

 CIAT

66962

COLECCION HISTORICA

Ganadería y deforestación en América Latina Tropical

¿Que podemos hacer?

Libardo Rivas R¹

97623

UNIDAD DE INFORMACION
DOCUMENTACION

Resumen

Los acentuados cambios en los patrones de uso de los suelos en America Latina Tropical han derivado en significativas pérdidas de grandes extensiones del bosque tropical. A pesar de contar con una importante reserva de bosques, 960 millones de ha en 1990, en la region y en la comunidad internacional existe profunda preocupacion por la gran dinamica del proceso y los costos sociales y ambientales involucrados.

En este trabajo se ha revisado mucha de la literatura disponible sobre el tema para conocer el estado del arte y tener bases para identificar posibles lineas de accion de tipo politico y tecnologico.

El trabajo incluye los siguientes temas: a) La deforestacion y su problematica, b) Factores determinantes de la deforestacion, c) Expansion ganadera y deforestacion, d) Politica economica y tecnologia y e) Conclusiones.

La expansion de la frontera agricola y el cambio en el uso de los suelos asociada con elevados niveles de destruccion y deterioro de amplias areas de bosque tropical, son temas de alta prioridad para el diseño de politicas economicas y tecnologicas que permita hacer del desarrollo sostenible y equitativo una realidad.

La informacion del periodo 1980-90 muestra que America Latina desaparecieron durante ese periodo 77 millones de ha de bosque. lo cual implica una perdida anual de 7.7 millones de ha. Existen evidencias de que la deforestacion presenta una dinamica muy variable espacial y temporalmente. Se observa que aunque algunos factores que propician la deforestacion tienden a desaparecer, el fenomeno continua. En algunas regiones la deforestacion se atenúa temporalmente y posteriormente incrementa su dinamica.

Existe abundante literatura sobre la deforestacion en la region, pero persisten aun profundos vacios de conocimiento sobre la magnitud del fenomeno sus causas y consecuencias. La informacion disponible sobre deforestacion da una idea general del problema, pero es insuficiente para identificar y entender sus causas e impacto economico y ambiental.

La tematica de la deforestacion es importante, no solamente por sus implicaciones ambientales y climaticas globales sino por la magnitud de los costos y beneficios privados y

¹ Economista M. Investigador Asociado. Proyecto de Evaluacion de Impacto. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aereo 67-13. E-mail: lrivas@cgiar.com. Cali, Colombia. Trabajo presentado en la Consulta de Expertos sobre Politicas para Produccion Animal y Manejo de los Recursos Naturales. FAO/IDRC. Brasilia, Mayo 1998.

sociales asociados con el proceso de tumba y quema de los bosques tropicales. El tema es altamente polémico y en su discusión a veces intervienen muchos juicios de valor por lo cual es difícil lograr consensos alrededor del problema.

No existe una explicación simple de la deforestación. Hay gran acuerdo con respecto a los agentes directos de la deforestación, pero no en cuanto a las causas primarias o estructurales de la misma. La calidad y cantidad de información básica, las diferencias en metodologías y la ubicación espacial y temporal de los estudios realizados, dificultan la extrapolación de los resultados y la identificación de las posibles causas estructurales.

No obstante alrededor de algunas de ellas existe mayor consenso sobre su universalidad como fuentes de deforestación. Presión de la población, nivel y distribución del ingreso, accesibilidad de las áreas de frontera, costos y riesgos asociados al proceso de apertura de bosques.

Las proyecciones sobre deforestación muestran que ella se reducirá en los próximos años, pero en América Latina Tropical continuará siendo alta y superior a la esperada en otras regiones en desarrollo. Esto muestra la clara necesidad de implementar acciones que reviertan tales tendencias. Para esto se requiere un mejor entendimiento de sus causas y consecuencias.

Una muy alta proporción de las áreas abiertas en los trópicos húmedos se destina a pastizales, previa una fase de cultivos pioneros como el arroz. La relación ganadería – deforestación debe estudiarse dentro del marco general de la economía en su conjunto y del sector agropecuario en particular. La expansión de cultivos comerciales intensivos en capital y tecnología en las áreas tradicionales de producción, provocó el desplazamiento progresivo de la ganadería hacia zonas marginales con menor capacidad productiva y distantes de los centros de consumo.

Algunos elementos inherentes al estilo de desarrollo como concentración de la tierra y de los ingresos, la distribución espacial y dinámica de la población, la limitada generación de empleo, la necesidad de incrementar la producción y razones de orden geopolítico impulsaron a varios gobiernos a ampliar la frontera agrícola mediante programas de colonización con un fuerte componente de subsidios.

Lo anterior repercutió en un crecimiento ganadero extensivo, basado en la incorporación de pastos y de ganado, en el cual la productividad tuvo un papel poco significativo. Las tendencias de más corto plazo muestran que la productividad ganadera ha comenzado a ser una fuerza importante como determinante del crecimiento de la producción. Esto probablemente es el resultado del efecto combinado del mejoramiento de la oferta forrajes y de cultivos con mejor adaptación a las condiciones ambientales y económicas de las zonas marginales y de un menor interés estatal por ampliar la frontera agrícola.

Las condiciones económicas generales inducen procesos migratorios de población hacia las zonas de frontera, los cuales conjuntamente con los cambios en el tiempo de la

productividad y rentabilidad de las actividades agropecuarias en las áreas tradicionales de producción resultan en fuertes presiones sobre los bosques

En consecuencia la relación ganadería – deforestación debe analizarse desde una perspectiva global considerando tanto el estilo general de desarrollo, como la dinámica de uso de los suelos dentro del sector agropecuario en su conjunto

Los atributos de la ganadería, capaz de utilizar recursos de tierras de muy baja productividad flexibilidad económica, escasa utilización de insumos y mano de obra contratada, capacidad de generar ingresos y liquidez, facilidad para comercializar y transportar sus productos, se ajusta en alto grado a los recursos y necesidades de los colonos pobres por lo cual es muy atractiva y conveniente para ellos, aun en situaciones de baja productividad por animal o por hectárea

Una fracción significativa de las zonas intervenidas permanece como tierras alteradas, en barbecho o abandonadas Parece evidente que el desarrollo tecnológico encaminado a generar tecnologías para la recuperación de zonas alteradas y degradadas es de alta prioridad

Tecnología mejorada y sostenible tanto para las zonas de producción consolidadas como para las áreas más nuevas son clave dentro de una estrategia para aliviar la presión sobre los bosques tropicales Pero la tecnología mejorada es necesaria, pero por sí sola no es suficiente, para frenar la expansión descontrolada de la frontera agrícola

El contexto macro y de política económica que determina el desarrollo de la infraestructura vial, las tasas de interés y de cambio, la estructura de tenencia de la tierra, la distribución de ingreso, la generación de empleo etc , es la matriz de poderosas fuerzas que determinan al final el tipo de demanda por tierra y las corrientes migratorias de población

Un estudio elaborado por Smith et al para evaluar el uso futuro de la tierra tanto en la Amazonia como en los Cerrados brasileños utilizando diferentes escenarios alternativos donde combinan política y desarrollo tecnológico, muestra claramente que bajo condiciones que resultan en inestabilidad macroeconómica asociadas con un desarrollo tecnológico que enfatiza en productividad con poco énfasis en sostenibilidad, las tasas de deforestación crecerán notablemente

En estas circunstancias se acentuarán los procesos migratorios hacia las fronteras agropecuarias la demanda especulativa por tierra los impactos ambientales negativos las áreas en pastos y las alteradas se incrementarían sustancialmente hacia el año 2020

En un escenario opuesto al anterior, con condiciones económicas favorables y tecnologías sostenibles, el uso de la tierra cambiaría drásticamente en la Amazonia brasileña El área en pastos permanecería en niveles muy por debajo de los del escenario anterior (17 millones de ha versus 49 millones) al disminuir la demanda especulativa por tierra La producción agrícola y forestal crecería apreciablemente y se producirían externalidades positivas expresadas en altos volúmenes de secuestro de carbono Este escenario permite disminuir las tasas de deforestación sin sacrificar producción

El estudio de referencia muestra la importancia relativa de la política con respecto a la tecnología según el tipo de problema que se intente resolver. Por ejemplo para efectos de disminuir el avance de la frontera agrícola, la política es cuatro veces más efectiva que la tecnología. No obstante aunque el ambiente económico sea favorable sin tecnología apropiada no es posible recuperar áreas degradadas y mejorar producción y productividad.

Con la limitada información y conocimiento existentes sobre las causas e impacto de la deforestación, es difícil efectuar recomendaciones y sugerencias sobre líneas de acción concretas, no obstante es posible sugerir áreas de trabajo que aparecen como más relevantes: Planeación del uso del suelo, Política y Tecnología.

Se requiere mejorar la planeación global del uso del suelo, para ello es indispensable una más detallada caracterización y seguimiento de la deforestación, identificando y cuantificando en mayor detalle sus causas y efectos determinando la magnitud y ubicación de las áreas en mayor peligro y el grado de urgencia de las medidas requeridas para frenarla.

La mejor calidad de información posibilita mayor claridad para establecer restricciones al uso del suelo para identificar áreas críticas para ser protegidas y para diseñar esquemas impositivos y de política para direccionar el uso del suelo.

Esto permitirá articular y hacer coherentes las políticas de desarrollo vial, de crédito, de titulación de tierras con los usos del suelo previamente establecidos.

Un ambiente macroeconómico con reglas claras y estables parece ser un requisito indispensable para la conservación y el uso productivo de los bosques húmedos y el logro de las metas sociales de crecimiento sostenible con equidad.

Varios proyectos orientados a demostrar la viabilidad técnica y económica del secuestro de carbono al sustituir la agricultura de tumba y quema por actividades como la agroforestería en países en desarrollo y la posibilidad de comercializar estos servicios en mercados ambientales globales (GEM, por su sigla en inglés) abren el abanico de nuevas posibilidades para hacer en el futuro un uso más sostenible del suelo, sin deteriorar el nivel de vida de la población.

Palabras Clave: *Deforestación, ganadería, ecosistemas, política, tecnología, producción, productividad, externalidades.*

Summary

The marked changes in land use patterns in tropical Latin America have resulted in significant losses of large extensions of tropical humid forest. Despite the important forest reserve that exists—960 millions of hectares in 1990—the region and the international community are profoundly concerned about the important dynamics of deforestation and the social and environmental costs involved.

This paper provides a state-of-the-art review on the topic based on the consultation of much of the literature available. It provides the basis to identify possible lines of political and technological action.

The following topics are covered: (a) consequences of deforestation, (b) determinants of deforestation, (c) expanded cattle raising and deforestation, and (d) economic and technology policies. Conclusions are also given.

The expansion of the agricultural frontier and the change in land use associated with high levels of destruction and deterioration of large areas of tropical humid forest are considered high priority issues when designing economic and technology policies that could make sustainable development and equity a reality.

Data corresponding to the 1980-90 period show that, in Latin America, 77 million hectares of forest disappeared during that period, which means an annual loss of 7.7 million hectares. There is evidence that deforestation introduces a highly variable dynamic process, both spatially and temporally. Although several factors propitiating deforestation have disappeared, the phenomenon continues. In some regions deforestation decreases temporarily and then later increases its dynamics.

Abundant literature exists on deforestation in tropical Latin America, but there are still great gaps of knowledge on the magnitude of the phenomenon, its causes, and consequences. The information available on deforestation gives us a general idea about the problem, but is insufficient to identify and understand its causes and its economical and environmental impact.

The topic of deforestation is important, not only because of its global environmental and climatic implications, but also because of the magnitude of the costs involved and the personal and social benefits associated with the slash and burn of tropical forests. The topic is highly polemical, and many judgements concerning values intervene in these discussions, making it difficult to reach a consensus regarding the problem.

There is no simple explanation of deforestation. Many agree on what the direct agents of deforestation are, but not as to its primary or structural causes. The quality and quantity of basic information, the differences in methodologies, and the spatial and temporal location of the studies conducted make not only the extrapolation of results difficult, but the identification of possible structural causes as well.

Nevertheless, some consensus exists about the universality of several sources of deforestation: demographic pressure, income level and distribution, accessibility of frontier areas, costs and risks involved in opening forest areas.

Projections on deforestation indicate that it should decline over the next years, but it will continue to be high in tropical Latin America—higher than the prospective given for other developing regions. This clearly shows the necessity of implementing actions that invert these tendencies. But to do so, a better understanding of causes and consequences of deforestation is required.

A very large proportion of the areas opened to agriculture in the humid tropics is destined to pastures, after a phase of pioneer crops such as rice. The relationship between cattle raising and deforestation should be studied within the general framework of overall economy and the agricultural sector, in particular. The expanded cultivation of capital- and technology-intensive commercial crops, in the traditional production areas, has progressively displaced cattle raising toward marginal areas that offer lower productive capacity and are located farther from the consumption centers.

Some elements inherent to the style of development, such as land and income concentration, spatial distribution of the population and population dynamics, limited generation of employment, need to increase production and geopolitical reasons, forced several governments to expand the agricultural frontier through colonization programs that had a strong subsidy component.

This expansion resulted in an extensive growth of the cattle-raising sector, based on the incorporation of pastures and cattle, in which productivity did not play a very significant role. Short-term trends show that cattle productivity is becoming an important determinant of production growth, probably as a result of the combined effect of (1) improved forage offer, (2) crops better adapted to the environmental and economical conditions of marginal zones, and (3) reduced governmental interest in expanding the agricultural frontier.

Overall economic conditions induce population migration toward frontier areas, which, together with the changes in productivity and profitability of agricultural activities in traditional production areas over time, exerts a strong pressure on forest areas.

Consequently, the relationship between cattle raising and deforestation should be analyzed from a global perspective, considering the general development style as well as land use dynamics within the agricultural sector as a whole.

Attributes of cattle raising include the use of land resources with very low productivity, economical flexibility, low use of inputs and contracted labor, income-generating capacity and liquidity, marketability, and ease to transport products. It adjusts, to a great extent, to the resources and needs of poor tenant farmers. Cattle raising is therefore very attractive and convenient for them, even in situations of low animal productivity or low productivity per hectare.

A significant portion of the intervened zones remains as disturbed land in fallow or abandoned. It seems evident that technology development aimed at generating technologies to recover disturbed and degraded areas is of high priority.

Improved, sustainable technology for both consolidated production zones and new areas is a key element within a strategy to alleviate the pressure on tropical forests. Although improved technology is necessary, it alone cannot curb the uncontrolled expansion of the agricultural frontier.

The overall context and the economic policies that determine the development of road infrastructure, interest rates and exchange rates, land tenure, income distribution, generation of employment, among others, is the matrix of powerful forces that finally determine the demand for land and migratory flow.

A study was carried out by Smith et al. to evaluate future land use in the Brazilian Amazon region and the Cerrados, using several alternate scenarios that combined economic policies and technology development. Results clearly show that deforestation rates will notably increase under conditions that favor macroeconomic instability, associated with the development of production-oriented technology with little emphasis on sustainability.

Under these circumstances, migratory processes toward agricultural frontier areas will increase, as well as land speculation and negative environmental impacts, the areas planted to pastures and disturbed areas will substantially increase toward the year 2020.

In a scenario contrary to the one described above—in other words with favorable economic conditions and sustainable technologies—land use would drastically change in the Brazilian Amazon region. The area in pastures would remain at levels significantly below those of the previous scenario (17 million hectares versus 49 million) by decreasing the speculative demand for land. Farm and forest production would grow notably and positive externalities would occur, as expressed in high volumes of carbon sequestering. This scenario helps reduce the rates of deforestation without sacrificing production.

The benchmark study shows the comparative importance of policies regarding technology, depending on the problem to be solved. For example, to decrease the advance of the agricultural frontier, politics have proven four times more effective than technology. Nevertheless, even if the economic environs is favorable, without appropriate technology it would be impossible to recover degraded areas and improve both production and productivity.

With limited information and knowledge that exists about the causes and impact of deforestation, it is difficult to make recommendations and suggestions about concrete lines of action. It is possible, however, to suggest areas of work that appear pertinent, such as the planning of land use, politics, and technology.

Global planning of land use should be improved. To do so, an in-depth characterization and monitoring of deforestation are needed to identify and quantify in detail its causes and

effects, to determine the magnitude and location of areas in greatest danger, and the degree of urgency of the actions required to curb deforestation

By improving the quality of information, it is easier to establish clear restrictions on land use, identify critical areas that should be protected and design schemes and policies that address land use

In this way, policies on road development, credit, land titling can be articulated better and made more coherent with previously established land uses

A macroeconomic environs with clear and instituted rules is an indispensable requirement to conserve and productively use humid forests and to achieve the social goals of sustainable growth with equity

Key words *Deforestation cattle raising ecosystems policies technology production productivity externalities*

1 Introducción

El cambio en los patrones de uso de los suelos observado en la región durante las pasadas tres o cuatro décadas, caracterizado por una rápida reconversión del ecosistema natural de bosque a áreas agrícolas y ganaderas, ha suscitado agudas controversias. Las implicaciones ambientales negativas y la contribución de este proceso para lograr las metas sociales de crecimiento sostenible y alivio de la pobreza se ubican en el centro de la polémica

Diversas estimaciones señalan que en los próximos años la deforestación continuará siendo una amenaza en términos de pérdida de recursos, de biodiversidad y de alteración del clima en el planeta, de no mediar acciones de política y tecnologías de producción adecuadas, que permitan aliviar la presión sobre los ecosistemas de bosques tropicales y su empleo de forma sostenible

Para lograr esto se requiere un conocimiento profundo de todas las implicaciones de la deforestación dentro de un contexto global que incluye aspectos ecológicos, económicos, tecnológicos, sociales y políticos

En este estudio se ha revisado mucha de la literatura existente, con el propósito de conocer un poco el estado del arte en este campo y poder tener bases para identificar posibles líneas de acción

El trabajo incluye los siguientes temas: a) La deforestación y su problemática, b) Factores determinantes de la deforestación, c) Expansión ganadera y deforestación, d) Política económica y tecnología y e) Conclusiones

2 La Deforestacion y su problematica

América Latina es una de las pocas regiones del mundo que hoy en día *ad portas* del próximo milenio, cuenta con una muy importante reserva de bosques vírgenes, aun no afectados por la actividad humana. Hacia 1990 la región contabilizaba 960 millones de ha de bosques equivalentes a casi la mitad de los bosques de las áreas en desarrollo. No obstante esa reserva tan significativa de áreas boscosas no intervenidas la preocupación, en la región y en la comunidad internacional, por las elevadas tasas de deforestación observadas y sus consecuencias sobre la vida en el planeta, se ha acentuado. Lo anterior convierte al debate sobre las causas, las consecuencias y las acciones adecuadas para contrarrestar o atenuar los procesos de cambio de uso del suelo, en un tema relevante y de alta prioridad para gobiernos y políticos.

En las regiones en desarrollo, la deforestación está ocurriendo en todas las áreas climáticas, sin embargo el fenómeno es más acentuado en las zonas tropicales lo cual se manifiesta tanto en la magnitud de las pérdidas de bosque seco y húmedo como en las tasas anuales de deforestación (Cuadro 1)

Los bosques tropicales se ubican entre los trópicos de Cáncer y Capricornio a ambos lados de la línea ecuatorial, extendiéndose a lo largo de 125 países, pero concentrados solo en unos pocos de ellos. Brasil, Indonesia y Zaire en conjunto contabilizan el 45% del área total de bosques tropicales. Dentro de la categoría de bosques tropicales se incluyen las siguientes clases: 1) Bosques lluviosos o húmedos, 2) Bosques deciduos húmedos, 3) Bosques deciduos secos, 4) Bosques muy secos y 5) Bosques montañosos (Palo y Letho, 1996)

En general la deforestación se define como el proceso de reemplazo de los bosques naturales por otros usos de la tierra. En tanto que la degradación de los bosques se refiere a problemas relacionados con la pérdida de biomasa, de diversidad cultural y biótica, de compactación y pérdida de fertilidad y productividad y baja retención de agua de los suelos. La degradación es más difícil de cuantificar y de monitorear y sobre ella la información disponible es aun más muy limitada.

Hay diversas estimaciones sobre la magnitud y dinámica de la deforestación en América Latina, que difieren notablemente dependiendo principalmente del periodo de estimación y la metodología utilizada. Una de las cifras más citadas señala que en el periodo 1980-90, América Latina en conjunto perdió aproximadamente 77 millones de ha de bosque por año lo cual significa que el área de bosques se redujo en promedio por año en 7.7 millones de ha, implicando una tasa anual de deforestación del 0.8% (Cuadro 1)

Del total de área deforestada en América Latina Tropical 74 millones de ha en el periodo 1970-80 una cuarta parte ocurrió en los bosques húmedos 43% en los bosques deciduos tropicales (incluyendo áreas de cerrado) 22% en bosques montañosos y 10% en bosques de zonas áridas (Winograd et al 1998)

Hay evidencias de que la dinámica de la deforestación ha sido muy variable en el tiempo, por ejemplo en Brasil en el periodo 1978-88 la pérdida anual de bosque se estimó en 22000

km² por año, luego vino un proceso de reducción de la deforestación hasta 1990-91. Hacia 1994 se acelera de nuevo alcanzando el máximo nivel histórico, para luego descender en 1996 (Figura 1)

La información de INPE basada en el satélite LANDSAT señala que en 1995 se deforestaron 29000 km² frente a 15000 km² en 1994 y muy por encima del promedio de deforestación de los 80 21000 km². Los datos para 1996 muestran una nueva caída a 18611 km² (EDF 1998)

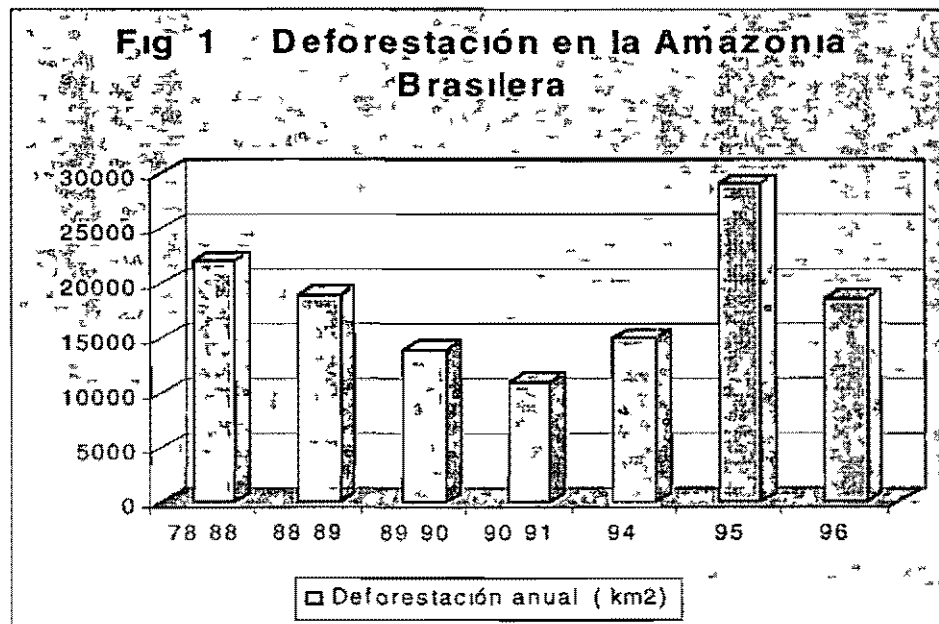
Ha sido alarmante no solamente la magnitud del área anualmente deforestada, sino también el uso al cual se destinan las nuevas tierras incorporadas a la producción. En el periodo 1980-90, de un total de 74 millones de ha deforestadas en América Latina Tropical, 21 millones (28.8%) se destinaron a pastizales, 11 millones (15.3%) a cultivos, 3.5 millones (4.7%) a plantaciones y 38.5 millones (52%) se destinaron a usos efímeros especulativos o cultivos ilícitos (Winograd et al, 1998)

Una estimación muy general indica que aproximadamente el 84% de la deforestación en la región es originada por el avance de la frontera agrícola, 12.5% por la explotación forestal y obras de infraestructura como la construcción de hidroeléctricas y carreteras responden por el 3.5% restante (Winograd et al 1998). Es importante anotar que las anteriores actividades asociadas con la deforestación, no son independientes entre sí ya que está demostrado que la creación de nueva infraestructura física en la frontera, facilita la vinculación de nuevas áreas productoras a los mercados (Ptaff 1997, Kaimowitz, 1995)

Las estimaciones anteriores indican que por lo menos en la década del 80, más de la mitad de las áreas afectadas por la deforestación se destinó inicialmente a actividades de muy baja productividad o socialmente indeseables

El tema de la deforestación es importante no solamente por sus implicaciones ambientales y climáticas globales sino también por los costos y beneficios sociales y privados involucrados en el proceso de conversión de los bosques en áreas ganaderas y de cultivos. Los mayores interrogantes en torno a la expansión de la frontera agrícola en el trópico latinoamericano parecen girar alrededor de los usos que se dan a las áreas deforestadas y sobre la contribución real de esa expansión a las metas sociales de crecimiento económico y de equidad

Existe abundante literatura sobre el tema y diversos estudios empíricos en distintos momentos, países y regiones. La conclusión general de estos trabajos es que las causas y la intensidad de la deforestación varían espacial y temporalmente y que es difícil identificar un patrón general de causas y efectos. Es un problema de alta complejidad dado que involucra múltiples dimensiones socioeconómicas, técnicas y políticas que hacen difícil identificar y entender las relaciones causa - efecto y determinar el peso específico de los diferentes factores que contribuyen a la deforestación



Fuente Fearnside (1993) EDFF, 1998

A pesar de la gran cantidad de información disponible sobre la deforestación y su problemática, el conocimiento sobre el tema es aún muy limitado por falta de un monitoreo continuo de los bosques y del uso del suelo que permita responder preguntas tales, como, cuando y por qué ocurre la deforestación. Las cifras disponibles solo dan una idea muy general acerca de la magnitud del problema pero no indican claramente ni el tipo de bosque que se pierde, ni el grado de deforestación y deterioro de los mismos (Nilsson, 1996)

A este respecto Fearnside (1993) anota que para obtener estimativos confiables de las tasas de deforestación se precisa consistencia a través del tiempo en los criterios utilizados para las estimaciones así: 1) Se requiere una exacta definición y cuantificación del área geográfica bajo observación; 2) Es indispensable identificar la vegetación dentro de esa área por ejemplo cuál se considera como bosque y la clase de bosque; 3) Elaborar una clara definición del tipo de alteraciones que son consideradas como deforestación. Anota que muchas de las estimaciones existentes presentan serios inconvenientes metodológicos en aspectos relacionados con la definición de las áreas bajo estudio, la inclusión de bosques secundarios como primarios, la inclusión como deforestación la deforestación de bosques secundarios y las inundaciones para construir hidroeléctricas.

La pobreza de los datos existentes la variedad de enfoques metodológicos y analíticos hacen difícil la comparación y la generalización de los resultados de los diversos estudios sobre el cambio en los patrones de uso del suelo realizados en distintos países y momentos

Dadas la preocupación de la comunidad internacional por la pérdida de los bosques y sus consecuencias negativas para la vida en el planeta, se han elaborado diversas estimaciones basadas en modelos de simulación para medir las pérdidas y el deterioro de los bosques en los próximos años. De estos trabajos se concluye que los procesos de deforestación continuarán en el futuro, de no mediar medidas de política que reviertan o quiten fuerza a estos procesos (Nilsson (1996)

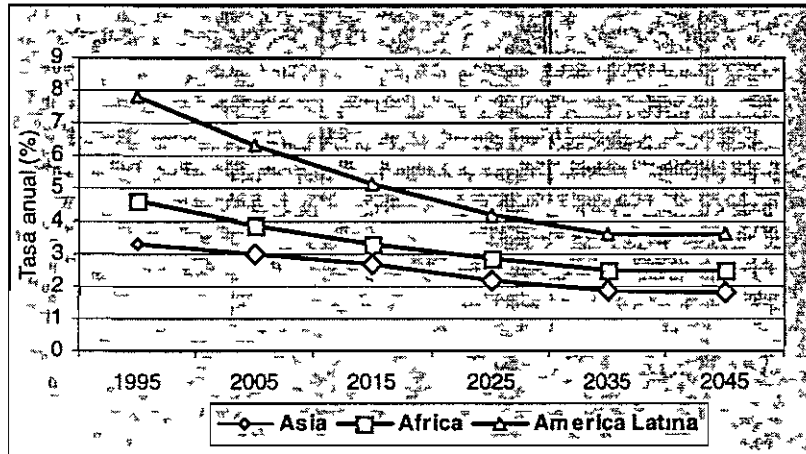
Un trabajo de Trexler y Haugen (1995) indica que las tasas de deforestación a nivel global tenderán a reducirse de manera importante en las próximas décadas sin embargo las mayores niveles de deforestación continuarán observándose en América Latina. Se estima que en el 2045 la región tendrá una pérdida anual de bosques de 3.6 millones de ha frente a 2.5 millones por año en África y 1.8 en Asia (Fig. 2). Las anteriores estimaciones toman en cuenta las tendencias previstas en urbanización, demografía, políticas de tenencia y uso de la tierra, desarrollo de infraestructura, expansión de cultivos comerciales y desarrollo tecnológico y se elaboraron bajo el supuesto de que no se implementaran nuevas medidas de política para continuar la deforestación.

Jepma (1995) utilizando un modelo de simulación de política elaboró estimaciones de los niveles futuros de deforestación en las zonas tropicales desagregadas por continente. De acuerdo con este estudio, en el periodo 1990-2025 las pérdidas acumuladas de bosques tropicales en el mundo llegarán a 337 millones de ha de las cuales el 41% de ellas ocurrirán en América Latina Tropical. Esto significa que en el periodo 1990-2025 las pérdidas promedio anuales de bosques en la región se situarían en 3.9 millones de ha por año frente a 7.4 millones de has deforestadas anualmente en el periodo 1980-90 (Cuadro 2).

El estudio de Jepma que utiliza el supuesto de ausencia de políticas adecuadas para frenar la deforestación, sugiere al igual que los resultados de Trexler y Huguen que la deforestación continuará siendo importante en la región aunque su intensidad tenderá a decrecer. A pesar de lo anterior, algunos observadores consideran que si bien la deforestación puede declinar globalmente, existan algunas zonas críticas en donde la deforestación se acelerará.

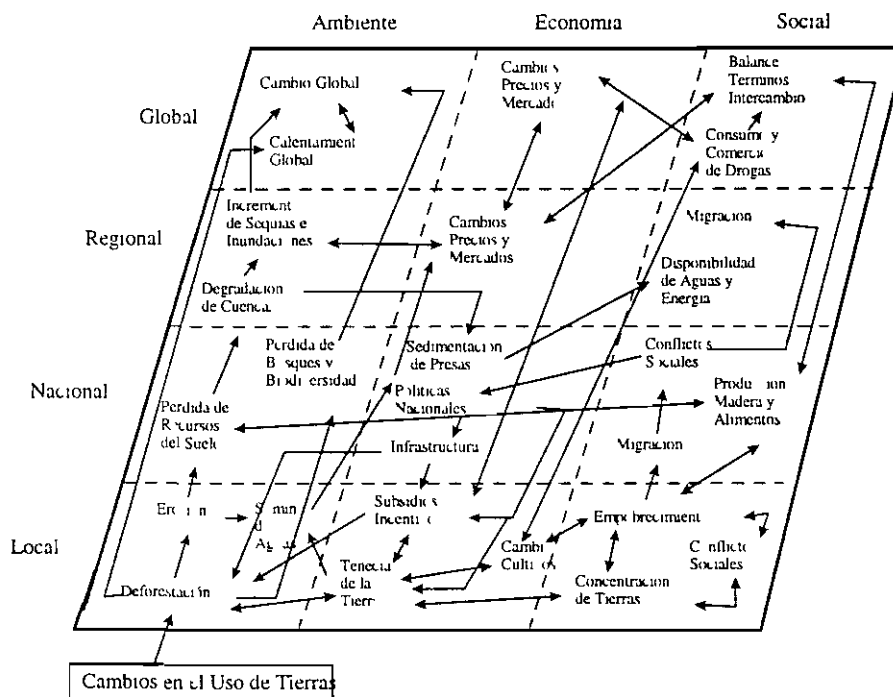
Estas perspectivas indican que los esfuerzos por lograr mayor comprensión de las causas y los efectos involucrados en los procesos de deforestación son prioritarios. Es indispensable la identificación y cuantificación de las áreas más vulnerables y bajo mayor presión y en consecuencia más susceptibles de ser deforestadas. Esta información es crítica para poder definir líneas de acción concretas y coherentes que permitan hacer del desarrollo sostenible una realidad.

Fig 2 Deforestacion anual esperada 1995-2045
(Millones de ha)



Fuente Trexler and Haugen (1995)

Figure 3 Interrelaciones verticales (componentes) y horizontales (escalas) en el caso del cambio del uso de la tierra



Fuente Winograd and Eade (1997)

La figura 3 ilustra el grado de complejidad de los procesos de cambio del uso de la tierra, por las innumerables interacciones que involucran varias escalas (local nacional, regional y global) y diversos componentes (medio ambiente economía y sociedad) La deforestacion es un problema que ocurre localmente pero con repercusiones de muy diversa indole

3 Determinantes de la Deforestacion

No existe una explicacion simple de la deforestacion en terminos generales hay acuerdo en relacion con los agentes directos involucrados en el cambio del uso de los suelos, pero se presentan grandes discrepancia en torno a las causas primarias o fuerzas subyacentes que propician la deforestacion Entre estas ultimas se incluyen la presion poblacional (magnitud distribucion geografica, urbanizacion, densidad tasas de migracion crecimiento) distribucion del ingreso estructura de tenencia de la tierra, desarrollo de infraestructura fisica, particularmente de carreteras expansion de los cultivos comerciales, necesidades energeticas desarrollo tecnologico, y en general politicas economicas que se expresan en leyes, normas y regulaciones, las cuales reflejan las percepciones sociales sobre el valor de los recursos naturales y sus servicios ambientales

Muchas diferencias surgen en relacion con la importancia y vigencia espacial y temporal de estas causas basicas y en el hecho que algunas de ellas son simplemente la manifestacion de causas mas estructurales y profundas derivadas de un determinado estilo de desarrollo

Lambin (1994) sugiere que la deforestacion en los tropicos no es estrictamente o al menos impulsada por las fuerzas del mercado, sino mas bien por fuerzas demograficas socioculturales y politicas Concluye que aunque el problema de la deforestacion y sus consecuencias negativas son ampliamente aceptadas, la magnitud exacta del problema es aun debatida y la exacta naturaleza de los procesos que la generan aun no es bien comprendida

Al contrario de L imbin, un estudio en la region amazonica brasileña señala que el crecimiento de su poblacion urbana y de sus ingresos, han creado una demanda interna por productos ganaderos que ha favorecido la deforestacion (Faminow 1996)

Identificar cuantificar y entender las relaciones causa - efecto en los procesos de deforestacion son requisitos indispensables para formular y aplicar politicas coherentes que conduzcan a un uso sostenible y productivo de los recursos de tierras de la region Al respecto Brown and Pierce (1994) señalan "Es claro que unicamente cuando entendamos mas completamente las complejas causas de la explotacion insostenible y la degradacion de los bosques tropicales, podremos formular politicas coherentes para prevenir la destruccion de esos recursos'

Se trata de un problema complejo que involucra aspectos socioeconomicos relaciones e interacciones entre sistemas naturales y humanos interaccion entre procesos locales, nacionales y regionales rezagos espaciales y temporales entre causas y efectos (Lambin 1994) Resulta evidente que para el analisis de un problema de tal naturaleza es necesario un enfoque multidisciplinario que trate de abarcar de la mejor forma posible toda esa complejidad Aunque se han adelantado muchos trabajos sobre el tema, grandes fallas

aparecen en los enfoques basados en una sola disciplina y la superficialidad del análisis (Smith et al 1996)

Las discrepancias sobre las causas primarias o subyacentes en los procesos de cambio de uso de los suelos surgen en buena medida por diferencias de enfoques metodológicos, calidad de la información usada, lo cual dificulta generalizar los resultados de estudios realizados con diferentes bases metodológicas e información en distintas regiones y momentos

A pesar de lo anterior, hay algunos factores sobre los cuales existe mayor consenso y evidencia sobre su universalidad como causas desencadenantes de la deforestación Palo y Letho (1996) en un amplio estudio econométrico enfocado a identificar y cuantificar las causas subyacentes en la deforestación de los bosques tropicales, encuentran fuerte relación entre las tasas de deforestación y las siguientes variables 1) Presión de la población 2) Bajos niveles de ingreso 3) Grado de accesibilidad a las zonas marginales y 4) Nivel de los costos y riesgos asociados con la apertura de la frontera agrícola

Este trabajo resalta la fuerte interacción existente entre el crecimiento global de la población y el nivel de ingreso de la misma En el rango de bajos ingresos la relación ingresos deforestación es directa, pero una vez superado un nivel crítico de ingresos la relación se invierte, a mayores ingresos menor deforestación

Por otra parte muchos de los factores determinantes de la deforestación no son perdurables varían en cuanto a intensidad y efecto a lo largo del tiempo Brasil es un buen ejemplo, ya que en este país a pesar de que muchas de las políticas que propiciaron altas tasas de deforestación en los 70 y 80 han desaparecido o se han atenuado, los altos niveles de pérdida de bosques aun persisten (Smith et al 1997) En Centroamérica se presenta una situación similar (Kaimowitz 1995)

Cuadro 1 Dinámica de la deforestación en regiones en desarrollo 1980-1990

Region	Superficie en bosques (Millones ha)		Perdidas anuales (Millones ha)	Tasa de deforestación anual (%)
	1980	1990		
America Latina	1036.5	959.7	7.7	0.8
America Latina Tropical	992.2	918.1	7.4	0.8
America Latina Templada	44.3	41.6	0.3	0.6
Africa	582.9	540.6	4.2	0.8
Africa Tropical	568.6	527.6	4.1	0.7
Africa no Tropical	14.3	13.0	0.1	0.9
Asia	479.8	436.3	4.4	1.0
Asia Tropical	349.6	310.6	3.9	1.2
Asia no Tropical	130.2	125.7	0.5	0.4
Total áreas en desarrollo	2090.2	1936.5	16.3	0.8

Fuente FAO 1995*

Cuadro 2 Estimaciones de la deforestacion esperada en regiones tropicales del mundo 1990-2025

Region	Area en bosques (millones ha)		Pérdidas anuales 1990-2025 (millones de ha)	Tasa anual de deforestación 1990-2025 (%)
	1990	2025		
América Latina Tropical	918 1	780 1	3 9	0 47
Africa Tropical	527 6	390 6	3 9	0 86
Asia Tropical	310 6	248 6	1 8	0 64
Total areas tropicales	1756 3	1419 3	9 6	0 61

Fuente: Cálculos basados en cifras de Jepma (1995), citado por Nilsson (1996)

4 Expansión ganadera y deforestación

Para lograr un mejor entendimiento del papel de la ganadería latinoamericana en los procesos de deforestación ocurridos en la región, es necesario ubicarla dentro del contexto socioeconómico en el cual ha evolucionado a lo largo del tiempo y dentro del rol de la ganadería en los sistemas de producción y de uso de la tierra.

La ganadería en América Latina en general y en su región tropical en particular, es una actividad de gran importancia económica dentro del sector agropecuario y de la economía en su conjunto. El valor bruto de la producción de carne y leche en América Latina en 1996 llegó a casi US\$ 34 billones distribuidos en proporciones casi similares entre carne y leche. Se estima que la contribución de la ganadería vacuna al producto interno agrícola regional fluctúa entre 20 y 25% (Cuadro 3). No obstante lo anterior, una de las principales y más fuertes críticas a la expansión ganadera en zonas de frontera es su limitada contribución a la producción total (Hecht 1993, Browder 1989).

En promedio en América Latina por cada ha de cultivo existen aproximadamente 4 has de pastos. El 17% de la dotación de pastos permanentes y más de una cuarta parte del inventario vacuno mundial se ubican en América Latina (FAO, 1997).

El desarrollo ganadero regional se ha dado en función de la favorable dotación de recursos de tierras, compuesta en una alta proporción por bosques y sabanas en un gradiente de calidad de mediana a baja, las cuales en muchas oportunidades por ubicación geográfica y baja capacidad productiva, tienen casi como única alternativa de utilización viable la ganadería basada en el pastoreo extensivo. La ganadería regional utiliza en alto grado recursos de tierra de muy bajo costo de oportunidad.

Si embargo, la ampliación de la frontera agrícola y la subsecuente transformación de grandes extensiones de bosques en áreas ganaderas ha sido objeto de múltiples controversias señalándose a la actividad ganadera como la principal responsable del deterioro y destrucción masiva de los bosques en un proceso que ha resultado en altos costos y reducidos beneficios sociales. Muchos de los argumentos se basan en juicios de valor dada la escasez de información sobre el tema y la limitada identificación y cuantificación de los factores

causantes de la deforestación. A pesar de lo anterior, la controversia ha sido valiosa en la medida en que ha ayudado a crear mayor conciencia sobre los "trade offs" existentes entre producción y ambiente.

El desarrollo ganadero regional y su papel en la deforestación debe analizarse dentro del contexto de la economía como un todo y del sector agropecuario en particular. Uno de los principales rasgos del crecimiento agropecuario en América Latina en tres o cuatro últimas décadas, es el marcado cambio en los patrones de uso de la tierra. Estos cambios son resultantes de la intensa competencia por el uso de los suelos entre las diferentes actividades agropecuarias. En esa competencia sacaron ventajas aquellas actividades con mayor intensidad en el uso de capital, de tecnología y sin restricciones de mercado. Cultivos comerciales como arroz, soja, algodón, caña de azúcar, de alta productividad y rentabilidad, se consolidaron en las áreas de mayor capacidad productiva y estratégicamente ubicadas, desplazando a otras actividades hacia zonas de menor aptitud agrícola.

Cuadro 3 Indicadores de la Importancia Socioeconómica de la Ganadería en América Latina

Indicadores	América Latina Tropical	América Latina Templada	América Latina
Valor de la producción bruta (us\$ bill.)			
Carne	13.2	4.6	17.8
Leche	12.4	3.4	16.1
Total	25.6	8.3	33.9
Inventario ganadero (millones cabezas)			
Inventario total	276.8	66.6	343.4
Inventario vacas lactancia	41.0	4.7	45.7
Área en pastos permanentes (millones ha.)	424.5	168.5	593.0
Relación área pastos/área cultivos	3.4	5.3	3.7
Participación en el producto Agrícola (%) 1/	-	-	20-25
Participación en el gasto en alimentos 1/	-	-	20-30
Aporte a la dieta proteica (%) 1/	31	41	35

1/ Incluye carne y leche

La ganadería tropical latinoamericana es una de las actividades que progresivamente fue desplazada hacia regiones marginales tanto por su menor potencial productivo como por su ubicación geográfica. Los casos de Brasil y Colombia ayudan a ilustrar la situación.

En el primero la ganadería fue desplazada desde los ricos estados del sur como Sao Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina hacia el Centro - Oeste del país la región conocida como los Cerrados, más alejada de los principales centros de consumo y dotadas con tierras de

menor capacidad productiva. A comienzos de los años 40 cerca del 30% del inventario ganadero del Brasil se ubicaba en los estados del Sur, en tanto que en Los Cerrados (Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, etc.) la población ganadera representaba menos del 10% del inventario total. Hacia 1990 la situación se había invertido dramáticamente contabilizando los Cerrados casi la mitad del inventario nacional, en tanto que la participación de los estados del Sur se había reducido a un 15% aproximadamente.

En Colombia se presentó una situación parecida, la ganadería emigró desde zonas como el fértil Valle del Cauca, el cual se especializó en cultivos comerciales tecnificados como la caña de azúcar, y comenzó a ganar importancia en zonas de menor aptitud para los cultivos como las sabanas del Meta y el bosque húmedo del Caquetá (Figura 4).

Las causas primarias de este cambio en los patrones de uso de los suelos se relacionan con aspectos socioeconómicos, tecnológicos y políticos. Los altos niveles de concentración de la tierra y de los ingresos, el rápido crecimiento de la población en especial en los grandes centros urbanos, la limitada capacidad para generar nuevos empleos. Todo esto se tradujo en grandes corrientes migratorias de población de bajos recursos y bajo costo de oportunidad hacia las zonas de frontera. Este proceso fue reforzado por la estrategia de varios gobiernos de la región de implementar planes de colonización y ocupación de nuevas áreas agrícolas, algunas de esas estrategias involucraban altos niveles de subsidios y tenían múltiples objetivos: 1) Aliviar tensiones sociales y 2) Acelerar el crecimiento económico y 3) Ejercer soberanía sobre el territorio.

Paralelo al proceso de ocupación de nuevas áreas ganaderas no se produjo un desarrollo tecnológico ajustado a las condiciones ecológicas y socioeconómicas de las nuevas zonas de producción, que dotara de tecnologías apropiadas y de los conocimientos necesarios a los colonos de las nuevas zonas ganaderas, quienes en su inmensa mayoría procedían de regiones con condiciones socioeconómicas y ambientales muy diferentes.

La ocupación de nuevas áreas ganaderas de menor capacidad productiva afectó negativamente la productividad media de la ganadería regional. Las tendencias de largo plazo indican que el crecimiento de la producción vacuna, tanto de leche como de carne, obedeció fundamentalmente a una expansión de los recursos productivos utilizados, especialmente tierra y ganado, en tanto que la productividad jugó un papel secundario como factor determinante del crecimiento de la producción.

Observando las tendencias en cuanto uso de las tierras y la expansión de la ganadería en América Latina Tropical, se encuentran las mayores tasas de expansión tanto de las áreas en pastizales como de los inventarios ganaderos ocurrieron en los años 60. En efecto, en ese período el área en pasturas de la región se incrementó en 36 millones de cabezas y los inventarios ganaderos en 37 millones (Cuadro 4).

Cuadro 4 Evolucion del area en pastos y del inventario ganadero America Latina Tropical 1961-1994

Año	Area en pastos (10 ⁶ ha)			Inventario ganadero (10 ⁶ cabezas)		
	Total	Variacion Absoluta	Variacion anual (%)	Total	Variacion Absoluta	Variacion anual (%)
1961	336 5			121 7		
1970	372 8	36 3	1 1	159 0	37 3	3 0
1980	397 3	24 5	0 7	219 6	60 6	3 7
1990	421 7	24 4	0 7	259 7	40 1	1 9
1994	424 4	2 7	0 1	273 0	13 3	0 6

Fuente FAO Agrostat, 1997

En las decadas del 70 y 80 la expansion de los inventarios y de las areas ganaderas continuo pero a un ritmo mas lento. En lo que va transcurrido de los 90 se aprecia una acentuada caída en el ritmo de crecimiento tanto del inventario como del area ganadera.

Para un extenso periodo tal como 1961-95, el crecimiento de la produccion vacuna en America Latina Tropical como un todo estuvo sustentado por la expansion de sus inventarios, lo cual esta fuertemente vinculado con el crecimiento del area en pastizales. La produccion total de carne vacuna en la region durante el periodo citado crecio al 3.3% por año. Tres cuartas partes de este crecimiento son atribuibles a la expansion de los inventarios ganaderos, en tanto que la cuarta parte restante es explicada por el crecimiento de la productividad que se expresa como produccion de carne por cabeza en el rebaño total.

Al analizar los determinantes del crecimiento de la produccion de leche durante el mismo periodo se encuentra una situacion muy parecida. El 88% de su crecimiento obedece a la expansion del stock de vacas y la pequeña fraccion restante se debe al alza de la produccion de leche por vaca. Vale decir, los sistemas ganaderos tropicales en America Latina se hicieron progresivamente mas extensivos y la reubicacion geografica de la ganaderia, tuvo importantes implicaciones sobre el desempeño de su produccion y productividad.

Trabajando con tendencias mas cortas y recientes, se observa una fractura en la tendencia global de largo plazo, que indica que en años mas recientes la productividad ganadera ha tomado un rol mas protagonista como fuerza determinante del crecimiento de la produccion. Es así como en el periodo 1988-95 el crecimiento de la productividad expresada como produccion por cabeza en el hato fue responsable de la mitad del incremento de la produccion de carne y del 55% de la de leche (Cuadro 5).

Los esfuerzos de investigacion desde comienzos de los 80 por desarrollar nuevo germoplasma forrajero adaptado a condiciones de baja fertilidad, alta acidez y saturacion de aluminio y pobre disponibilidad de nitrogeno muy frecuentes en vastas extensiones de los bosques y sabanas deforestados y transformadas en pastizales, se han plasmado en nuevas opciones tecnologicas que dan la posibilidad de hacer un uso mas productivo y sostenible de los suelos (Smith et al 1997).

Un estudio en proceso en la zona de tropico humedo en la region de Caqueta en Colombia, sobre la adopcion temprana de la leguminosa forrajera *Arachis pintoi*, en fincas pequeñas de doble proposito, muestra que las areas utilizadas como pastizales en esa región presentan gran dinamismo en cuanto a su composicion. El punto relevante es que la participacion del area en pastos mejorados de mayor productividad, ha crecido sustancialmente en desmedro de las areas de pastizales nativos degradados de muy baja productividad. Lo anterior ha contribuido a mejorar significativamente la produccion de leche/vaca (Cuadro 6)

En la altillanura Oriental de Colombia varios estudios han documentado la creciente participacion de los pastos mejorados en el area total de pastos y la aparicion, aunque todavia modesta, de sistemas de pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas que pueden hacer una contribucion importante a la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Cadavid et al 1995)

Cuadro 5 Evolucion de la produccion y productividad de la ganadería vacuna en America Latina Tropical Carne y leche, Promedios 1961-95 y 1988-95

Periodo	Tasa anual de crecimiento (%)					
	Carne Vacuna			Leche		
	Produccion	Inventario	Productividad 1/	Produccion	Inventario	Productividad 1/
1961-1995	3.3	2.5	0.8	3.2	2.8	0.4
1988-1995	2.0	1.0	1.0	2.9	1.3	1.6

1/ Productividad expresada como produccion por cabeza en el inventario

Fuente: Calculos basados en cifras de FAO FAOSTAT

**Cuadro 6 Dinamica del Uso de la tierra en Caquetá 1986-97
Tropico Húmedo Colombia**

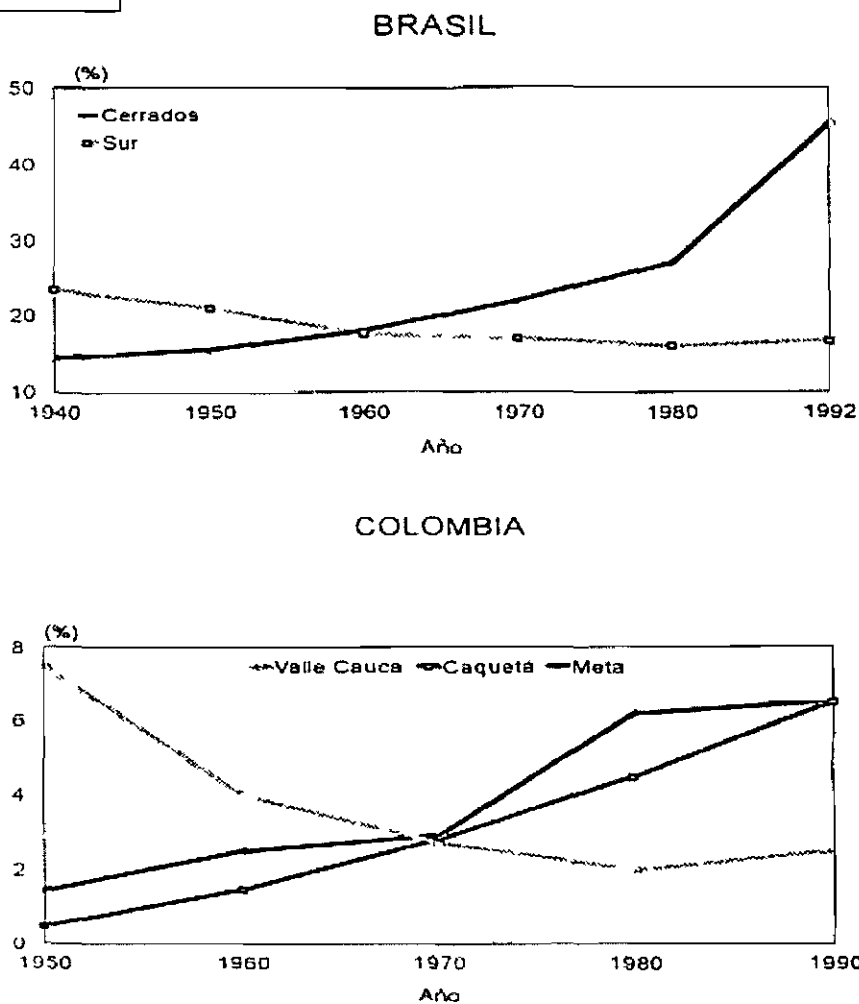
Uso de la tierra	1986		1997	
	Area (ha)	%	Area (ha)	%
Area total de la finca	131	100.0	158.0	100.0
Area total en pastos	95	73.0	129	82.0
' criaderos	62	47.0	38	24.0
mejorados	33	26.0	91	58.0
Area en cultivos	4	4.0	3	2.0
Area en descanso	22	17.0	10	6.0
Productividad (lts)				
Produccion de leche/vaca	577.0		760.0	
Produccion/vaca/dia	2.4		3.2	

Fuente: Rivas y Holm (en estudio en proceso)

La interacción de diversas fuerzas económicas, políticas y sociales crea las condiciones para la migración hacia las áreas de frontera agrícola de una proporción significativa de la población marginal

La población migrante comienza la actividad de tumba y quema de bosque con el propósito de adecuar tierras para desarrollar las actividades económicas pioneras, las cuales son esencialmente extractivistas. Extracción de especies maderables de valor económico, producción de combustible, carbon y leña, siembra de cultivos pioneros con muy baja aplicación de insumos. Esta forma de producción conduce en muchas ocasiones a una rápida pérdida de la fertilidad natural de los suelos y a un acelerado desplome de los rendimientos (Fig 5)

Fig 4 Cambios en la población bovina en Brasil y Colombia



Después de unas cuantas cosechas los colonos tienen varias opciones 1) Vender las tierras, dejarlas en descanso abandonarlas y abrir más bosque 2) Introducir pastos y ganado, que aporta ingresos y alimentos para autoconsumo

Paralelo al avance de la colonización se desarrolla un mercado de tierras en el cual entran a participar inversionistas con mayores recursos económicos procedentes de otras regiones, los cuales pueden considerarse como colonos de segunda generación Ellos tienen orientación más empresarial y consolidan los sistemas ganaderos extensivos Algunos de estos nuevos actores se mueven por intereses más especulativos que productivo, visualizando la compra de tierras como una inversión atractiva y segura

Lo anterior ocurre principalmente en fases iniciales de la colonización cuando la tierra es más abundante y tiene muy bajo costo de oportunidad lo cual permite a los colonos iniciales vender o abandonar sus tierras y emigrar nuevamente para abrir más bosque

Los sistemas ganaderos extensivos se ajustan perfectamente a la dotación de factores de las áreas marginales Abundancia de tierras de baja productividad y costo oportunidad y relativa escasez de capital y mano de obra La abundancia de la tierra reflejada en su precio es un factor que explica la incorporación permanente de nuevas áreas frente a la alternativa de intensificar su uso Tierras baratas y con fácil acceso estimulan formas de producción extractivistas

En este contexto la facilidad de acceso a nuevas áreas, a través de la construcción de vías de penetración es clave para explicar el avance de la frontera agrícola (Smith, et al, 1997, Ptaff 1997, Kaimowitz, 1995)

Los atributos particulares de la ganadería, capaz de utilizar recursos de tierras de muy baja productividad, su flexibilidad económica el escaso empleo de insumos y mano de obra contratada, su capacidad de generar ingresos y liquidez, la facilidad de comercializar y transportar sus productos, se ajustan en alto grado a las necesidades de los colonos pobres, aún en condiciones de baja productividad animal o por hectárea

De lo anterior se desprende que el avance de la ganadería en amplias zonas de bosque tropical húmedo es el resultado de fuerzas sociales y económicas que se mueven a niveles jerárquicos más elevados y que por lo tanto una estrategia simple que penalice a la ganadería con el objetivo de frenar la deforestación, puede producir resultados muy pobres

5 Política Económica y Tecnología

En la actualidad América Latina enfrenta un difícil reto que es el de elevar sus tasas de crecimiento económico de manera sostenible y equitativa de forma que se logre mejorar el bienestar de las actuales generaciones y preservar los recursos naturales y el medio ambiente Se cuenta con una muy importante base de recursos naturales, pero las tendencias hacia la destrucción de los bosques y los daños ambientales continúan de manera alarmante y

es prioritario implementar estrategias que permitan un uso productivo y sostenible de los recursos naturales

Para poder diseñar estrategias coherentes y efectivas es preciso conocer las causas basicas de la deforestacion y el peso especifico de ellas. Como ya se menciono anteriormente en este campo falta aun mucho camino por recorrer y como lo anotan Smith et al, una de las principales necesidades es la de sintetizar la informacion ecologica y economica disponible para suministrar bases firmes para la toma de decisiones gubernamentales y tecnologicas

Los campos de accion se ubican principalmente en dos areas: 1) La utilizacion estrategica parcial o total con fines productivos de las areas boscosas aun no intervenidas y 2) La recuperacion sostenible de las zonas ya degradadas

Las preguntas esenciales que son: 1) Cuales deberian ser las lineas de accion mas apropiadas para recuperar y mejorar las areas ya deforestadas, actualmente dedicadas a actividades de baja productividad y 2) Que acciones deberian emprenderse para reducir y/o eliminar el proceso de deforestacion y mantener un nivel de bosque tropical "optimo" que garantice la conservacion de la biodiversidad y el clima del planeta?

El desarrollo tecnologico que genere tecnologias de produccion para las zonas tradicionales mas productivas como para las marginales parece ser un punto fundamental de la estrategia. La intensificacion de la ganaderia en las zonas tradicionales de produccion, aliviaria la presion sobre los ecosistemas mas fragiles. Adicionalmente, mejoramientos sustanciales de la productividad en las areas tradicionales, conducirian progresivamente a una menor competitividad de la produccion en areas mas marginales

El desarrollo de tecnologias adaptadas a las condiciones del bosque tropical humedo, que sea viable, rentable y sostenible, parece ser critico para impulsar la productividad en las regiones ya deforestadas. Una tecnologia con estas caracteristicas puede afectar el proceso de deforestacion en varias direcciones, que eventualmente pueden ser opuestas

Las tecnologias de mayor productividad pueden ahorrar tierra al mejorar sustancialmente la produccion por hectarea o por cabeza de ganado en el inventario. Esto implica que el productor no tendra tanta necesidad de expandir el area utilizada y/o abandonar areas de muy baja productividad y abrir nuevamente bosque para reemplazarlas, lo que reduciria la presion sobre los bosques no intervenidos

Cabe la posibilidad de que una tecnologia tan atractiva propicie la expansion de las areas ganaderas y la entrada de nuevos colonos, traduciendo en mayor presion sobre el bosque humedo (Kaimowitz 1995). Las consideraciones anteriores muestran que si bien la tecnologia puede ser un factor fundamental para intensificar la produccion agropecuaria en las areas marginales deforestadas y degradadas, ella es necesaria, pero por si sola no es suficiente para frenar o revertir la deforestacion

Entonces aparece un elemento que esta en un nivel jerarquico superior al desarrollo tecnologico y es el marco socioeconomico en el que se desenvuelve la ganaderia. Este marco socioeconomico puede ser alterado mediante las herramientas de politica economica que estimulen el desarrollo y la adopcion tecnologica y conduzcan a un uso mas sostenible de los recursos naturales.

La politica economica refleja la valoracion de la sociedad de los recursos naturales y de sus servicios ambientales. En esa valoracion social parecen radicar las mayores diferencias entre paises pobres y ricos en cuanto a las estrategias aplicadas para su uso y manejo.

Los paises pobres con muchas dificultades y urgencia para satisfacer necesidades primarias de educacion, vivienda, salud, alimentacion, la prioridad es aliviar, en la medida de lo posible, las carencias en el corto plazo para preservar la estabilidad, la gobernabilidad y la convivencia social. En terminos economicos se puede decir que las sociedades pobres tienen alta preferencia por los beneficios o consumo actual y baja por los beneficios futuros. Esto se traduce en tasas sociales de descuento altas, que penalizan las inversiones de largo plazo, como son las efectuadas en conservar y mejorar la base de recursos naturales.

Las sociedades ricas con sus necesidades primarias casi totalmente satisfechas y libres de las agudas tensiones y conflictos sociales presentes en los paises pobres, estan muy dispuestos a invertir para el futuro y ello se traduce en bajas tasas sociales de descuento que reflejan la alta valoracion que la sociedad otorga a los beneficios de largo plazo. La figura 6 muestra los valores de la tasa de interes real de los prestamos bancarios en paises industrializados y en America Latina.

Asociado con lo anterior esta el tema de la internalizacion o captura de los beneficios que se derivan de las inversiones en conservacion y manejo de los recursos naturales. Gran parte de ellos, en particular los relacionados con el ambiente y el clima se pueden catalogar como bienes publicos mundiales, ya que se diseminan a traves de todo el planeta. Desde esta perspectiva se desprende que el esfuerzo por generar tecnologias y sistemas de manejo que permitan un uso racional de estos recursos, manteniendo su productividad y sus beneficios ecologicos, debe ser compartido por la comunidad internacional.

En la actualidad, el hecho de que los beneficios derivados de la conservacion, que tienen un ambito global no se reflejan significativamente a nivel local, desalienta las inversiones en promover su uso y manejo sostenible (Palo y Lehto, 1996).

Los instrumentos de politica economica son mecanismos que crean un marco economico general que puede ser favorable o desfavorable para la conservacion de los recursos naturales. Un estudio elaborado por Smith et al. (1997a) muestra claramente como la politica economica y el desarrollo tecnologico conjuntamente, pueden influenciar de manera importante el uso del suelo, los niveles de produccion y productividad y el impacto ambiental derivados del cambio en el uso del suelo en la Amazonia y los Cerrados brasileños.

La base de ese trabajo es un modelo de uso del suelo en el cual el tipo de politica economica influencia las tasas anuales de transferencia entre las diferentes categorias de uso de la tierra,

las cuales son 1) Ecosistema natural, 2) Areas en cultivos, 3) Areas en pastos 4) Plantaciones 5) Areas alteradas. A su vez el tipo de desarrollo tecnologico determina los niveles de produccion y productividad y el impacto ambiental de las diferentes actividades. Estas ultimas son produccion agricola, ganadera y forestal. El estudio genera un indicador ambiental expresado como emision neta de carbono resultante de los cambios en el uso de los suelos.

El modelo asume que como resultado de las politicas economicas y tecnologicas se afectan las variables criticas que impulsan la deforestacion tales como desarrollo de infraestructura, generacion de empleo, tasas de interes, oferta tecnologica etc (Fig 7)

Las politicas instrumentadas se traducen en dos ambientes economicos alternativos, que conducen a situaciones de estabilidad o inestabilidad macroeconomica. El desarrollo tecnologico puede generar alternativamente dos clases de tecnologia agropecuaria. Una orientada exclusivamente al crecimiento de la productividad de los cultivos individuales, con uso intensivo de insumos en especial de agroquimicos, teniendo baja prioridad dentro de su diseño las consideraciones de tipo ambiental. En el desarrollo del segundo tipo de tecnologia se da énfasis al diseño y ensamble de componentes tecnologicos para sistemas de produccion competitivos y sostenibles, con alta prioridad en los aspectos ambientales.

Los anteriores ambientes economicos y tecnologicos se combinan para conformar cuatro escenarios de politica y tecnologia y en ellos se evalua el impacto sobre el uso de la tierra, tomando como año base del modelo a 1980 y como año final el 2020. Los parametros iniciales se calibran con la informacion del periodo 1980-90.

El estudio concluye que si las politicas de estabilizacion economica fallan y el desarrollo tecnologico enfatiza exclusivamente en mejorar productividad hacia el año 2020 en la amazonia del Brasil las perdidas de bosque llegarían a 61 millones de has con respecto al nivel observado en 1980. La mayor parte de este cambio en el uso de los suelos se reflejaría en aumentos muy grandes del área en pasturas y de los inventarios ganaderos. La magnitud de las áreas alteradas también crecería notablemente y las emisiones netas de carbono resultantes de los cambios en el uso de los suelos más que se duplicarían (Cuadro 7)²

En un escenario opuesto, politicas economicas favorables y generacion de tecnologias de produccion sostenibles, el uso de suelo en la region bajo analisis cambia dramaticamente y la conversion del ecosistema natural a otros usos se atenúa. En efecto la deforestacion se reduce de 61 millones de ha (escenario desfavorable) a 39 millones ha (Cuadros 7 y 8).

El área destinada a cultivos crece en tanto que las pasturas y el inventario ganadero declinan. Las condiciones economicas prevaletentes frenan las tendencias migratorias y la demanda especulativa por tierra en las zonas de frontera. Una conclusion muy interesante de este trabajo es que con tasas menores de deforestacion es posible lograr mayores niveles de produccion. En este aspecto el desarrollo tecnologico juega un papel clave para expandir la produccion agricola y maderera.

² Los autores definen a las tierras alteradas como un mosaico de bosque secundario, sistemas agropastoriles, tierras en descanso y abandonadas, en las cuales algunas facetas del bosque original aun son reconocibles.

La conclusion general es que tanto politicas adecuadas como tecnologias, son indispensables para enfrentar el reto de utilizar los recursos naturales de forma sostenible, *minimizando* los efectos nocivos sobre el medio ambiente. No obstante un desarrollo tecnologico enfocado a la sostenibilidad pero en condiciones economicas desfavorables tiene muy poco chance para modificar las tendencias en el uso de los suelos en la region bajo analisis.

En ambos escenarios la magnitud de las areas alteradas es importante, lo cual sugiere que en materia de politica tecnologica el manejo y recuperacion de ellas debe ser una actividad de alta prioridad. En ultimo escenario el cambio en los patrones de uso del suelo genera efectos ambientales positivos, expresados como captura neta de carbono que se estima en 37 millones de toneladas en el año 2020 (Cuadro 8).

Otra conclusion llamativa del estudio de Smith et al 1997a, es que si bien politica y la tecnologia son importantes, esa importancia varia en funcion de la categoria de uso de la tierra y del tipo de produccion que se considere (Fig 8).

El impacto de la politica es 4 veces mayor que el impacto de la tecnología cuando se trata de reducir la expansion de la frontera agricola en el Amazonas. La politica tambien es la fuerza dominante en la determinacion de la magnitud del area agricola y del inventario ganadero en esa region. Esto se debe principalmente a la reduccion de la demanda especulativa por la tierra y a su utilizacion en agricultura (Smith et al, 1997a).

Figura 5 Secuencia de Eventos en el Proceso Deforestacion Formacion de Sistemas Ganaderos Extensivos

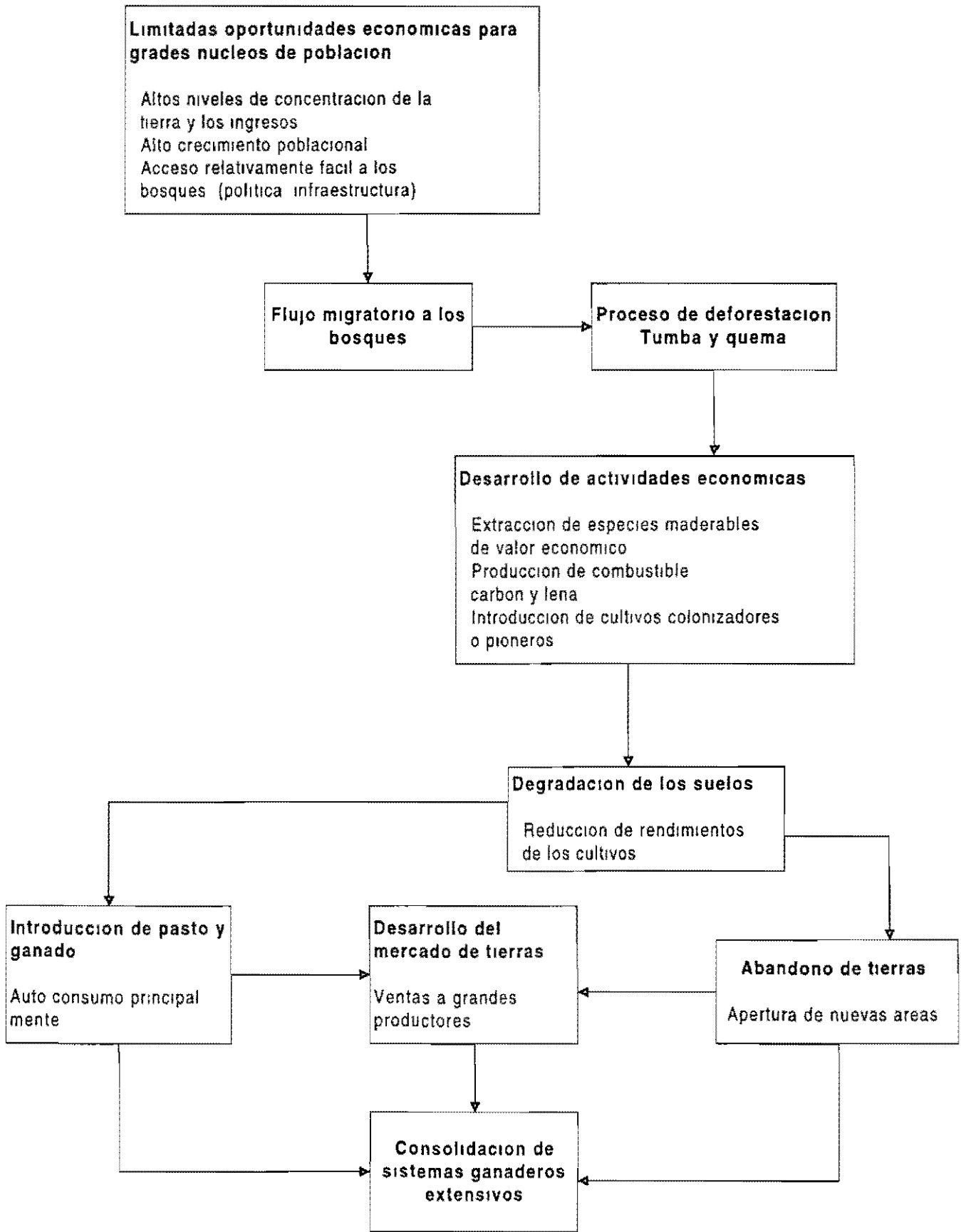
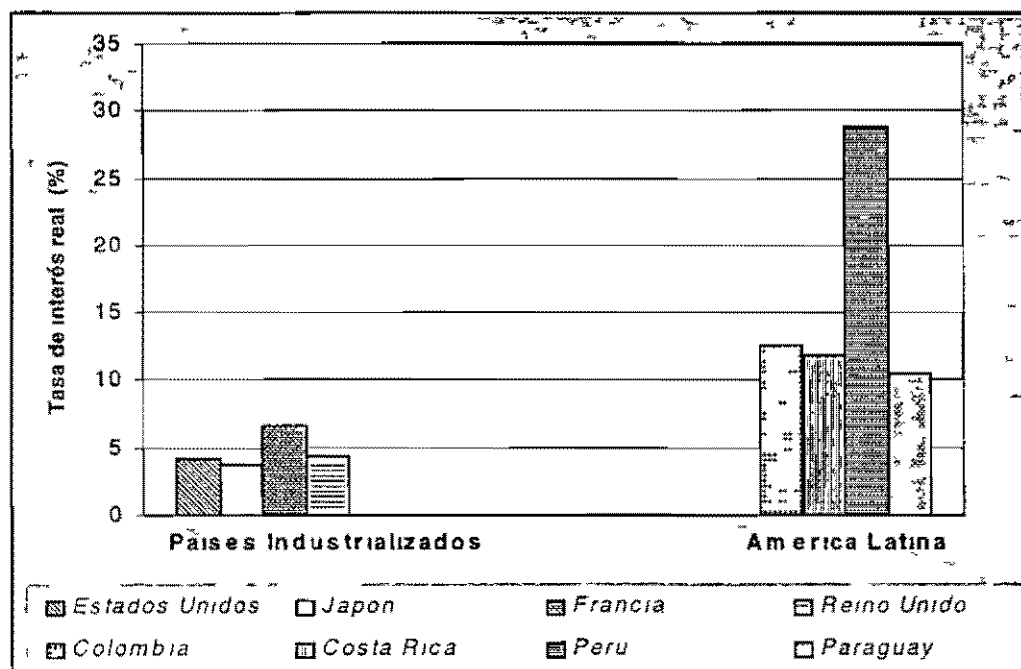


Fig 6 Tasas de interes real en países industrializados y en America Latina Promedios 1990-1995) *



* Corresponde a la tasa real de los prestamos bancarios
Fuente: Calculos basados en cifras del FMI (1996)

6 Conclusiones

La información disponible indica claramente que el proceso de expansión de la frontera agrícola en América Latina Tropical ha sido muy intenso en el pasado reciente que una elevada proporción de las áreas deforestadas se ha utilizado en actividades de baja productividad y que de no mediar acciones que frenen el descontrolado avance de la frontera agrícola, las tasas de deforestación en la región permanecerán en niveles muy altos

Es difícil generalizar y extrapolar los resultados de los diferentes estudios debido a diferencias en calidad de información utilizada, enfoques metodológicos y ubicación espacial y temporal de tales trabajos. Sin embargo algunas causas son más universalmente aceptadas como factores de deforestación: Presión de la población, nivel de ingresos, accesibilidad a las áreas de frontera y costos y riesgos asociados con la tumba y quema de los bosques. El crecimiento de la población urbana y del ingreso en la región amazónica ha creado una demanda interna por productos agrícolas lo que ha favorecido la expansión de la frontera agrícola.

No obstante la abundancia de literatura aun existen grandes vacios en el conocimiento sobre donde, como y porque ocurren cambios en los patrones de uso del suelo y sobre las consecuencias ambientales y economicas de la deforestacion. Se trata de un tema complejo que involucra multiples dimensiones ecologicas, sociales, políticas y tecnologicas, por lo cual no hay un pleno acuerdo sobre los factores determinantes de la deforestacion.

Es innegable que una elevada fraccion de las areas deforestadas se destina finalmente a actividades ganaderas previa una fase de cultivos pioneros. La consolidacion de grandes explotaciones ganaderas extensivas obedece en gran medida a la presencia de una fuerte demanda especulativa por tierra, que es impulsada por la inestabilidad economica y los procesos inflacionarios endemicos de muchos paises latinoamericanos.

La region como un todo ha experimentado grandes cambios en cuanto al uso del suelo. En las areas tradicionales de produccion los cultivos intensivos en el uso de capital y tecnologia se expandieron obligando a la ganadería a desplazarse hacia zonas menos aptas para la produccion.

Paralelo a lo anterior la oferta tecnologica particularmente de germoplasma adaptado de pastos y de cultivos ha sido muy pobre por lo cual las los suelos destinados a actividades agropecuarias en los tropicos humedos rapidamente se degradan abandonandose o entrando a conformar sistemas de produccion ganadera extensiva de baja productividad por animal o por unidad de tierra.

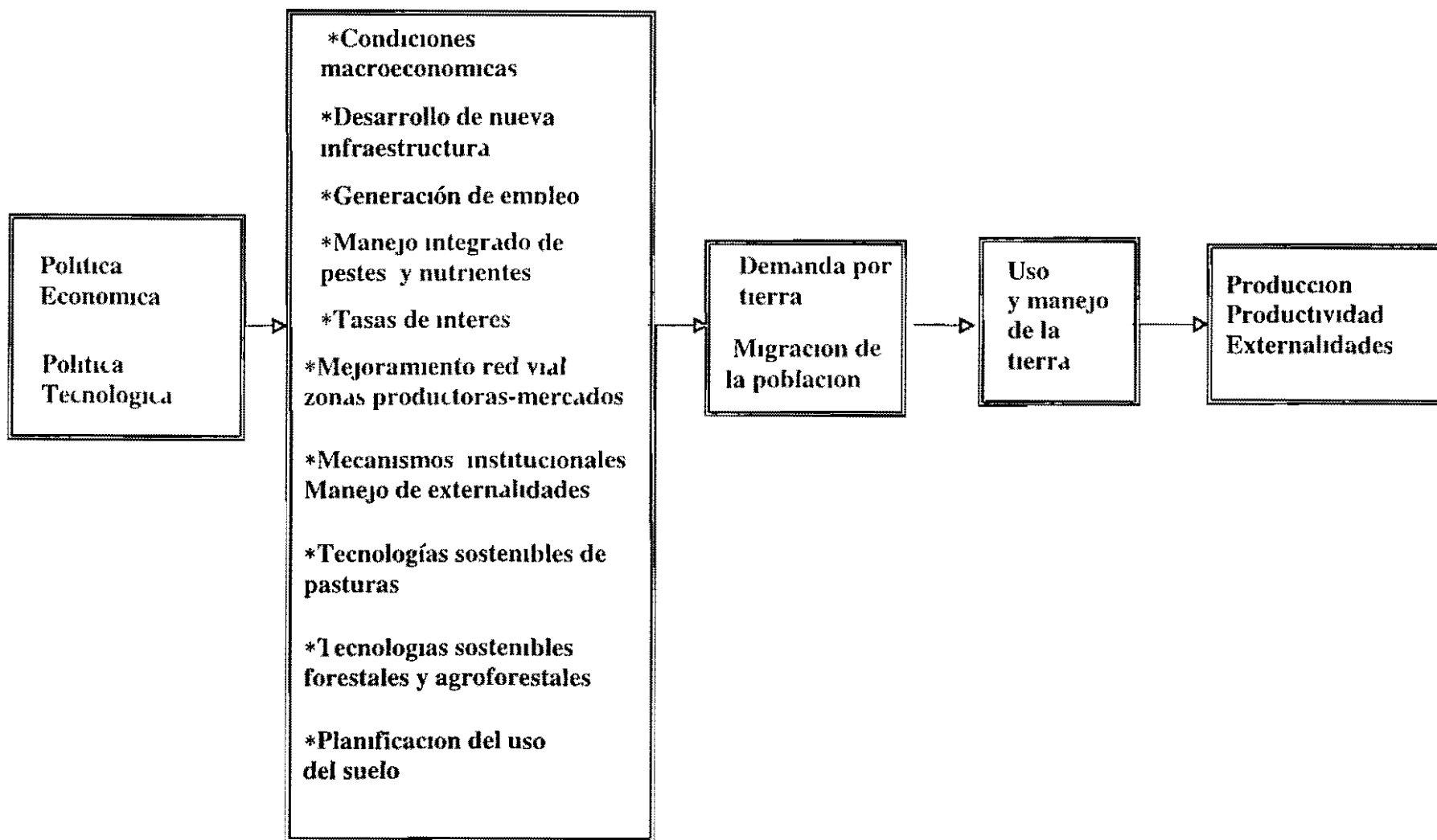
Los sistemas ganaderos extensivos se ajustan perfectamente a la dotacion de recursos de las areas marginales. Abundancia de recursos de tierra baratas y de baja calidad, escasez de mano de obra y de capital. Los atributos particulares de la ganaderia la han hecho muy atractiva para los colonos pobres aun en condiciones de baja productividad por unidad de recurso productivo. En muchas zonas aparece casi como la unica posibilidad de utilización de la tierra.

Las tendencias de largo plazo del de crecimiento de la produccion y la productividad ganaderas en America Latina Tropical reflejan los cambios en el uso del suelo, mostrando que la expansion de la produccion ganadera durante un largo periodo de tiempo, obedecio casi exclusivamente a un crecimiento extensivo. Mas ganado y mas pastos.

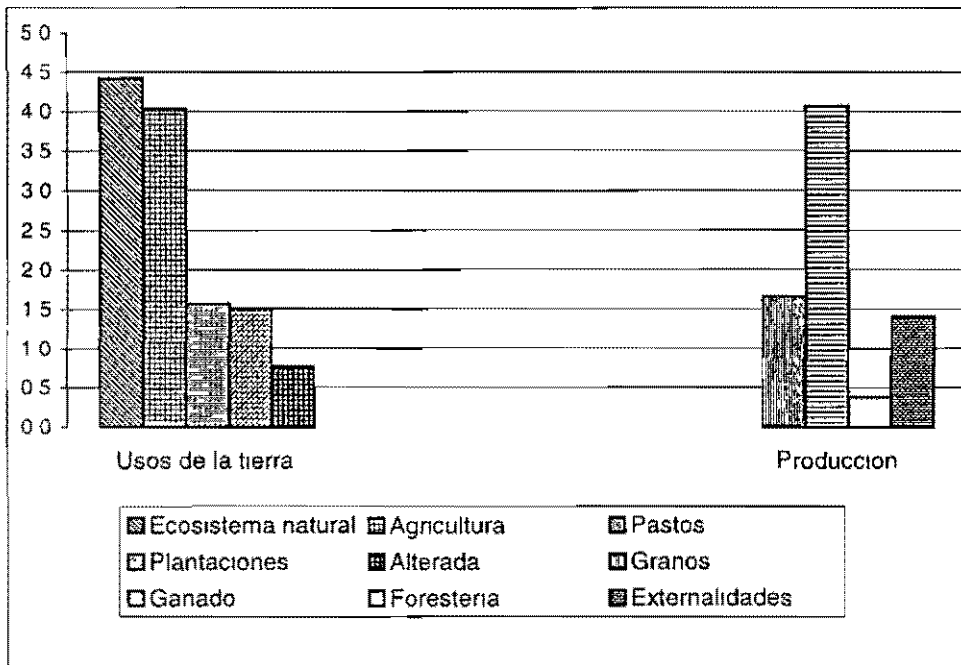
Cifras de mas corto plazo sugieren que estan ocurriendo cambios en las tendencias y que la productividad empieza a tomar un papel mas protagónico como determinante del crecimiento de la produccion de la ganaderia regional.

Aparentemente esto obedece por un lado al desarrollo de opciones tecnologicas nuevas y mejor adaptadas a las condiciones ambientales y economicas de las zonas marginales y a que los programas de ajuste estructural implementados para salir del estancamiento economico de los 80's restaron prioridad a la expansion de la frontera agricola, al desarrollo de infraestructura vial en zonas marginales y a la concesion de estímulos estatales para la ocupacion de nuevas zonas agropecuarias.

Fig 7 Relaciones entre Políticas, Uso de la Tierra, Producción y Medio Ambiente



**Fig 8 Impacto Relativo Política/Tecnología
Amazonia Brasileña 2020**



Fuente: Cifras de Smith, et al 1997a

La tecnología de producción viable rentable y sostenible tanto para las zonas tradicionales como para las zonas nuevas, aparece como un elemento fundamental para reducir las tasas de deforestación. Pero es importante señalar que la tecnología apropiada es necesaria, pero no suficiente para lograr el objetivo.

El contexto macroeconómico que determina el desarrollo de la infraestructura vial, las tasas de interés, la tasa de cambio, la generación de empleo, la distribución de ingreso etc. es la matriz de poderosas fuerzas que determinan en definitiva la demanda y los usos de la tierra y los movimientos migratorios de la población.

Un estudio efectuado por Smith et al. para la Amazonia y los Cerrados del Brasil, estima los impactos esperados de diferentes escenarios de política y tecnología sobre el uso del suelo, los niveles de producción y de productividad. Concluye que si los planes de estabilización económica en Brasil fallan y el desarrollo tecnológico se orienta exclusivamente a mejorar la productividad sin incluir consideraciones ambientales, la deforestación en la Amazonia se incrementará notablemente, con una expansión muy grande de las áreas en pastos, las zonas alteradas y la emisión neta de carbono.

Por el contrario, en condiciones económicas y tecnológicas favorables se pueden no solo reducir significativamente las tasas de deforestación sino también incrementar la producción agrícola y forestal y obtener beneficios ambientales a través de la captura neta de carbono

No obstante que un marco político y una oferta tecnológica adecuados son requeridos, el impacto de estas variables puede tener diferente importancia relativa según el objetivo propuesto. Por ejemplo, si la meta es preservar las áreas boscosas, reduciendo la deforestación, el impacto de la política es cuatro veces mayor que el de la tecnología

Aunque este estudio tiene el limitante de ser muy agregado considera la región amazónica brasileña como un todo, por las dificultades de obtener información más detallada y precisa de las diferentes subregiones, es útil en la medida que permite observar en un contexto global los efectos de la política y la tecnología sobre el uso de los suelos, la producción y el medio ambiente

Con la limitada información y conocimiento actuales sobre las causas y consecuencias de la deforestación, es difícil hacer recomendaciones y sugerencias específicas sobre líneas de acción concretas. Sin embargo es posible sugerir ciertas áreas de trabajo que aparecen como más relevantes en los temas de 1) Planeación, 2) Política y 3) Tecnología

Se requiere una mejor planeación global (nivel de país o región) del uso del suelo, para ello se requiere mejor caracterización y seguimiento continuo del uso del suelo y de la deforestación, identificando y cuantificando sus causas y consecuencias la magnitud de las áreas en peligro y el grado de urgencia de las medidas requeridas para atenuar la deforestación

A partir de una mejor información se pueden establecer restricciones al uso del suelo, identificar áreas críticas para ser protegidas y dirigir el uso del suelo mediante esquemas de impuestos y subsidios

Lo anterior permitirá ajustar y hacer coherentes las políticas de crédito, de creación de infraestructura vial y de titulación de tierras con los usos del suelo previamente fijados

La ampliación de la oferta tecnológica para recuperación de áreas degradadas, ajustada a la dotación de factores y necesidades de distintas clases de productores, aparece como un área de alta prioridad

Adicional a lo anterior, un ambiente macroeconómico, con reglas de juego claras y estables parece ser un requisito indispensable para la conservación y el uso productivo de los bosques tropicales y el logro de metas sociales de crecimiento sostenible con equidad

Varios proyectos orientados a demostrar la viabilidad técnica y económica del secuestro de carbono al sustituir la agricultura de tumba y quema por actividades como la agroforestería en países en desarrollo y la posibilidad de comercializar estos servicios en mercados ambientales globales (GEM por su sigla en inglés), abren el abanico de nuevas posibilidades

para hacer en el futuro un uso mas sostenible del suelo sin deteriorar el nivel de vida de la poblacion (Vease Smith et al , 1997a y Smith et al ,1997 b)

Cuadro 7 Escenario 1 *Hacia el 2020 en la Amazonía Brasileña Políticas Económicas y Tecnológicas Desfavorables*

Clase de Política	Características		Consecuencias	
Economica	<ul style="list-style-type: none"> - Deficit fiscal creciente - Alto desequilibrio en cuenta corriente - Elevadas tasas de interes - Inflacion alta - Tasa de cambio creciente - Creacion de nueva infraestructura - 		<ul style="list-style-type: none"> - Inestabilidad macroeconomica - Incremento de la demanda especulativa por la tierra - Alta migracion a las areas de frontera 	
Tecnologica	<ul style="list-style-type: none"> - Enfasis en productividad - Uso intensivo de insumos 		<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de sistemas productivos no sostenibles - Deterioro ambiental - Productividad estancada 	
Impactos				
Uso de la tierra (10 ⁶ ha)	Areas (10 ⁶ ha)		Variacion	
	1980	2020	Absoluta	Porcentual
Ecosistema natural	335.8	274.5	-61.3	-18.3
Agricultura	2.0	3.0	+1.0	+50.0
Pasturas	7.8	48.5	+40.7	+521.8
Plantaciones	0.2	0.3	+0.1	+50.0
Tierras alteradas	4.4	23.1	+18.7	+425.0
Producción (10⁶ tm)				
Granos	1.6	3.0	+1.4	+87.5
Inventario ganadero (10 ⁶ cab)	3.9	34.0	+30.1	+771.8
Produccion maderera	19.8	113.0	+93.2	+470.7
Impacto Ambiental (10⁶ tm)				
Emision neta de carbono	101.8	275.6	+173.8	+170.7

Fuente Smith, et al 1997a

Cuadro 8 Escenario 2 *Hacia el 2020 en la Amazonia Brasileira* Políticas Económicas y Tecnológicas favorables

Clase de Política	Características	Consecuencias		
Económica	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad fiscal - Equilibrio en cuenta corriente - Tasas de interés moderadas - Inflación bajo control - Tasa de cambio estable - Creación limitada de nueva infraestructura 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad macroeconómica - Baja demanda especulativa por la tierra - Baja tasa de migración a las áreas de frontera 		
Tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia basada en el desarrollo de sistemas de producción estables y sostenibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Ganaderos y agricultores de la región reducen las tasas de deforestación - Beneficios ambientales - Ganancias en productividad 		
Impactos				
Uso de la tierra (10⁶ ha)	Áreas (10 ⁶ ha)		Variación	
	1980	2020	Absoluta	Porcentual
Ecosistema natural	335.8	297.0	-38.8	-11.6
Agricultura	2.0	10.3	+8.3	+441.5
Pasturas	7.8	16.6	+8.8	+112.8
Plantaciones	0.2	1.3	+1.1	+550.0
Tierras alteradas	4.4	24.6	+20.2	+459.1
Producción (10⁶ tm)				
Granos	1.6	15.5	+13.9	868.8
Inventario ganadero (10 ⁶ cab)	3.9	26.6	+22.7	582.1
Producción maderera	19.8	275.0	+255.2	1288.8
Impacto Ambiental (10⁶ tm)				
Emisión neta de carbono	101.8	-36.6	-138.4	-135.9

Fuente: Smith et al. 1997a

Bibliografía

Browder J, 1989 Development Alternatives for Tropical Rains Forests in *Environment and the Poor Development Strategies for A Common Agenda U S World Police Perspective* No 11, J Leonard et al (eds), Overseas Development Council, Transaction Books New Brunswick

Cadavid Herrera, Jose Vicente 1994 Comportamiento y limitantes de la adopción de pastos y cultivos asociados en los Llanos Orientales de Colombia, Universidad del Valle, Facultad de Ciencias Sociales y Economicas – Centro Internacional de Agricultura Tropical, Tesis de Maestría, Cali, Colombia

FAO, 1998 Base de datos *Agrostat*

Faminow, Merle D 1996 Spatial economics of local demand for cattle products in Amazon development *Agriculture Ecosystems & Environment* 1116, ELSEVIER October

Fearnside Philip M 1993 Deforestation in Brazilian Amazon The effect of population and land tenure *AMBIO*, vol 22, No 8, Dec

FMI, Fondo Monetario Internacional Estadísticas Financieras Internacionales, Anuario 1996 Washington, D C

Jempa, C J 1995 Tropical Deforestation A Socioeconomic Approach, Earthscan Ltd, London

Kaimowitz, David (1995) Livestock and Deforestation in Central America in the 1980's and 1990 s A police perspective, Third Draft March

Lambin E (1994) Modeling deforestation processes A review *Trees series B Research Report 1* Eur 15744 EN EC Luxembourg

Nicholson Charles F, Robert W Blake and David R Lee (1995) Livestock, Deforestation and Policy Making Intensification of Cattle Production Systems in Central America Revisited, *Journal of Dairy Science*, Vol 78, No 3

Nilsson Sten (1996) Do we have enough forests? International Institute for Applied Systems Analysis Laxenburg Austria, February

Palo Matti and Erick Letho (1996) Modeling underlying causes of pantropical deforestation mimeo may

Ptaff Alexander (1997) What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from Satellite and Socioeconomic Data, World Bank, Policy Research Department, Environment, Infrastructure, and Agriculture Division, Washington, May

Rivas Libardo y Federico Holmann, 1998 Adopción temprana de *Arachis pintoi* en el trópico húmedo El caso de los Sistemas Ganaderos de Doble Propósito en el Cauca, Cali, Colombia estudio en proceso

Smith Joyotee, Manuel Winograd, Gilberto Gallopin, and Douglas Pachico (1997) Dynamics of the agricultural frontier in the Amazon and savannas of Brazil analyzing the impact of policy and technology, CIAT, October 1996

Smith Joyotee, Susana Morato, Erik Veneklaas, Ricardo Labarta, Keneth Reategui, and Glendy Sanchez, 1997b, Willingness to pay for Environmental Services Among slash- and – burn Farmers in the Peruvian Amazon Implications for deforestation and Global Environmental Markets Joint CSERGE-CIAT-ICRAF Working Paper

Trexler, M C and C Haugen (1995) Keeping in Green Tropical Forestry Opportunities for Mitigating Climate Change, World Resources Institute and EPA, World Resources Institute, Washington, D C

Winograd Manuel 1997 Vertical and Horizontal Linkages in the Context of Indicators of Sustainable Development in *Sustainability Indicators Report of the project on Indicators of Sustainable Development* Bedrich Moldan – Suzanne Billharz (eds) John Wiley & Sons

Winograd Manuel, Andrew Farrow y Jeremy Eade, (1998) Atlas de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad para América Latina y El Caribe, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Version 1 Cali Colombia