publicación original del trabajo de Conklin (1959) corrigiendo un error de impresión en la fórmula ("T" fue impreso en lugar de "L" en el denominador de la fórmula de densidad poblacional crítica). Brush también interpretó erróneamente el "A" en la fórmula como "acreage" en vez de "área" en hectáreas más dejó la constante de conversión de 100 en la ecuación, lo que convierte hectáreas en kilómetros cuadrados en la fórmula de Conklin (1959). En el caso de la fórmula de Gourou, Brush declaró que el período de rotación no debería ser simplemente el período de cultivo más el período de barbechado, pero debería ser esa cantidad dividida por el período de cultivo. Sin embargo, las otras discusiones de la fórmula por Gourou publicadas (1971: 188) confirman su intención original y la fórmula original de Gourou puede ser demostrada como siendo idéntica a las otras fórmulas de cultura itinerante.

3. Algunos antropólogos argumentan que los variados comportamientos que limitan la población evolucionaron para conservar el tamaño de las poblaciones abajo de la capacidad de soporte para el beneficio de los grupos (e.g. Meggers, 1971). Basar las determinaciones de la capacidad de soporte sobre consumo individual debería alentar la estructuración de análisis de esa especie en términos de fitness inclusiva de los individuos (Durham, 1976; Lewontin, 1970; Williams, 1966).

4. Algunos estudios combinan implícitamente un grupo de factores al través de términos tales como "la cantidad de alimento (un individuo medio) normalmente retira por año de las plantas cultivadas" (Carneiro, 1960; ver Box). La proteína animal no es normalmente incluida en esas mediciones combinadas.

5. Ver, por ejemplo, Allan 1949, 1965; Brookfield & Brown, 1963: 110-114; Fearnside, 1972; Rappaport, 1968; Waddell, 1972: 170; y Naciones Unidas, UNESCO/UNFPA, 1977: 386-389.

6. Ese tipo de distorsión es algunas veces referida como una "cama de Procrusto", teniendo el nombre del gigante de la mitología griega que arrebatava los viajeros y los prendía a la cabecera de hierro de una cama, y entonces cortaba sus piernas o las estiraba hasta que encajase en el lecho.

7. Tal confusión amenizó el debate público de los modelos "límites de crecimiento" del WORLD3 para los recursos globales, polución y tendencias de población (D.H. Meadows et al., 1972, 1973; D.L. Meadows et al., 1973).

8. Estadísticos usan los términos "variable" y "parámetro" un tanto diferentes de los modeladores. Los estadísticos hablan de variables "independientes", factores (independientemente del origen con respecto a los límites del sistema) que influyen una variable "dependiente" cuyo valor el investigador gustaría de describir o predecir. "Parámetros" para estadísticos se refieren a las características del universo que está siendo estudiado, como diferente de las estadísticas que aproximan esos valores basados en estimativas a partir de muestras.

4. Modelaje del Agro-Ecosistema de los Colonos de la Carretera Transamazónica

1. Bosque denso de las bajas altiplanicies de la sub-región de las bajas altiplanicies del Pará/Maranhão; bosque denso de la sub-región de la superficie arrasada de la Serra de los Carajás; bosque denso de las altiplanicies de la sub-región de las altas altiplanicies del Xingú-Tapajós; y bosque abierto mixto de la sub-región de la superficie arrasada del medio Xingú/Irirí (Brasil, RADAMBRASIL, 1974: vol. 5, mapa fitoecológico, Folha SA.22).

2. Falesi (1972a) clasifica mucho de la misma área como podzólico rojo-amarillo (ULTISOL).

3. En ese estudio, el término bosque virgen se refiere al bosque no derrumbado por colonos, pues los indios están presentes en el área desde siglos antes del programa de

colonización.

4. Grainer et al. (1972) dan el valor de 1.7% de carbono. Algunos valores son aun más bajos, tales como 1.5% de materia orgánica (correspondiendo a 0.87% de carbono) considerados adecuados por el Servicio Nacional de Levantamiento de Suelos en Minas Gerais (citando North Carolina State University, 1974: 1).

5. Un Modelo Estocástico Para la Capacidad de soporte en la Carretera Transamazónica

1. Se note que los valores y fechas mostradas en la salida del programa no representan predicciones para años específicos. La escala de tiempo mostrada en los gráficos de salida es proyectada para servir solamente como un guía para la duración de los horizontes de tiempo de la ejecución.

2. Las 25 g/persona/día del padrón de la FAO usado para proteína animal es un tanto alto, siendo que 10 g/persona/día es considerado adecuado por muchas autoridades, o hasta menos, dependiendo de una variedad de factores (McArthur, 1977). El valor más alto es consistente con los padrones usados por los órganos locales del gobierno (Brasil, ACAR-PARÁ, 1974). La alta prioridad que los brasileños colocan sobre la carne (incluida en el sector de distribución del producto en el KPROG2) asegura que el consumo de proteína animal es más de que adecuado del punto de vista de padrón nutricional, si estuviesen disponibles recursos suficientes.

3. Como en la discusión de los datos de entrada en el Capítulo 4, todos los valores en cruzeiro usados en el programa están corregidos para la inflación de 1 de enero de 1975. En esa época el salario mínimo mensual en el Pará era Cr\$ 326.40 y la tasa de cambio para el dólar de los EE.UU. era 7.4. Esas unidades son designadas como "Cr75\$".

4. Las áreas mostradas son áreas plantadas para todas las culturas con la excepción de yuca brava y dulce solita y consorciada. El área de maíz es total para maíz solito y maíz consorciado con corrección para la densidad para dar el equivalente de maíz plantado solito (usandose el factor de corrección de 0.647 para maíz consorciado, calculado basado en Fearnside, 1978: 580 como una media ponderada).

5. Todas las ejecuciones de la Figura 5.12 tiene el

sector poblacional dinámico con la excepción de la ejecución con la población restringida a los trabajadores solamente, a la densidad de 60 personas/km², el que conservó el sector de población congelado. Las ejecuciones para las cuales son demostradas las probabilidades de fracaso para criterios individuales en la Figura 5.11 son las que tiene densidades de 64.0 y 71.3 personas/km².

Apéndice: Resumen de las Ecuaciones y Parámetros del Modelo del KPROG2

1. Para comparación con la variación de Cr75\$753-1,329 de Moran, Bunker calcula una variación equivalente a Cr75\$138-3,506, basado en los costos de 1977 para el transporte y otras necesidades en tres diferentes tipos de proyectos de colonización, incluyendo Altamira (1980b: 587). La estimativa de Bunker incluye costos de alimento y alojamiento (Cr75\$30-721) no incluidos por Moran, mientras que Moran incluye los viajes para la confirmación de la aprobación del empréstito (Cr75\$57-95) no incluidas por Bunker (Bunker, 1980b: 587; Moran, 1976: 86).

2. Bunker relata la variación para tres proyectos de colonización como 3-19 días (1980: 587), en comparación con la variación de Moran de 17-30 días (1976: 86), incluyendo 3-5 días para la confirmación de la aprobación, no incluidos en la variación de Bunker (1980b: 597).

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS Y ABREVIACIONES

ACAR-PARÁ. (Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará). Asociación de Crédito y Asistencia Rural del Estado de Pará.

Agregado. Persona que no es pariente del colono que mora en un lote.

AGRISIM. Un programa que usa el sector de producción agrícola del KPROG2 para simular producciones de culturas individuales en uso en la carretera Transamazónica.

Agro-ecosistema. Sistemas ecológicos que incluyen las culturas y otros organismos cultivados o manejados para suplir alimentos y otras necesidades humanas. Puede incluir una o más culturas y los seres humanos que son portados por esas culturas, dependiendo del propósito del investigador en el estudio del sistema. Como es usado en los modelos KPROG2, el agro-ecosistema de la carretera Transamazónica incluye muchas culturas y combinaciones de culturas más la población humana.

Agrópolis. Ciudades agrícolas planeadas en la carretera Transamazónica, que incluyen una zona comercial y oficinas de funcionarios del gobierno.

Agrovilla. Villas agrícolas planeadas en la carretera Transamazónica con aproximadamente 50 casas construidas por el INCRA.

Amazonía. La región Amazónica. Se puede referir a la Amazonía Legal brasileña, a la cuenca Amazónica independiente de sus límites nacionales, o a la porción de la hiléia del Brasil.

Amazonía Legal. Los Estados del Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, el nuevo Estado de Mato Grosso y parte del norte de Goiás a 13° de Latitud sur y Maraño al oeste de 44° de Longitud oeste. El nuevo límite entre Mato Grosso y Mato Grosso del Sur es una línea irregular un poco al sur de 16° de Latitud sur, que anteriormente servía como el límite sur de la Amazonía Legal.

Año Agrícola. Primero de julio (comienzo de la broca) hasta 30 de junio (fin de la colecta de arroz).

AVHRR. (Advanced Very High Resolution Radiometer). Radiómetro Avanzado de Resolución Muy Alto. Un sensor en el satélite meteorológico NOAA-7 que es capaz de monitorar la deforestación. La resolución normal es de 3.4 km, y con un pedido especial puede ser obtenido de 1.1 km.

BASA. Banco de la Amazonía, Sociedad Anónima.

Bosque húmedo. Bosque primario de biomasa alta de copas cerradas y de hojas largas en los trópicos.

Bosque virgen. Bosque húmedo primario aun no derrumbada. Puede haber sido derrumbada anteriormente por indios, pero no existen señales fácilmente observables en la apariencia superficial de la vegetación (aunque los perfiles del suelo frecuentemente contengan carvón).

Broca. Limpieza del sub-bosque, lianas y pequeños palos en un trecho de bosque virgen en la preparación para la derrumbada.

Caboclo. 1) Brasileño de la Amazonía, de descendencia mixta de indio y caucasiano; 2) cualquier habitante pobre del interior de la Amazonía que habla el idioma portugués, independiente de su origen racial. Los caboclos nacen y crecen en el interior de la Amazonía, en contraste con los pioneros recién-llegados.

Campina. Bosque bajo y abierto de arena blanca en el río Negro.

Campinarana. Bosque cerrada de arena blanca en la cuenca del río Negro.

Capacidad de alimentar. La densidad máxima de ganado que puede ser soportada en un pasto por un tiempo determinado.

Capacidad máxima aceptable de fracaso del colono. La más alta proporción de colonos que fracasan en alcanzar uno o más de los criterios especificados que es aceptable por el investigador.

Capacidad de soporte. 1) "El número máximo de personas que pueden ser soportadas perpetuamente en un área, con una dada tecnología y conjunto de hábitos de consumo, sin causar la degradación ambiental" (Allan, 1949); 2) para la estimativa

de modelos estocásticos, la densidad máxima de población que puede ser portada durante un largo período sin la probabilidad del fracaso del colono, como fuera definida por una medida combinada de varios criterios de consumo y de ambiente, excediendo la probabilidad máxima aceptable de fracaso del colono. Las mudanzas de la tecnología con el tiempo pueden ser incluidas dentro de los límites del modo particular.

Capina. Retirada de hierbas dañinas de una cultura después de haber sido plantada. No debe ser confundida con la "limpieza" o preparación de un área para el plantío.

Capoeira. Vegetación secundaria con un mínimo de ocho meses sin cultivo.

Carretera Cuiabá-Porto Velho. La carretera (BR-364) que une Cuiabá, capital del Mato Grosso, con Porto Velho, capital de Rondônia (rebautizada "carretera Marechal Rondon" cuando asfaltada en 1984).

Carretera Cuiabá-Santarém. La carretera (BR-163) que se extiende de norte para sur uniendo Santarém, en la confluencia del río Tapajós con el río Amazonas, y Cuiabá, capital del Mato Grosso.

Carretera Belém-Brasília. La carretera (BR-010) que corre de norte a sur uniendo Belém, en la desembocadura del río Amazonas, con Brasília, capital federal.

Carretera Perimetral Norte. La carretera aun incompleta que corre paralela a los límites con Colombia, Venezuela y las Guayanas.

Carretera Transamazónica. La carretera (BR-320) que corta la Amazonía brasileña de este a oeste de Recife y João Pessoa en el litoral Atlántico hasta Cruzeiro do Sul cerca de la frontera peruana.

Casa de fariña. Un abrigo rústico con horno (parrilla), picador, prensa, cajas y otros equipos para el procesamiento de la yuca en fariña.

cc. Centímetro(s) cúbico(s).

CEC. Capacidad de cambio del catión (suma de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{++} , K^+ , H^+ , y Al^{+++} en meq/100 g.)

CEPA. (Comissão de Planejamento Agrícola). Comisión de Planteamiento Agrícola, un órgano bajo la Secretaría de Agricultura del Estado o Territorio.

CEPLAC. (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira). Comisión Ejecutiva del Plan de Labranza Cacaoera.

Cerrado. Sabana con árboles xerofíticas bajas y raquíticas. Característica del planalto central brasileño.

CIBRAZEM. (Companhia Brasileira de Armazenamento). Compañía Brasileña de Almacenamiento.

Club de Roma. Un grupo internacional de ciudadanos particulares (principalmente industriales) que patrocinan los grupos de modelaje mundial Forrester-Meadows y Mesarovic-Pestel.

Coivara. Amontonamiento de madera no quemada después de la primera quema en un campo como preparación para una segunda quema.

cm. Centímetro(s)

CPATU. (Centro de Pesquisas Agropecuários do Trópico Úmido). Centro de Pesquisas Agropecuarias del Trópico Húmedo. (Departamento de la EMBRAPA en Belém). IPEAN antes de 1975.

Cr\$. Cruzeiro. Cr75\$ = cruzeiros corregidos para la inflación hasta 1 de enero de 1975. (US\$1 = Cr75\$7.4; 1 salario mínimo = Cr75\$326.40).

Costeo. Operaciones agrícolas consideradas como de valor transitorio, tales como derrumbar una roza en preparación para el plantío (limpia), plantar, capinar, coger y desgranar. Cf. Inversión.

DENPASA. (Dendê do Pará, Sociedade Anônimo). Dendê de Pará, Sociedad Anónima.

Derruba. Ver Derrumbada.

Derrumbada. Corte del bosque virgen (en contraste con rozage de la vegetación secundaria).

Determinístico. Fijo; sin variación aleatoria. Un dado conjunto de condiciones iniciales produce un resultado

específico con la probabilidad de uno.

Dinámico. Mudanza con el tiempo.

DNER. (Departamento Nacional de Estradas e Rodagen).
Departamento Nacional de Carreteras de Rodage.

DP. Desvío Padrón.

EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).
Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (incluye IPEAN o CPATU).

EMBRATER. (Empresa Brasileira de Assistência Técnica Rural).
Empresa Brasileña de Asistencia Técnica Rural; inicialmente ACAR-PARÁ en el Estado del Pará.

EP. Error padrón para la estimativa de regresión.

Estático. Que no cambia con el tiempo.

Estocástico. Probabilístico; incluye los efectos de la variación aleatoria en uno o más factores.

Exponencial. Aumento (o disminución) geométrico.
Representado como una función o un número llevado a un exponente. Crecimiento exponencial sigue una trayectoria en forma de J.

FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Organización para Alimento y Agricultura de las Naciones Unidas.

Fecundidad. Capacidad fisiológica de reproducir. Ver también Fertilidad.

Fertilidad. 1) Tasa de reproducción realizada; 2) en ciencia de suelos, las medidas de adecuabilidad de las propiedades químicas del suelo para la agricultura.

Fórmulas de agricultura itinerante. Fórmulas para calcular a capacidad de soporte para poblaciones humanas portadas por agricultura itinerante usando informaciones como tiempo de cultivo, tiempo de barbechado y producción y consumo medios.

FORTTRAN. "Tradutor de Fórmulas". La primera versión de este lenguaje de computador fue introducida por el International Business Machines (IBM) en 1957.

Fracaso del colono. Fracaso del colono en alcanzar uno o más de los criterios de consumo o calidad ambiental especificados. Los criterios de consumo usados son: medias anuales familiares para consumo per capita diario de calorías, proteína total, proteína animal y padrón de vida en dinero en Cr75\$/capita/mes y en salario mínimo/familia/mes. La salida para medida de calidad ambiental es la proporción que es derrumbada en el lote del colono simulado.

FUNAI. (Fundação Nacional do Índio). Fundación Nacional del Indio.

g. Gramo(s).

gl. Grados de libertad.

Gleba. 1) En proyectos de colonización para pequeños agricultores, un grupo de cerca de 70 lotes, identificados por un número; 2) en proyectos de propietarios mayores de pecuaria, un pedazo de tierra de un único propietario, normalmente de 500 a 3,000 ha.

Grileiro. Ladrón de tierras; un especulador que obtiene tierras, frecuentemente de manera fraudulenta, disponiendo la expulsión de cualquier ocupante anterior, y la ventando con lucros altos.

Ha. Hectárea(s) (10,000 m², o 100 m x 100 m). 100 ha = 1 km².

Hiléia. Área florísticamente característica de la Amazonía, excluyendo las partes de la Amazonía Legal que son características del planalto central brasileño, o el cerrado.

IAC. Instituto Agronómico de Campinas (São Paulo).

IBDF. Instituto Brasileño de Desenvolvimento Forestal. Desde 1989 absorbido por el Instituto Brasileño de Medio-Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (IBAMA).

IBGE. Instituto Brasileño de Geografía y Estadística.

IDESP. Instituto de Desenvolvimento Económico-Social del Pará.

Igapó. Bosque de alagado (encontrada a lo largo de ríos de

água negra).

IICA-TRÓPICOS. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola, anteriormente el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. IICA-TRÓPICOS, un órgano de la Organización de los Estados Americanos, es el ramo de Belém del Instituto (IICA) sediado en Turrialba, Costa Rica.

Inicializar. Destinar un valor inicial para una variable.

INPA. (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia). Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazonía.

INPE. (Instituto de Pesquisas Espaciais). Instituto de Pesquisas Espaciales (Brasileña).

Instantaneo. Aplicado a un dado momento en el tiempo. Una tasa "instantanea" no implica que esa tasa pueda ser sustentada durante un período largo, o que la tasa no cambie con el tiempo.

IPEAN. Instituto de Pesquisa y Experimentación Agropecuarias del Norte. Se tornó una parte de la EMBRAPA en 1974, renombrado CPATU en 1976.

Iteración. Repetición de una serie de cálculos en un lazo, siendo que los resultados de cada virada pasan al través de una cadena de cálculos o pasos que sirven como entrada para la repetición que se sucede.

Jari. Companhia Forestal Monte Dourado S.A., anteriormente Jari Florestal y Agropecuaria Ltda.: propiedad de silvicultura, arroz irrigado, mineración y industria, inicialmente de D.K. Ludwig, en el río Jari, Pará.

K. 1) En dinámica de población, es el símbolo para capacidad de soporte; 2) en química del suelo, es potasio.

km. Kilómetro(s).

KPROG1. Un programa preliminar escrito para la estimativa de la capacidad de soporte humano en la carretera Transamazónica (Fearnside, 1974).

KPROG2. El programa de simulación escrito para la estimativa de la capacidad de soporte en la carretera Transamazónica.

l. Litro(s).

LANDSAT. Satélites de la NASA capaces de producir imágenes de colores falsos de todos los puntos de la superficie de la tierra cada 18 días; inicialmente llamado ERTS (Earth Resources Technology Satellite: Satélite para Tecnología de Recursos de la Tierra). Resolución del sensor MS (Multispectral Scanner: Prescrutador Multiespectral), es de 80 m, y del sensor TM (Thematic Mapper: Mapeador Temático) es de 30 m. Imágenes del MS son disponibles de 1972 hasta el presente, y del TM de 1982 hasta el presente.

Licitación. Venta al través de ofertas cerradas por la cual la tierra es vendida por la oferta más alta siendo las ofertas más altas de que un mínimo establecido por el gobierno.

Luso-Brasileiro. Brasileño de tradición cultural portuguesa (independiente de sus antecedentes raciales).

m. Metro(s).

meq/100 g. Milequivalentes por 100 gramas de suelo secado al aire.

mg. Miligramo(s).

mm. Milímetro(s).

Modelos Forrester-Meadows. Los modelos mundiales desarrollados en el Massachusetts Institute of Technology, bajo el patrocinio del Club de Roma. Eso incluye el modelo WORLD2 (Forrester 1971), y el modelo WORLD3 (D.L. Meadows et al., 1973).

Modelos Mesarovic-Pestel. Los modelos mundiales desarrollados al través del Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (International Institute of Applied Systems Analysis) en Laxenburg, Austria, bajo la dirección de Mesarovic & Pestel (1974a,b).

Modo de Comportamiento. Patrones amplios de comportamiento del sistema tales como estabilidad de la población, colapso, etc.; en contraste con la previsión de valores precisos para las diferentes variables en momentos específicos.

Morador. Una persona o familia no relacionada al colono (propietario del lote) que habita en un lote, un habitante u

ocupante. No se cobra alquiler ni una parte de la cultura al "morador", pero la tierra que ellos derruban puede ser plantada como pasto después de una o dos culturas anuales, aumentando así el valor para uso y reventa del lote sin costo ninguno para el colono. El "huesped" puede servir como celador del lote en la ausencia del dueño.

N. 1) Tamaño de la población; 2) tamaño de la muestra; 3) nitrógeno (porcentaje de peso seco del total N como es determinado por el método Kjeldhal); 4) concentración química normal.

NOAA. (National Oceanic and Atmospheric Administration). Administración Nacional Oceanica y Atmosferica. El servicio meteorológico de los EE.UU.

p. Probabilidad de que una relación exista debido a efectos aleatorios.

P. Fósforo total.

PAD. Proyecto de Asentamiento Dirigido; una especie de esquema de colonización planeada con asistencia nominal del gobierno. Ver también PIC.

Parámetro. Factores externos constantes que influyen un sistema.

Phaseolus. Género de frejol verdadero. Diferente de Vigna (frejol-de-cuerda), que es también clasificado por los colonos como frejol.

PIC. Proyecto Integrado de Colonización, proyecto de colonización para pequeños colonos (normalmente lotes de 100 ha) con varios servicios promovidos por el gobierno.

Pila. Largas pilas de arroz cogido, con la paja, aguardando el desgrano.

POLAMAZONIA. Programa de Polos Agropecuarios y Agrominerales de la Amazonía.

Posseiros.

PIN. Programa de Integración Nacional.

ppm. Partes por millón.

PROBOR. (Programa da Borracha). Programa del Caucho.

PRODEPEF. Programa para Desenvolvimento de Pesquisas Forestales (parte del IBDF, extinto en 1979).

r. 1) la tasa inclusa de crecimiento (tasa instantanea de natalidad menos la tasa instantanea de mortalidad); 2) coeficiente de regresión.

r^2 . Coeficiente de determinación.

RADAM. Radar en la Amazonía. Rebautizado como RADAMBRASIL, cuando el proyecto fue expandido para cubrir todo el Brasil.

Relación coevolucionado. Relación entre especies diferentes evolucionadas juntamente al través de una larga serie de pequeñas mudanzas. Muchos mecanismos de polinización y dispersión de semillas de árboles de bosques húmedos tropicales envuelven adaptaciones físicas y comportamentales altamente especializadas que coevoluiron entre plantas y animales.

Rozage. Corte de vegetación secundaria.

Rurópolis. Ciudades agrícolas planeadas para la carretera Transamazónica. Mayores de que las agrópolis, solamente una fue construida, en el PIC de Itaituba.

S.A. o S/A. Sociedad Anónima.

SEMA. Secretaria Especial del Medio-Ambiente.

SESP. Servicio Especial de Salud Publica.

Sistema. "Un grupo de componentes físicos ligados o relacionados de tal manera que forman y/o proceden como una unidad entera" (Patten, 1974: 4).

SUDAM. Superintendencia del Desenvolvimento de la Amazonía.

SUDHEVEA. Superintendencia del Desenvolvimento de la Heveacultura.

SUFRAMA. Superintendencia de la Zona Franca de Manaus.

Tierra firme. Tierras altas no inundadas de la Amazonía.

Tierra roxa (violácea). ALFISOL, el mejor tipo de suelo en la carretera Transamazónica con la excepción de trechos extremadamente limitados de tierra negra antropogénica (tierra negra del indio).

Travessão. Carreteras secundarias perpendiculares a la carretera Transamazónica, normalmente extendiéndose por 20 km a partir de la carretera principal; llamadas de líneas en Rondônia.

Trechos. Pequeños pedazos de tierra (usados como unidades en la simulación). También denominados "pedazos de tierra".

UNEP. (United Nations Environmental Programme). Programa Ambiental de las Naciones Unidas.

UNESCO. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). Organización Cultural, Científica y Educativa de las Naciones Unidas.

US\$. Dólares de los Estados Unidos.

USDA. (United States Department of Agriculture). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Várzea. Planicie alagada Amazónica periódicamente inundada a lo largo de los ríos de água blanca.

Vigna. Género de frejol-de-cuerda o el frejol-de-la-playa. En portugués son clasificados junto con Phaseolus como frejol.

Zona Bragantina. La zona alrededor de la ciudad de Bragança, cerca de Belém en Pará. Esa área de 30,000 km², colonizada a fines del siglo diecinueve, supría Belém con productos agrícolas durante el boom del caucho.

BIBLIOGRAFIA

- Ackermann, F.L. 1966. A depredação dos solos da Região Bragantina e na Amazônia. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- Ahn, P.M. 1979. The optimum length of planned fallows. p. 15-39 In: H.O. Mongi & P.A. Huxley (compiladores) Soils Research in Agroforestry: Proceedings of an Expert Consultation held at the International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) in Nairobi, 26-30 March 1979. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Albuquerque, F.C. de, & Condurú, J.M.P. 1971. Cultura da pimenta do reino na Região Amazônica. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Fitotecnica 2: 1-149.
- Albuquerque, F.C. de, Duarte, M. de L.R., Silva, H.M., & Pereira, R.H.M. 1973. A Cultura da Pimenta do Reino. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN)/Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Circular No. 19, Belém, Pará.
- Allan, W. 1949. Studies in African land usage in Northern Rhodesia. Rhodes Livingstone Papers 15: 1-23.
- Allan, W. 1965. The African Husbandman. Barnes & Noble, New York, EE.UU.
- Almeida, H. de. 1977. Amazônia. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Belém, Pará.
- Almeida, H. de. 1978. O Desenvolvimento da Amazônia e a Política de Incentivos Fiscais. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Belém, Pará.
- Almeida, T. de C., & Canéchio Filho, V. 1972. Principais Culturas (2). Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, São Paulo.
- Alvim, P. de T. 1973. Desafio agrícola da região Amazônica. Ciência e Cultura 24: 437-443.
- Alvim, P. de T. 1977a. The balance between conservation and utilization in the humid tropics with special reference to Amazonia, Brazil. p. 347-352 In: G.T. Prance & T.S. Elias (compiladores) Extinction is Forever. New York Botanical Garden, New York, EE.UU.
- Alvim, P. de T. 1977b. Possibilidades de expansão da fronteira agrícola nas regiões tropicais úmidas da América Latina. Trabajo apresentado al VII Conferencia Interamericana de Agricultura, 5-7 de septiembre de 1977, Tegucigalpa, Honduras. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de Estados Americanos (IICA-TrÓPICOS).

- Alvim, P. de T. 1978a. Perspectives of agricultural production in the Amazon Region. Interciencia 3: 243-251.
- Alvim, P. de T. 1978b. Floresta amazônica: equilíbrio entre utilização e conservação. Ciência e Cultura 30: 9-16.
- Alvim, P. de T. 1978c. Floresta amazônica: equilíbrio entre utilização e conservação. Silvicultura 1978(1): 30-35 e (2): 54-59.
- *American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1975. Food. Science 188: 503-662.
- Ammerman, A.J. 1975. Late pleistocene population dynamics: An alternate view. Human Ecology 3: 219-233.
- Andreae, B. 1974. Problems of increasing the productivity in tropical farming. Applied Science and Development 3: 124-139.
- Arruda, H.P. de. 1972. Exposição do Delegado do Brasil. p. 5.4-5.9 In: Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)/Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Organización de Estados Americanos (IICA-TRÓPICOS), Seminário sobre Sistemas de Colonização na Amazônia (Trópico Úmido). Relatório Preliminar. IICA-TRÓPICOS, Belém, Pará.
- Aschmann, H. 1959. The Central Desert of Baja California: Demography and Ecology. Ibero-Americana No. 42, Berkeley, California, EE.UU.
- Ayres, J.M. 1977. A situação atual da área de ocorrência do cuxiú preto (Chiropotes satanas satanas--Hoff., 1807). Relato al International Union for the Conservation of Nature (IUCN/SCC) Primate Specialist Group.
- Ayres, J.M. 1978. Reserva Ecológica de Aripuanã. Relato al Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.
- Barcellos, J.M. 1974. Subsídios e diretrizes para um programa de pesquisa com bovinocultura na região norte. p. 6.1-6.55 In: Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.
- Barrett, S.W. 1980. Conservation in Amazonia. Biological Conservation 18: 209-235.
- Bartholomew, G.A., Jr., & Birdsell, J.B. 1953. Ecology and the protohominids. American Anthropologist 55: 481-498.
- Bayliss-Smith, T.P. 1974. Constraints on population growth: the

case of the Polynesian outlier atolls in the precontact period. Human Ecology 2: 259-295.

Bayliss-Smith, T.P. 1980. Population pressure, resources, and welfare: towards a more realistic measure of carrying capacity. p. 61-93 In: H.C. Brookfield (compilador) Population-Environment Relations in Tropical Islands: The Case of Eastern Fiji. Man and the Biosphere (MAB) Technical Notes 13, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Paris, Francia.

Beaver, S.E. 1975. Demographic Transition Theory Reinterpreted. Lexington Books, Lexington, Massachusetts, EE.UU.

Beinroth, F.H. 1975. Relationships between U.S. soil taxonomy, the Brazilian system, and FAO/UNESCO soil units. p. 97-108 In: E. Bornemisza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 February 1974. Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, EE.UU.

Bennema, J. 1975. Soil resources of the tropics with special reference to the well-drained soils of the Brazilian Amazonian forest region. p. 1-47 In: International Symposium on Ecophysiology of Tropical Crops, Manaus, 25-30 May 1975. Vol. 1. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Itabuna, Bahia.

Björkström, A. 1979. A model of CO₂ interaction between atmosphere, oceans, & land biota. p. 403-457 In: B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe & P. Ketner (compiladores) The Global Carbon Cycle. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) Report 13, John Wiley & Sons, New York, EE.UU.

Bodard, L. 1972. Green Hell: Massacre of the Brazilian Indians. Outerbridge & Dienstfrey, New York, EE.UU.

Bolin, B. 1977. Changes of land biota and their importance for the carbon cycle. Science 196: 613-615.

Bongaarts, J. 1980. Does malnutrition affect fecundity? a summary of evidence. Science 208: 564-569.

Borgstrom, G. 1965. The Hungry Planet: The Modern World at the Edge of Famine. Collier-MacMillan, London, Inglaterra.

Bourne, R. 1978. Assault on the Amazon. Victor Gollancz, London, Inglaterra.

Braga, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário da floresta amazônica. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 53-80.

**Brasil, Convênio Banco do Brasil, SAGRI e CEPLAC. s/d. [ca.

1974]. Roteiro de orçamento para aplicação de crédito em lavoura de cacau--1 ha, método derrubada total. ACAR-PARÁ, Altamira, Pará. (Mimeografado).

**Brasil, Governo do Território Federal de Rondônia, Comissão de Planejamento Agrícola de Rondônia (CEPA-RO). 1980. Perspectiva anual de produção e abastecimento do Território Federal de Rondônia 1979/1980. CEPA-RO, Porto Velho, Rondônia.

**Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ). 1973. Orçamento para 1.000 pés de pimenta-do-reino. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ). 1974. Curso de atualização técnica pedagógica, Convênio UNICEF/PIPMO/- ABCAR/ACAR-PARÁ, Disciplina: Nutrição. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

**Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ) s/d. [ca. 1974]. Composição dos alimentos mais comuns em nosso país. Ceplan/Assessoria Técnica de Alimentação e Habitação, ACAR-PARÁ. Curso de Atualização Técnica Pedagógica, Convênio UNICEF/PIPMO/ABCAR/ACAR-PARÁ, Disciplina: Nutrição. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Unidade Operacional Altamira IV. 1974. Pimenta-do-reino. ACAR-PARÁ, Agrópolis Brasil Novo, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Unidade Operacional Altamira VI. s/d. [ca. 1974]. Orçamento para 1.000 pés de cacau. ACAR-PARÁ, Altamira, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisa Pedológica (DNPEA). 1973a. Levantamento de Reconhecimento dos Solos de uma Área Prioritária na Rodovia Transamazônica entre Altamira e Itaituba. Boletim Técnico No. 34. DNPEA, Rio de Janeiro.

Brasil, Ministério da Agricultura, Divisão de Pesquisas Pedológica (DNPEA). 1973b. Estudo Expedido dos Solos no Trecho Itaituba-Estreito da Rodovia Transamazônica para Fins de Classificação e Correlação. Boletim Técnico No. 31. DNPEA, Rio de Janeiro.

Brasil, Ministério da Agricultura, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)-Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN). 1974. Solos da Rodovia Transamazônica, Trecho Itaituba-Rio Branco. Relatório

Preliminar. EMBRAPA-IPEAN, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1975. Inventário Florestal da Rodovia Transamazônica. IBDF, Delegacia Estadual do Pará, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1979. Plano de Sistema de Unidades de Conservação do Brasil. IBDF, Brasília.

***Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983a. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Território de Roraima: Anexo Relatório Técnico. IBDF, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil (PMCFB), Brasília.

***Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983b. Desenvolvimento Florestal no Brasil. IBDF Folha Informativa No. 5 (Proj. PNUD/FAO/BRA-82-008). IBDF, Brasília.

***Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1985a. Monitoramento da Alteração da Cobertura Vegetal Natural da Área do Programa POLONOROESTE nos Estados de Rondônia e Mato Grosso, Relatório Técnico. IBDF, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil (PMCFB), Brasília.

***Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1985b. Estado de Rondônia: Mapa de Alteração da Cobertura Vegetal Natural. (Escala 1: 1'000,000). IBDF, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil (PMCFB), Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN). 1966. Sugestões para adubação (1966), 2a. aproximação. IPEAN, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN). 1967. Contribuição ao Estudo dos Solos de Altamira. IPEAN Circular No. 10. IPEAN, Belém, Pará.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1972a. Projeto Integrado de Colonização Altamira-I. INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1972b. A Colonização no Brasil: Situação Atual, Projeções e Tendências em Rondônia.

INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). 1980. Imposto Territorial Rural, Manual de Orientação. INCRA, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) s/d. [ca. 1972]. Para um Brasil Redescoberto, Integrado, Nôvo, Forte e Maior, a Transamazônica. INCRA, Brasília.

**Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Coordenaria Regional do Norte Cr-01. 1974. Relatório de Atividades 1974. INCRA, Belém, Pará.

Brasil, Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL. 1973-1982. Levantamento de Recursos Naturais. Vols. 1-23. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Rio de Janeiro.

Brasil, Ministério do Interior, Secretaria Especial do Meio-Ambiente (SEMA). 1977. Program of Ecological Stations. SEMA, Brasília.

Brasil, Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). 1978. Estudo da viabilidade técnico-econômico da exploração mecanizada em floresta de terra firme, região de Curuá-Una. PNUD/FAO/IBDF/BRA-76/027. SUDAM, Belém, Pará.

Brasil, Presidência da República, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1978. WAC Carta Aeronáutica Mundial: Belém, Brasil WAC 2946, (Escala 1: 1'000,000), 1a. ed. IBGE, Rio de Janeiro.

Brasil, Presidência da República, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1980. Anuário Estatístico do Brasil 1979. Vol. 40. IBGE, Rio de Janeiro.

Brasil, Presidência da República, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1982. Anuário Estatística do Brasil 1981. Vol. 42. IBGE, Rio de Janeiro.

Brasil, Presidência da República, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). 1978. Relatório Quadriannual 1974-1978. INPA, Manaus, Amazonas.

Brasil, Presidência da República, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). 1979. Estratégias para a Política Florestal na Amazônia Brasileira. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 1-216.

***Brasil, Presidência da República, Secretaria de Planejamento

(SEPLAN), Programa Grande Carajás, Companhia de Desenvolvimento de Barcarena (CODEBAR) & Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). 1986. Problemática do Carvão Vegetal na Área do Programa Grande Carajás. CODEBAR/SUDAM, Belém, Pará.

Bremner, J.M., & Blackmer, A.M. 1978. Nitrous oxide emission from soils during nitrification of fertilizer nitrogen. Science 19: 295-296.

Brookfield, H.C., & Brown, P. 1963. Struggle for Land: Agriculture and Group Territories among the Chimbu of the New Guinea Highlands. Oxford University Press, New York, EE.UU.

Brooks, E., Fuerst, R., Hemming, J., & Huxley, F. 1973. Tribes of the Amazon Basin in Brazil 1972. Relato al Aborigines Protection Society. C. Knight, London, Inglaterra.

Brown, H. 1954. The Challenge of Man's Future. Viking, New York, EE.UU.

Brown, L.R. 1974. In the Human Interest: A Strategy to Stabilize World Population. W.W. Norton, New York, EE.UU.

Brown, L.R. 1980. Building a Sustainable Society. W.W. Norton, New York, EE.UU.

Brush, S.B. 1975. The concept of carrying capacity for systems of shifting cultivation. American Anthropologist 77: 799-811.

Brush, S.B. 1976. Reply to Vayda. American Anthropologist 78: 646-647.

Budowski, G. 1956. Tropical savannas, a sequence of forest felling and repeated burnings. Turrialba 6: 23-33.

Budowski, G. 1976. Why save tropical rain forests? Some arguments for campaigning conservationists. Amazoniana 4: 529-538.

Budyko, M.I. 1969. The effect of solar radiation variations on the climate of the earth. Tellus 21: 611-619.

Bunker, S.G. 1979. Power structures and exchange between government agencies in the expansion of the agricultural sector. Studies in Comparative International Development 14: 56-76.

Bunker, S.G. 1980a. Forces of destruction in Amazonia. Environment 22: 14-43.

Bunker, S.G. 1980b. Barreiras burocráticas e institucionais à modernização: o caso da Amazônia. Pesquisa e Planejamento Econômico 10: 555-600.

Butz, W.P., & Habicht, J.P. 1976. The effects of nutrition and health on fertility: hypotheses, evidence, and interventions. p. 210-238 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: The Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EE.UU.

Calkins, J. (compilador) 1982. The Role of Solar Ultraviolet Radiation in Marine Ecosystems. Plenum, New York, EE.UU.

Camargo, F.C. de. 1948. Land and settlement on the recent and ancient quaternary along the railway line of Bragança, State of Pará, Brasil. p. 213-221 In: Proceedings of the Inter-American Conference on Conservation of Renewable Natural Resources. United States Department of State, Washington, D.C., EE.UU.

Camargo, M.N., & Falesi, I.C. 1975. Soils of the Central Plateau and Transamazonic Highway of Brazil. p. 25-45 In: E. Bornemisza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar Held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 February 1974. Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, EE.UU.

Cardoso, F.H., & Müller, G. 1978. Amazônia: Expansão do Capitalismo, 2a. ed. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEBRAP), Editora Brasiliense, São Paulo.

Carneiro, R.L. 1960. Slash-and-burn agriculture: A closer look at its implications for settlement patterns. p. 229-234 In: F.C. Wallace (compilador) Men and Cultures: Selected Papers of the Fifth International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences, September 1956. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, Pennsylvania, EE.UU.

Carol, H. 1973. The calculation of theoretical feeding capacity for tropical Africa. Geographischen Zeitschrift 61(2): 81-94.

Carvalho, J.C. de M. 1981. The conservation of nature and natural resources in the Brazilian Amazon. CVRD Revista 2 (Edição Especial): 5-47.

Catani, R.A., & Jacintho, A.O. 1974. Avaliação da Fertilidade do Solo: Método de Análise. Livroceres, Piracicaba, São Paulo.

Chatt, E.M. 1953. Cocoa: Cultivation, Processing, Analysis. Interscience Publishers, New York, EE.UU.

Ciência e Cultura. 1981. Invasão do Parque das Trombetas. Ciência e Cultura 33(11): 1504.

Ciência e Cultura. 1982. Ambiente ameaçado. Ciência e Cultura 34(9): 1236-1237.

Ciência e Cultura. 1983a. Adeus, Parque! Ciência e Cultura 35(6): 834-836.

Ciência e Cultura. 1983b. Duas novas reservas. Ciência e Cultura 35(2): 248.

Clark, C.B. 1973. The economics of overexploitation. Science 181: 630-634.

Clark, C.B. 1976. Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources. Wiley-Interscience, New York, EE.UU.

Clarke, W.C. 1976. Maintenance of agriculture and human habitats within the tropical forest ecosystem. Human Ecology 4(3): 247-259.

Clarke, W.C. 1978. Progressing with the past: environmentally sustainable modifications of traditional agricultural systems. p. 142-157 In: E.K. Fisk (compilador) The Adaptation of Traditional Agriculture: Socioeconomic Problems of Urbanization. Development Studies Centre Monograph No. 11. Australian National University, Melbourne, Australia.

**Clay, J.W. s/d. [1983]. The POLONOROESTE Project. p. 9-22 In: D. Maybury-Lewis (compilador) In the Path of POLONOROESTE: Endangered Peoples of Western Brazil. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Coale, A.J. 1983. Recent trends in fertility in less-developed countries. Science 221: 828-832.

Cochrane, T.T., & Sánchez, P.A. 1982. Land Resources, Soils, and their Management in the Amazon Region: A State of Knowledge Report. p. 137-209 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

Coelho, F.S., & Verlengia, F. 1972. Fertilidade do Solo. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, São Paulo.

Conklin, H.C. 1959. Population-land balance under systems of tropical forest agriculture. p. 63 In: Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress (Bangkok, 1957). Vol. 7. Bangkok, Tailândia.

Cooke, G.W. 1970. The carrying capacity of the land in the year 2000. p. 15-42 In: L.R. Taylor (compilador) The Optimum Population for Britain. Academic Press, New York, EE.UU.

Costa, A. da S., Frazão, D.A.O., Tourinho Filho, E., & Daguer, A.R.F. 1973. Cultura do Cacau. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN)/Associação de Crédito e Assistência Rural do Estado do Pará (ACAR-PARÁ), Circular No. 18. ACAR-PARÁ, Belém, Pará.

Cowgill, G.L. 1975. On causes and consequences of ancient and modern population changes. American Anthropologist 77: 505-525.

*A Crítica (Manaus), 23 de diciembre de 1978. "'Contrato de risco' acaba com 40 por cento da floresta amazônica." Cad. 1, p. 3.

**A Crit 12 de marzo de 1980

*A Crítica (Manaus), 1 de junio de 1982. "Figueiredo criou ontem 4 estações ecológicas." Cad. 1, p. 7.

*A Crítica (Manaus), 24 de septiembre de 1982. "Produção de borracha chega a 34 mil toneladas este ano." Cad. 1, p. 7.

**A Crítica (Manaus), 3 de diciembre de 1986. "Migração estrondosa preocupa em Rondônia." Cad. 1, p. 7.

**A Crítica (Manaus), 27 de enero de 1987. "Retenção de verbas do Probor gera protestos." Cad. 1, p. 3.

Crutzen, P.J., Heidt, L.E., Krasnec, K.P., Pollock, W.H., & Seiler, W. 1979. Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H₂, N₂O, CH₃Cl, and CO₅. Nature 282: 253-256.

Cruz, E. de S., de Sousa, G.F., & Bastos, J.B. 1971. Influência de adubação NPK no milho, em terra roxa estruturada (Altamira-Zona do Rio Xingu). Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), Série: Fertilidade do Solos 1(3): 1-17.

Cunha Camargo, J.G. da. 1973. Urbanismo Rural. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Brasília.

Cunningham, R.H. 1963. The effect of clearing a tropical forest soil. Journal of Soil Science 14: 334-344.

Dakwa, J.T. 1974. The development of blackpod disease (Phytophthora palmivora) in Ghana. Turrialba 24: 367-372.

Dantas, M. 1979. Pastagens da Amazônia Central: ecologia e fauna do solo. Acta Amazonica 9(2) suplemento: 1-54.

Dasmann, R.F. 1972. Discussion. p. 788-789 In: M.T. Farver & J.P. Milton (compiladores) The Careless Technology: Ecology and International Development. Natural History Press, Garden City, New York, EE.UU.

Davis, S. 1977. Victims of the Miracle: Development and the Indians of Brazil. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

Denevan, W.M. 1970. The aboriginal population of western Amazonia in relation to habitat and subsistence. Revista Geográfica 72: 61-86.

- Dickinson, R.E. 1981. Effects of tropical deforestation on climate. Studies in Third World Societies 14: 411-441.
- Donahue, T.M. 1975. The SST and ozone depletion. Science 187: 145.
- Draper, N.R., & Smith, H. 1966. Applied Regression Analysis. John Wiley & Sons, New York, EE.UU.
- Durham, W.E. 1976. Resource competition and human aggression, Part I: a review of primitive war. Quarterly Review of Biology 51: 385-415.
- Dynia, J.F., Moreira, G.N.C., & Bloise, R.M. 1977. Fertilidade de solos da região da Rodovia Transamazônica. II. Fixação do fósforo em podzólico vermelho-amarelo e terra roxa estruturada latossólica. Pesquisa Agropecuária Brasileira 12: 75-80.
- Eckholm, E. 1978. Disappearing species: the social challenge. Worldwatch Paper No. 22. Worldwatch Institute, Washington, D.C., EE.UU.
- Eden, M.J. 1978. Ecology and land development: the case of Amazonian rainforest. Transactions of the Institute of British Geographers, New Series 3(4): 444-463.
- Egler, E.G. 1961. A Zona Bragantina do Estado do Pará. Revista Brasileira de Geografia 23(3): 527-555.
- Ehrlich, P.R. 1982. Human carrying capacity, extinctions, and nature reserves. BioScience 32(5): 331-333.
- Ehrlich, P.R., & Ehrlich, A.H. 1981. Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species. Random House, New York, EE.UU.
- Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H., & Holdren, J.P. 1977. Ecoscience: Population, Resources, Environment. W.H. Freeman, San Francisco, California, EE.UU.
- Eigner, J. 1975. Unshielding the sun: environmental effects. Environment 17(3): 15-25.
- O Estado de São Paulo. 24 de mayo de 1974. "Ocupação tornará Amazônia rentável." p. 11.
- O Estado de São Paulo. 21 de mayo de 1976. "Cotrijuí inicia no próximo mês a instalação de núcleo na Amazônia." p. 12.
- **Estados Unidos, Council on Environmental Quality and Department of State. 1980. The Global 2000 Report to the President. 3 Vols. Pergamon Press, New York, EE.UU.
- Estados Unidos, Department of Agriculture. 1965. Changes in

Agriculture in 26 Developing Nations, 1948 to 1963. Foreign Agricultural Report No. 27. United States Government Printing Office, Washington, D.C., EE.UU.

Estados Unidos, Department of Agriculture, Soil Survey Staff. 1960. Soil Classification, A Comprehensive System - 7th Approximation. United States Government Printing Office, Washington, D.C., EE.UU.

Estados Unidos, Department of State. 1978. Proceedings of 1978 U.S. Strategy Conference on Tropical Deforestation. United States Government Printing Office, Washington, D.C., EE.UU.

Estados Unidos, National Academy of Sciences (NAS). 1979. Carbon Dioxide and Climate: A Scientific Assessment. NAS Press, Washington, D.C., EE.UU.

Estados Unidos, National Academy of Sciences (NAS). 1982a. Carbon Dioxide and Climate: A Second Assessment. NAS Press, Washington, D.C., EE.UU.

Estados Unidos, National Academy of Sciences (NAS). 1982b. Causes and Effects of Stratospheric Ozone Reduction: An Update. NAS Press, Washington, D.C., EE.UU.

Falesi, I.C. 1967. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. p. 151-168 In: H. Lent (compilador) Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica. Vol. 1. Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), Rio de Janeiro.

Falesi, I.C. 1972a. Solos da Rodovia Transamazônica. Boletim Técnico No. 55. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), Belém, Pará.

Falesi, I.C. 1972b. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. Parte I. p. 17-67 In: Zoneamento Agrícola da Amazônia (1a. aproximação). Boletim Técnico No. 54. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), Belém, Pará.

Falesi, I.C. 1974a. Soils of the Brazilian Amazon. p. 201-229 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Falesi, I.C. 1974b. O solo na Amazônia e sua relação com a definição de sistemas de produção agrícola. p. 2.1-2.11 In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 1. EMBRAPA, Brasília.

Falesi, I.C. 1976. Ecossistema de Pastagem Cultivada na Amazônia Brasileira. Boletim Técnico No. 1. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), Belém, Pará.

- Falesi, I.C., & Rodrigues, T.E. 1970. As terras roxas na Amazônia Brasileira. Caderno de Ciências da Terra 6: 1-19.
- Farnworth, E.G., & Golley, F.B. (compiladores) 1974. Fragile Ecosystems: Evaluation of Research and Applications in the Neotropics. Springer-Verlag, New York, EE.UU.
- Fautereau, E. de. 1952. Études d'Ecologie Humaine dans l'Aire Amazonienne. Fontenay-LeComte, Vendée, Francia.
- Feachem, R. 1973. A clarification of carrying capacity formulae. Australian Geographical Studies 11: 234-236.
- Fearnside, P.M. 1972. An estimate of carrying capacity of the Osa Penninsula for human populations supported on a shifting agriculture technology. p. 486-529 In: Organization for Tropical Studies (OTS), Report of Research Activities Undertaken during the Summer of 1972. OTS, San José, Costa Rica.
- Fearnside, P.M. 1974. Preliminary models for estimation of carrying capacity for human populations in a colonization area of the Transamazon Highway, Brazil. (Mimeografado).
- Fearnside, P.M. 1978. Estimation of Carrying Capacity for Human Populations in a Part of the Transamazon Highway Colonization Area of Brazil. (Dissertação de Ph.D. em ciencias biológicas, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan). University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, EE.UU.
- Fearnside, P.M. 1979a. Previsão de produção bovina na Transamazônica do Brasil. Acta Amazonica 9(4): 689-700.
- Fearnside, P.M. 1979b. O desenvolvimento da floresta Amazônica: problemas prioritários para a formulação de diretrizes. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 123-129.
- Fearnside, P.M. 1979c. O processo de desertificação e os riscos de sua ocorrência no Brasil. Acta Amazonica 9: 393-400.
- Fearnside, P.M. 1979d. O agro-ecossistema dos colonos da Transamazônica: simulação de produções de milho. Ciência e Cultura 31(7) suplemento: 414 (resumen).
- Fearnside, P.M. 1979e. A Simulação da Capacidade de Suporte para Populações Humanas nos Trópicos Úmidos: Programa de Computador e Documentação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- Fearnside, P.M. 1979f. Cattle yield prediction for the Transamazon Highway of Brazil. Interciencia 4(4): 220-225.
- Fearnside, P.M. 1979g. The development of the Amazon rain forest: Priority problems for the formulation of guidelines.

Interciencia 4(6): 338-343.

Fearnside, P.M. 1980a. Black pepper yield prediction for the Transamazon Highway of Brazil. Turrialba 30(1): 35-42.

Fearnside, P.M. 1980b. Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia Brasileira: consequências para a sustentabilidade de produção bovina. Acta Amazonica 10(1): 119-132.

Fearnside, P.M. 1980c. A previsão de perdas através de erosão do solo sob vários usos de terra na área de colonização da Rodovia Transamazônica. Acta Amazonica 10(3): 505-511.

Fearnside, P.M. 1980d. Land use allocation of the Transamazon Highway colonists of Brazil and its relation to human carrying capacity. p. 114-138 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1980e. The prediction of soil erosion losses under various land uses in the Transamazon Highway Colonization Area of Brazil. p. 1287-1295 In: J.I. Furtado (compilador) Tropical Ecology and Development: Proceedings of the 5th International Symposium of Tropical Ecology, 16-21 April 1979, Kuala Lumpur, Malaysia. International Society for Tropical Ecology-ISTE, Kuala Lumpur, Malasia.

Fearnside, P.M. 1980f. The effects of cattle pastures on soil fertility in the Brazilian Amazon: Consequences for beef production sustainability. Tropical Ecology 21(2): 125-137.

Fearnside, P.M. 1982a. Desmatamento na Amazônia Brasileira: Com que intensidade vem ocorrendo? Acta Amazonica 12(3): 579-590.

Fearnside, P.M. 1982b. Alocação do uso da terra dos colonos da rodovia Transamazônica e sua relação a capacidade de suporte humano. Acta Amazonica 12(3): 549-578.

Fearnside, P.M. 1982c. Deforestation in the Brazilian Amazon: How fast is it occurring? Interciencia 7(2): 82-88.

Fearnside, P.M. 1983a. Land use trends in the Brazilian Amazon region as factors in accelerating deforestation. Environmental Conservation 10(2): 141-148.

Fearnside, P.M. 1983b. Stochastic modeling in human carrying capacity estimation: a tool for development planning in Amazônia. p. 279-295 In: E.F. Moran (compilador) The Dilemma of Amazonian Development. Westview Press, Boulder, Colorado, EE.UU.

Fearnside, P.M. 1983c. Development alternatives in the Brazilian Amazon: An ecological evaluation. Interciencia 8(2):

65-78.

Fearnside, P.M. 1984a. A floresta vai acabar? Ciência Hoje 2(10): 42-52.

Fearnside, P.M. 1984b. Initial soil quality conditions on the Transamazon Highway of Brazil and their simulation in models for estimating human carrying capacity. Tropical Ecology 25(1): 1-21.

Fearnside, P.M. 1984c. Simulation of meteorological parameters for estimating human carrying capacity in Brazil's Transamazon Highway colonization area. Tropical Ecology 25(1): 134-142.

Fearnside, P.M. 1984d. Previsão de produções de cacau na rodovia Transamazônica. Ciência e Cultura 36(7) suplemento: 6 (resumen).

Fearnside, P.M. 1984e. Land clearing behaviour in small farmer settlement schemes in the Brazilian Amazon and its relation to human carrying capacity. p. 255-271 In: A.C. Chadwick & S.L. Sutton (compiladores) Tropical Rain Forest: The Leeds Symposium. Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1984f. Brazil's Amazon settlement schemes: conflicting objectives and human carrying capacity. Habitat International 8(1): 45-61.

Fearnside, P.M. 1984g. Reserva de pesquisa ecológica para a floresta Amazônica criada em Ouro Preto do Oeste - Rondônia. Acta Amazonica 14(3-4): 527-528.

Fearnside, P.M. 1985a. Deforestation and decision-making in the development of Brazilian Amazonia. Interciencia 10(5): 243-247.

Fearnside, P.M. 1985b. Agriculture in Amazonia. p. 393-418 In: G.T. Prance & T.E. Lovejoy (compiladores) Key Environments: Amazonia. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1985c. Environmental change and deforestation in the Brazilian Amazon. p. 70-89 In: J. Hemming (compilador) Change in the Amazon Basin: Man's Impact on Forests and Rivers. Manchester University Press, Manchester, Inglaterra.

Fearnside, P.M. 1985d. Brazil's Amazon forest and the global carbon problem. Interciencia 10(4): 179-186.

Fearnside, P.M. 1985e. A stochastic model for estimating human carrying capacity in Brazil's Transamazon Highway colonization area. Human Ecology 13(3): 331-369.

Fearnside, P.M. 1986a. Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest. Columbia University Press, New York, EE.UU.

Fearnside, P.M. 1986b. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. Ambio 15(2): 72-79.

Fearnside, P.M. 1986c. Settlement in Rondônia and the token role of science and technology in Brazil's Amazonian development planning. Interciencia 11(5): 229-236.

Fearnside, P.M. 1986d. Os planos agrícolas: Desenvolvimento para quem e por quanto tempo? p. 362-418 In: J.M.G. de Almeida Jr. (compilador) Carajás: Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento. Editora Brasiliense, São Paulo.

Fearnside, P.M. 1986e. Brazil's Amazon forest and the global carbon problem: Reply to Lugo & Brown. Interciencia 11(2): 58-64.

Fearnside, P.M. 1986f. Predição da Qualidade da Queimada para Simulação do Agro-Ecossistema dos Colonos da Transamazônica para Estimativas de Capacidade de Suporte Humano. Ciência e Cultura 38(11): 1804-1811.

Fearnside, P.M. 1986g. Modelagem estocástica na estimativa da capacidade de suporte humano: Um instrumento para o planejamento de desenvolvimento na Amazônia. Ciência e Cultura 38(8): 1354-1365.

Fearnside, P.M. 1986h. Alternativas de desenvolvimento na Amazônia brasileira: Uma avaliação ecológica. Ciência e Cultura 38(1): 37-59.

Fearnside, P.M. 1987a. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. p. 37-53 In: R.F. Dickinson (compilador) Geophysiology of Amazonia: Vegetation and Climate Interactions. John Wiley & Sons, New York, EE.UU.

Fearnside, P.M. 1987b. Jari aos dezoito anos: Lições para os planos silviculturais em Carajás. p. 291-311 In: G. Kohlhepp & A. Schrader (compiladores) Homem e Natureza na Amazônia. Tübinger Geographische Studien 95 (Tübinger Beiträge zur Geographischen Lateinamerika-Forschung 3). Geographisches Institut, Universität Tübingen, Tübingen, República Federal de Alemanha.

Fearnside, P.M. 1987c. Summary of progress in quantifying the potential contribution of Amazonian deforestation to the global carbon problem. p. 75-82 In: D. Athié, T.E. Lovejoy & P. de M. Oyens (compiladores) Workshop on Biogeochemistry of Tropical Rain Forests: Problems for Research: Proceedings. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba, São Paulo.

Fearnside, P.M. 1987d. Rethinking continuous cultivation in Amazonia. BioScience 37(3): 209-214.

Fearnside, P.M. 1988. Jari at age 19: Lessons for Brazil's

silvicultural plans at Carajás. Interciencia 13(1): 12-24; 13(2): 95.

Fearnside, P.M. ****(s/d-a)****____. Pacote de Manejo de Dados para Estimativa de Capacidade de Suporte nos Trópicos Úmidos. (En preparaci6n).

Fearnside, P.M. ****(s/d-b)****. 1989____. Manejo florestal na Amaz6nia: Necessidade de novos crit6rios na avalia76o de op76es de desenvolvimento. Par6 Desenvolvimento 25: 49-59.

Fearnside, P.M. ****(s/d-c)****. 1989____. Um Modelo Estoc6stico para a Estimativa da Capacidade de Suporte Humano em parte da 6rea de Coloniza76o da Rodovia Transamaz6nica. Cadernos de Geoci6ncias 3: 7-36.

Fearnside, P.M. ****(s/d-d)****.1989____. Burn quality prediction for simulation of the agricultural system of Brazil's Transamazon Highway colonists. Turrialba 39(2): 229-235.

Fearnside, P.M., & Ferreira, G. de L. 1985. Rond6nia: a farsa das reservas. Ci6ncia Hoje 3(17): 90-92.

Fearnside, P.M., & Rankin, J.M. 1979. Avalia76o da Jari Florestal e Agropecu6ria, Ltda. como modelo para desenvolvimento na Amaz6nia. Acta Amazonica 9(3): 609-615.

Fearnside, P.M., & Rankin, J.M. 1980. Jari and development in the Brazilian Amazon. Interciencia 5(3): 146-156.

Fearnside, P.M., & Rankin, J.M. 1982. Jari e Caraj6s: O futuro incerto das grandes planta76es de silvicultura na Amaz6nia. Interciencia 7(6): 326-328.

Fearnside, P.M., & Rankin, J.M. 1984. O novo Jari: Riscos e Perspectivas de um desenvolvimento maci76o amaz6nico. Ci6ncia e Cultura 36(7): 1140-1156.

Fearnside, P.M., & Rankin, J.M. 1985. Jari revisited: changes and the outlook for sustainability in Amazonia's largest silvicultural estate. Interciencia 10(3): 121-129.

Fearnside, P.M., & Salati, E. 1985. Rond6nia: Sem florestas na pr6xima d6cada? Ci6ncia Hoje 4(19): 92-94.

Fife, D. 1971. Killing the goose. Environment 13(3): 20-27.

Fisher, R.A. 1958. The Genetical Theory of Natural Selection. Dover, New York, EE.UU.

Fittkau, E.J., & Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. Biotropica 5: 2-14.

- Flegg, A.T. 1979. The role of inequality of income in the determination of birth rates. Population Studies 33: 457-477.
- Fleming-Moran, M., & Moran, E.F. 1978. O surgimento de classes sociais numa comunidade planejada para ser igualitária. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Nova Série (Antropologia) No. 69.
- Flohn, H. 1974. Climatic variation and modification of climate: facts and problems. Applied Sciences and Development 8: 96-105.
- Fonsêca, R., Dias, A.C., Pinho, A., Pires, E., Miranda, E., Cabola, P., & Santana, C. 1969. Correlações dos teores de fósforo nos solos com respostas de microparcelas de milho na zona cacauzeira da Bahia. p. 487-497 In: L.C. Cruz (compilador) Memórias da Segunda Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 19-26 de novembro de 1967, Salvador e Itabuna, Bahia, Brasil. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacauzeira (CEPLAC), Itabuna, Bahia.
- Forrester, J.W. 1970. Principles of Systems. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.
- Forrester, J.W. 1971. World Dynamics. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.
- Found, W.C. 1971. A Theoretical Approach to Rural Land Use Patterns. Edward Arnold, London, Inglaterra.
- Fox, D.J., & Guire, K.E. 1976. Documentation for MIDAS. 3a. ed., September 1976. University of Michigan, Statistical Research Laboratory, Ann Arbor, Michigan, EE.UU.
- Fox, D.L., Kamens, R., & Jeffries, H.E. 1975. Stratospheric nitric oxide: Measurements during daytime and sunset. Science 188: 1111-1113.
- Frank, P.W. 1957. Coactions in laboratory populations of two species of Daphnia. Ecology 38: 510-519.
- Freeman, J.D. 1955. Iban Agriculture, a Report on the Shifting Cultivation of Hill Rice by the Iban of Sarawak. Vol. 18. Colonial Research Studies, London, Inglaterra.
- Freise, F.W. 1934. Beobachtungen u,"ber den Verbleib von Niederschlägen im Urwald und der Einfluss von Valdbestand auf den Wasserhaushalt der Umgebung. Forstwissenschaftliches Centralblatt 56: 231-245.
- Freise, F.W. 1939. Untersuchungen u,"ber die Folgen der Brandwirtschaft aus tropischen Boden. Tropenpflanzer 42: 1-22.
- *Frota Neto. 1978. Plano: vender a floresta Amazônica. A Folha de São Paulo, 3 de diciembre de 1978. Cad. 1, p. 1-2.

- Glassow, M.A. 1978. The concept of carrying capacity in the study of culture processes. p. 31-48 In: M.B. Schiffer (compilador) Advances in Archaeological Method and Theory. Vol. 1. Academic Press, New York, EE.UU.
- Gómez-Pompa, A., Vásquez-Yanes, C., & Gueriara, S. 1972. The tropical rain forest: a non-renewable resource. Science 177: 762-765.
- Gonçalves, J.R.C. 1970. Recentes pesquisas sôbre doenças da seringueira. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Fitotecnia 1(4): 1-52.
- Goodland, R.J.A. 1980a. Environmental ranking of Amazonian development projects. p. 1-20 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.
- Goodland, R.J.A. 1980b. Environmental ranking of Amazonian development projects in Brazil. Environmental Conservation 7: 9-26.
- Goodland, R.J.A., & Irwin, H.S. 1975a. Amazon Jungle: Green Hell to Red Desert? an Ecological Discussion of the Environmental Impact of the Highway Construction Program in the Amazon Basin. Elsevier, New York, EE.UU.
- Goodland, R.J.A., & Irwin, H.S. 1975b. A Selva Amazônica: do Inferno Verde ao Deserto Vermelho? Traducción de R.R. Jungueira; revisão técnica, prefacio e notas de M.G. Ferri. Editora Itatiaia/Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Goodland, R.J.A., & Irwin, H.S. 1977. Amazonian forest and cerrado: development and environmental conservation. p. 214-233 In: G.T. Prance & T.S. Elias (compiladores) Extinction is Forever. New York Botanical Garden, Bronx, New York, EE.UU.
- Goodland, R.J.A., Irwin, H.S., & Tillman, G. 1978. Ecological development for Amazonia. Ciência e Cultura 30: 275-289.
- Goreau, T.J. 1981. Biogeochemistry of Nitrous Oxide. Dissertação de Ph.D. em ciencias geológicas, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.
- Goreau, T.J., Kaplan, W.A., Wofsy, S.C., McElroy, M.B., Valois, F.W., & Watson, S.W. 1980. Production of NO₂ and N₂O by nitrifying bacteria at reduced concentrations of oxygen. Applied Environmental Microbiology 40: 526-532.
- Goulding, M. 1980. The Fishes and the Forest. University of California Press, Berkeley, California, EE.UU.

- Gourou, P. 1966. The Tropical World: Its Social and Economic Conditions and its Future Status. 4a. ed. Traducción de S.H. Beaver & E.D. Tabunde. Longman, New York, EE.UU.
- Gourou, P. 1971. Leçons de Géographie Tropicale. Leçons Données a le College de France de 1947 a 1970. Mouton, Paris, Francia.
- Grainger, A. 1980. The state of the world's tropical forests. The Ecologist 10(1): 6-15.
- Graner, E.A., Orsi, E.W.L., Toledo, F.F., Godong, O.P., Abrahão, J.J.M., & Costa, J.D. 1972. Plantas Alimentícias: Arroz, Feijão. Departamento de Agricultura e Horticultura, Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz," Piracicaba, São Paulo.
- Greenland, D.J., & Herrera, R. 1978. Patterns of use of tropical forest ecosystems 4: Shifting cultivation and other agricultural practices. In: F. Dicastri & A. Sasson (compiladores) State of Knowledge Report on Tropical and Subtropical Forest Ecosystems. UNESCO, Paris, Francia.
- Greenland, D.J., & Nye, P.H. 1959. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows. Journal of Soil Science 10: 284-299.
- Grobecker, A.J., Coroniti, S.C., & Cannon, R.H., Jr. 1974. The Effects of Stratospheric Pollution by Aircraft. Report of Findings. Executive Summary. National Technical Information Service, Springfield, Virginia, EE.UU.
- Gross, D.R. 1975. Protein capture and cultural development in the Amazon Basin. American Anthropologist 77: 526-549.
- Gross, D.R., & Underwood, B.A. 1971. Technological change and caloric costs: sisal agriculture in northeastern Brazil. American Anthropologist 73: 725-740.
- Guillemin, R. 1956. Evolution de l'agriculture autochtone dans les savannes de l'Oubangui. Agronomie Tropicale 11(1): 39-61; 11(2): 143-176; 11(3): 279-309.
- Guimarães, G. de A., Bastos, J.B., & Lopes, E. de C. 1970. Métodos de análise física, química e instrumental de solos. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Química de Solos 1(1): 1-108.
- Hairston, N.G., Allen, J.D., Colwell, R.K., Futuyma, D.J., Howell, J., Lubin, M.D., Mathias, J., & Vandermeer, J.H. 1969. The relationship between species diversity and stability: an experimental approach with protozoa and bacteria. Ecology 49: 1091-1101.
- Hammond, A.L. 1977a. Remote sensing (I): Landsat takes hold in South America. Science 196: 511-512.

- Hammond, A.L. 1977b. Remote sensing (II): Brazil explores its Amazon wilderness. Science 196: 513-515.
- Hanbury-Tenison, R. 1973. A Question of Survival for the Indians of Brazil. Angus & Robertson. London, Inglaterra.
- Hardesty, D.L. 1977. Ecological Anthropology. John Wiley & Sons, New York, EE.UU.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. Science 162: 1243-1248.
- Hardy, F. 1961. Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas (IICA). Turrialba, Costa Rica.
- Harris, D.R. 1971. The ecology of swidden cultivation in the upper Orinoco rainforest, Venezuela. Geographical Review 61: 475-495.
- Hayden, B. 1975. The carrying capacity dilemma: an alternative approach. p. 11-21 In: A.C. Swedlund (compilador) Population Studies in Archaeology and Biological Anthropology: A Symposium. Society for American Archaeology Memoir 30, Washington, D.C., EE.UU.
- Hecht, S.B. 1981. Deforestation in the Amazon basin: practice, theory and soil resource effects. Studies in Third World Societies 13: 61-108.
- Hecht, S.B. 1982. Agroforestry in the Amazon basin: practice, theory and limits of a promising land use. p. 331-371 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Hecht, S.B. 1983. Cattle ranching in the eastern Amazon: environmental and social implications. p. 155-188 In: E.F. Moran (compilador) The Dilemma of Amazonian Development. Westview Press. Boulder, Colorado, EE.UU.
- Herrera, R., Jordan, C.F., Klinge, H., & Medina, E. 1978. Amazon ecosystems: their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. Interciencia 3: 223-232.
- Hirano, C. 1974. Projeto Irirí: estado dos solos da área. (Relatório no publicado). Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Brasília.
- Homma, A.K.O. 1976. Programação das Atividades Agropecuárias, sob Condições de Risco, nos Lotes do Núcleo de Colonização de Altamira. Tesis de maestrado em economia agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

Homma, A.K.O., & Miranda Filho, L. 1979. Análise da Estrutura da produção de Pimenta-do-Reino no Estado do Pará--1977/78. Comunicado Técnico No. 20. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Belém, Pará.

Homma, A.K.O., Viégas, R.M.F., Graham, J., Lemos, J. de J.S., & dos Mendes Lopes, J.C. 1978. Identificação de Sistemas de Produção nos Lotes do Núcleo de Colonização de Altamira, Pará. Comunicado Técnico No. 4. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (EMBRAPA-CPATU), Belém, Pará.

Houghton, R.A., Hobbie, J.E., Melillo, J.M., Moore, B., Peterson, B.J., Shaver, G.R., & Woodwell, G.M. 1983. Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: a net release of CO₂ to the atmosphere. Ecological Monographs 53(3): 235-262.

Hubbell, S.P. 1973. Populations and simple food webs as energy filters. I. One-species systems. American Naturalist 107: 94-121.

Hunter, J.M. 1966. Ascertaining population carrying capacity under traditional agriculture in developing countries: note on a method employed in Ghana. Professional Geographer 18: 151-154.

Ianni, O. 1979. Colonização e Contra-Reforma Agrária na Amazônia. Editora Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro.

Idso, S.B. 1980a. The climatological significance of a doubling of earth's atmospheric carbon dioxide concentration. Science 207: 1462-1463.

Idso, S.B. 1980b. Carbon dioxide and climate. Science 210: 7-8.

Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, Programa Cooperativa para el Trópico Americano (IICA-TRÓPICOS). 1972. Bibliografía sobre Colonización en América Latina. IICA-TRÓPICOS, Turrialba, Costa Rica.

International Bank for Reconstruction and Development (IBRD). 1981. Brazil: Integrated Development of the Northwest Frontier. The World Bank (IBRD), Washington, D.C., EE.UU.

Irion, G. 1978. Soil infertility in the Amazonian rain forest. Naturwissenschaften 65: 515-519.

Jacobs, M. 1980. Significance of the tropical rain forest on 12 points. BioIndonesia 7: 75-94.

Janzen, D.H. 1970a. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. American Naturalist 104: 501-528.

Janzen, D.H. 1970b. The unexploited tropics. Ecological Society

of America Bulletin 51: 4-7.

Janzen, D.H. 1972a. Whither tropical ecology? p. 281-296 In: J.A. Behnke (compilador) Challenging Biological Problems. Oxford University Press, New York, EE.UU.

Janzen, D.H. 1972b. The uncertain future of the tropics. Natural History 81: 80-90.

Janzen, D.H. 1972c. Interfield and interplant spacing in tropical insect control. p. 1-6 In: Proceedings of the Annual Tall Timbers Conference on Ecological Animal Control by Habitat Management, February 24-25, 1972.

Janzen, D.H. 1973a. Tropical agroecosystems: habitats misunderstood by the temperate zones, mismanaged by the tropics. Science 182: 1212-1219.

Janzen, D.H. 1973b. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. Ecology 54: 687-708.

Janzen, D.H. 1974. The deflowering of Central America. Natural History 83: 48-53.

Janzen, D.H. 1976. Why bamboos wait so long to flower. Annual Review of Ecology and Systematics 7: 347-391.

Jones, G.W. 1979. Indonesia: the transmigration programme and development planning. p. 212-221 In: R.J. Pryor (compilador) Migration and Development in South-East Asia: A Demographic Perspective. Oxford University Press, Kuala Lumpur, Malasia.

Jordan, C.F., Todd, R.L., & Escalante, E. 1979. Nitrogen conservation in a tropical rainforest. Oecologia 39: 123-128.
Junqueira, C. s/d. [1983]. Cinta Larga. p. 55-58 In: D. Maybury-Lewis (compilador) In the Path of POLONOROESTE: Endangered Peoples of Western Brazil. Cultural Survival, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Katzman, M.T. 1976. Paradoxes of Amazonian development in a "resource-starved" world. Journal of Developing Areas 10(4): 445-460.

Kerr, R.A. 1982. CO₂-climate models defended. Science 217: 620.

Kerr, R.A. 1983. Carbon dioxide and a changing climate. Science 222: 491.

Kingsland, S. 1982. The refractory model: the logistic curve and the history of population ecology. Quarterly Review of Biology 57: 29-52.

Kleinpenning, J.M.G. 1975. The Integration and Colonization of

the Brazilian Portion of the Amazon Basin. Institute of Geography and Planning, Nijmegen, Holanda.

Kleinpenning, J.M.G. 1979. An Evaluation of the Brazilian Policy for the Integration of the Amazon Basin (1964-1975). Vakroep Sociale Geografie van de Ontwikkelingslanden, Geografisch en Planologisch Instituut Publikatie 9, Nijmegen, Holanda.

Kohlhepp, G. 1980. Analysis of state and private regional development projects in the Brazilian Amazon basin. Applied Geography and Development 16: 53-79.

Koster, H.W., Khan, E.J.A., & Bosshart, R.P. 1977. Programa e Resultados Preliminares dos Estudos de Pastagens na Região de Paragominas, Pará, e nordeste de Mato Grosso junho 1975-dezembro 1976. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Convênio SUDAM/Instituto de Pesquisas IRI, Belém, Pará.

Krebs, C.J. 1972. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row, New York, EE.UU.

Lanly, J.P., & Gillis, M. 1980. Provisional Results of the FAO/UNEP Tropical Forest Resources Assessment Project, Tropical America. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Italia.

Lathrap, D.W. 1968. The "hunting" economies of the tropical forest zone of South America. p. 23-29 In: R.B. Lee & I. DeVore (compiladores) Man the Hunter. Aldine, Hawthorne, New York, EE.UU.

Leopoldo, P.R., Franken, W., & Salati, E. 1982. Balanço hídrico de pequena bacia hidrográfica em floresta amazônica de terra firme. Acta Amazonica 12(2): 333-337.

Leovy, C.B. 1980. Carbon dioxide and climate. Science 210: 7.
Levins, R. 1969. The effect of random variations of different types on population growth. Proceedings of the National Academy of Sciences 62: 1061-1065.

Lewontin, R.C. 1970. The units of selection. Annual Review of Ecology and Systematics 1: 1-18.

Lian, M.S., & Cess, R.D. 1977. Energy balance climate models: a reappraisal of ice-albedo feedback. Journal of the Atmospheric Sciences 34: 1058-1062.

Lima, A. da S. 1973. La Mise en Valeur des Terres Nouvelles. le Cas de l'Amazonie Brésilienne. Thèse de 3e. cycle. Paris: Université de Paris I, Panthéon, Sorbonne, Paris. Ministère de l'Education Nationale, École Pratique des Hautes Études VI Section--Sciences Economiques et Sociales, Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement, Travaux et

Études No. 1, Paris, Francia.

List, R.J. 1958. Smithsonian Meteorological Tables. Smithsonian Institution, Washington, D.C., EE.UU.

Lloyd, W.F. 1967. (1833). Freios à população. p. 31-35 In: G. Hardin (compilador) População, Evolução e Contrôles de Natalidade. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lovejoy, T.E. 1973. The Transamazonica: Highway to extinction? Frontiers 1973 (Spring): 25-30.

Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Rankin, J.M., & Schubart, H.O.R. 1983. Ecological dynamics of tropical forest fragments. p. 377-384 In: S.L. Sutton, T.C. Whitmore & A.C. Chadwick (compiladores) Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Inglaterra.

Mahar, D.J. 1979. Frontier Development Policy in Brazil: A Study of Amazonia. Praeger, New York, EE.UU.

Malingreau, J. P. 1986. Desmatamento em Rondônia: Detecção através de AVHRR. Seminário apresentado a la Secretaria de Agricultura, Porto Velho, Rondônia, 26 agosto 1986.

Malthus, T.R. 1965 (1798). An essay on the principle of population as it affects the future improvement of society. p. 62-63 In: E.J. Kormondy (compilador) Readings in Ecology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, EE.UU.

Malthus, T.R. 1960 (1830). A summary view of the principle of population. p. 13-59 In: T.R. Malthus, J. Huxley & F. Osborn Three Essays on Population. Mentor, New York, EE.UU.

Manabe, S., & Stouffer, R.J. 1979. A CO₂-climate sensitivity study with a mathematical model of global climate. Nature 282: 491-493.

Manabe, S., & Wetherald, R.T. 1967. Thermal equilibrium of the atmosphere with a given distribution of relative humidity. Journal of the Atmospheric Sciences 24: 241-259.

Manabe, S., & Wetherald, R.T. 1975. The effects of doubling the CO₂ concentration on the climate of a general circulation model. Journal of the Atmospheric Sciences 32: 3-15.

Mankin, J.B., O'Neill, R.V., Shugart, H.H., & Rust, B.W. 1977. The importance of validation in ecosystem analysis. p. 63-71 In: G.S. Innis (compilador) New Directions in the Analysis of Ecological Systems, Part 1. Simulation Councils Proceedings Series, Vol. 5. Society for Computer Simulation, La Jolla, California, EE.UU.

Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory.

University of Chicago Press, Chicago, Illinois, EE.UU.

Marques, J., dos Santos, J.M., Villa Nova, N.A., & Salati, E. 1977. Precipitable water and water vapor flux between Belém and Manaus. Acta Amazonica 7(3): 355-362.

Marshall, E. 1981. By flood, if not by fire, CEQ says. Science 211: 463.

Martine, G. 1979. Colonization in Rondônia and the reproduction of conditions prevailing in older areas. Trabajo apresentado al Informal Workshop on Migration Policies, Geneva, Diciembre 1979. UNDP/Human Resources Planning Project BRA/70/55, Geneva, Suiza.

Martine, G. 1980. Recent colonization experiences in Brazil: expectations versus reality. p. 80-94 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Martins, J. de S. 1980. Fighting for land: Indians and posseiros in Legal Amazonia. p. 95-105 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Mata, M. da, de Carvalho, E.W.R., & Silva, M.T.I.I. de C. 1973. Migrações Internas no Brasil, Aspectos Econômicos e Demográficos. Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA)/Instituto de Pesquisas (INPES) Relatório de Pesquisa No. 19. IPEA/INPES, Rio de Janeiro.

Maugh, T.H. III. 1982. New link between ozone and cancer. Science 216: 396-397.

May, R.M. 1973. Stability and Complexity in Model Ecosystems. Monographs in Population Biology No. 4. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, EE.UU.

McArthur, M. 1977. Nutritional research in Melanesia: a second look at the Tsembaga. p. 91-128 In: T.P. Bayliss-Smith & R.G. Feachem (compiladores) Subsistence and Survival: Rural Ecology in the Pacific. Academic Press, New York, EE.UU.

McCabe, J.L., & Rosenzweig, M.R. 1976. Female employment creation and family size. p. 322-355 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: The Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EE.UU.

McElroy, M.B., Elkins, J.W., Wofsy, S.C., & Yung, Y.L. 1976. Sources and sinks for atmospheric N₂O. Review of Geophysics and Space Research 14: 143.

McGregor, D.F.M. 1980. An investigation of soil erosion in the Colombian rainforest zone. Catena 7(4): 265-273.

**McKenzie 1974 [cited in table 1-3 on Curuá-Una reserve area].

McIntyre, L. 1980. Jari: A massive technology transplant takes root in the Amazon jungle. National Geographic 157(May): 693-711.

Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., & Behrens, W.W., III. 1972. The Limits to Growth. New American Library, New York, EE.UU.

Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., & Behrens, W.W., III. 1973. A response to Sussex. p. 217-240 In: H.S.D. Cole, C. Freeman, M. Jahoda & K.L.R. Pavitt (compiladores) Models of Doom: a Critique of the Limits to Growth. Universe Books, New York, EE.UU.

Meadows, D.L., Behrens, W.W., III, Meadows, D.H., Naile, R.F., Randers, J., & Zahn, E.K.O. 1973. The Dynamics of Growth in a Finite World. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Meggers, B.J. 1971. Amazonia: Man and Culture in a Counterfeit Paradise. Aldine-Atherton, Chicago, EE.UU.

Mercer, J.H. 1978. West Antarctic ice sheet and CO₂ greenhouse effect: a threat of disaster. Nature 271: 321-325.

Mesarovic, M., & Pestel, E. 1974a. Mankind at the Turning Point: The Second Report to the Club of Rome. Dutton and Reader's Digest Press, New York, EE.UU.

Mesarovic, M., & Pestel, E. (compiladores). 1974b. Multilevel Computer Model of World Development System. April 29-May 3, 1974, Summary of the Proceedings. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria.

Mesarovic, M., Richardson, J.M., Jr., & Warshaw, M. 1974. The integrated food policy analysis model: structural description and sensitivity analysis. p. B525-B626 In: Proceedings of the Seminar on the Regionalized Multilevel World Model at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, April 29-May 3, 1974. IIASA, Laxenburg, Austria.

Mesquita, M.G.G.C., & Egler, E.G. 1979. Povoamento. p. 56-79 In: O. Valverde (compilador) A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico, Rondônia e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

- Modesto, R.G. 1981. A Contribuição do INCRA do Processo de Ocupação do Território de Rondônia. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Coordenaria Especial do Território de Rondônia (INCRA-CETR), Porto Velho, Rondônia.
- Molion, L.C.B. 1975. A Climatonic Study of the Energy and Moisture Fluxes of the Amazonas Basin with Considerations of Deforestation Effects. Dissertación de Ph.D. em climatologia, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, EE.UU.
- Morais, F., Gontijo, R., & de Oliveira Campos, R. 1970. Transamazônica. Editora Brasiliense, São Paulo.
- Morais, V.H.F. 1974a. A ecologia em relação com a definição de sistemas de produção agrícola para a Amazônia. p. 1.1-1.15 In: Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.
- Morais, V.H.F. 1974b. Fatores condicionantes e perspectivas atuais de desenvolvimento de cultivos perenes na Amazônia brasileira. p. 7.1-7.37 In: Reunião do Grupo Interdisciplinar de Trabalho sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.
- Morais, V.H.F. 1979. Cultura da seringueira na Amazônia. Trabajo apresentado al Simpósio sobre Amazônia e seu Uso Agrícola, 31a. Reunião da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 11-19 de julio de 1979. Fortaleza, Ceará. (Resumen) (Mimeografado).
- Moran, E.F. 1974. The adaptive system of the Amazonian caboclo. p. 136-159 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.
- Moran, E.F. 1975. Pioneer Farmers of the Transamazon Highway: Adaptation and Agricultural Production in the Lowland Tropics. Dissertación de Ph.D. em antropologia, University of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.
- Moran, E.F. 1976. Agricultural Development in the Transamazon Highway. Latin American Studies Working Papers. Indiana University, Bloomington, Indiana, EE.UU.
- Moran, E.F. 1979a. The Trans-Amazonica: coping with a new environment. p. 133-159 In: M.L. Margolis & W.E. Carter (compiladores) Brazil: Anthropological Perspectives; Essays in Honor of Charles Wagley. Columbia University Press, New York, EE.UU.
- Moran, E.F. 1979b. Criteria for choosing successful homesteaders in Brazil. Research in Economic Anthropology 2:

339-359.

Moran, E.F. 1981. Developing the Amazon. Indiana University Press, Bloomington, Indiana, EE.UU.

Moran, E.F., & Fleming-Moran, M. 1974. Confronto de adaptação em projetos de colonização. p. 18-25 In: Documentos Oriundos de Seminários Técnicos de Apoio. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), Belém, Pará.

Muchovej, J.J., de Albuquerque, F.C., & Ribeiro, G.T. 1978. Gmelina arborea--new host of Ceratocystis fimbriata. Plant Disease Reporter 62: 717-719.

Mueller, C.C. 1980. Recent frontier expansion in Brazil: the case of Rondônia. p. 141-145 In: F. Barbira-Scazzacchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Muller, A.A. 1979. O dendê na Amazônia. Trabajo apresentado al Simpósio sobre Amazônia e seu Uso Agrícola, 31a. Reunión da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 11-19 julio 1979, Fortaleza, Ceará. (Resumen) (Mimeografado).

Myers, N. 1976. An expanded approach to the problem of disappearing species. Science 193: 198-202.

Myers, N. 1979. The Sinking Ark: A New Look at the Problem of Disappearing Species. Pergamon, New York, EE.UU.

Myers, N. 1980a. Conversion of Tropical Moist Forests. National Academy of Sciences Press, Washington, D.C., EE.UU.

Myers, N. 1980b. The present status and future prospects of tropical moist forests. Environmental Conservation 7(2): 101-114.

Myers, N. 1984. The Primary Source: Tropical Forests and our Future. W.W. Norton, New York, EE.UU.

**Naciones Unidas, Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/United Nations Environmental Programme (UNEP)/United Nations Food and Agricultural Organization (FAO). 1978. Tropical Forest Ecosystems: A State of Knowledge Report. UNESCO, Paris, Francia.

Naciones Unidas, Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/United Nations Fund for Population Activities (UNFPA). 1977. Population, Resources and Development in the Eastern Islands of Fiji: Information for Decision-Making. General Report No. 1 of UNESCO/UNFPA Population and Environment Project in the Eastern Islands of Fiji. Man and the Biosphere (MAB) Programme, Project 7: Ecology and Rational Use of Island

Ecosystems. UNESCO, Paris, Francia.

Naciones Unidas, Environmental Programme (UNEP). 1980. Overview Document, Experts Meeting on Tropical Forests, Nairobi, 25 February -1 March 1980. UNEP/WG.34/4, Nairobi, Kenya.

Naciones Unidas, Food and Agriculture Organization (FAO). 1959. Shifting cultivation--FAO's position and course of action. p. 71 In: Proceedings of the Ninth Pacific Science Congress (Bangkok, 1957). Vol. 7. Bangkok, Tailandia.

Naciones Unidas, World Health Organization (UN-WHO). 1973. Energy and Protein Requirements. World Health Organization Technical Report Series No. 552. UN-WHO, Geneva, Suiza.

Nascimento, C.N.B. do, & de Moura Carvalho, M.O.D. 1973. Informações de aspectos pecuários do trópico úmido brasileiro. p. III-B-1 -- III-B-57 In: Reunión Técnica de Programación sobre Desarrollo Ganadero de Trópico Húmedo Americano, Guayaquil, Ecuador, Diciembre 10-14, 1973. Informe de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 30. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas (IICA-TRÓPICOS), Belém, Pará.

National Research Council, Committee on Research Priorities in Tropical Biology (CRPTB). 1980. Research Priorities in Tropical Biology. National Academy of Sciences Press, Washington, D.C., EE.UU.

Nelson, M. 1973. The Development of Tropical Lands: Policy Issues in Latin America. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EE.UU.

Neves, A.M., & Lopes, A.M.T. 1979. Os projetos de colonização. p. 80-120 In: O. Valverde (compilador) A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico, Rondônia e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.

Newell, R.E., & Dopplick, T.G. 1979. Questions concerning the possible influence of anthropogenic CO₂ on atmospheric temperature. Journal of Applied Meteorology 18: 822-825.

Newland, K. 1977. Women and population growth: choice beyond childbearing. Worldwatch Paper No. 16. Worldwatch Institute, Washington, D.C., EE.UU.

**Nicholaidis, J.J., III, Bandy, D.A., Sánchez, P.A., Villachica, J.H., Coutu, A.J., & Valverde S., C. 1984. Continuous cropping potential in the Upper Amazon Basin. p. 337-365 In: M. Schmink & C.H. Wood (compiladores) Frontier Expansion in Amazonia. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Nietschmann, B.Q. 1971. The study of indigenous food production

systems: mere subsistence or merrily subsisting? Revista Geografica 74: 83-99.

Nietschmann, B.Q. 1972. Hunting and fishing focus among the Miskito Indians, Eastern Nicaragua. Human Ecology 1(1): 41-67.

Nietschmann, B.Q. 1974. Between Land and Water. Seminar Press, New York, EE.UU.

Nogueira-Neto, P., & Carvalho, J.C. de M. 1979. A programme of ecological stations for Brazil. Environmental Conservation 6(6): 95-104.

North Carolina State University, Soil Science Department. 1974. Agronomic-Economic Research on Tropical Soils. Annual Report for 1974. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, EE.UU.

**A Notícia (Manaus) 22 de julio de 1983. "Amazonas ganha nova reserva ecológica". Cad. 1, p. 3.

Nye, P.H., & Greenland, D.J. 1960. The Soil under Shifting Cultivation. Technical Communication No. 51. Commonwealth Agricultural Bureaux of Soils, Harpenden, Inglaterra.

Nye, P.H., & Greenland, D.J. 1964. Changes in the soil after clearing tropical forest. Plant and Soil 21: 101-112.

Ochmen, K.H., & Paul, W. 1974. Population models. Vols. 1 & 2. In: Proceedings of the Seminar on the Regionalized Multilevel World Model at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, April 29 - May 3, 1974. IIASA, Laxenburg, Austria.

Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3a. ed. W.B. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, EE.UU.

Odum, H.T. 1971. Environment, Power and Society. Wiley-Interscience, New York, EE.UU.

Odum, H.T. 1983. Systems Ecology: An Introduction. John Wiley & Sons, New York, EE.UU.

Oldfield, M.L. 1981. Tropical deforestation and genetic resources conservation. Studies in Third World Societies 14: 277-345.

Oliveira, A.E. de, Cortez, R., Velthem, L.H., Brabo, M.J., Alves, I., Furtado, L., da Silveira, I.M., & Rodrigues, I. 1979. Antropologia social e a política florestal para a Amazônia. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 191-195.

Pádua, M.T.J. 1976. Documento do Brasil. p. III-A-1 -- III-A-54. In: Reunião Internacional sobre administração de unidades de conservação na região amazônica, Santarém, Pará, Brasil, Novembro 8-14 de 1976. Instituto Interamericano do Ciências Agrícolas (IICA-TRÓPICOS)/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones No. 107. IICA-TRÓPICOS, Belém, Pará.

Pádua, M.T.J. s/d. [ca. 1979]. Parques Nacionais e reservas equivalentes. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Brasília.

Pádua, M.T.J., Magnanini, A., & Mittermeier, R.A. 1974. Brazil's national parks. Oryx 7: 452-464.

Pádua, M.T.J., & Quintão, A.T.B. 1982. Parks and biological reserves in the Brazilian Amazon. Ambio 11(5): 309-314.

Páez, G., & Dutra, S. 1974. Algumas considerações sobre o delineamento de sistemas de produção. p. 4.2-4.22 In: Reunião sobre Diretrizes de Pesquisa Agrícola para a Amazônia (Trópico Úmido), Brasília, Maio 6-10, 1974. Vol. 1. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasília.

Palmer, E.R. 1973. Gmelina arborea as a potential source of hardwood pulp. Tropical Science 15: 243-260.

Pandolfo, C. 1978. A Floresta Amazônica Brasileira--Enfoque Econômico-Ecológico. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), Belém, Pará.

Pandolfo, C. 1979. Florestas de rendimento. Trabajo apresentado al Simpósio sobre Amazônia e seu Uso Agrícola, 31a. Reunión da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 11-18 de julio de 1979, Fortaleza, Ceará. (Resumen) (Mimeografado).

Patten, B.C. 1971. A primer for ecological modeling and simulation with analog and digital computers. p. 3-121 In: B.C. Patten (compilador) Systems Analysis and Simulation in Ecology. Vol. 1. Academic Press, New York, EE.UU.

Pearl, R., & Reed, L.J. 1920. On the rate of growth of the population of the United States since 1790 and its mathematical representation. Proceedings of the National Academy of Sciences 6: 275-288.

Pearl, R., Reed, L.J., & Kish, K.F. 1940. The logistic curve and the census count of 1940. Science 92: 486-488.

Pendleton, R.L. 1956. The place of tropical soils in feeding the world. p. 441-458 In: Smithsonian Report for 1955. Smithsonian Institution, Washington, D.C., EE.UU.

Penteado, A.R. 1967. Problemas de Colonização e de Uso da Terra na Região Bragantina do Estado do Pará. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.

Pereira, F.B., & Rodrigues, J. de S. 1971. Possibilidades Agro-Climáticas do Município de Altamira (Pará). Boletim No. 1. Departamento de Assuntos Universitários, Escola de Agronomia da Amazônia, Belém, Pará.

Peru, Instituto Veterinario de Investigación del Trópico y Altura (IVITA). 1976. Instituto Veterinario de Investigación del Trópico y Altura, Presentación al Sr. Ministro de Alimentación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru.

Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of the concepts. American Naturalist 100: 33-56.

Pianka, E.R. 1974. Evolutionary Ecology. Harper & Row, New York, EE.UU.

Pielou, E.C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley-Interscience, New York, EE.UU.

Pimentel, D., Hurd, L.E., Bellotti, A.C., Forster, M.J., Oka, I.N., Scholes, O.D., & Whitman, R.J. 1973. Food production and the energy crisis. Science 182: 443.

Pinheiro, F.P., Bensabath, G., Andrade, A.H.P., Lins, Z.C., Fraika, H., Tang, A.T., Lainson, R., Shaw, J.J., & Azevedo, M.C. 1974a. Infectious diseases along Brazil's Trans-Amazon Highway: Surveillance and research. Pan American Health Organization Bulletin 8(2): 111-122.

Pinheiro, F.P., Bensabath, G., Costa, D., Jr., Maroja, O.M., Lins, Z.C., & Andrade, A.H.P. 1974b. Haemorrhagic syndrome of Altamira. The Lancet 1(7859): 639-642.

Pinho Filho, E. 1979. Amazônia Entre Contrastes. Mitograph Editora, Belém, Pará.

Pires, J.M. 1973. Tipos de Vegetação da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Publicação Avulsa 20: 179-202.

Pires, J.M. 1978. The forest ecosystems of the Brazilian Amazon: description, functioning and research needs. p. 607-627 In: Tropical Forest Ecosystems: A State of Knowledge Report. United Nations Educational Scientific and Cultural Programme/United Nations Environmental Programme/United Nations Food and Agriculture Organization (UNESCO/UNEP/FAO). UNESCO, Paris, Francia.

Pires, J.M., & Prance, G.T. 1977. The Amazon forest: a natural heritage to be preserved. p. 158-194 In: G.T. Prance & E.S.

Elias (compiladores) Extinction is Forever. New York Botanical Garden, Bronx, New York, EE.UU.

Pool, D.J. 1972. Insect Leaf Damage as Related to the Intensity of Management in Tropical Wet Forest Succession. Tesis de maestrado en agronomia, University of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Poore, D. 1976. The values of tropical moist forest ecosystems. Unasylva 28: 128-145.

Popenoe, H. 1960. Effects of Shifting Cultivation on Natural Soil Constituents in Central America. Dissertación de Ph.D. em agronomia, University of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Posey, J.W., & Clapp, P.F. 1964. Global distribution of normal surface albedo. Geophysics International 4: 53-58.

Potter, G.L., Ellsaesser, H.W., McCracken, M.C., & Kuther, F.M. 1975. Possible climatic impact of tropical deforestation. Nature 258: 697-698.

Prance, G.T. 1975. Flora and Vegetation. p. 101-111 In: R.J.A. Goodland & H.S. Irwin (compiladores) Amazon Jungle: Green Hell to Red Desert? an Ecological Discussion of the Environmental Impact of the Highway Construction Program in the Amazon Basin. Elsevier, New York, EE.UU.

Prance, G.T., Rodrigues, W.A., & da Silva, M.F. 1976. Inventário florestal de uma hectare de mata de terra firme km 30 Estrada Manaus-Itacoatiara. Acta Amazonica 6: 9-35.

A Província do Pará (Belém). 4 de diciembre de 1974. "Floresta Nacional do Tapajós ameaçada de ficar no papel".

Ramanathan, V. 1981. The role of ocean-atmosphere interaction in the CO₂ climate problem. Journal of the Atmospheric Sciences 38: 918-930.

Ramos, A.R. 1980. Development, integration and the ethnic integrity of Brazilian Indians. p. 222-229 In: F. Barbira-Scazzocchio (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

Randers, J., & Meadows, D.H. 1972. The carrying capacity of the globe. Sloan Management Review 15(2): 11-27.

Rankin, J.M. 1979. Manejo florestal ecológico. Acta Amazonica 9(4) suplemento: 115-122.

Rappaport, R.A. 1968. Pigs for the Ancestors: Ritual in the Ecology of a New Guinea People. Yale University Press, New

Haven, Connecticut, EE.UU.

Rappaport, R.A. 1971. The flow of energy in an agricultural society. Scientific American 224: 116-132.

Rebello, D.C. 1973. Transamazônica: Integração em Marcha. Ministério de Transportes, Centro de Documentação e Publicações, Rio de Janeiro.

Reed, L.J. 1936. Population growth and forecasts. Annals of the American Academy of Political and Social Science Nov. 1936.

Reis, A.C.F. 1972. A Amazônia e a Cobiça Internacional. 4a. ed. Companhia Editora Americana, Rio de Janeiro.

Reis, M.S. 1978. Uma definição técnico-política para o aproveitamento racional dos recursos florestais da Amazônia brasileira. Conferencia proferida durante el 3o. Congresso Florestal Brasileiro, Manaus, Amazonas, 04-07 diciembre 1978. Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF)/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Brasília.

Revelle, R. 1982. Carbon dioxide and world climate. Scientific American 247(2): 33-41.

**Ribeiro, G.T., & Woessner, R.A. 1978. Teste da eficiência com seis (6) saúvicidas no controle de saúvas Atta spp. na Jari. In: Procedimentos do V Congresso Brasileiro de Entomologia, Seção de Controle Químico, Ilheus & Itabuna, julho de 1978. CEPLAC, Itabuna, Bahia.

Richards, P.W. 1964. The Tropical Rain Forest. 2a. ed. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

Ridker, R.G. 1976. Perspectives on population policy and research. p. 1-35 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: The Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EE.UU.

Roff, D.A. 1974. Spatial heterogeneity and the persistence of populations. Oecologia 15: 245-258.

Rosenn, K.S. 1971. The jeito: Brazil's institutional bypass of the formal legal system and its development implications. American Journal of Comparative Law 19: 514-549.

**Ross, M.S.? 1980. The role of land clearing in Indonesia's transmigration program. Bulletin of Indonesian Economic Studies 16(1): 75-85.

Rudel, T.K. 1983. Roads, speculators, and colonization in the Ecuadorian Amazon. Human Ecology 11(4): 385-403.

Ruderman, M.A., Foley, H.M., & Chamberlain, J.W. 1976. Eleven-

year variation in polar ozone and stratospheric-ion chemistry. Science 192: 555-557.

Russell, E.W. 1973. Soil Conditions and Plant Growth. 10a. ed. Longman, London, Inglaterra.

Ruthenberg, H. 1971. Farming Systems in the Tropics. Clarendon Press, Oxford, Inglaterra.

Rylands, A.B., & Mittermeier, R.A. 1982. Conservation of primates in Brazilian Amazonia. International Zoo Yearbook 22: 17-37.

Sagan, C., Toon, O.B., & Pollack, J.B. 1979. Anthropogenic albedo changes and the earth's climate. Science 206: 1363-1368.

Sahlins, M.D. 1972. Stone Age Economics. Aldine-Atherton, Chicago, Illinois, EE.UU.

Salati, E., Marques, J., & Molion, L.C.B. 1978. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. Interiencia 3: 200-206.

Sánchez, P.A. 1973. Soil management under shifting cultivation. p. 62-92 In: P.A. Sánchez (compilador) A Review of Soils Research in Tropical Latin America. North Carolina State University, Soil Science Department, Raleigh, North Carolina, EE.UU.

Sánchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soils in the Tropics. Wiley-Interscience, New York, EE.UU.

Sánchez, P.A. 1977. Advances in the management of OXISOLS and ULTISOLS in tropical South America. p. 535-566 In: Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture, Tokyo, Japan. Society of the Science of Soil and Manure, Tokyo, Japón.

Sánchez, P.A., Bandy, D.E., Villachica, J.H., & Nicholaides, J.J., III. 1982. Amazon basin soils: Management for continuous crop production. Science 216: 821-827.

Sánchez, P.A., & Buol, S.W. 1975. Soils of the tropics and the world food crisis. Science 188: 598-603.

Sanders, T.G. 1971. Brazilian interior migration. American Field Staff Reports, East Coast South America Series 15(2): 1-10.

Sanders, T.G. 1973. Colonization on the Transamazonian Highway. American Field Staff Reports, East Coast South America Series 17(3): 1-9.

Santos, A.P. dos, de Moraes Novo, E.M.L., & Duarte, V. 1979. Relatório Final do Projeto INPE/SUDAM. Relatório No. INPE-1610-

RPE/085. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo.

Santos, A.P. dos, de Moraes Novo, E.M.L., & Duarte, V. 1980. Exemplo de Aplicação de Dados do Sistema LANDSAT, no Estudo das Relações entre Compartimentação Topográfica e Qualidade de Pastagens no Município de Paragominas (PA). Relatório No. INPE-1756-RPE/145. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo.

Saunders, J. 1974. The population of the Brazilian Amazon today. p. 160-180 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Schacht, R.M. 1980. Two models of population growth. American Anthropologist 82(4): 782-798.

Schmink, M. 1982. Land conflicts in Amazonia. American Ethnologist 9(2): 341-357.

Schmithüsen, F. 1978. Contratos de Utilização Florestal com Referência Especial a Amazônia Brasileira. PNUD/FAO/IBDF/BRA/76/027 Série Técnica No. 12. Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PRODEPEF), Brasília.

***Schneider, S.H., Kellogg, W.W., & Ramanathan, V. 1980. Carbon dioxide and climate. Science 210: 6-7.

Schubart, H.O.R., Junk, W.J., & Petrere Jr., M. 1976. Sumário de ecologia Amazônica. Ciência e Cultura 28(5): 507-509.

Schware, R., & Kellogg, W.W. 1982. De como pudieran influir los cambios de clima sobre la producción de alimentos. Ceres 15(2): 40-42.

Scott, G.A.J. 1975. Soil profile changes resulting from the conversion of forest to grassland in the Montaña of Peru. Great Plains-Rocky Mountain Geographical Journal 4: 124-130.

Scott, G.A.J. 1978. Grassland Development in the Gran Pajonal of Eastern Peru: a Study of Soil-Vegetation Nutrient Systems. Hawaii Monographs in Geography, No. 1. University of Hawaii at Manoa, Department of Geography, Honolulu, Hawaii, EE.UU.

Seiler, W., & Crutzen, P.J. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. Climatic Change 2: 207-247.

**Serete S.A. Engenharia & Brasil, Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). 1972. p. 11-23 In: Estudos Setoriais e Levantamento de Dados da Amazônia. Vol. II-3 (Setores Econômicos e Elementos da Política Setorial: Pecuária Bovina). SUDAM, Belém, Pará.

Serrão, E.A.S. 1979. Produtividade das pastagens cultivadas na

região Amazônica. Trabajo apresentado al Simpósio sobre Amazônia e o seu uso Agrícola, 31a. Reunión Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 16-17 de julio de 1979. Fortaleza, Ceará. (Resumen) (Mimeografado).

Serrão, E.A.S., Cruz, E. de S., Simão Neto, M., de Sousa, G.F., Bastos, J.B., & Guimarães, M.C. de F. 1971. Resposta de três gramíneas forrageiras (Brachiaria decumbens Stapf., Brachiaria ruziziensis Germain et Everard e Pennisetum purpureum Schum.) a elementos fertilizantes em latossolo amarelo textura média. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), Série: Fertilidade do Solo 1(2): 1-38.

Serrão, E.A.S., & Falesi, I.C. 1977. Pastagens do Trópico Úmido Brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (EMBRAPA-CPATU), Belém, Pará.

Serrão, E.A.S., Falesi, I.C., da Viegas, J.B., & Teixeira Neto, J.F. 1978. Produtividade de Pastagens Cultivadas em Solos de Baixa Fertilidade das Áreas de Floresta do Trópico Úmido Brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (EMBRAPA-CPATU), Belém, Pará.

Serrão, E.A.S., Falesi, I.C., da Viegas, J.B., & Teixeira Neto, J.F. 1979. Productivity of cultivated pastures on low fertility soils in the Amazon of Brazil. p. 195-225 In: P.A. Sánchez & L.E. Tergas (compiladores) Pasture Production in Acid Soils of the Tropics: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 17-21 April 1978. Series 03 EG-05. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

Shantzis, S.B., & Behrens, W.W., III. 1973. Population control mechanisms in a primitive agricultural society. p. 257-288 In: D.L. Meadows & D.H. Meadows (compiladores) Toward Global Equilibrium, Collected Papers. Wright-Allen Press, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Simão Neto, M., Serrão, E.A.S., Gonçalves, C.A., & Pimentel, D.M. 1973. Comportamento de Gramíneas Forrageiras na Região de Belém. Comunicado Técnico No. 44, Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Norte (IPEAN), Belém, Pará.

Simon, J.L. 1976. Income, wealth, and their distribution as policy tools in fertility control. p. 36-76 In: R.G. Ridker (compilador) Population and Development: The Search for Selective Interventions. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, EE.UU.

*Simpson, G.J. 1975. A Report on the Karimui Resettlement Scheme: Problems and Prospects. Office of Environment and Conservation, Port Moresby, Papúa-Neuva Guinea.

Sioli, H. 1973. Recent human activities in the Brazilian Amazon Region and their ecological effects. p. 321-334 In: B.J. Meggers, E.S. Ayensu & W.D. Duckworth (compiladores) Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., EE.UU.

Sioli, H. 1980. Foreseeable consequences of actual development schemes and alternative ideas. p. 252-268 In: F. Barbira-Scazzocchio, (compiladora) Land, People and Planning in Contemporary Amazonia. Occasional Paper No. 3. Cambridge University, Centre of Latin-American Studies, Cambridge, Inglaterra.

**Skillings, R.F., & Tcheyan, N.O. 1979. Economic development prospects of the Amazon Region of Brazil. Occasional Paper No. 9. Center of Brazilian Studies, School of Advanced International Studies, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, EE.UU.

Smith, N.J.H. 1976a. Brazil's Transamazon Highway settlement scheme: agrovilas, agropoli, and ruropoli. Association of American Geographers Proceedings 8: 129-132.

Smith, N.J.H. 1976b. Transamazon Highway: A Cultural-Ecological Analysis of Colonization in the Humid Tropics. Dissertación de Ph.D. em geografia, University of California, Berkeley, California, EE.UU.

Smith, N.J.H. 1978. Agricultural productivity along Brazil's Transamazon Highway. Agro-Ecosystems 4: 415-432.

Smith, N.J.H. 1981. Colonization lessons from a rainforest. Science 214: 755-761.

Smith, N.J.H. 1982. Rainforest Corridors: The Transamazon Colonization Scheme. University of California Press, Berkeley, California, EE.UU.

Snedecor, G.W., & Cochran, W.G. 1967. Statistical Methods. 6a. ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, EE.UU.

Sombroek, W.G. 1966. Amazon Soils: A Reconnaissance of the Soils of the Brazilian Amazon Region. Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, Holanda.

Sommer, A. 1976. Attempt at an assessment of the world's tropical moist forests. Unasylva 28(112-113): 5-24.

Stark, N. 1970. Direct nutrient cycling in the Amazon Basin. p. 172-177 In: J.M. Idrobo (compilador) II Simpósio de Biología Tropical Amazónica. Asociación de Biología Tropical, Bogotá, Colombia.

Stark, N. 1971. Mycorrhizae and nutrient cycling in the tropics. p. 228-229 In: E. HacsKaylo (compilador) Mycorrhizae:

Proceedings of the First North American Conference on Mycorrhizae, April 1969. United States Department of Agriculture Miscellaneous Publication No. 1189. United States Government Printing Office, Washington, D.C., EE.UU.

Stark, N. 1972. Nutrient cycling pathways in litter fungi. BioScience 22: 355-360.

Stout, P.R. 1974. Agriculture's energy requirements. p. 13-22 In: D.E. McCloud (compilador) A New Look at Energy Sources. American Society of Agronomy Special Publication No. 22. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, EE.UU.

Street, J.M. 1969. An evaluation of the concept of carrying capacity. Professional Geographer 21: 104-107.

Struchtemeyer, R.A., Chaves, D.M., de Sousa, G.F., Cruz, E. de S., & de Magalhães, J.C.A.J. 1971. Necessidade de calcário em solos da zona Bragantina. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN) Série: Fertilidade do Solo 1(1): 1-21.

Stuiver, M. 1978. Atmospheric carbon dioxide and carbon reservoir changes. Science 199: 253-258.

Survival International. 1985. Indonesian transmigration: the World Bank's most irresponsible project. The Ecologist 15(5/6): 300-301.

Tambs, L.A. 1974. Geopolitics of the Amazon. p. 45-87 In: C. Wagley (compilador) Man in the Amazon. University Presses of Florida, Gainesville, Florida, EE.UU.

Tamer, A. 1970. Transamazônica, Solução para 2001. APEC Editora, Rio de Janeiro.

Tardin, A.T., dos Santos, A.P., Lee, D.C.L., Maia, F.C.S., Mendonça, F.J., Assunção, C.V., Rodrigues, J.E., de Moura Abdon, M., Novaes, R.A., Chen, S.C., Duarte, V., & Shimabukuro, Y.E. 1979. Levantamento de Áreas de Desmatamento na Amazônia Legal através de Imagens de Satélite LANDSAT. INPE-COM3/NTE, C.D.U. 621.38SR. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo.

Tardin, A.T., dos Santos, A.P., Moraes Novo, E.M.I., & Toledo, F.L. 1978. Projetos agropecuários da Amazônia; desmatamento e fiscalização--relatório. A Amazônia Brasileira em Foco 12: 7-45.

Tardin, A.T., Lee, D.C.L., Santos, R.J.R., de Assis, O.R., dos Santos Barbosa, M.P., de Lourdes Moreira, M., Pereira, M.T., Silva, D., & dos Santos Filho, C.P. 1980. Subprojeto Desmatamento, Convênio IBDF/CNPq-INPE 1979. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) Relatório No. INPE-1649-RPE/103. INPE, São José dos Campos, São Paulo.

- Tavares, V.P., Considera, C.M.C., & Silva, M.T.I.I. de C. 1972. Colonização Dirigida no Brasil, suas Possibilidades na Região Amazônica. Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA)/Instituto de Pesquisas (INPES) Relatório de Pesquisa No. 8. IPEA/INPES, Rio de Janeiro.
- Teitelbaum, M.S. 1975. Relevance of demographic transition theory for developing countries. Science 188: 420-425.
- Théry, H. 1976. Rondônia: Mutations d'un Territoire Fédéral en Amazonie Brésilienne. Thèse de 3e. cycle. Université de Paris I, C.N.R.S. 111, École Normale Supérieure, Paris, Francia.
- Thomas, R.H., Sanderson, T.J.O., & Rose, K.E. 1979. Effect of climatic warming on the West Antarctic ice sheet. Nature 277: 355-358.
- Toledo, J.M., & Serrão, E.A.S. 1982. Pasture and animal production in Amazonia. p. 281-309 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- University of Michigan, Computing Center. 1976. The Michigan Terminal System. Vols. 1-16. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, EE.UU.
- University of Michigan, Statistical Research Laboratory Staff. 1976. Elementary Statistics using MIDAS. 2a. ed. University of Michigan, Statistical Research Laboratory, Ann Arbor, Michigan, EE.UU.
- Valverde, O. 1979a. Considerações finais e conclusões. p. 245-258 In: O. Valverde (compilador) A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico, Rondônia e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.
- *Valverde, O. (compilador) 1979b. A Organização do Espaço na Faixa da Transamazônica, Vol. 1: Introdução, Sudoeste Amazônico, Rondônia e Regiões Vizinhas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.
- Valverde, O., & Dias, C.V. 1967. A Rodovia Belém-Brasília: Estudo de Geografia Regional. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro.
- Valverde S., C., & Bandy, D.E. 1982. Production of annual food crops in the Amazon. p. 243-280 In: S.B. Hecht (compiladora) Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Van Valen, L. 1971. The history and stability of atmospheric oxygen. Science 171: 439-443.
- Van Veltham, L.H. 1980. O Parque indígena de Tumucumaque.

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi No. 76: 1-31.

Van Wambeke, A. 1978. Properties and potentials of soils in the Amazon Basin. Interciencia 3(4): 233-241.

Vayda, A.P. 1969. An ecological approach in cultural anthropology. Bucknell Review 17(1): 112-119.

Vayda, A.P. 1976. On the "New Ecology" paradigm. American Anthropologist 78: 645-646.

Vayda, A.P., & McCay, B.J. 1975. New directions in ecology and ecological anthropology. Annual Review of Anthropology 4: 293-306.

Veja (Rio de Janeiro). 12 de noviembre de 1980. "Censo: conta baixa. O IBGE revê o exagero de suas previsões". p. 28.

Veja (Rio de Janeiro). 11 de marzo de 1981. "Os Arara saem da mata". p. 72-76.

Veja (Rio de Janeiro). 22 de diciembre de 1982. "Corte no verde: uma estrada rasgará o Parque do Araguaia". p. 90.

Verdade, F. da C. 1974. Problemas de fertilidade do solo na Amazônia. Ciência e Cultura 26: 219-224.

Verhulst, P.F. 1838. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. Correspondence Mathematique et Physique 10: 113-121. Traducción inglesa abreviada: pp. 64-66 In: E. Kormondy (compilador) Readings in Ecology (1965). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, EE.UU.

Vermeer, D.E. 1970. Population pressure and crop rotational changes among the Tiv of Nigeria. Annals of the Association of American Geographers 60: 299-314.

Vicente-Chandler, J. 1975. Intensive management of pastures and forages in Puerto Rico. p. 409-452 In: E. Bornemisza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 February 1974. Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, EE.UU.

Viégas, R.M.F., & Kass, D.C.L. 1974. Resultados de Trabalhos Experimentais na Transamazônica no Período de 1971 a 1974. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (EMBRAPA-IPEAN), Belém, Pará.

Villa Nova, N.A., Salati, E., & Matusi, E. 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. Acta Amazonica 6(2): 215-228.

Waddell, E. 1972. The Mound Builders: Agricultural Practices,

Environment, and Society in the Central Highlands of New Guinea. American Ethnological Society Monograph No. 53. University of Washington Press, Seattle, Washington, EE.UU.

Wade, N. 1979. CO₂ in climate: gloomsday predictions have no fault. Science 206: 912-913.

Wagley, C. 1976 (1953). Amazon Town: A Study of Man in the Tropics. 2a. ed. Macmillan, New York, EE.UU.

Watt, K.E.F. 1966. Systems Analysis in Ecology. Academic Press, New York, EE.UU.

Watters, R.F. 1971. Shifting Cultivation in Latin America. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Forestry Development Paper No. 17. FAO, Roma, Italia.

Waugh, D.L., Cate, R.B., Jr., Nelson, L.A., & Manzano, A. 1975. New concepts in biological and economical interpretation of fertilizer response. p. 484-563 In: E. Bornemisza & A. Alvarado (compiladores) Soil Management in Tropical America: Proceedings of a Seminar held at CIAT, Cali, Colombia, 10-14 February 1974. Soil Science Department, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, EE.UU.

Weisman, T. 1974. A model for the relationship between selected nutritional variables and excess mortality in populations. p. B481-B498 In: Proceedings of the Seminar on the Regionalized Multilevel World Model at the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, April 29-May 3, 1974. IIASA, Laxenburg, Austria.

Weiss, R.F. 1981. The temporal and spatial distribution of tropospheric nitrous oxide. Journal of Geophysical Research 86: 7185-7195.

Weiss, R.F., & Craig, H. 1976. Production of atmospheric nitrous oxide from combustion. Geophysical Research Letters 3: 751-753.

Went, F.W., & Stark, N. 1968. The biological and mechanical role of soil fungi. Proceedings of the National Academy of Sciences 173: 171-180.

Wesche, R. 1974. Planned rainforest family farming on Brazil's Transamazonian Highway. Revista Geografica 81: 105-114.

Whittaker, R.H., & Likens, G.E. 1973. Primary production: the biosphere and man. Human Ecology 1: 357-369.

Wilbur, H.M. 1972. Competition, predation and the structure of the Ambystoma, Rana sylvatica community. Ecology 53: 3-21.

Williams, G.C. 1966. Adaptation and Natural Selection.

Princeton University Press, Princeton, New Jersey, EE.UU.

Wilson, E.O., & Bossert, W.H. 1971. A Primer of Population Biology. Sinaur Associates, Stamford, Connecticut, EE.UU.

Wood, C.H., & Schmink, M. 1979. Blaming the victim: small farmer production in an Amazon colonization project. Studies in Third World Societies 7: 77-93.

Woodwell, G.M. 1978. The carbon dioxide question. Scientific American 238(1): 34-43.

Woodwell, G.M., Hobbie, J.E., Houghton, R.A., Melillo, J.M., Moore, B., Peterson, B.J., & Schaver, G.R. 1983. Global deforestation: contribution to atmospheric carbon dioxide. Science 222: 1081-1086.

Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C., & Botkin, D.P. 1978. The biota and the world carbon budget. Science 199: 141-146.