

CIAT
COLECCIÓN HISTÓRICA

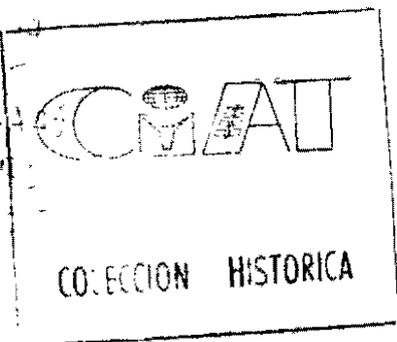
Impacto Socioeconómico de Sistemas Agroforestales en la Región Amazónica del Ecuador



MAG
AID
FUNDAGRO
CIAT
ICA

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador
Agencia Internacional para el Desarrollo
Fundación para el Desarrollo Agropecuario del Ecuador
Centro Internacional de Agricultura Tropical
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

S
494
.5
A45
R3
C.3



Impacto Socioeconómico de Sistemas Agroforestales en la Región Amazónica del Ecuador[§]

Alvaro Ramírez Suárez*
Carlos Seré Rabé**
Jorge E. Uquillas***

CIAT LIBRERIA

12404

12 ABR. 1993

- * Economista Agrícola, investigador posdoctoral de la sección de Economía del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT. Actualmente, economista asociado de la sección de Economía del Programa de Arroz del CIAT, Apdo. Aéreo 6713, Cali, Colombia.
- ** Economista, jefe de la sección de Economía del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT. Actualmente, consultor independiente, Casilla de correo 18944, Quito, Ecuador.
- *** Sociólogo rural, jefe de la Unidad de Programación y Evaluación de la Fundación para el Desarrollo Agropecuario (FUNDAGRO), P.O. Box: 17-16-219, Quito, Ecuador.
- § La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente el punto de vista de las entidades participantes en el Proyecto.

Agradecimientos

El MAG, FUNDAGRO, y el CIAT como entidades ejecutoras del estudio agradecen sinceramente a la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID) y al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) la colaboración prestada para el diseño, planeación y ejecución de este Estudio. En particular al Ingeniero Robert B. Peck y al Doctor John B. Bishop, quienes con base en las experiencias y conocimientos de los colonos de la región, gestaron, afinaron e impulsaron la tecnología agroforestal mejorada aplicada en este Subyecto.

Resumen

Desde 1973, la Selva Baja amazónica del Ecuador ha experimentado un proceso acelerado de asentamientos humanos orientado por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC). El proceso ha sido estimulado por la construcción de una extensa red de vías para la explotación de petróleo en la región y por las políticas de adjudicación de tierras, que facilitan el libre acceso de los colonos a los recursos de tierra y bosque. Hasta 1988, cerca de 30,000 familias de colonos se habían establecido en zonas con suelos rojos de colinas en la confluencia de los ríos Napo y el Coca, ocupando una superficie aproximada de 900,000 hectáreas. La mayoría de los inmigrantes son familias pobres, provenientes de regiones densamente pobladas de la Costa y la Sierra donde existen pocas oportunidades de empleo e ingresos.

La región en estudio corresponde el ecosistema de margen de bosque húmedo no estacional, en el cual predominan Ultisoles. El uso de la tierra en esta región ha sido muy dinámico; los colonos han evolucionado en sus sistemas de producción, desde la chacra —practicado por las comunidades indígenas— hasta los sistemas agroforestales —basados en café y pasturas introducidas en asociación con árboles maderables de valor comercial.

Los sistemas agroforestales tradicionales han sido percibidos como de baja productividad y rápida degradación, lo cual ha estimulado nuevos reasentamientos y mayor deforestación. En 1985, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) del Ecuador inició el Subproyecto Agroforestal del Coca, para promover prácticas agroforestales mejoradas que permitieran hacer un uso más sostenible de las áreas de bosque secundario (abierto) y redujeran la presión de los colonos sobre el bosque primario restante. Estas prácticas consisten en: (a) el manejo de la regeneración natural de especies forestales de valor comercial, intercalados con café (*Coffea arabica* var. *robusta*) y pasturas del género *Brachiaria*, principalmente *B. humidicola* INIAP-701, (b) introducción de la leguminosa *Desmodium ovalifolium* CIAT-750 como cobertura del suelo en el cultivo de café, para recuperar suelos y para mejorar la calidad del forraje en pasturas degradadas y (c) introducción de prácticas de manejo del café para aumentar y estabilizar los rendimientos y reducir los costos de producción.

A partir de 1988, durante 2 años se adelantó en fincas un estudio de seguimiento de los componentes de estos sistemas, para evaluar la factibilidad técnica y socioeconómica de las tecnologías y sistemas promovidas por el Subproyecto. El estudio documenta que estas prácticas y sistemas agroforestales son rentables, mejoran la liquidez (flujo de caja) de los colonos y la productividad total de los recursos en el tiempo, con base en la tecnología existente y las tendencias en las relaciones de precios actuales. En consecuencia, se espera en el futuro una masiva adopción de la misma, teniendo en cuenta la capacidad de las instituciones nacionales para incentivar el desarrollo forestal y pecuario (carne y leche) de la región; asimismo, para afinar la tecnología agroforestal actual, típicamente ahorradora de mano de obra y de insumos comprados. No obstante, este esquema puede hacer más atractiva la migración de nuevos colonos e incentivar una mayor deforestación en las parcelas actuales.

Para evitar la situación anterior, es necesario que el cambio tecnológico esté acompañado de políticas de uso y asignación de tierras que: (1) hagan explícito reconocimiento del bosque primario como forma de uso de la tierra socialmente deseable e internalicen el costo social de la deforestación; (b) reconozcan el manejo de la regeneración natural de árboles en bosque secundario como estrategia de reforestación con fines de aprovechamiento; (3) tengan en cuenta la fertilidad del suelo y la mano de obra de la unidad familiar en el tamaño de la adjudicación de las parcelas y (4) estimulen la adopción de sistemas y tecnologías que reduzcan la relación actual tierra/mano de obra.

Summary

Since 1973, Ecuador's Amazonian lowland forest has undergone an accelerated process of human settlements guided by the Ecuadorian Institute of Agrarian Reform and Colonization (IERAC, in Spanish). The process has been stimulated by the construction of an extensive network of roadways for the exploitation of oil in the region and by land-grant policies that facilitate the free access of settlers to land and forest resources. Up to 1988, about 30,000 families of settlers had been established in regions with red hillside soils in the confluence of the Napo and Coca rivers. These families occupied an area of approximately 900,000 hectares. Most of these immigrants are poor families coming from heavily populated regions of the Andeans (Sierra) and coast, where there are few opportunities for employment and income.

The region under study corresponds to the nonseasonal humid-forest-margins ecosystem, in which Ultisols predominate. Land use in this region has been very dynamic. Settlers have evolved their production systems from small farms of indigenous communities to agroforestry systems based on coffee, and pastures introduced in association with trees for timber with commercial value.

Nevertheless, traditional agroforestry systems have been perceived to have low productivity and to degrade rapidly, which has stimulated new resettlements and greater deforestation. In 1985, Ecuador's Ministry of Agriculture and Livestock began a demonstration project (the Coca Agroforestry Subproject) to promote improved agroforestry practices that would allow a more sustainable use of secondary (open) forest areas and that would reduce pressure from settlers on the remaining primary forest. These practices include: (1) management of the natural regeneration of forest species with commercial value, intercropped with coffee (*Coffea arabica* var. *robusta*), and pastures based on the genus *Brachiaria*, mainly *B. humidicola* INIAP-701; (2) introduction of the legume *Desmodium ovalifolium* CIAT-750 as a cover crop in coffee and to recuperate soils and forage quality of degraded pastures; and (3) introduction of management practices for coffee to increase and stabilize yields and reduce production costs.

For two years, starting in 1988, a follow-up study was conducted on farms for the components of these systems to evaluate the technical and socioeconomic feasibility of the technologies and systems promoted by the Subproject. The study documents that these agroforestry practices and systems are profitable, and that they improve settlers' liquidity (cash flow) and overall productivity of resources over time, based on existing technology and trends in the ratios of current prices. As a result, a massive adoption of this technology is expected in the future, considering the capacity of the national institutions to stimulate forest and livestock (beef and milk) development in the region. Likewise, fine-tuning the current agroforestry technology, which typically saves labor and purchased inputs, is expected. However, this scheme could make migration of new settlers more attractive, and stimulate greater deforestation on current farms. To avoid this situation, technological change must be accompanied by land use and land-grant policies that:

(1) explicitly recognize the primary forest as a form of socially desirable land use and internalize the social cost of deforestation; (2) recognize management of the natural regeneration of trees in secondary forest as a reforestation strategy for purposes of exploitation; (3) take into account soil fertility and labor of the family unit for the size of land-grant plots; and (4) stimulate the adoption of systems and technologies that will reduce the current ratio of land to labor.

Capítulo 1

Características Generales de la Zona en Estudio

El desarrollo agroforestal es una estrategia promisorio para el manejo y conservación de la Amazonia (Alvim, 1988; Budowsky, 1989; Hecht, 1982). El incremento de la productividad y el mejoramiento de la sostenibilidad de los sistemas de producción, existentes en las áreas de bosque abierto (secundario) y la consiguiente reducción de la presión de la población sobre el bosque primario, particularmente sobre las reservas bioecológicas, son razones que justifican este tipo de desarrollo en la Amazonia.

La región amazónica del Ecuador comprende parcial o totalmente las cuencas altas de los ríos Putumayo, Napo, Pastaza, Morona y Santiago. Aunque esta región constituye sólo una pequeña porción de la Amazonia continental, en el Ecuador representa cerca de la mitad del territorio nacional. La zona incluida en el presente estudio está ubicada en el nororiente ecuatoriano, alrededor de la confluencia del río Coca con el Napo y en un radio de hasta 100 km alrededor de la ciudad de Francisco de Orellana, también conocida como Coca.

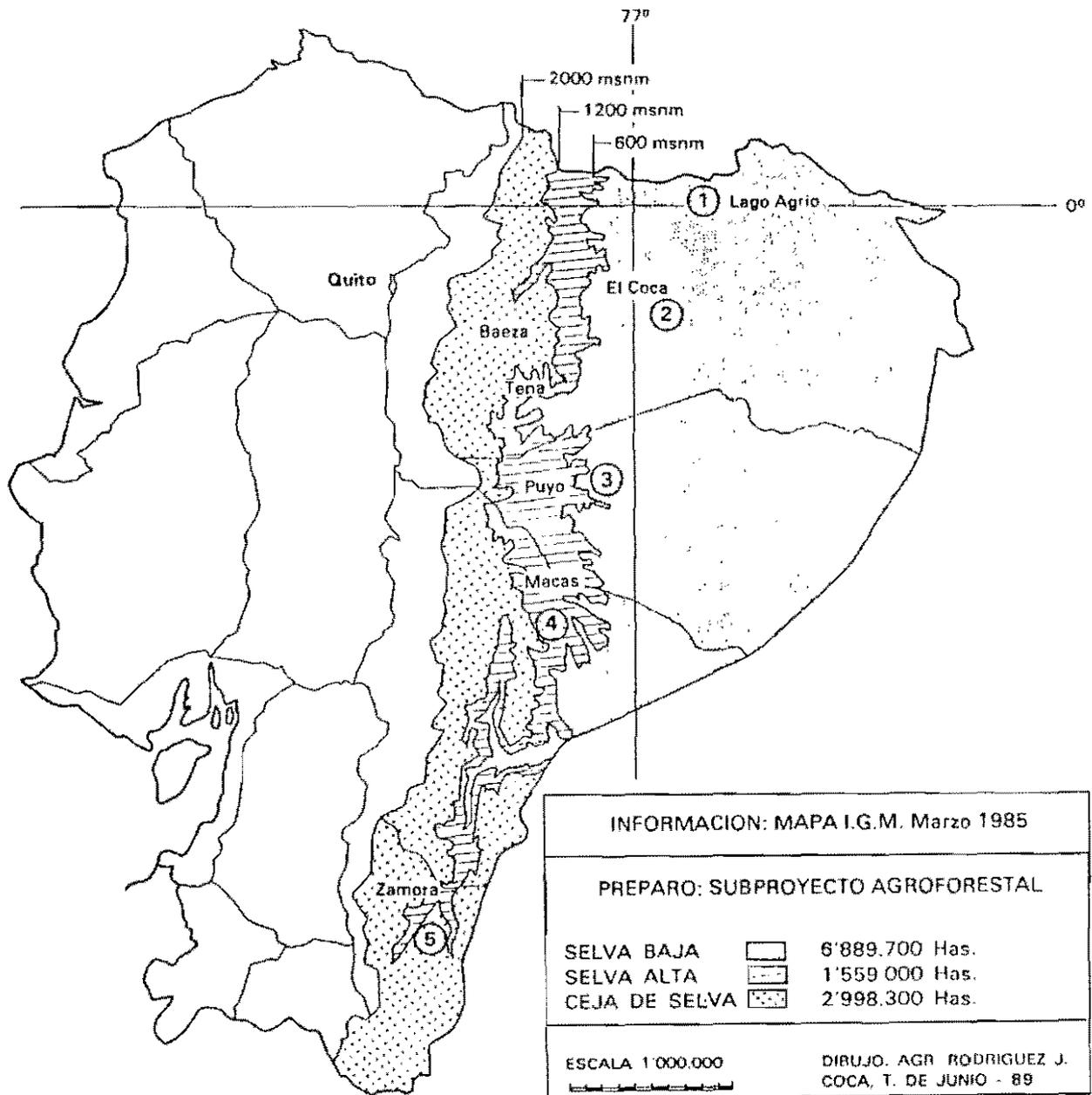
La mayor parte de la región del Coca se encuentra entre 200 y 4500 m.s.n.m., en la llamada selva baja. Tiene una precipitación, promedio anual, de 3100 mm (Cañadas, 1983). Predominan los suelos rojos (Oxisoles y Ultisoles), aunque existen también suelos aluviales y de origen volcánico.

Por muchos años esta zona permaneció relativamente deshabitada, excepto en las áreas ribereñas, donde se asentaban caseríos de indígenas Quichua, algunas haciendas y destacamentos militares. Con el descubrimiento del petróleo en la región amazónica ecuatoriana y su exploración, en su mayor parte, por compañías extranjeras, se construyeron caminos en el Nororiente, uno de ellos en el eje Lago Agrio-Coca, lo cual permitió el avance de la colonización espontánea (Uquillas 1984) y la consolidación de algunos asentamientos Quichua. Posteriormente, migraron a la zona familias Shuar del Suroriente, quienes formaron algunas comunidades organizadas, denominadas "centros".

Para incentivar la ocupación, en la región se distribuyeron parcelas de 50 ha en líneas paralelas a las carreteras petroleras. La entrega de estas parcelas se hizo preferentemente a colonos organizados en cooperativas de producción, y a comunidades indígenas, la mayoría de ellas del pueblo quichua y a unas pocas comunidades Shuar.

La región amazónica del Ecuador, en especial la selva baja, hasta la cota de 600 m.s.n.m. (Mapa 1) tiene especial interés para el desarrollo económico del país. Esto se debe a que desde 1973 el desarrollo petrolero y de infraestructura vial de estas provincias, ha promovido la emigración hacia la región de cerca de 30,000 familias de colonos, provenientes de otras provincias densamente pobladas de la sierra (Zona Andina).

Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección Nacional Forestal				
UNIDAD	PROVINCIA	SEDE	AREA TOTAL	
1	SUCUMBIOS	LAGO AGRIO	2.000.000	Has.
2	NAPO	EL COCA	3.175.000	Has.
3	PASTAZA	PUYO	2.685.000	Has.
4	MORONA	MACAS	2.434.000	Has.
5	ZAMORA	ZAMORA	973.000	Has.



Mapa 1. Región amazónica ecuatoriana.

Este proceso de colonización, orientado por el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC) ha favorecido la apertura de 102,300 ha de bosque secundario, en un área adjudicada de 507,980 ha, equivalentes respectivamente, a 1.4% y 7.4% del área total de Selva Baja (Cuadro 1).

La colonización de la selva baja ha ocasionado una alta deforestación y extracción de madera, y presión de grupos étnicos sobre áreas de asentamientos en el bosque primario. A lo anterior, se agrega el hecho que los colonos hacen un manejo poco sostenible del bosque secundario, mediante sistemas de producción de café y ganadería.

Por lo anterior, los críticos del sistema consideran que la colonización en su forma actual no solo es fuente de serios conflictos sociales, sino que también conlleva a la degradación de los recursos naturales amazónicos, y a la pérdida de la biodiversidad, debido a la eliminación del bosque y la consiguiente degradación de los suelos, la contaminación de las aguas, la incidencia de plagas y malezas, la baja persistencia de las especies y, en general, a la baja productividad.

El Subproyecto Agroforestal del Coca

En 1984, el MAG inició en el área de colonización de la Provincia de Napo el Subproyecto Agroforestal del Coca, con el apoyo técnico y financiero de la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID). El subproyecto se diseñó teniendo en cuenta:

-Los resultados obtenidos desde 1975 en sistemas silvopastoriles por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en las estaciones experimentales de Limoncocha, San Carlos, y Payamino. Estos sistemas estaban constituidos por árboles maderables y frutales establecidos con pasturas (Bishop y Muñoz, 1979; INIAP, 1979).

-Las experiencias en sistemas de producción múltiples y de multiestratos en los trópicos húmedos latinoamericanos; en su mayoría promovidos por los mismos colonos, siguiendo el sistema de "chacras" de los nativos, o con la introducción de laurel Cordia alliodora, árboles forrajeros y frutales en plantaciones de café, cacao, banano y pasturas (Peck, 1979; ICRAF, 1985).

-La existencia y distribución natural de especies de árboles como C. alliodora, Jacaranda copaia y Schizolobium spp. con características silvícolas deseables para su introducción en sistemas de producción agroforestales en la zona del Subproyecto (Peck, 1982).

El Subproyecto Agroforestal del Coca tiene como objetivo principal establecer o reforzar la sostenibilidad de los recursos en fincas de pequeños productores de la Selva Baja ecuatoriana, mediante la promoción de prácticas agroforestales. Según el DINA-USAID (1986), este objetivo se logra mediante:

Cuadro 1. Area (ha) adjudicada a cada tipo de productor (colonos y nativos) en la selva baja ecuatoriana, por cantones*

Cantón	Colonos (no.)	Area (ha)	Nativos (no.)	Area (ha)	Total productores (no.)	Total productores (ha)
Archidona	1403	97,668	233	13,479	1636	111,147
Lago Agrio	2363	138,003	52	19,966	2415	157,969
Orellana	3107	203,676	199	312,158	3306	515,834
Putumayo	399	26,378	35	30,450	434	56,828
Shushufindi	735	42,491	0	0	735	42,491
Total	8007	508,216	519	376,053	8526	884,269

* Datos hasta septiembre de 1989

FUENTE: Programa Nacional de Regionalización Agropecuaria (PRONAREG, 1989).

- La promoción de prácticas agroforestales,
- La producción de plantas de árboles en viveros,
- La capacitación de técnicos en el manejo de sistemas agroforestales, y
- La investigación agroforestal.

Con estas actividades se espera: (1) Elevar el nivel de conocimientos y la utilización de tecnología agroforestal. (2) Aumentar la disponibilidad de plantas para los sistemas agroforestales. (3) Generar tecnología agroforestal apropiada.

Promoción de prácticas agroforestales

Las prácticas agroforestales son esenciales para mantener la fertilidad y la productividad del suelo en áreas ocupadas, tanto por colonos, como por indígenas. Por esta razón, es importante desarrollar sistemas de manejo del bosque tropical amazónico, aplicables en lugares donde no existe manejo de este recurso.

Las demostraciones a nivel de finca, realizadas por el Subproyecto Agroforestal en la zona del Coca, inicialmente se organizaron en siete sectores, manejados cada uno por un agrónomo. Las demostraciones se hicieron en fincas de colonos, y en parcelas pertenecientes a escuelas o a comunas indígenas, en suelos fértiles de origen volcánico y aluvial, en suelos arenosos aluviales y en suelos rojos viejos típicos de la mayor parte de la Amazonia. En 1986, se iniciaron los trabajos en fincas con suelos rojos. Se consideró que si las tecnologías servían para estos suelos, que son los de menor fertilidad relativa de la Amazonia, servirían también para los suelos negros y aluviales de mejor fertilidad.

El Subproyecto se comprometió a mejorar los tres principales sistemas de producción existentes en la zona: (1) el sistema basado en el cultivo de café, (2) el sistema basado en la ganadería, y (3) el sistema de subsistencia (chacra), que combina los cultivos con árboles o cobertura forestal.

El sistema de extensión utilizado principalmente fue el de visita-capacitación, mediante el cual el productor individual recibe adiestramiento de parte de los técnicos del Subproyecto, y conjuntamente revisan el avance de las demostraciones. Las tecnologías

clave que se promovieron fueron la siembra de kikuyo amazónico (Brachiaria humidicola) con trébol tropical (Desmodium ovalifolium) y árboles de rápido crecimiento para sombra y otros para madera, como: laurel (C. alliodora), cedro (Cedrela odorata), pachaco (Schizolobium parahyba), jacaranda (Jacaranda copaia), pumamaqui (Didymopanax morototoni), caoba (Swietenia macrophylla) y arbustos para cercas vivas: piñón (Jathropa curcas), lechero (Euphorbia cotinifolia) y mata ratón (Gliricidia sepium). En menor escala se promovieron maní perenne (Manihot sp.) y variedades mejoradas de banano. Estas plantas se introdujeron, en parte, para demostrar su valor agronómico y su adaptación en con diferentes intensidades de manejo.

Inicialmente se evaluaron la siembra de árboles y trébol tropical como cobertura vegetal en plantaciones de café; el cultivo asociado de trébol tropical y kikuyo amazónico con árboles en pasturas; y la limpieza selectiva de árboles o el enriquecimiento del bosque secundario con árboles. Hasta 1989 se habían establecido 138 parcelas en 456 ha en sistema agrosilvícola y 112 parcelas en sistema silvopastoril.

Viveros para la producción de plantas forestales

Para la producción de semillas y plantas forestales, se establecieron viveros en la vía Auca y en la vía Coca-Loreto. Aunque el Subproyecto se inició en 1984, la distribución de plántulas de árboles, semilla de trébol tropical, y kikuyo amazónico se inició en 1985. Durante 1986, se produjeron en el vivero de Auca 40,000 plantas de pachaco, 30,000 de laurel, 5000 de jacaranda, además de 6 hectáreas de Desmodium ovalifolium y Brachiaria humidicola. En el vivero de Payamino se produjeron 60,000 plantas de pachaco, 55,000 de laurel, 30,000 de jacaranda y unas 15 hectáreas de pastos para multiplicación entre productores de la zona.

Capacitación de técnicos agroforestales

Los técnicos participantes en el Subproyecto se capacitaron mediante entrenamiento en servicio. Como instructores participaron un silvicultor y un médico veterinario de la DINAF, quienes trabajaban durante medio tiempo con los agrónomos en sus labores. Con base en esta capacitación se adoptaron en 1987 las prácticas para el manejo del cultivo del café.

A pesar de los esfuerzos en capacitación, un estudio realizado en 1989 como parte de la evaluación indicó que el personal técnico del Subproyecto, con excepción del ingeniero forestal, tenía una concepción diferente de los principios básicos de los sistemas de producción agroforestal y de los objetivos del Subproyecto. Varios de ellos expresaron que el objetivo principal del Subproyecto era el de reforestar la zona. Su grado de conocimiento variaba de acuerdo con el tiempo de participación en las actividades del Subproyecto pero, en general, reconocían la necesidad de mayor entrenamiento, particularmente a través de eventos formales como cursillos y conferencias. Lo más notorio fue su falta de entrenamiento en las metodologías de extensión agropecuaria, especialmente en técnicas de educación de adultos.

Investigación agroforestal

El Subproyecto se diseñó para investigar a nivel de estación experimental sobre tecnologías de fácil incorporación en los sistemas agroforestales de la zona, y a nivel de finca para validar las tecnologías desarrolladas en las estaciones. Desafortunadamente la colaboración del INIAP fue de corta duración; por lo tanto, no se contó con la participación de esta institución en el trabajo en fincas. El INIAP, en cumplimiento de su función básica, continuó la investigación en las estaciones. Como resultado de lo anterior, el trabajo a nivel de finca consistió, principalmente, en demostraciones y seguimiento de las tecnologías introducidas.

De acuerdo con el estudio de evaluación, hasta mediados de 1988 existían en el Subproyecto:

- Un sistema en operación conformado por dos asesores técnicos de USAID, un ingeniero forestal y cuatro agrónomos contratados para trabajar de tiempo completo; además, dos administradores de viveros y un número variable de trabajadores por períodos ocasionales.
- Demostraciones de prácticas agroforestales mejoradas en 673 ha en 250 fincas.
- Una participación relativamente pasiva de productores organizados en 60 grupos y 1850 familias.
- Capacitación parcial en servicio del personal de campo.
- Producción de plantas y mantenimiento de viveros.
- Lo anterior era posible gracias a las buenas relaciones de trabajo de los funcionarios locales y regionales del MAG.

Impacto Socioeconómico de los Sistemas Agroforestales

Con la evaluación del Subproyecto se esperaba: (1) estimar los beneficios potenciales directos, atribuibles a la implementación de tecnologías agroforestales, en términos de cambios en producción e ingresos de los colonos localizados en suelos rojos de colinas; y (2) obtener información sobre el desempeño de estas tecnologías para planificar las actividades futuras de investigación, extensión y desarrollo agroforestal y el diseño de proyectos similares.

Para alcanzar dichos objetivos, en el estudio de evaluación:

- Se estimó la rentabilidad de las inversiones en tecnología agroforestal a nivel de la región y de los colonos, como una medida de su atractividad para estos últimos, quienes son los agentes decisivos y responsables del desempeño del Subproyecto.
- Se midió el grado de adopción de tecnología agroforestal por los colonos, como un indicador de los avances del Subproyecto.

- Se identificaron los factores que favorecen la adopción de la tecnología agroforestal por los colonos, y su transferencia por parte del Subproyecto.
- Se identificaron las tendencias en los mercados y en los precios de los principales componentes de los sistemas agroforestales (madera, café, carne).

Marco de Evaluación del Subproyecto

La fase de evaluación tuvo una duración de 18 meses, a pesar de que el plan inicial contemplaba una duración de 3 años. El trabajo de campo incluyó el monitoreo de las prácticas agroforestales, que permitieron generar los coeficientes técnicos para medir el efecto del Subproyecto a nivel de parcelas. Con este fin, se establecieron ensayos controlados que incluyeron tratamientos con y sin TAM (tecnología agroforestal mejorada), para evaluar el Subproyecto, principalmente en fincas localizadas sobre suelos rojos de colinas.

El estudio supuso que el principal efecto directo del Subproyecto es el incremento y mantenimiento del ingreso neto de la finca en el tiempo (I). Para el efecto, se consideró que los colonos en esta región son productores pequeños, altamente orientados al mercado y responden a las variaciones de los precios del mercado. Las principales relaciones y parámetros que caracterizan dicho ingreso son:

$$\Delta I = f [PC, PE, IN, TA // PR, TAM, RE, E, T]$$

donde:

ΔI = Incremento en el ingreso debido al Subproyecto, equivalente al ingreso neto de la finca (margen bruto).

PC = Productividad del cultivo de café, árboles, pasturas y ganado vacuno

PE = persistencia de las especies.

IN = Ahorros en compra de insumos (fertilizantes y pesticidas) y en mano de obra.

TA = Tasa de adopción de la TAM.

Estas variables son endógenas para los colonos a nivel de la finca individual y para el Subproyecto a nivel regional. Cambios en la productividad de los componentes del sistema agroforestal, inducidos por la TAM, conjuntamente con ahorro en mano de obra y otros insumos, deben contribuir a cambios en el ingreso de los colonos. Sin embargo, la magnitud y dirección de estos cambios está relacionada con el grado de adopción de la TAM, y con las variables exógenas que caracterizan el entorno socioeconómico para el colono. Estas variables son:

PR = Relaciones de precios para productos e insumos.

TAM = Tecnología agroforestal mejorada.

RE = Dotación de recursos del colono.

E = Microambiente.

T = Tiempo.

Estas variables son exógenas y están fuera del control de los colonos y del Subproyecto, ya que el objetivo de éste último es fundamentalmente promover, mediante extensión, prácticas agroforestales ya conocidas por los colonos, o mejorar éstas mediante investigación aplicada. En este caso, la magnitud y dirección final de los cambios en ingresos están influenciados por el nivel y las tendencias de los precios de mercado, la factibilidad técnica de la TAM para los colonos, la cantidad y calidad de los recursos de tierra, capital, mano de obra y administración de las fincas, las condiciones agroecológicas y el período de rotación de los componentes del sistema agroforestal. La medición de los efectos del Subproyecto sobre el ingreso se basa en el esquema propuesto a continuación.

Para el modelo del efecto neto del subproyecto, se asume que las fincas beneficiarias de la TAM presentan una función de ingresos en el tiempo (OB) con una tendencia creciente de pendiente desconocida (ingreso marginal). Esta pendiente es sensiblemente mayor que la de la función de ingresos para los no beneficiarios (OC). Así, los beneficios netos del proyecto en el tiempo equivalen al área OBC de la Figura 1.

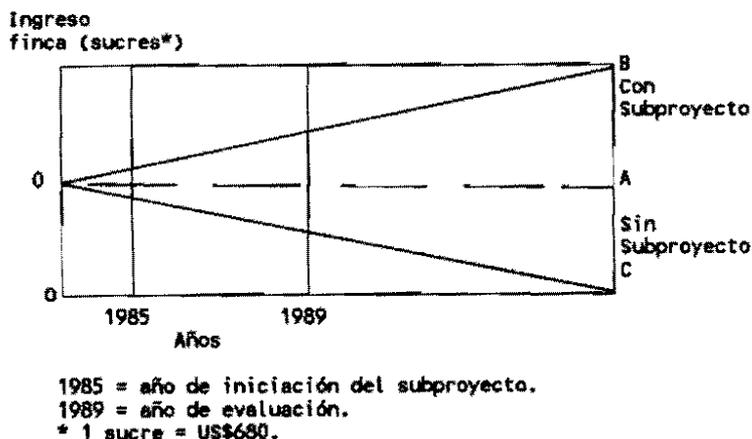


Figura 1. Esquema de beneficios directos potenciales del Subproyecto Agroforestal del Coca, Napo, Ecuador.

Este enfoque es congruente con la naturaleza de largo plazo de los componentes del sistema agroforestal de la zona, y con el tipo de beneficios potencialmente esperados del Subproyecto, los cuales incluyen: (1) beneficios del incremento en producción (expansión horizontal), atribuibles a un mayor número de colonos que usan la tecnología agroforestal (área OAB); y (2) beneficios debidos a la productividad (expansión vertical), y a la mayor persistencia de las especies, como resultado de la preservación de la fertilidad del suelo y el control de la erosión, lo cual se presenta por en la Figura 1 por el área OAC.

La evaluación estima el flujo de beneficios directos, tanto por cambios en producción (OAB), como por mantenimiento de la productividad (OAC). Sin embargo, los beneficios proyectados subestiman algunos beneficios directos del Subproyecto, ya que las externalidades positivas del mismo sobre el ecosistema, como menor contaminación de aguas y el mantenimiento de la biodiversidad genética, se excluyen del marco de esta evaluación.

La TAM es exógena al Subproyecto, lo cual implica la necesidad de separar los efectos del proceso de difusión autónoma de esta tecnología del efecto atribuible exclusivamente al Subproyecto. Este "efecto de extensión", se visualiza como la celeridad de adopción de técnicas agroforestales y la incorporación de un mayor número de colonos por unidad de tiempo al empleo de estas prácticas. Esto conlleva a la reducción de costos para los colonos en el proceso de ensayo y error, necesario para la incorporación de dichas prácticas durante un período de tiempo más largo.

Lo anterior se ilustra con el caso de Brachiaria humidicola (Figura 2). Esta gramínea fue liberada por el INIAP en 1981 (Muñoz et al., 1978) y el Subproyecto la ha promovido desde 1985. Sin embargo, antes de su liberación el material había escapado al proceso de selección y liberación (Bishop, 1978). El estudio captura y separa el efecto de las actividades previas del INIAP (área OADE) (tendencia secular) de la tendencia general (área ABCE), y estima los beneficios netos del Subproyecto (área FBCD). De otra forma éstos se sobreestiman en el área OADE.

Generalmente, se acepta que la evaluación completa de los efectos socioeconómicos directos de las actividades de extensión rural, requieren un análisis comparativo que se basa en información empírica de la situación en el tiempo y en el espacio (Feder y Slade, 1986), como se ilustra en la Figura 3.

El mayor esfuerzo sobre el diagnóstico de la situación de los colonos, previo el establecimiento del Subproyecto, fue el estudio de caracterización de los sistemas agrosilvopastoriles de la región, realizado por el CIAT en 1986 (Estrada et al., 1988). Este estudio identificó el tamaño, dotación de recursos y composición de los sistemas de producción de los colonos localizados en suelos rojos, aluviales y volcánicos. El documento constituye una descripción crítica de la situación de los productores al momento de la iniciación del Subproyecto. Adicionalmente a este diagnóstico, el Subproyecto obtuvo información general de las parcelas de colonos participantes en actividades de demostración y en ensayos que incluyen la TAM.

Con base en lo anterior, el marco de evaluación incluyó la comparación de las situaciones --con y sin Subproyecto, y antes y después de iniciado éste-- tanto en el área de influencia directa, como en otras áreas no incluidas en el Subproyecto. Este último efecto se redujo a colonos localizados en suelos aluviales y volcánicos, sobre la vía carretable principal. El efecto multiplicador indirecto del Subproyecto sobre otras áreas, como comunidades nativas, no se incluye en detalle en esta evaluación. Lo anterior implica una posible subestimación de los beneficios económicos netos atribuibles al

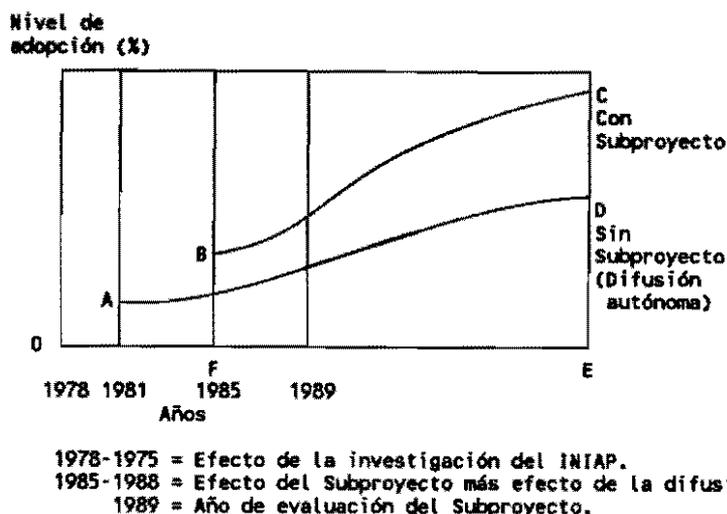


Figura 2. Esquema hipotético del proceso de difusión y adopción de Brachiaria humidicola en el Subproyecto Agroforestal del Coca, Napo, Ecuador.

	Antes	Después	Áreas influencia
Sin proyecto	SPA	SPD	Indirecta
Con proyecto	CPA	CPD	Directa

SPA/SPD: Situación en áreas no influenciadas directamente por el Subproyecto.
 CPA/CPD: Situación en áreas influenciadas directamente.

Figura 3. Esquema de los requerimientos de información empírica para la evaluación completa de los efectos directos de proyectos de extensión rural.

Subproyecto. Sin embargo, dada la magnitud relativa de los recursos asignados y los impactos observados, probablemente no hay un impacto significativo a la fecha en estas áreas.

En un sondeo rápido, efectuado entre junio y julio 1988 en áreas afectadas y no afectadas por el Subproyecto, se encontró que varios de los componentes de la TAM ya se practicaban y eran técnicamente factibles. Por lo tanto, podrían existir efectos positivos del Subproyecto sobre la producción de madera, café y carne. El sondeo permitió, además, identificar la aplicación de la TAM, promovida por el Subproyecto en los aspectos de:

-Introducción y manejo de árboles de valor comercial (C. alliodora, Jacaranda copaia y Schizolobium spp.) en pasturas de Brachiaria humidicola INIAP 701 y plantaciones de Coffea canephora var. Robusta.

- Introducción de Desmodium ovalifolium CIAT 350 como leguminosa forrajera en pasturas de B. humidicola y como cultivo de cobertura en C. canephora.
- Introducción de prácticas de manejo, principalmente podas en C. canephora.

La introducción de árboles de valor comercial incluye, entre otras prácticas, el manejo de la regeneración natural (semillas y/o rebrotes), siembra de material de propagación producido en vivero, raleos selectivos de las especies introducidas y manejo de árboles residuales. La descripción detallada de estas técnicas la hacen Peck (1988), Gutiérrez y Costales (1990) y Gutiérrez y Shiguango (1990).

Las evidencias antes mencionadas sobre la viabilidad de esta tecnología se tomaron como hipótesis de trabajo para iniciar el estudio en agosto de 1988. En el análisis de los resultados de este estudio, se cuantifican los efectos del proyecto de acuerdo con estas hipótesis.

Metodología de Evaluación

El marco anterior de evaluación sirvió de base para diseñar la estrategia de recolección y el análisis de la información del estudio, como se ilustra en la Figura 4. El enfoque de manejo de la información, incluyó las actividades primarias siguientes:

- Monitoreo detallado de los sistemas de producción agrosilvícola (café-árboles) y silvopastoril (cría o ceba de ganado-pasturas-árboles) en fincas seleccionadas como estudios de caso. El monitoreo se orientó hacia la generación de información empírica, sobre los coeficientes técnicos en el sistema agroforestal, para evaluar la factibilidad técnica y viabilidad financiera de la TAM a nivel de finca.
- Estudio de adopción de la TAM, en términos de la proporción de fincas que usaban esta tecnología, a fin de examinar el progreso alcanzado por los colonos, como resultado de las actividades de extensión y promoción del Subproyecto. Además el estudio buscó aprender de los colonos los méritos y restricciones del germoplasma, las prácticas de manejo y el ambiente socioeconómico, que pudieran estar estimulando o restringiendo su adopción.
- Estudio del mercado y precios de la madera, carne y leche, café y mano de obra, a fin de generar información sobre las tendencias actuales y futuras de los precios de estos componentes del sistema, y entender mejor el desempeño de la tecnología agroforestal.
- Aplicación de modelos de costos y beneficios de la TAM y del Subproyecto, a fin de estimar la rentabilidad financiera (tasa interna de retorno para el colono) y económica (tasa interna de retorno para el MAG-DINAF/USAID) de la inversión en tecnología agroforestal en esta región.

La información generada en el monitoreo detallado de los sistemas agrosilvícola y silvopastoril permite analizar la factibilidad técnica de la TAM. A su vez, esta información, conjuntamente con el estudio de mercadeo y precios, son necesarios para evaluar la viabilidad económica de esta tecnología. Si la tecnología tiene un bajo potencial técnico, el efecto económico sobre los ingresos es igualmente reducido.

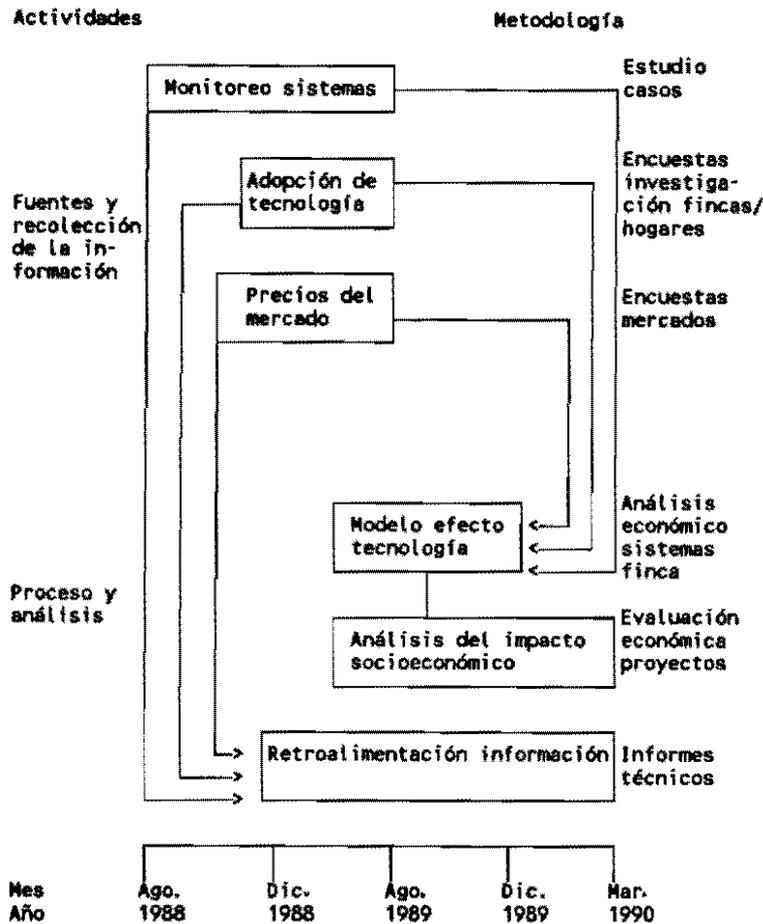


Figura 4. Flujo de las actividades realizadas en el estudio de evaluación del Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

En las secciones siguientes se discutirán los métodos y procedimientos (actividades secundarias), usados en el desarrollo de cada una de estas actividades primarias.

Monitoreo de los sistemas de producción agroforestales en fincas

Los Cuadros 2 y 3 resumen el tipo y nivel de las actividades secundarias en el sistema agrosilvícola y silvopastoril, ejecutadas para la medición y registro de coeficientes técnicos en fincas seleccionadas de colonos. El monitoreo se diseñó para probar las siguientes hipótesis, establecidas en su forma positiva:

-La productividad física de café (kg/ha) y de madera (m³/ha) es mayor con la TAM que incluye manejo de árboles, podas de café y siembra de *Desmodium ovalifolium* como cultivo de cobertura, que con las prácticas comunes de producción de café del colono.

Cuadro 2. Actividades de monitoreo en fincas agrosilvícolas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Actividades por finca	Café mozo (3-7 años)			Café viejo (> 7 años)		
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Fincas seleccionadas						
Nombre agricultor	Pastor Ramos	Teófilo Uzuma	Medardo Angulo	Humberto Barzallo	Andrés Orellana	Luis Moyano
Localización finca	Loreto	Loreto	Loreto	Zorros	Zorros	Huamayacu
Estudio monitoreo	IM+DO	IM	IM+DO	IM+DO	IM	IM
Actividades**						
Mapeo finca y parcelas café	C	C	C	C	C	C
Diseño ensayos café	C	C	C	C	C	X
Establecimiento ensayos	C	C	C	C	C	X
Diseño inventario forestal	C	C	X	X	X	X
Primer inventario forestal	C	C	X	X	X	X
Segundo inventario forestal	Y	Y	Z	Y	Z	Z
Tercer inventario forestal	T	T	T	T	T	T
Primera cosecha café	C	X	C	C	C	X
Registro de información	C	C	C	C	C	C
Area bajo monitoreo (m ²)	6144	5400	3600	3360	2560	4800

* IM = El muestreo incluyó prácticas mejoradas de manejo de café (podas).

DO = Siembra de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350.

** C = Se completó primer trimestre (Agosto/88-Octubre/88).

X = Se completó el segundo trimestre (Noviembre/88-Enero/89).

Y = Se completó el tercer trimestre (Febrero/89-Abril/89).

Z = Se completó el cuarto trimestre (Mayo/89-Julio/89).

T = Se completó el quinto trimestre (Agosto/89-Octubre/89).

-Con relación a la tecnología tradicional, la TAM requiere menos mano de obra para el control de malezas, y menos insumos para el control de malezas, plagas y enfermedades en café.

-La productividad animal (kg de peso vivo/ha) y de madera (m³/ha), es mayor con la TAM que incluye sistemas de producción de ganado en pastoreo de asociaciones de *B. humidicola* y *D. ovalifolium* con manejo de árboles, que en pasturas de *B. decumbens* solo utilizadas en forma convencional.

-La asociación de *B. humidicola* con *D. ovalifolium* requiere menos mano de obra y herbicidas para el control de malezas, en comparación con *B. decumbens* solo.

Para probar estas hipótesis se identificaron, en una muestra dirigida, 13 fincas de colonos participantes en el Subproyecto. Así, se aseguró una mayor probabilidad de generar 'ex-post' los coeficientes técnicos.

Debido a la corta duración del Subproyecto (4 años), la variabilidad encontrada en estas fincas fue muy baja, con relación al tiempo de exposición de los colonos al Subproyecto¹. Prácticas como el manejo de la regeneración natural de árboles, cobertura

1. Se supone que el proceso de adopción implica el uso continuado de una innovación en el período de adopción (t2), después de una prueba inicial en el período de prueba (t1). Sin embargo, hacer la prueba no implica su adopción.

Cuadro 3. Actividades de monitoreo de pasturas en fincas con sistema silvopastoril. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Actividades por finca	<u>B. humidicola</u> INIAP-701				<u>B. decumbens</u> CIAT-606		
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 1	Finca 2	Finca 3
<u>Fincas seleccionadas</u>							
Nombre agricultor	Constan Paredes	Manuel Guamán	Pablo Sánchez	INIAP	Miguel Ochoa	Enrique Mastián	Italo Farias
Localización finca	Loreto	Loreto	Huamayacu	S. Carlos	Auca	Loreto	
Huamayac							
Estudio monitoreo	PR,PP	AP,PP	AP,PP,PR	PR,PP	AP,PP	AP,PP	PP
<u>Actividades</u>							
Mapeo fincas y potreros	C	C	C	X	X	X	X
Construcción corrales	C	C	X		Y	Y	Y
Primer inventario ganado	C	C	X	X	X	Y	Y
Segundo inventario ganado		Z	Z		Z	Z	
Tercer inventario ganado		T	T		T	T	
Primer inventario forestal	C	C	X	X	X	X	X
Segundo inventario forestal	Y	Y	Z	Z	Z	T	T
Tercer inventario forestal	T	T	T	T	T	T	T
Inventario potreros	C	C	C		X	X	X
Muestreo de suelos	X	X	X	Z	Z	Z	Z
Composición botánica		T	T	T	T	T	T
Parcelas de producción	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Recuperación de pasturas	Y	Y		Y			
Registro de información	X	X	X	Y	X	X	X
Area de pastos en monitoreo (ha)	11.1	5.2	15.2	0.96	18.3	5.1	1.47
Ganado bajo monitoreo (cabezas)	4	17			32	11	
Area forestal en monitoreo (m ²)	8800	1800	1800	2100	4800	2400	2400

AP = Estudio de producción animal.
 PP = Estudio de persistencia pasturas.
 PR = Estudio de recuperación pasturas/sobre siembra leguminosas.
 C = Se completó el primer trimestre (Agosto/88-Octubre/88).
 X = Se completó el segundo trimestre (Noviembre/88-Enero/89).
 Y = Se completó el tercer trimestre (Febrero/89-Abril/89).
 Z = Se completó el cuarto trimestre (Mayo/89-Julio/89).
 T = Se completó el quinto trimestre (Agosto/89-Octubre/89).

de D. ovalifolium, y podas de café muy recientes (1987), y otras como la asociación de B. humidicola y D. ovalifolium, se encontraban en la fase de conocimiento y evaluación por los colonos.

Lo anterior indicó a los evaluadores que el monitoreo conduciría a generar los coeficientes técnicos, correspondientes al primer año de introducción de la TAM. Se decidió entonces, continuar con el monitoreo teniendo en cuenta que el Subproyecto debería incorporarlo como una actividad permanente a fin de identificar en forma sistemática los coeficientes críticos para mejorar el desempeño de la tecnología y contar con la información necesaria para futuras evaluaciones. Esto permitiría medir los cambios en producción y en el uso de insumos por año adicional, en las fincas de los colonos que recibían los beneficios de la extensión.

Para analizar la factibilidad técnica de esta tecnología y simular los ingresos, inversiones y gastos para los demás años del período de rotación de árboles, pasturas-ganado y café se requería estimar en la marcha los coeficientes técnicos. Mediante técnicas de presupuestos parciales para las actividades asociadas (café-árboles, pasturas-ganado-árboles) y períodos múltiples, se prepararon presupuestos comparativos de la producción por hectárea, y la cantidad de recursos usados en cada componente con y sin TAM. Dichos presupuestos, se estimaron con base en la información de los colonos sobre sus expectativas del desempeño futuro de la tecnología mejorada, comparada con las prácticas tradicionales; y con el estudio de adopción sobre uso de insumos y niveles de rendimientos.

Los presupuestos se usaron además para proyectar, en una primera aproximación, los beneficios técnicos y económicos directos atribuibles a la tecnología del subproyecto; por lo tanto, este trabajo permitirá reducir, en el futuro, la incertidumbre sobre algunos coeficientes técnicos de la TAM.

Para determinar del número y tamaño de las parcelas en los ensayos para monitoreo de árboles y café se siguieron técnicas de diseño estadístico. Para el estudio del sistema silvopastoril, se midieron y registraron los potreros existentes en cada finca, cada uno se consideró como una parcela de observación.

Por medio de visitas semanales, entre septiembre de 1988 y noviembre 1989, se registró la información sobre producción de café cereza, gastos en mano de obra y pesticidas, inventario y movimiento de ganado (natalidad, mortalidad, transferencias, compras, ventas y cambios de peso vivo), inventario y registro de potreros (períodos de ocupación, descanso, carga, composición botánica), e inventarios forestales (número, especies, dasonomía y formas de regeneración) (Ramírez, 1989).

Estudio de prueba y adopción de tecnología agroforestal mejorada

El estudio de campo se realizó entre abril y junio de 1988 en una sola visita a cada colono. Los sondeos preliminares (Ramírez y Vera, 1988; Ramírez, 1988) evidenciaron que no obstante la factibilidad técnica inicial del Subproyecto observada en fincas de colonos innovadores de estas prácticas, la tasa de adopción de algunas técnicas a nivel de finca y región eran bajas. En especial, era evidente la baja tasa de adopción de árboles como Schizolobium spp. por siembras y regeneración natural, asociaciones de B. humidicola u otras gramíneas con D. ovalifolium y B. humidicola solo.

Partiendo de la base que los estados iniciales en la aceptación de la tecnología mejorada son críticos, y del valor de la información empírica de estudiar este proceso inicial, se diseñó el estudio de adopción de la TAM. Para ello se tomó como hipótesis de trabajo una baja tasa de adopción de estas prácticas, atribuible a los factores siguientes:

-El período relativamente corto de exposición de la TAM a los colonos, por lo cual algunas de las técnicas podrían encontrarse en la fase de conocimiento-evaluación.

En consecuencia, era más apropiado medir y analizar las tasas de prueba que de adopción de esta tecnología.

-La baja adaptación del germoplasma a las condiciones agroecológicas en suelos rojos de colinas (baja factibilidad técnica de la tecnología). En sistemas de producción usualmente se diferencia la factibilidad técnica de la factibilidad biológica. Según Zandstra et al. (1986), factibilidad biológica se refiere al grado de adaptabilidad de la tecnología a las condiciones agroecológicas del sitio. Por otra parte, la factibilidad técnica incluye el grado de compatibilidad entre los requerimientos de recursos de la nueva tecnología y aquellos en posesión del productor. En este estudio factibilidad técnica se refiere a ambos conceptos.

-Las condiciones culturales y socioeconómicas de los colonos tales como, procedencia, experiencia en la Amazonia, edad, tenencia, disponibilidad y acceso a mano de obra, capital de inversión y operación y mercados, y alta aversión al riesgo, entre otros factores (baja factibilidad socioeconómica).

Para probar estas hipótesis se estudiaron en el área de influencia del Subproyecto 190 fincas de colonos y hogares, en una muestra aleatoria estratificada por ubicación geográfica (sectores), tipos de suelo (rojos, aluviales y volcánicos) y localización respecto a la vía principal (filas). Esta estratificación, permitió no sólo una adecuada representación de la población, sino también, el examen del efecto de sector, suelo y fila sobre la adopción. De igual manera, permitió probar hipótesis sobre la neutralidad-sesgo de la TAM a estos factores y entender el posible efecto multiplicador del Subproyecto (Cuadro 4).

Como variable de muestreo se utilizó el promedio del área sembrada en café en 1626 fincas de la zona. El área en café se interpreta como una variable "proxi" del ingreso de las fincas y su variabilidad entre fincas en la región.

Durante las visitas a las fincas se realizaron tres muestreos al azar en pequeñas parcelas de 10m x 20m en el cultivo cafetal-pastura más representativo de la finca, elegido por el mismo colono para identificar especies existentes, población y formas de manejo de los árboles, el café y las pasturas. Asimismo, en la pastura seleccionada se identificó su composición botánica. Estos datos se tomaron por personas previamente capacitadas.

El análisis de la información incluyó:

-La determinación del grado de prueba-adopción de la TAM.

-El análisis de frecuencia de las evidencias de las encuestas sobre los factores que se encuentran afectando la prueba-adopción.

-La caracterización de los hogares y familias de los colonos, mediante la medición de su nivel de vida como vivienda, consumo de alimentos y nutrición, salud y educación, entre otros.

Según Feder et al. (1985), la adopción final a nivel del productor individual se define como el grado de uso de una nueva tecnología en el equilibrio de largo plazo, cuando el

Cuadro 4. Características principales de las de fincas y hogares encuestados en el estudio de adopción de la TAM y su estado actual a Octubre 31 de 1989. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Sector o localidad	Tipo de Suelos				Número de Fila*									
	Rojo		Aluvial/volcánico		1		2		3		4		Total	
	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C
Auca	78	71	1	0	54	59	23	14	2	0	0	0	79	71
Canon	2	0	16	8	6	0	8	8	0	0	3	0	18	9
Huamayacu	9	11	12	16	15	16	6	4	0	4	0	2	21	25
Loreto	36	32	1	1	22	22	15	8	0	0	0	3	37	33
Los Zorros	26	22	4	3	21	18	7	7	1	0	1	0	30	25
Sacha	0	0	21	19	5	4	14	11	1	3	1	2	21	19
San Carlos	0	0	5	8	0	0	5	3	0	1	0	0	5	8
Total	151	137	60	53	123	120	79	55	4	8	5	7	211	190

* = El número de la fila se refiere a la posición de la finca a partir de su distancia de la vía carretable.

P = Encuestas planificadas. C = Encuestas realizadas.

El tamaño mínimo de la muestra estimado fue de 121 fincas, tomando como base:

Error máximo permisible de muestreo. 15%

Nivel de significancia del estadístico $\alpha = 10\%$

Media variable de muestreo 3.86 hectáreas de café

Desviación estándar 3.89 hectáreas de café

agricultor tiene información completa sobre la nueva tecnología y su potencial. En este estudio la adopción se define como el estado de desarrollo, en donde:

-El colono maneja árboles en cafetales y en pasturas establecidas por regeneración natural o siembras en áreas mayores de 0.5 ha. Las especies de árboles recomendadas para siembra aparecen en el Cuadro 5.

-El colono tiene potreros establecidos de B. humidicola y los usa con animales en pastoreo.

-El colono tiene asociaciones de D. ovalifolium con café, B. humidicola o cualquier otra gramínea introducida, en áreas mayores de 0.5 ha.

-El colono maneja el cultivo de café mediante podas, en áreas mayores de 0.5 ha.

Los factores asociados a la adopción se analizan en un contexto estático, debido a su mayor facilidad de sistematización y computación, y al tiempo disponible. Esto implica especificar la adopción como un problema de selección entre dos tecnologías: la TAM y la tradicional. Por lo tanto, la adopción se describe por una variable dicotómica que toma el valor uno (1) cuando el colono es un adoptador, y cero (0) cuando no lo es. Así, la adopción de prácticas forestales por los colonos del Subproyecto, se prueba explícitamente utilizando un modelo binomial de selección de tecnología mejorada.

La selección de este análisis de adopción se justifica por la necesidad de calcular la probabilidad que el Subproyecto, aún con un período corto de operación, tenga un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la prueba-adopción, y permite además, identificar áreas críticas en aspectos agronómicos, silvícolas, socioculturales y económicos de los colonos, en los cuales el Subproyecto tiene una mayor probabilidad de impacto en el futuro y, por lo tanto, de acelerar la adopción, mediante la acción sobre esas variables.

Cuadro 5. Especies de árboles maderables promovidos por el Subproyecto Agroforestal del Coca, Napo, Ecuador.

Nombre común (Español)	Nombre común (Quichua)	Nombre científico	Familia	Tipo suelo recomendado*
Ahuano	Ahuano	<u>Sietenia macrophylla</u>	Meliaceae	R
Bajaya	Bajuya	<u>Huerta glandulosa</u>	Staphyleaceae	N
Balsa	Balsa	<u>Ochroma pyramidale</u>	Bombacaceae	R
Bálsamo	Balsamu	<u>Myroxylon balsamum</u>	Fabaceae	R
Batea caspi	Batia caspi	<u>Cabralea canierana</u>	Meliaceae	N
Canelo	Quillu caspiyura	<u>Pouteria</u> spp.	Sapotaceae	R/N
Capirona	Capiruna	<u>Capirona decorticans</u>	Rubiaceae	R
Cedro	Cedru yura	<u>Cedrela odorata</u>	Mediaceae	R
Cutanga	Cutangu	<u>Parkia multijuga</u>	Fabaceae	R
Chuncho	Chuncho	<u>Cedrelinga catenaeformis</u>	Fabaceae	R/N
Fernán Sánchez	--	<u>Triplaris americana</u>	Polygonaceae	R/N
Fósforo	Puma maquí	<u>Schefflera morototoni</u>	Araliaceae	R
Guarango	Guarangu	<u>Parkia nitida</u>	Fabaceae	R
Guayacán	Guayanchi	<u>Tabebuia chrysantha</u>	Bigoniaceae	R
Huambula	Huambula	<u>Minguiartia guianensis</u>	Oleaceae	R/N
Jacaranda	Copa	<u>Jacaranda copaia</u>	Bigoniaceae	R
Laurel	Araña caspi	<u>Cordia alliodora</u>	Boraginaceae	N
Manguillo	--	<u>Simira rubencoris</u>	Rubiaceae	R
Mascarey	Huapa	<u>Hyeronima</u> sp.	Euphorbiaceae	R
Mecha	Intachi	<u>Chimarrhia glabriflora</u>	Rubiaceae	R/N
Moral	Moral	<u>Clarisia racemosa</u>	Moraceae	R
Pachaco	Masachi	<u>Schizolobium</u> spp.	Fabaceae	R
Pechiche	Pucunacaspí	<u>Vitex cymosa</u>	Verbenaceae	R
Peine Mono	Macha caspi	<u>Apeiba aspera</u>	Tiliaceae	R/N
Pigue	Pigui	<u>Pollalesta karstenii</u>	Asteraceae	R
Sande	Sandí Yura	<u>Brosimum utile</u>	Moraceae	R
Sangre de gallina	Huapa	<u>Vigginia</u> spp.	Myristicaceae	R
Tachuelo	Casha caspi	<u>Zanthoxylum</u> spp.	Rutaceae	R
Tamburo	Tamburu	<u>Vochysia bracteata</u>	Vochysiaceae	R
Tocota	Tucuta	<u>Guarea kinthiana</u>	Meliaceae	R
Yuyun	Yuyun	<u>Terminalia oblonga</u>	Combretaceae	N

* R = suelos rojos de colinas.

N = suelos planos (aluviales y volcánicos).

En áreas menores de 0.5 hectáreas, el estudio considera que las prácticas de cultivo se encuentran en la fase de prueba.

FUENTE: Peck (1988), Neill y Palacios (1989).

Estudio de precios y mercados de los componentes del Subproyecto

El modelo de beneficios económicos, propuesto en la sección anterior, supone que los precios reales de productos e insumos para el colono individual son exógenos. Esto es, los colonos enfrentan una demanda perfectamente elástica por café, maderas, carne, mano de obra contratada y pesticidas, entre otros. Por lo tanto, una mayor oferta de estos productos o el ahorro de mano de obra y de insumos comprados no alteran los precios reales de mercado. Esto además, es sustentado por la baja participación de la zona en la producción nacional de carne (2.6%), café (17.1%) y madera (10.4%).

El estudio documenta mediante fuentes secundarias, las tendencias presente y futura en los precios reales de productos e insumos. En particular, se prevé que los precios internacionales de café amargo presenten una tendencia ligeramente decreciente en el futuro, mientras que para la madera aserrada y la carne ésta continúe constante o disminuya en relación con los niveles de 1989. Lo anterior ocurrirá si se mantiene la tendencia en el crecimiento de los ingresos por persona, observada en la década de los 80. Sin embargo, debido a la reactivación de la economía se supone que estos precios permanecerán constantes.

La tasa de descuento financiera seleccionada para actualizar los flujos de ingresos y gastos influye en los resultados del análisis de beneficio-costos, debido a que los colonos son productores pequeños, sin acceso a financiamiento institucional, y deben financiar las nuevas inversiones en café, pasturas y ganado con sus propios recursos. En consecuencia, la tasa de descuento seleccionada (8%) es igual al retorno esperado por el productor sobre su patrimonio estimado para este estudio (5%), más la tasa de descuento por riesgo estimado (3%). Esta tasa de descuento seleccionada permite comparar los resultados con los de otros estudios sobre impacto de tecnología en ecosistemas tropicales de América del Sur (Ramírez y Seré, 1990; Seré et al., 1984).

Análisis de adopción de la tecnología agroforestal

Para probar las hipótesis sobre una adopción relativamente baja de esta tecnología, y buscar la explicación a esta situación, la información de las encuestas se separó en:

- Adopción de prácticas forestales, según el Cuadro 4.
- Adopción de prácticas de manejo de café, principalmente podas y uso de D. ovalifolium como cultivo de cobertura.
- Siembra de B. humidicola y uso de D. ovalifolium como leguminosa forrajera en pasturas.

La encuesta de 190 colonos contiene información sobre las características culturales, tamaño y combinación de sistemas de producción, disponibilidad de mano de obra, insumos y mercados, así como sobre las actitudes y percepciones de los productores sobre cada una de estas tecnologías.

En un principio el análisis intenta establecer la secuencia en las decisiones de adopción de esta tecnología por los colonos en el contexto: información - experimentación - expansión inicial - expansión futura. Este análisis sigue el enfoque conocido de diagramas de decisiones de adopción, o modelos jerárquicos de adopción, y permite la retroalimentación de la información al Subproyecto.

En segundo término, en la muestra los colonos se clasifican como adoptadores y no adoptadores, y se identifica el motivo para usar o no la tecnología en la fase de expansión inicial. Esto permite identificar, mediante análisis de frecuencias, los principales factores agronómicos, socioeconómicos y de relación con el Subproyecto, que pueden favorecer o entorpecer el proceso de adopción.

En tercer lugar, el grupo de adoptadores se clasifica según la fecha de acceso a la información por primera vez, la fuente de información y los contactos establecidos, para medir el efecto neto de extensión del Subproyecto.

Modelos de los efectos técnicos y económicos del Subproyecto

El modelo de los efectos directos de la TAM en función de los cambios en la producción, productividad y el uso de insumos, y cambios en ingresos de los colonos se realiza a nivel de: parcelas o sistemas de producción agrosilvícola y silvopastoril, sistema de finca, y en el área de influencia directa del Subproyecto.

En el estudio se utilizan técnicas de presupuestos parciales, para simular ex-ante el impacto técnico y económico potencial de la TAM a nivel de parcela, con base en las propias expectativas de los colonos. Por lo tanto, este análisis es una valoración subjetiva del impacto del Subproyecto, según las percepciones de los productores sobre los coeficientes técnicos y el desarrollo de las prácticas agroforestales recomendadas. Con base en estos presupuestos se estiman:

- El grado de utilización de mano de obra y de insumos comprados para la aplicación de las tecnologías tradicional y mejorada; resultante esta última de la combinación de cultivos de café y pasturas con árboles.
- La productividad total y marginal de la mano de obra de la finca y de la familia. Esta se considera como una medida de la atractividad de las prácticas agroforestales mejoradas, ya que la mano de obra es el recurso más escaso en estos sistemas.
- El flujo de márgenes brutos o beneficios para cada tecnología y sistema de uso de tierra en café y pasturas con árboles.
- Las tasas internas de retorno (TIR) financieras totales y marginales, como medidas de la atractividad relativa para el colono de introducir y manejar árboles en café y pasturas, y de pasar de una práctica de cultivo tradicional a otra mejorada.

Este análisis supone que los principales motivos del colono, para asignar recursos de mano de obra y capital adicional en prácticas mejoradas de introducción y manejo de árboles con café y pasturas, son: la productividad de la mano de obra, la distribución de ingresos en el tiempo y la rentabilidad esperada de las inversiones adicionales requeridas. Sin embargo, el análisis también considera, aunque en menor profundidad, los riesgos de inversión y el potencial de apreciación de los activos de las fincas, como características que pueden influir las decisiones de los colonos en el uso de la TAM. Asimismo, considera el efecto de motivaciones no pecuniarias sobre la asignación de recursos, como es la mayor seguridad sobre la tenencia de los predios resultantes de la apertura del bosque secundario.

Además de los cambios netos en el uso de mano de obra y de pesticidas, la factibilidad técnica de estas prácticas considera el inventario actual de árboles útiles, la diversidad de especies, el potencial de regeneración natural y las restricciones físicas como uso de la tierra y la luminosidad en el cultivo de árboles con café y pasturas.

Para simular el impacto del Subproyecto a nivel de finca, se compara el desempeño de dos fincas definidas con base en la dotación de recursos, con los sistemas de producción en una finca localizada en suelos rojos, según los datos de la encuesta de adopción. Se

asume que, una de éstas adopta en forma instantánea la TAM, mientras que la finca testigo opera con la tecnología tradicional. El flujo de beneficios marginales para las dos fincas tipo, se interpreta como el beneficio neto atribuible a la TAM. Sobre estos flujos se calculan la TIR financiera total y marginal para la tecnología tradicional y mejorada, como medidas del desempeño de esta tecnología y su atractividad para el colono.

El impacto total del Subproyecto se estima usando modelos de cohortes, los cuales relacionan el número de nuevas fincas que entran al proceso de adopción cada año, y el efecto neto sobre la adopción atribuible al Subproyecto, con los beneficios netos anuales para cada finca. El número de nuevas fincas adoptadoras se predice con base en un modelo logístico de difusión de prácticas agroforestales, basado en las tasas observadas de adopción hasta 1989, y la continuidad e intensificación futura de las actividades del subproyecto. En consecuencia, el modelo supone que la atractividad de estas prácticas permanece constante durante el tiempo requerido de difusión hasta alcanzar un tope o techo. El modelo logístico (Mansfield, 1961) se define como:

$$A_t = [K/(1+e^{-bt})]$$

en donde:

A_t = Número acumulado de fincas adoptadoras en el año t.

K = Techo o número total de fincas adoptadoras al final del período de difusión.

a = Término constante

b = Velocidad de adopción

El flujo anual de beneficios resultante se ajusta por la contribución de las actividades de transferencia de tecnología a la formación del ingreso total. Para el efecto, se considera la contribución de la investigación y otros servicios de apoyo a la producción. El beneficio ajustado se usa para calcular la TIR financiera y la relación beneficio/costo del Subproyecto, como indicadores del rendimiento de las inversiones realizadas por el MAG-DINAF y USAID en este Subproyecto.

A nivel de parcela, los presupuestos para las actividades con tecnología mejorada y tradicional, se generan en la forma indicada en el Cuadro 6.

El efecto en el tiempo de la tecnología en cada sistema agroforestal (agrosilvícola y silvopastoril) se proyecta con base en el período óptimo de rotación del laurel (*C. alliodora*), la especie más frecuente y conocida por los colonos en la zona. En este caso, se supone que 100% de la población de árboles en los sistemas corresponde a esta especie. La producción de madera es la actividad a más largo plazo; por lo tanto, se toma como empresa base para el modelo del sistema mixto de producción.

Para estimar el período de rotación del laurel, se supone que el colono está interesado en vender la madera aserrada para construcción. Las condiciones de producción de madera son las siguientes: (1) extracción de árboles a los 16 años, (2) el diámetro de

Cuadro 6. Principales actividades y supuestos para calcular los presupuestos en las tecnologías agroforestal tradicional y mejorada. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Actividad	Tradicional	Mejorada
Arboles (<i>C. alliodora</i>)	Poblaciones de 30 árboles/ha y 20 árboles/ha de café y pasturas, respectivamente*.	Población de 100 árboles. Por siembra (25%) y manejo regeneración natural (75%).
Café (<i>Coffea canephora</i> var. robusta)	Sin poda, sin cultivo de cobertura.	Con podas, siembra de <i>C. ovalifolium</i> y población de 100 árboles/ha de <i>C. alliodora</i> .
Pasturas	<i>B. decumbens</i> CIAT-606 en sistema de cría y cebe de ganado, sin <i>C. alliodora</i> .	<i>B. humidicola</i> INIAP-701 en sistema de cría y cebe de ganado, con <i>C. alliodora</i> en población óptima 80 árboles/ha**.

* Poblaciones con base en el estudio de Estrada et al. (1988).

** Se estima una pérdida de 20% de la población por efecto de pisoteo y ramoneo por el ganado vacuno, y reducción de la tasa de incremento medio anual de laurel asociado con pasturas.

los árboles a la altura del pecho del evaluador (DAP) es de 32 cm, y (3) el volumen comercial es de 1246 m³/árbol.

Para calcular el volumen de madera comercial, se estimó el modelo semilogarítmico siguiente, basado en datos de volumen y edad de 159 árboles de laurel bajo inventario forestal controlados por el Subproyecto:

$$V = -1.438 + 0.968(\ln)t \quad R^2 = 0.734$$

$$D. E. = (0.428) (0.336)$$

en donde:

V = volumen de madera comercial/en m³ árbol
t = edad del árbol, en años
D. E. = desviación estándar

Otros supuestos utilizados en el cálculo del período óptimo de rotación del laurel fueron:

Densidad: 100 árboles/ha (recomendado por el Subproyecto)
Tipo de aprovechamiento: tablones sencillos 5x25x250 cm
Costo de aserrado: Sucres \$450/tablón
Precio a bordo de carretera: Sucres \$800/tablón
Tasa de conversión: 33 tablones sencillos/m³

Tasa de recuperación de madera: 70%
Tasa de cambio: US\$1 = Sucres 680 (680 Sucres a enero 1990)

Precio al productor: US\$11.47/m³ calculado en base a:

$$Pf = Pp * c * r$$

en donde:

Pf = precio/m³ de madera en la finca

Pp = precio/m³ de árbol en pie

c = tasa de conversión/m³

r = tasa de recuperación

Con base en los supuestos anteriores, el período óptimo de rotación del laurel se encontró entre 12 y 20 años (Figura 5). En este período el valor de una anualidad es máximo, y corresponde a la edad del laurel en la cual el valor de la anualidad por mantener el árbol un año adicional, es igual al valor de la anualidad que se obtendría en ese año de un árbol nuevo que lo reemplazara (edad óptima de reemplazo).

Como se aprecia en el Cuadro 7, entre 12 y 21 años el período de rotación óptima es poco sensible a la edad del árbol; por lo cual la decisión del colono de cuándo cortar el árbol puede depender de factores tales como: requerimientos mínimos del DAP, necesidad de dinero en efectivo, riesgo de daños al café o al ganado. Asimismo, este período óptimo es ligeramente sensible a la tasa de descuento, y sugiere que la preferencia por liquidez

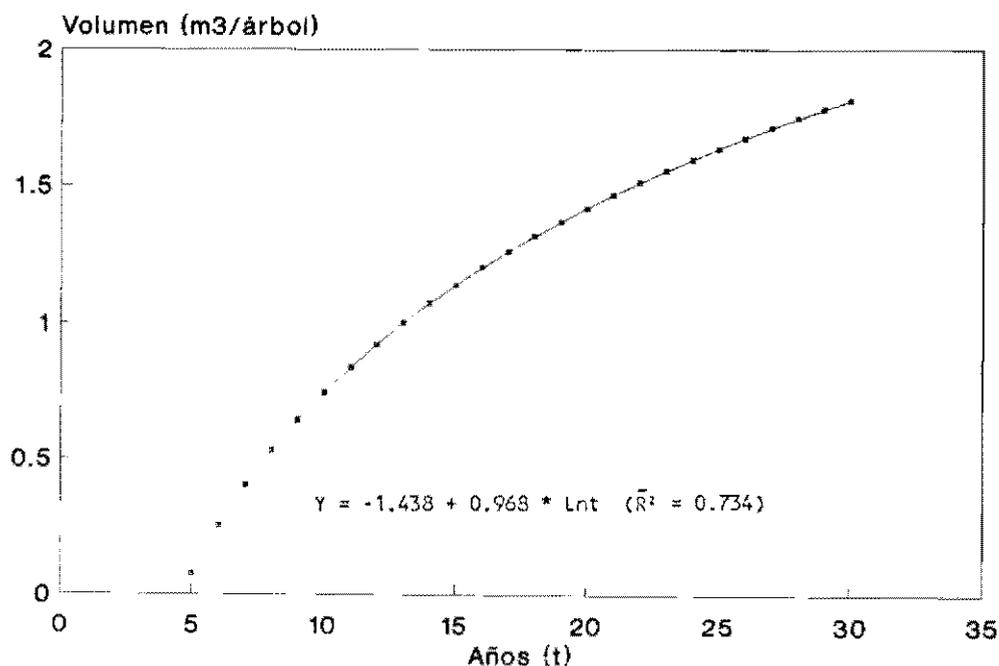


Figura 5. Modelo estimado de producción de madera por árbol de Cordia alliodora en Napo, Ecuador. (n=159 observaciones)

Cuadro 7. Flujo anual de dinero (US\$/ha) de sistemas agrosilvícola y silvopastoril en la Provincia de Napo, Ecuador, según diferentes tasas de descuento (%) con tecnología tradicional y mejorada¹

Año	Sistema agrosilvícola						Sistema silvopastoril					
	Tradicional ²			Mejorada ³			Tradicional ⁴			Mejorada ⁵		
	8%	6%	4%	8%	6%	4%	8%	6%	4%	8%	6%	4%
5	-158.7	-150.4	-142.3	-54.4	-58.6	-48.8	-51.2	-48.5	-45.9	-63.8	-60.4	-57.2
6	-131.6	-123.7	-116.1	-5.3	-4.9	-4.7	-39.8	-37.5	-35.1	-51.9	-48.9	-45.8
7	-123.9	-115.5	-107.4	32.4	30.2	28.1	-7.8	-7.2	-6.6	-43.3	-40.4	-37.1
8	-131.4	-121.6	-108.1	60.5	55.9	51.6	-7.2	-6.6	-6.0	-37.1	-34.3	-31.6
9	-117.8	-108.2	-98.9	89.2	81.9	74.9	-4.3	-3.9	-3.6	-32.1	-29.5	-26.9
10	-107.8	-98.2	-89.2	103.5	94.3	85.6	-1.2	-1.1	-0.9	-7.3	-6.7	-6.1
11	-100.3	-90.8	-81.7	117.3	106.9	95.6	0.8	0.7	0.6	2.3	2.1	1.9
12	-94.6	-85.0	-75.9	120.9	108.7	97.1	2.0	1.8	1.6	8.2	7.4	6.6
13	-90.2	-80.7	-71.4	120.3	107.4	95.2	2.7	2.4	2.1	11.8	10.6	9.4
14	-86.7	-76.9	-67.7	118.6	105.2	92.5	3.1	2.7	2.4	13.9	12.4	10.9
15	-84.1	-74.1	-64.7	116.2	102.4	89.4	3.3	2.8	2.5	15.0	13.2	11.6
16	-81.9	-71.7	-62.2	113.5	99.4	86.2	3.3	2.8	2.5	15.3	13.5	11.5
17	-80.1	-69.8	-60.1	110.5	96.2	82.8	3.2	2.8	2.4	14.9	13.3	11.1
18	-78.7	-68.7	-58.3	107.6	93.1	79.7	3.1	2.6	2.3	14.3	12.9	10.4
19	-77.6	-66.8	-56.8	104.7	90.1	76.6	2.9	2.4	2.1	13.5	12.3	9.8
20	-76.8	-65.7	-64.7	101.8	87.1	73.6	2.6	2.2	1.9	11.7	10.0	8.3
21	-76.0	-64.7	-54.2	99.1	84.4	70.7	2.4	2.0	1.7	10.8	9.2	7.6
22	-75.4	-63.9	-53.2	96.4	81.7	68.1	2.1	1.8	1.5	9.9	8.3	6.8
23	-74.9	-63.2	-52.3	93.9	79.1	65.6	1.8	1.5	1.3	8.9	7.5	6.1
24	-74.3	-62.6	-51.5	91.6	76.8	63.2	1.5	1.3	1.1	8.0	6.7	5.4
25	-74.1	-62.1	-50.7	89.3	74.6	61.0	1.3	1.1	0.9	7.2	5.9	4.8

1. Los flujos negativos se explican, en parte, porque a la mano de obra familiar se le asigna el valor del salario pagado por un jornal ocasional (US\$2/jornal).
2. Basado en la simulación del sistema café con árboles de *C. alliodora* en cultivo tradicional, según el monitoreo de seis fincas y expectativas de los agricultores.
3. Basado en la simulación del sistema café con árboles de *C. alliodora* manejado con podas y *D. ovalifolium* CIAT-350, según el monitoreo de seis fincas y las expectativas de los agricultores.
4. Basado en la simulación de un sistema de producción de ganado de ceiba en pastoreo de *B. decumbens* CIAT-606 y árboles de *C. alliodora*.
5. Basado en la simulación del sistema anterior con pastoreo de *B. humidicola* INIAP 701 y árboles de *C. alliodora*.

FUENTE: Anexos 1 y 2.

puede ser el mayor incentivo para cortar los árboles. Si se tiene en cuenta que los productores prefieren cortar árboles con DAP mayores a 40 cm, el período óptimo usado en este estudio es de 16 años.

La persistencia de las especies de Brachiaria y de las plantaciones de café se basa en la apreciación de los colonos, ya que no existen registros sobre la edad productiva de las pasturas o de las plantaciones de café. Asimismo, se supone que los colonos abandonan estos cultivos al final del ciclo de rotación. En general, los colonos sugieren un descanso de tres años (rastrojo), previos al restablecimiento de nuevas pasturas o a la resiembra de café.

También, se supone que el Subproyecto promueve prácticas mejoradas de manejo de pasturas y ganado vacuno, lo cual permite alcanzar niveles de producción y productividad similares a los obtenidos en los monitoreos de hatos realizados en este estudio. Los resultados se incluyen en el Anexo 1 para la tecnología tradicional y mejorada, respectivamente.

Algunos efectos intermedios del Subproyecto, resultantes de las experiencias con colonos innovadores y del ajuste de la tecnología, no se cuantifican explícitamente en el modelo del impacto económico. Estos efectos los discute Peck (1990), y aparecen en las guías de manejo de sistemas agroforestales, recientemente preparadas por el Subproyecto (Gutiérrez et al., 1990). Sin embargo, éstos pueden contribuir a aumentar en forma significativa las diferencias en producción e ingresos entre las tecnologías tradicional y la mejorada. Entre estos efectos se destacan:

- La identificación, la regeneración y el manejo de poblaciones de especies arbóreas nativas adaptadas a condiciones de suelos rojos y de bosque secundario (Cuadro 5 y Anexo 3); y el establecimiento de cercas vivas.
- La regeneración natural masiva, como estrategia de manejo de especies forestales, para la reforestación de bosques secundarios en contraste con las siembras de material vegetativo en viveros.

Capítulo 2

Factibilidad de la Tecnología Agroforestal

En las secciones siguientes se presentan y analizan los resultados y alcances en el Subproyecto Agroforestal del Coca, durante el período comprendido entre diciembre de 1984 y abril de 1990.

Antecedentes generales

En el trópico húmedo de la selva baja ecuatoriana, los Quichua, nativos del Napo, han empleado desde la época precolombina prácticas agroforestales en sistemas de cultivo semi-migratorios, descritos como "chacras".

Además de proveer madera, leña, frutas y medicinas, los árboles en este sistema protegen la fertilidad y evitan la erosión del suelo, y mantienen el habitat de la fauna nativa, principal fuente de proteína en la alimentación de los grupos étnicos locales (Irvine, 1987).

Con la llegada de la colonización, a fines de los 60, los colonos establecieron cultivos en chacra similares a los usados por los nativos. Sin embargo, esta forma de uso de la tierra fracasó, debido al exceso en la oferta de alimentos tradicionales, de muy baja preferencia en el mercado. La necesidad de ingreso de dinero en efectivo motivó a los colonos a la transformación paulatina de estas áreas de cultivos de subsistencia a cultivos comerciales de café y pasturas de gramalote (*Axonopus scoparius*), elefante (*Pennisetum purpureum*) y saboya (*Panicum maximum*). Esta transformación fue estimulada por los altos precios reales del café y de la carne vacuna al final de la década de los 70 y comienzos de los 80.

En este contexto, el componente forestal se limitó a producir madera para construcciones en las fincas, leña y algún ingreso adicional por ventas ocasionales de madera. Así, para 1985 las ventas de madera constituían menos del 1.0% de los ingresos brutos de las fincas de colonos (Estrada et al., 1988); a excepción de *C. Alliodora*, los colonos no asignaban a los árboles un valor productivo. Este estudio demostró, que para la época, las existencias de especies forestales de valor comercial en áreas abiertas por los colonos eran inferiores a 20 árboles/ha. No obstante, 88.7% de los productores tenía árboles dentro de cultivos de café, pasturas y rastrojos, lo cual demostraba la posibilidad técnica de manejar árboles, en combinación con sistemas de producción comercial de café y ganado vacuno.

En consecuencia, en el Subproyecto se concluyó que la población de árboles en asociación con café y pasturas era muy baja en términos biológicos y silviculturales, y que debía incrementarse hasta 100 árboles/ha teniendo en cuenta el área basal, diámetro de copa y la forma de aprovechamiento de la madera (Peck, comunicación personal; Gutiérrez et al., 1990; Bishop, 1982). Con esta población se alcanza un nivel óptimo de interacción

biológica entre los componentes del sistema agroforestal, y es económicamente adecuada para motivar su expansión entre los colonos en la región.

Por lo anterior, el Subproyecto determinó como principal estrategia la producción inicial, en vivero, de árboles de valor comercial para promover la siembra masiva en las áreas abiertas, principalmente en potreros recién establecidos y degradados, y en plantaciones de café con poca sombra permanente de árboles comerciales. Para demostrar la factibilidad de estas tecnologías y promover su difusión, se diseñaron medios masivos de información en español y en algunas lenguas nativas, y se hicieron demostraciones agroforestales en fincas de productores y escuelas seleccionadas.

Hasta finales de 1989, el Subproyecto había distribuido cerca de 135,000 pseudoestacas y plantones de laurel, Jacaranda copaia (jacaranda) y Schizolobium spp. (pachaco introducido). Para la misma época, se habían realizado 250 demostraciones agroforestales en fincas de colonos y 60 con grupos organizados, para beneficio de aproximadamente 2000 familias de productores (Cuadro 8).

Las experiencias con estas demostraciones en fincas de colonos, indicaron:

-En algunos casos, baja persistencia del material de propagación de los árboles introducidos, debido a daños por termitas, pudriciones radiculares en suelos pesados o con drenaje interno pobre, ramoneo por los animales y daños por insectos. El Subproyecto enfrentó estos problemas con un sistema 'enriquecido' (mejorado) de siembras, mediante protección con barreras naturales, y artificiales con D. ovalifolium CIAT-350 (Peck, 1988; Gutiérrez et al., 1990).

-En el bosque secundario de la mayoría de las fincas de colonos existían diferentes formas de regeneración de especies arbóreas, tales como germinación de semillas, rebrotes de árboles, árboles residuales y siembra por trasplante de brinzales. En 1987, se confirmó que algunos colonos manejaban los árboles mediante la protección individual de especies deseables y la eliminación de otras, conjuntamente con el control de malezas en los cafetales y pasturas. Esta última práctica constituía una estrategia de muy bajo costo adicional, para incrementar y mantener la población de árboles de valor comercial al nivel deseado.

-En el bosque secundario prevalecían, aproximadamente, 30 especies de árboles con valor comercial (ver Cuadro 5) y potencial agroforestal. Estos se manejaban con regeneración natural en limpiezas selectivas, tanto en plantaciones de café, como de pasturas (Peck, 1988; Peck y Bishop, 1990).

-En algunos casos la sobrevivencia de los árboles introducidos era baja, debido al ataque de patógenos y al ramoneo de los brinzales y latizales por los animales domésticos. Para controlar esta situación el Subproyecto promovió la siembra del material vegetativo de los árboles conjuntamente con barreras naturales protectoras, entre ellas D. ovalifolium.

En 1985 el 84% de los ingresos de la finca provenían del cultivo de café (Estrada et al., 1988). A su vez, el Subproyecto encontró que la incidencia de plagas y enfermedades, y la altura excesiva de los árboles de café eran limitaciones para la productividad y

Cuadro B. Demostraciones de prácticas agroforestales en el Subproyecto agroforestal del Coca, Napo, Ecuador. 1985-1989.

Sectores	Tipo de suelos*	Agrosilvícola		Silvopastoril		Grupos organizados	
		No.	Area (ha)	No.	Area (ha)	No.	Familias
Auca	R	43	134.3	39	67.9	12	375
Cañón	A,V	24	34.1	17	49.1	11	351
Huameyacu	R,V	5	41.0	13	24.3	2	45
Loreto	R,V	35	171.9	19	45.4	15	459
Río Napo	A,V	8	0.5	0	0.2	7	223
San Carlos	A,V	7	35.1	2	17.5	3	85
Sachas	A,V	4	14.4	9	8.8	3	106
Zorros	R	12	28.2	13	4.0	7	166
Total		138	455.9	112	217.2	60	1850

* R = Suelos rojos de colinas.
 A = Suelos aluviales planos.
 V = Suelos volcánicos planos.

persistencia de este cultivo en la zona. A partir de 1987, se iniciaron demostraciones sobre prácticas de podas de formación, fructificación y agobio del café, como una estrategia de bajo costo, para el control de los daños ocasionados por plagas y enfermedades, y para facilitar la cosecha y evitar el agobio de las plantas durante la recolección, lo cual incrementa los costos de la cosecha y ocasiona daños mecánicos de las plantas. Estos problemas fitosanitarios y de recolección demandan el uso de insumos y mano de obra para su aplicación, lo cual el Subproyecto esperaba reducir con la masificación de las podas.

Hasta 1985, cerca del 49% de la mano de obra para el control de malezas en café y pasturas era contratada (Estrada et al., 1988). Con el objeto de reducir los gastos en mano de obra y evitar la erosión y pérdida de nutrientes, principalmente en suelos rojos de colinas, se hicieron demostraciones sobre la introducción de D. ovalifolium CIAT-350 como cultivo de cobertura en plantaciones de café.

Con base en los estudios previos, adelantados por el INIAP en la zona, a partir de 1985 se inició la introducción y multiplicación en fincas de B. humidicola INIAP 701 en asociación con D. ovalifolium CIAT-350, como estrategia para disminuir los problemas de baja persistencia y alta degradación de otras pasturas introducidas con mayores requerimientos de fertilidad.

A partir de 1988, se inició la promoción de prácticas de manejo tendientes a la regeneración natural de especies forestales de valor comercial, como la estrategia de reforestación del bosque secundario de la región.

A continuación se analiza la factibilidad técnica de las prácticas agroforestales, de acuerdo con las mediciones y observaciones realizadas en este estudio. La factibilidad técnica de la nueva tecnología agroforestal se analiza en función de los cambios en

producción y uso de mano de obra, y de los insumos comprados con base en las hipótesis siguientes:

-La TAM es factible² si se incrementa la producción/ha por año de café, madera y carne, que conlleve a reducciones en el uso de insumos y mano de obra en el mismo ciclo. Este es el principal impacto técnico directo esperado por el Subproyecto, y

-La TAM es igualmente factible si existe provisión suficiente de material para la regeneración natural de árboles de valor comercial, que aseguren poblaciones óptimas de 100 árboles/ha, tal como lo recomienda el Subproyecto. Si se cumplen estas metas, el Subproyecto tendría una alta probabilidad de asegurar el impacto económico y ecológico esperados de la reforestación del bosque secundario, al seguir las técnicas agroforestales.

En consecuencia, los principales indicadores de la factibilidad técnica de la TAM son: (1) aumentos en la producción/ha y por año; (2) reducción en el uso de mano de obra/ha y por año; (3) reducción en el uso de insumos/ha y por año, en relación con las prácticas tradicionales usadas por el productor; (4) poblaciones de 100 árboles/ha de valor comercial; (5) índices de uso de la tierra inferiores al 100% y (6) índices de intercepción de luz aproximados al 40%, tanto en café como en pasturas, a fin de permitir un crecimiento óptimo del café y las pasturas y garantizar un adecuado volumen y calidad de madera³.

En el Cuadro 9 se observa que 73.7% de las fincas en la muestra de este estudio son agrosilvopastoriles (sistemas agrosilvícolas y silvopastoriles mixtos), 24.2% de las fincas son agrosilvícolas solas, y 2.1% son silvopastoriles.

Sistema de producción agrosilvícola

Impacto en producción y uso de insumos. El Anexo 2 muestra los principales coeficientes técnicos por hectárea y por año, durante una rotación para el sistema agrosilvícola con la aplicación de la TAM, y con la tecnología tradicional. Para el efecto, se simula que el manejo de árboles comienza el año 5 después de la siembra del café. La proyección de estos coeficientes se extiende hasta el año 21, teniendo en cuenta que el período de rotación (turno) óptimo estimado para que *C. alliodora* alcance un DAP mínimo de 40 cm, considerado como adecuado para producción de madera aserrada, es de 16 años. La principal inversión en el sistema, es el establecimiento del cultivo del café a partir del bosque primario. De acuerdo con el Cuadro 10, la TAM incrementa la producción de café cereza, aproximadamente en 1320 kg/ha por año (63.2%), y la de

-
2. En este análisis la factibilidad técnica se refiere a la compatibilidad de la tecnología con la dotación de recursos de los colonos.
 3. El Subproyecto estima que el índice de luminosidad debe ser en promedio inferior al 30%. El índice del 40% se toma sobre la base del laurel (*C. alliodora*) como árbol tipo.

Cuadro 9. Número de fincas por sistemas predominantes en el Subproyecto agroforestal del Coca, por sectores y tipo de suelo, Napo, Ecuador.

Sector	Sistemas de producción								
	Agrosilvopastoril			Agrosilvícola			Silvopastoril		
	Tipos de suelo*			Tipos de suelo			Tipos de suelo		
	(A)	(V)	(R)	(A)	(V)	(R)	(A)	(V)	(R)
Auca	-	2	49	-	-	21	-	-	1
Cañón	6	1	--	-	1	--	-	-	-
Huamayacu	9	6	9	-	-	2	-	-	-
Loreto	1	--	20	-	-	11	-	-	1
Sacha	3	15	--	1	1	--	-	-	-
San Carlos	--	2	--	-	2	--	-	-	-
Zorros	3		14	-		7	-		2
Total	22	26	92	1	4	41	-	-	4

n = 190 fincas.

* = Tipos de suelo: (A) aluvial, (V) volcánico, (R) rojo.

Cuadro 10. Efecto de la tecnología agroforestal en la producción y uso de insumos en el sistema agrosilvícola.

		Tecnología tradicional*	Tecnología mejorada**	Impacto (%)
		(ha/año)	(ha/año)	(ha/año)
Producción:				
	Café cereza (kg)	2087.5	3408.3	63.2
	Madera (m ³)	2.25	7.5	233.3
Mano de obra:				
	Permanente (jornales)	124.2	90.1	27.5
	Alquilada (jornales)	43.4	17.8	-58.9
Insumos:				
(kg i.a./ha)	Herbicidas	2.2	0.18	-91.8
	Insecticidas	0.6	0.40	-33.3
	Fungicidas	1.1	0.0	-100.0

* Ciclo de rotación: 8 años para café y 16 años para madera.

** Ciclo de rotación: 12 años para café y 16 años para madera.

madera en 5.25 m³/ha por año (233.3%). Asimismo, los requerimientos de mano de obra total se reducen en 40 jornales/ha por año (27.5%), los de herbicidas en 2.0 kg de i.a./ha (91.8%), insecticidas en 0.2 kg de I.A./ha (33.3%). La tecnología mejorada sustituye completamente el uso de fungicidas.

El aumento en la productividad del café se debe al efecto de las podas, la reducción en las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades, y el incremento de la eficiencia en recolección de la cosecha. Lo anterior se observa en el Cuadro 11, el cual muestra que las diferencias en la incidencia de las principales plagas y enfermedades del café, eran significativamente menores en las parcelas con el tratamiento de podas; en consecuencia, los niveles de daño económico no justificaban el uso de productos químicos, excepto para el control de hormiga.

Cuadro 11. Incidencia de plagas y enfermedades en el cafeto cultivado en sistemas agrosilvícola con tecnología tradicional y mejorada¹. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Patógeno	Tradicional [§]		Mejorada [§]		Diferencia de proporciones (valores de Z)	
	(1)	(2)	(3)	(4) [¶]	Z1.3	Z2.4
Plagas (%)						
Taladro	33.7	42.5	14.7	19.5	52*	38*
Hormiga	71.3	92.4	61.4	81.3	16**	10*
Comején	3.6	14.5	1.4	10.3	19*	11*
Broca	78.9	95.6	19.7	38.9	116*	64*
Cochinilla de raíz	81.3	96.7	63.2	68.1	21*	23*
Enfermedades (%)						
Chancro	11.4	21.7	7.4	10.4	17*	26*
Sarna	21.3	35.6	10.2	17.2	38*	33*
Mal de hilacha	15.6	9.6	9.1	7.2	25*	7.5*
Roya	7.4	2.1	5.1	1.7	11.5*	2.6*
Mancha de hierro	13.4	19.7	10.7	10.4	10.4*	22*

¶ Información correspondiente al tercer inventario de café en seis fincas.

§ La tecnología tradicionales la utilizada por los colonos de la zona. La tecnología mejorada incluye la poda de los arbustos de café.

* Sin podas:

(1) Café mozo (n = 312): café en producción (3 a 7 años de edad).

(2) Café viejo (n = 245): café en producción (> 7 años de edad).

Con podas:

(3) Café mozo (n = 405): café en producción (3 a 7 años de edad).

(4) Café viejo (n = 187): café en producción (> 7 años de edad).

Z1.3 y Z2.4 = valor calculado del estadístico Z para diferencias de proporciones.

* Diferencia significativa (P < 0.01). ** Diferencia significativa (P < 0.05).

Se debe destacar la creciente incidencia de la broca del cafeto (*Hypothenomus hampei*) en la zona desde mediados de 1988. Este insecto puede llegar a reducir la producción de café en cereza en más de 50%, caso en el cual esta actividad dejaría de ser biológicamente factible. Para prevenir esta situación, el Subproyecto ha aprovechado las ventajas de la variedad de café robusta, la cual florece y produce grano durante todo el año en las condiciones agroecológicas de la zona; como alternativa de muy bajo costo, ha recomendado hacer la cosecha cada 3 a 4 semanas mediante la recolección de todo el grano, para romper el ciclo de vida del insecto (MAG-INIAP-GTZ, 1986; MAG-DINAF, 1989).

El impacto de estas prácticas sobre el nivel de daño del insecto, se aprecia en la Figura 6. Mientras con las prácticas tradicionales de café el nivel de daño es creciente, y ha alcanzado un promedio del 28.5% granos dañados en los últimos 12 meses, con las prácticas antes mencionadas la tendencia es constante, con niveles de daño inferiores al 10%, en promedio. Según estimaciones de la Organización Internacional de Sanidad Vegetal (OIRSA) las pérdidas de rendimiento en grano cereza son de alrededor de 10%, para un nivel de infestación de 30% (MAG-INIAP-GTZ, 1986).

El Cuadro 12 muestra que 68.4% de los cafetales tenían broca, lo cual sugiere la alta invasión del insecto en la zona. En las 130 fincas afectadas, solo 12 agricultores (9.2%) realizaban alguna práctica de control así: con productos químicos (41.6%), cosecha de todos los granos a intervalos menores de 4 semanas (33.3%), y otros tratamientos

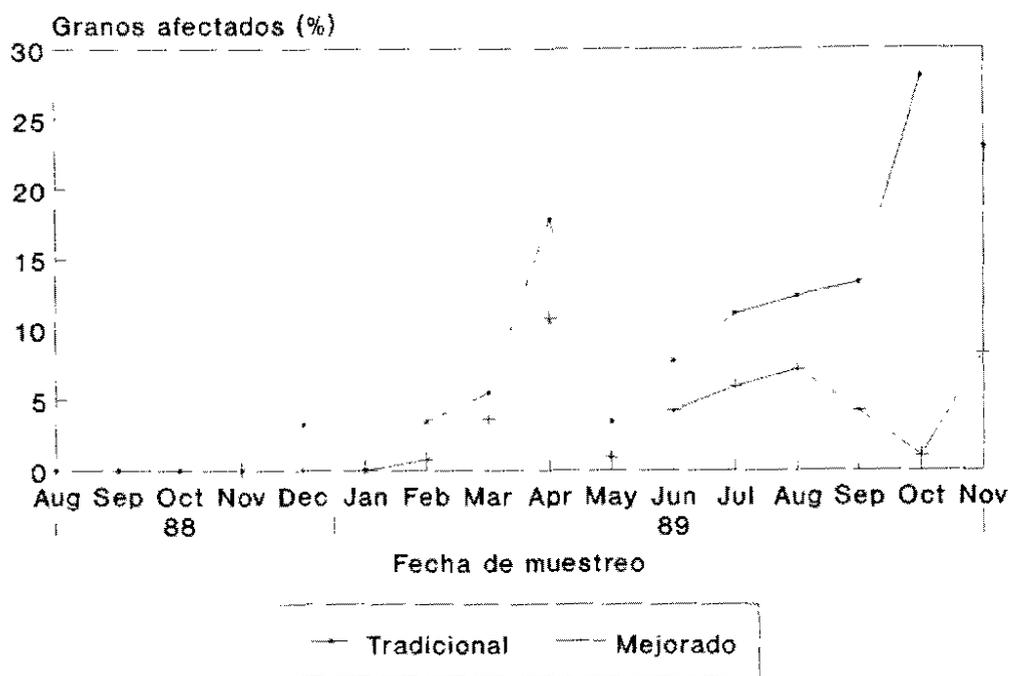


Figura 6. Evolución del porcentaje de granos de café variedad robusta afectados por broca según tecnología agroforestal mejorada y tradicional (n = 29 parcelas bajo monitoreo).

Cuadro 12. Frecuencia de fincas con presencia de la broca del cafeto en el sistema agrosilvícola, por tipo de suelo. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador. (n = 190 fincas).

	Tipo de suelo			Total
	Aluvial	Volcánico	Rojos	
Fincas afectadas (no.)	15	24	91	130
Total fincas (no.)	23	30	137	190
Epoca de aparición, mes-1988	7	9	9	9
Método de control (no. de fincas):				
Químico	1	2	2	5
Cultural	--	--	3	3
Mecánico	1	--	3	4
Previenen la broca (no. de fincas)	8	6	33	47

culturales (25%). En 47 de 60 fincas sin broca en los cafetales, se realizaba alguna práctica preventiva, como el tratamiento de los empaques con agua hirviendo y/o insecticidas.

Los colonos consideran que el efecto más importante de la broca en el sistema agrosilvícola sería la necesidad de reemplazar el café por otros cultivos. En efecto, 65.2% de los colonos, con cultivos sanos o afectados, consideraron que la sustitución y la diversificación del café por o con otra actividad agrícola, es la mejor solución al problema de la broca. Cincuenta y cinco colonos (28.9%) manifestaron como prioritario el manejo más intensivo del café; mientras cinco colonos (2.6%) informaron que venderían la finca y seis (3.2%) asignaron poca importancia a esta plaga (Cuadro 13).

Cuadro 13. Impacto esperado de la broca del cafeto sobre las actividades en el sistema agrosilvícola, por tipo de suelo*. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

	Tipo de suelo			Total
	Aluvial	Volcánico	Rojos	
Total de fincas	23	30	137	190
Reemplazo-diversificación del café por:				
- cultivos	17	14	93	124
- cultivo ciclo corto**	5	2	13	20
- pastos-ganadería	10	12	69	91
- árboles para madera	1	--	3	4
- cultivos permanentes***	1	--	2	3
- cultivos no tradicionales****	--	--	6	6
Intensificación del cultivo de café*****	5	12	38	55
Venta de las fincas		1	4	5
La broca no es importante	1	3	2	6

* Frecuencias de las respuestas de los colonos.

** Arroz, maíz, yuca, plátano.

*** Palma africana, cacao, caña de azúcar.

**** Maní de árbol, arazá, mameñón.

***** Áreas menores de café con técnicas de manejo intensivo (podas, fertilización, control químico de la broca).

Dentro de las alternativas de producción, los colonos mencionaron la producción de ganado vacuno (73.4%), los cultivos transitorios (16.1%), y la producción de madera y actividades permanentes (11.4%), incluyendo cultivos no tradicionales como el maní de árbol (*Caryodendron orinocense*) y arazá (*Eugenia spp.*), entre otras especies de frutales de interés industrial.

Estos resultados indican que por efecto de la broca y la tendencia a la baja de precios, el área cultivada con café en esta región solo aumentaría ligeramente, e incluso se reduciría como consecuencia del interés de los colonos de cambiar hacia sistemas de producción de café más intensivos y a sistemas de producción de ganado vacuno. Dichas tendencias se muestran en el Cuadro 14. Según estas cifras de cada hectárea de bosque primario o secundario abierto en 1989, los colonos solo asignarían una décima parte a plantaciones nuevas de café y la superficie restante a nuevas pasturas. Por su parte, 27.4% de los colonos planean manejar más intensivamente sus cafetales, siguiendo prácticas agrosilvícolas recomendadas por el Subproyecto, incluyendo la renovación (recepa) de los cafetales más viejos (12.6%).

Como se discutió anteriormente (Cuadro 10) la reducción significativa en los requerimientos de mano de obra, incluyendo la mano de obra contratada en 58.9%, y en la compra de insumos, hacen que la TAM propuesta sea compatible con los recursos más escasos de los colonos. Esto concuerda con la propuesta de Estrada et al. (1988), quienes consideran que la tecnología apropiada en esta región debe ahorrar mano de obra y gastos en efectivo, si se desea que se adopte en estos sistemas.

Dentro de este contexto, es evidente el potencial que ofrecen técnicas de producción, como el uso de cultivos de cobertura para minimizar el uso actual de jornales requeridos

Cuadro 14. Expectativas de expansión de áreas y manejo de café var. robusta, por tipo de suelo en 1989. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

		Tipo de suelo			Total
		Aluvial	Volcánico	Rojo	
Total de fincas (no.)		23	30	137	190
Apertura de bosques					
- Nuevo:	Número	14	10	102	126
	Área (ha)	3.89	1.75	4.56	4.02
- Siembra café:	Número	3	2	18	23
	Área (ha)	0.22	0.10	0.40	0.32
- Siembra pasturas:	Número	14	10	102	126
	Área (ha)	3.67	1.65	4.16	3.70
<u>Intensificación manejo café (no.)</u>		9	9	34	52
- Renovación de cafetales (no.)*		2	7	15	24
- Área de renovación (ha)		0.04	0.76	0.27	0.32
- Manejo agrosilvícola (no.)**		9	9	34	52
- Área agrosilvícola (ha)		1.84	0.90	0.77	0.87

* Incluye 'recepta' de cafetales viejos.

** Incluye manejo de poblaciones de árboles de valor comercial, podas y siembra de D. ovalifolium como cultivo de cobertura.

en la limpieza del café; asimismo, la poda del cafeto que aumenta el rendimiento de la mano de obra en la recolección del grano. La productividad de la mano de obra también se incrementa con las limpiezas selectivas de árboles, provenientes de las regeneraciones naturales y residuales.

El Cuadro 15 muestra los cambios en la productividad de la mano de obra utilizadas en cafetales podados y no podados en seis fincas con sistema agrosilvícola. La productividad, medida como tiempo de recolección, es ligeramente mayor en los cultivos mejorados (17.7% y 17.6% para café mozo y viejo, respectivamente). Sin embargo, esta diferencia no es significativa, lo cual era de esperarse debido a que estas prácticas son de reciente introducción, pero se espera que en el futuro esta diferencia sea significativa, una vez las podas alcancen su máximo efecto, facilitando la cosecha.

Los datos muestran la alta productividad de la mano de obra en el cultivo del café en la zona, aún en el caso de prácticas tradicionales de cultivo. El rendimiento de equilibrio, para cubrir el costo de una hora de jornal a los precios actuales (café US\$0.088/kg y jornal US\$0.22/hora), es de 2.5 kg/hora de café cereza. El rendimiento de la mano de obra en la cosecha de café es muy atractivo y explica la preferencia de los colonos en ocuparse en esta actividad, aún cuando existan precios bajos del café en el mercado, y en la adopción de prácticas como la poda o los cultivos de cobertura, que aumentan la eficiencia en el uso de este recurso.

La mano de obra utilizada para ejecutar y mantener las prácticas mejoradas de cultivo en café, es mayor que las requeridas con las prácticas tradicionales. Las prácticas

Cuadro 15. Productividad de la mano de obra para la cosecha de café en el sistema agrosilvícola con tecnologías tradicional y mejorada en fincas bajo monitoreo. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

	Tec. tradicional (sin podas)		Tec. mejorada (con podas)		Valores "t"	
	(1)	(2)	(3)	(4)	t1.3	t2.4
	Café mozo	Café viejo	Café mozo	Café viejo		
Parcelas (no.)*	9	5	9	6	--	--
Cosechas (no.)	15	12	15.11	11.72	--	--
Total:						
- Plantas cosechadas (no.)**	410.67	372.78	404.89	405.56	--	--
- Café cereza (kg)	271.48	263.60	248.77	369.99	--	--
- Mano de obra (horas)	33.49	33.69	26.05	40.17	--	--
Producción media (kg/planta)*** (D.E.)	0.66 (0.18)	0.65 (0.17)	0.60 (0.11)	0.89 (0.22)	0.23 NS	-0.96 NS
Eficiencia mano de obra:						
- Plantas/hora	8.11 (2.08)	7.83 (5.71)	9.55 (2.76)	9.21 (7.32)	-0.46 NS	-0.15 NS
- kg/hora	12.26 (3.47)	11.07 (5.48)	15.54 (4.80)	10.10 (4.68)	-0.64 NS	0.12 NS

n = 29 parcelas en seis fincas. NS = No significativo ($P > 0.05$).

* Área promedio de parcela = 0.10 ha.

** Promedio total de plantas cosechadas por parcela.

*** Para café mozo en el sistema mejorado el rendimiento promedio por planta es inferior al tratamiento control debido al efecto reciente de la poda. Los valores observados corresponden al primer año de implementación de las prácticas mejoradas.

mejoradas demandan más mano de obra e insumos en la fase de establecimiento y reducen inicialmente los rendimientos de café. Sin embargo, en el futuro inmediato se espera un efecto positivo de estas prácticas sobre el rendimiento y el ahorro de mano de obra (Cuadro 16).

Los mayores requerimientos iniciales de insumos indican que puede existir un problema de financiamiento en la etapa de establecimiento. No obstante, como en el caso de la mano de obra, la productividad de los insumos debe incrementar en el futuro como resultado del aumento en los rendimientos de café, debido a las podas y un mejor manejo del sombrero. Para observar y evaluar estos efectos, es necesario continuar los monitoreos iniciados en este estudio, como parte de la estrategia de planificación y evaluación del Subproyecto.

En general, estos resultados evidencian que la tecnología agrosilvícola mejorada aumenta la producción de café sin requerir inversión adicional, por lo cual su impacto en la productividad de la mano de obra es importante.

Introducción y manejo de especies forestales en plantaciones de café. La factibilidad de introducir y manejar árboles en sistemas agrosilvícolas en esta zona se evalúa en función de: (1) la densidad de las especies arbóreas con valor como producto primario o servicios, existentes en las plantaciones de café; (2) la diversidad (número) de estas especies; y (3) la posibilidad de su regeneración natural.

Cuadro 16. Productividad de la mano de obra para mantenimiento, e insumos necesarios en el sistema agrosilvícola bajo tecnología tradicional y mejorada. Subproyecto del Coca, Ecuador.

	Tec. tradicional (sin podas)		Tec. mejorada (con podas)		Valores ^{NS}	
	(1) Café mozo	(2) Café viejo	(3) Café mozo	(4) Café viejo	t1.3	t2.4
Parcelas (no.) ¹	9	5	9	6	--	--
Labores (no.) ⁵	12.56	5.89	19.11	13.89	--	--
Total:						
- Café cereza (kg)	271.48	263.6	248.77	369.99	--	--
- Mano de obra (horas)	29.38	13.55	37.66	31.47	--	--
- Insumos comprados (\$Sucres)	0	43.11	511.79	717.30	--	--
Eficiencia de la mano de obra (kg/hora)	9.24 (4.55)	19.45 (8.40)	6.60 (3.92)	11.75 (5.57)	0.40 NS	0.68 NS
Eficiencia en el uso de insumos (kg/Sucres)	-	6.11 (7.66)	0.48 (1.66)	0.52 (0.61)	--	1.67 *

NS = Diferencia de medias no significativa. * = Diferencia de medias significativa (P<0.05)

¹ = Área media de parcela: 0.10 ha

⁵ = Número de prácticas de cultivos realizadas en el período Agosto 1988 a Noviembre 1989: establecimiento de *D. ovalifolium*, podas de formación, fructificación, agobio, recepa, control de plagas, enfermedades y malezas.

Densidad. La densidad promedio de especies forestales de valor comercial en las plantaciones de café de colonos de la zona es de 393.2 árboles/ha, con un coeficiente de variación (CV) de 66.2% (Cuadro 17). La población, promedio actual, de árboles con altura comercial mayor que 5 m es de 201 árboles/ha, siendo mayor que la población final recomendada por el subproyecto (100 árboles/ha), y mayor que la densidad de 21 árboles/ha encontrada en las plantaciones de cacao y café de la Costa ecuatoriana (Mussack y Laarman, 1989).

De acuerdo con la muestra utilizada en este estudio se establece, con un nivel de confianza de 99%, que la densidad verdadera de especies forestales en cafetales está entre 441.9 y 334.5 árboles/ha, en promedio. Asimismo, la probabilidad de encontrar fincas en el área con 100 o más árboles/ha asociados con café, es del 86.9%. Estos resultados sugieren lo siguiente:

-Con el promedio de densidad existente (200 árboles/ha) es probable que haya un exceso de sombra, con efectos marcados en el microclima --reducción de la aireación, intercepción de luz y radiación solar y aumento de la humedad--. El efecto neto sobre el rendimiento del café, y sobre el crecimiento, el volumen y la calidad de la madera, se desconoce hasta ahora. Pero las evidencias de campo sugieren que la alta incidencia relativa de enfermedades del café en la zona podría asociarse a este factor (ver Cuadro 11), en combinación con la baja luminosidad ocasionada por las condiciones de nubosidad propias de la región (Figura 7).

Cuadro 17. Número de fincas y densidad (árboles/ha) de las principales especies de árboles en el sistema agrosilvícola, según el estado de crecimiento de los árboles. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Nombre común*	Brinzales ¹		Latizales ²		Arboles ³		Total		P(A>100)		
	(F) ⁴	(A) ⁵	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	DEf	EEg	
Bálsamo	1	0.1	0	0	3	0.4	4	0.5	3.3	0.3	0.001
Batea caspi	2	0.3	1	0.1	5	0.5	7	0.9	5.9	0.4	0.001
Canelo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caoba	2	0.1	1	0.4	6	0.4	8	0.9	5.7	0.4	0.001
Capiróna	19	5.7	4	0.5	11	2.8	28	9.0	32.2	2.4	0.003
Cedro	8	2.0	8	2.6	21	2.6	33	7.2	21.3	1.6	0.001
Cítricos	16	0.5	44	8.1	27	7.2	63	15.8	30.5	2.2	0.003
Cutanga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chuncho	5	0.1	1	0.1	5	0.6	5	0.8	7.6	0.6	0.001
Fósforo	6	0.7	6	1.2	9	1.0	18	2.9	10.5	0.8	0.001
Guabos	51	19.5	49	10.6	63	17.6	107	47.7	77.4	5.7	0.251
Guarango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guayacán	8	3.2	0	0	8	1.7	22	4.9	23.9	1.8	0.001
Jacaranda	51	15.5	1	6.8	38	11.8	78	34.0	67.4	4.9	0.166
Laurel	82	60.3	72	25.0	133	104.7	156	190.2	202.7	14.7	0.672
Mascarey	4	0.7	2	0.3	3	0.3	8	1.2	7.0	0.5	0.001
Mecha	47	20.1	8	0.6	12	2.1	53	22.8	62.6	4.6	0.109
Moral	0	0	1	0.1	6	0.5	7	0.5	2.9	0.2	0.001
Pachaco	14	2.7	11	1.1	14	3.4	30	7.3	23.8	1.7	0.001
Palmas	13	2.7	10	1.3	99	31.7	103	35.7	54.7	4.0	0.121
Pechiche	10	3.0	7	2.0	4	0.8	16	5.8	30.2	2.2	0.001
Pitón	9	2.0	7	0.4	24	3.6	37	5.1	14.6	1.1	0.001
Tachuelo	13	2.4	5	0.6	8	0.9	19	3.9	14.8	1.1	0.001
Total	131	137.4	132	55.2	178	200.4	190	393.2	260.5	18.8	0.869
Desviación estándar		165.5		72.3		168.9					
Error estándar				12.0		5.2		12.3			

n = 190 fincas.

(F) = Número de fincas, (A) = Número de árboles/hectáreas.

* = Los nombres científicos de los árboles aparecen en el Cuadro 5.

¶ = Árboles con menos de 1.30 m de altura.

§ = Árboles entre 1.30 y 5.00 m de altura.

¥ = Árboles superiores a 5.01 m de altura.

≡ = Fincas en la muestra que poseían la especie.

♠ = Densidad media de árboles para las fincas en la población.

DE = Desviación estándar en árboles/ha.

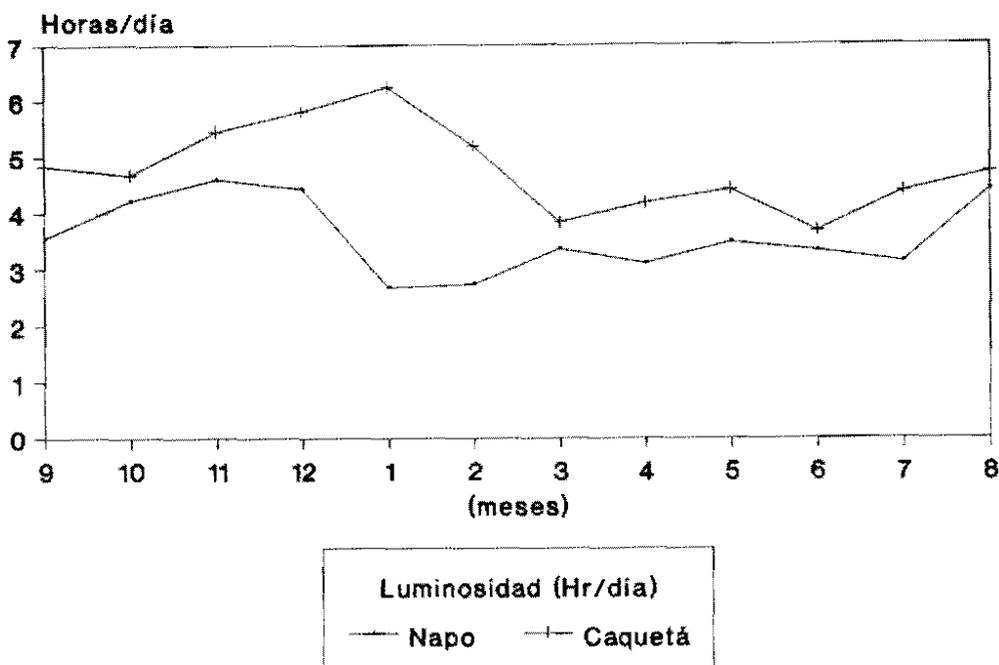
EE = Error estándar en árboles/ha.

P(A > 100) = Probabilidad en porcentaje de encontrar fincas con poblaciones mayores a 100 árboles/ha.

-Los colonos de la región, mediante la siembra y el manejo de las especies forestales y la influencia del Subproyecto, mantienen una población de árboles en diferentes estados de crecimiento, similar a la del bosque primario. Esto contribuye a mantener la diversidad del habitat en beneficio de la fauna nativa.

-La presencia de árboles de propósito múltiple, favorecida por la siembra de árboles frutales (*Citrus* spp.), y por el cuidado y prevalencia de *Inga edulis*. Esta leguminosa arbustiva nativa tiene un alto valor nutritivo, producción de leña y capacidad de formación y restauración de suelos, por su fijación de nitrógeno y la acumulación de materia orgánica. Su alta frecuencia y densidad en los cafetales permite diferenciar el sistema con un segundo estrato entre árboles y café.

-La densidad y el estado de crecimiento de las especies forestales en plantaciones de café comprueba la existencia de un sistema de producción agrosilvícola completo, en el cual los árboles originan diversas interacciones técnicas. Las interacciones económicas se discuten en la sección sobre viabilidad financiera de este sistema.



Promedio 1976-1986..... 4.78 horas/día
 Promedio 1981-1989..... 3.58 horas/día
 Promedio 1988-1989..... 3.00 horas/día

Figura 7. Promedio de luminosidad mensual en la Provincia del Napo, Ecuador, y el departamento del Caquetá, Colombia. 1981-1989.
 FUENTE: Empresa Palmeras del Oriente, El Coca.

-Desde el punto de vista institucional, estos resultados sugieren que el mayor énfasis debe estar en el manejo agrosilvícola de las poblaciones de especies forestales existentes y no en su introducción. Las bajas poblaciones de algunas especies de árboles de alto valor comercial como: guayacán, caoba y bálsamo en este sistema, se explican por sus requerimiento de sombra y el consecuente desarrollo en bosque primario, y a que algunas de estas especies se encuentran en proceso de extinción, debido a la alta extracción. Es necesario continuar su introducción y establecimiento en el bosque primario residual de las fincas mediante propagación en vivero o en las mismas fincas, siguiendo el método de enriquecimiento de rastrojos y manejo de árboles propuesto por Gutiérrez et al., (1990).

Especies forestales. En el Cuadro 17 también se incluyen 21 especies frecuentes en el sistema agrosilvícola. El 82% de las fincas cafeteras en la muestra tenían, en promedio, 190 árboles/ha de laurel, equivalentes a 48.3% del promedio de la población de árboles. La especie predominante es laurel (C. alliadora).

Otras especies frecuentes son jacaranda (*J. copaia*) (41%), mecha (*C. glabriflora*) (27.8%), cedro dulce (*C. odorata*) y pitón (*G. neuberthii*) (17%). Las demás especies se presentan en menos del 10% de las fincas, con una probabilidad inferior al 15% de ocurrencia en densidad de 100 árboles/ha.

Estos resultados sugieren:

-El volumen promedio de madera/ha en pie para *C. alliodora* entre 16 y 20 años varía entre 124.6 m³/ha y 146.92 m³/ha. Este rendimiento es más de dos veces el volumen promedio en pie (70 m³/ha), obtenido con cosecha a los 60 años, como lo estima el MAG para los bosques comerciales naturales en la Selva Baja de la zona Napo-Sucumbios (MAG, 1990). Este contraste es aún mayor, si se considera que en 25 fincas de El Coca, se encontró que de dicho volumen únicamente 30 a 40 m³/ha eran de valor comercial, lo cual hace aún más atractiva la producción de madera en el bosque secundario (Peck y Bishop, 1990).

-La mayoría de estas especies tienen potencial para la producción de madera aserrada y en menor proporción madera rolliza. Es decir, la producción de madera depende de la evolución de la construcción y de la industria de muebles.

-La presencia de estas especies sugiere que se adaptan bien, tanto a las condiciones de suelo como de microclima del sistema agrosilvícola; lo cual abre claras posibilidades para su multiplicación. En este sentido, el Subproyecto ha promocionado, desde 1988, el manejo de nuevas especies como tachuelo, guayacán, pechiche, mecha, capirona y cutanga. De éstas, la única especie que no cita en el Cuadro 7 es la cutanga (*P. multijuga*), por la dificultad para su identificación.

-La alta diversidad de las especies encontradas facilita el proceso de selección con base en las características agronómicas y de producción deseables de las distintas especies de árboles para su asociación con café. Aunque, el Subproyecto ha avanzado en la identificación en el campo de estas especies, aún se necesita mayor información sobre la silvicultura de éstas, principalmente sobre tablas de volumen y rendimientos, a fin de facilitar su selección, manejo y promoción en el futuro.

Regeneración natural. En las fincas de la muestra, la regeneración natural y los rebrotes de los árboles, es la forma más frecuente de propagación. En el 87.9% de las fincas se encontraron árboles originados de semilla y rebrotes (Cuadro 18). El 53.7% de las fincas tenían árboles establecidos por los colonos, y 71.1% tenían árboles residuales del bosque primario. Por otra parte, 65.4% del promedio de la población de árboles/ha procedía de repoblación natural, mientras que 13.5% había sido plantado recientemente, y 21.1% era residual.

La densidad de especies forestales provenientes de regeneración natural era, en promedio, de 167 árboles/ha. Este resultado sugiere que el manejo de la regeneración natural es una estrategia de reforestación técnicamente posible, y que se debe continuar.

Cuadro 18. Número de fincas y densidad (árboles/ha) de las principales especies de árboles en el sistema agrosilvícola según fuentes de regeneración de los árboles (n=190)

Especie	Regeneración Natural							Sembrado		Residual		DE ^d	EE ^e	P(A>100) ^f
	Semilla		Brotos		Total			Fin- cas (1)	No/ ha (2)	Fin- cas (1)	No/ ha (2)			
	Fin- cas (1)	No/ ha (2)	Fin- cas (1)	No/ ha (2)	Fin- cas (1)	No/ ha (2)	Máximo No/ha ^c							
1. Bálsamo	1	0.1	1	0.1	2	0.2	16.6	0	0	3	0.3	1.24	0.09	0.001
2. Batea caspi	3	0.5	3	0.2	5	0.7	66.6	0	0	2	0.2	5.15	0.37	0.001
3. Cedro	17	2.9	9	1.0	23	3.9	99.9	4	0.3	20	3.4	12.6	0.92	0.001
4. Caoba	3	0.1	3	0.4	4	0.5	44.4	2	0.2	4	0.3	1.21	0.01	0.001
5. Capirona	19	6.5	6	1.6	23	8.1	216.6	1	0.1	8	0.8	26.9	2.00	0.001
6. Chuncho	1	0.5	0	0	1	0.5	83.3	1	0	5	0.4	6.11	0.44	0.001
7. Fósforo	13	1.7	7	0.6	16	2.3	66.6	3	0	9	0.6	8.56	0.62	0.001
8. Guayacán	10	0.9	7	2.3	18	3.2	249.9	6	1.3	7	0.4	5.10	0.37	0.001
9. Jacaranda	74	27.6	25	4.3	76	31.9	416.6	7	1.1	8	1.1	62.9	4.56	0.140
10. Laurel	133	140.9	39	17.0	149	157.9	766.7	61	14.4	87	17.1	176.4	12.8	0.625
11. Mascaray	4	0.6	1	0.1	4	0.7	49.9	0	0	4	0.5	4.69	0.34	0.001
12. Mecha	30	16.1	21	5.8	50	21.9	499.8	0	0	5	0.9	58.6	4.28	0.092
13. Moral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.5	0	0	0
14. Pachaco	25	5.3	4	0.8	26	6.1	233.2	3	0.3	8	1.2	21.1	1.53	0.001
15. Pechiche	8	3.2	7	0.9	15	4.1	249.9	1	1.3	1	0.4	21.4	1.57	0.001
16. Pitón	13	0.5	11	0.5	22	1.0	49.9	0	0	19	3.0	3.25	0.24	0.001
17. Sofía/Marcelo ^g	9	0.9	6	0.7	14	1.6	83.3	0	0	0	0	5.68	0.42	0.001
18. Tachuelo	13	2.6	3	0.7	14	3.3	99.9	0	0	6	0.6	12.1	0.88	0.001
19. Cítricos	26	5.3	8	0.8	33	6.1	133.3	40	0.7	0	0	18.1	1.32	0.001
20. Guabos	61	21.9	22	3.9	87	25.8	499.9	64	21.7	11	0.7	60.2	4.41	0.109
21. Palmas	25	4.7	4	0.1	21	4.8	222.3	11	1.0	91	29.8	20.5	1.50	0.001
TOTAL	152	219.4	62	38.4	167	257.8		102	52.9	135	82.1	226.6	16.4	0.755
DE		226.3		80.9		239.0			82.9		85.9			
EE		16.4		5.9		17.4			6.0		6.2			

(1) Número de fincas (2) Número de unidades/ha
a/ Número de fincas en la muestra que tenían la especie
b/ Densidad media de árboles para la población
c/ Número máximo de árboles/ha encontrado

d/ DE = desviación estándar en unidades/ha
e/ EE = error estándar en unidades/ha
f/ P(A>100) = probabilidad de fincas con densidades de población igual o mayor a 100 árboles/ha
g/ *Laetia procera* (Flacourtiaceae)

El nivel de regeneración natural está influenciado por el promedio de regeneración natural de *C. alliodora* (157.9 árboles/ha), población suficiente para proveer madera y sombra al café. Debido a que *C. alliodora* tiene raíces superficiales y compite por nutrientes con el café, los colonos prefieren sembrar mezclas de especies forestales; sin embargo, la repoblación natural es menor que 10 árboles/ha, excepto con jacaranda, mecha y guabos, y la probabilidad de encontrar fincas con niveles entre 100 y 500 árboles/ha de regeneración natural para otras especies es muy baja (0.001%). Estos hallazgos indican la necesidad de continuar los estudios iniciados por el Subproyecto, sobre la silvicultura de especies diferentes a *C. alliodora*, *I. copaia*, *Schizolobium spp.* y *C. glabriflora*, a fin de identificar posibles factores limitantes de su regeneración natural en condiciones de bosque secundario.

Como se aprecia en el Cuadro 19 existe un efecto significativo del sitio (fila), en el cual se localiza la finca, sobre el nivel promedio de regeneración. Esto evidencia que los productores, cuyas fincas se encuentran en la primera fila, están más interesados en manejar la regeneración natural de las especies maderables en bosque abierto, que los más distantes de la vía principal. Para estos últimos, debido a limitaciones para el transporte de la madera, es más atractivo vender madera rolliza extraída del bosque primario, que aunque de menor precio unitario, su transporte es absorbido por el comprador, generalmente un aserrador grande o una compañía que produce madera prensada.

En el Cuadro 19 se observa también que no existen diferencias por efecto de otras variables de sitio, como el tipo de suelo o el sector --áreas de colonización más antiguas como San Carlos, Huamayacu, Cañón vs. áreas nuevas como Loreto y Los Zorros--. Esto sugiere que el bajo nivel de regeneración de estas especies en condiciones de bosque secundario, puede ser el resultado de la falta de árboles residuales productores de semillas, condiciones de microclima, falta de conocimiento e interés de los productores sobre la importancia de la regeneración de las especies de árboles, y la dificultad en la identificación de los brinzales de algunas especies. Estas hipótesis deben estudiarse en el futuro, a fin de confirmar la factibilidad técnica de la regeneración natural del mayor número de especies forestales existentes en la zona.

Sistema de producción silvopastoril

Impacto en la producción y en el uso de insumos. Los principales coeficientes técnicos del sistema de producción silvopastoril se obtuvieron del monitoreo y seguimiento, entre octubre de 1988 y noviembre de 1989, de siete fincas (Cuadro 3) de propiedad de colonos cooperadores del Subproyecto. En estas fincas predominaba el sistema de ceba.

Las ganancias de peso vivo animal observadas en fincas con tecnología tradicional y mejorada se resumen en el Cuadro 20. Para los novillos jóvenes (entre 1 y 3 años de edad), las ganancias en *B. humidicola* fueron ligeramente superiores a las obtenidas en *B. decumbens*, debido a que el número de observaciones (animales) fue muy bajo, para novillas bajo pastoreo en *B. humidicola* las ganancias presentaron una alta variación y las posibles diferencias reflejan más un efecto animal que de la pastura. Sin embargo, el

Cuadro 19. Efecto del tipo de suelo, el sector y la fila de localización en la regeneración natural de árboles en el sistema agrosilvícola. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Variable	Arboles/ha	Variable	Arboles/ha	
Sector		Tipo de suelo		
San Carlos	179.2a*	Volcánico	219.4a	
Huemayacu	288.2a	Rojo	263.7a	
Sacha	232.5	Aluvial	272.5 a	
Loreto	241.4a	Fila		
Auca	263.7a	Tercera	127.0a	
Los Zorros	307.0a	Segunda	242.1b	
Cañon	310.4a	Primera	274.3b	
Análisis de varianza:				
F de V.	Gl.	Sc.	Cm.	F
Tipo de suelo	2	53920	26960	0.496ns
Sector	6	156910	26152	0.449ns
Fila	2	182863	91432	1.63*

* Valores en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.20$), prueba de "t".

Cuadro 20. Promedio de ganancia diaria peso vivo (kg) para diferentes categorías animales en pastoreo rotacional en *B. decumbens* (Bd.) y *B. humidicola* (Bh.) en fincas seleccionadas de Napo, Ecuador.

Categoría animal	Fincas				Gramíneas							
	Finca 1		Finca 2		Finca 3		Finca 4		Bd. CIAT 606		Bh. INIAP 701	
	no.	kg/día	no.	kg/día	no.	kg/día	no.	kg/día	no.	kg/día	no.	kg/día
Vacas	15	-0.004	4	0.331	2	0.180	0	0	19	0.067	2	0.180
Novillas:												
<1 año	1	0.402	0	0	0	0	0	0	1	0.402	0	0
1-2 años	0	0	1	0.582	1	0.473	0	0	1	0.582	1	0.473
2-3 años	5	0.058	2	0.252	0	0	0	0	7	0.113	0	0
>3 años	1	0.210	0	0	0	0	0	0	1	0.210	0	0
Toros	1	0.116	1	0.382	0	0	0	0	2	0.249	0	0
Novillos:												
<1 año	5	0.149	1	0.280	2	0.310	4	0.581	6	0.171	6	0.491
1-2 años	6	0.359	1	0.343	1	0.338	15	0.303	7	0.357	16	0.305
2-3 años	3	0.154	0		0	0	0	0	3	0.154	0	0
>3 años	1	0.300	0		0	0	0	0	1	0.300	0	0

* Registros de peso de animales (tres mediciones) durante 12 meses en sistemas de producción de cría-ceba en fincas seleccionadas.

rango y el nivel de ganancias observados en ambas gramíneas, fueron aceptables (300 a 500 g/animal/día), si se comparan con las ganancias encontradas en otros estudios realizados en la zona (Muñoz et al., 1981; Caballero, 1989; Santamaría, 1987).

La continuación de las observaciones a nivel de finca se considera una actividad indispensable dentro del Subproyecto. Esto permitirá entender mejor el desempeño principalmente de los sistemas de cría y el sistema de doble propósito en pastoreo de estas y otras gramíneas adaptadas a suelos rojos, y el efecto de diferentes factores de manejo animal y de las pasturas. Asimismo, sirve para evaluar el efecto de la sombra de los árboles sobre la producción de las pasturas y el efecto de los animales sobre el crecimiento y volumen de madera producida. Santamaría (1987) encontró que existe un efecto directo y significativo de la cantidad de horas de sol/día sobre la producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de B. humidicola INIAP-701. Sin embargo, en la zona del Subproyecto se desconoce cuál es el impacto de la sombra sobre el desempeño animal.

Brachiaria decumbens CIAT-606 se ha propagado rápidamente en la zona. Esta gramínea se usa para recuperar pasturas degradadas de Axonopus scoparius (gramalote), Pennisetum purpureum (elefante) y Panicum maximum (saboya), las cuales son más exigentes en fertilidad del suelo y demandan más mano de obra para el establecimiento y manejo. En las evaluaciones de 20 potreros de la zona, la capacidad de carga de B. decumbens fue similar a la de B. humidicola (Cuadro 21), a pesar de la mayor producción de MS (Figura 8) y la composición botánica de esta última gramínea (Cuadro 22). La carga animal observada en el primer año de evaluación estuvo influenciada por diferencias en la presión de pastoreo, impuestas por el tamaño del los hatos en las fincas. En efecto, las fincas con B. humidicola tenían dificultades para conseguir animales y por consiguiente, el área disponible en pastos (ha/UA) fue mayor en estas fincas, que en las que tenían B. decumbens (Cuadro 23).

Igualmente, se encontraron diferencias en el desempeño de los animales en estas gramíneas. El Cuadro 24 resume los principales parámetros del movimiento de los hatos en estudio; con excepción de la eficiencia reproductiva, estos datos permitieron calcular las tasas de mortalidad de animales adultos y jóvenes, las tasas de transferencia de vientres a crías, y de extracción de ganado (Cuadro 25). Aunque el número de animales en las pasturas de B. humidicola fue bajo, se puede concluir que: (1) Las tasas de mortalidad

Cuadro 21. Carga animal promedio (UA/ha) y períodos de ocupación y descanso de diferentes pasturas en pastoreo rotacional. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.*

	No. potreros	Tamaño promedio (ha)	Carga promedio (UA/ha)	Ocupación (días)	Descanso (días)
<u>B. decumbens</u> CIAT-606	8	3.18	1.46	8.44	21.55
<u>B. humidicola</u> INIAP-701	8	1.65	1.10	9.99	20.00
<u>B. decumbens</u> + <u>B. humidicola</u>	2	3.50	0.51	6.08	23.91
<u>B. brizantha</u> CIAT-6780	2	1.10	1.47	5.41	24.58
Promedio	--	2.35	1.13	7.48	22.51

* Las observaciones se hicieron cada semana, durante 309 días.

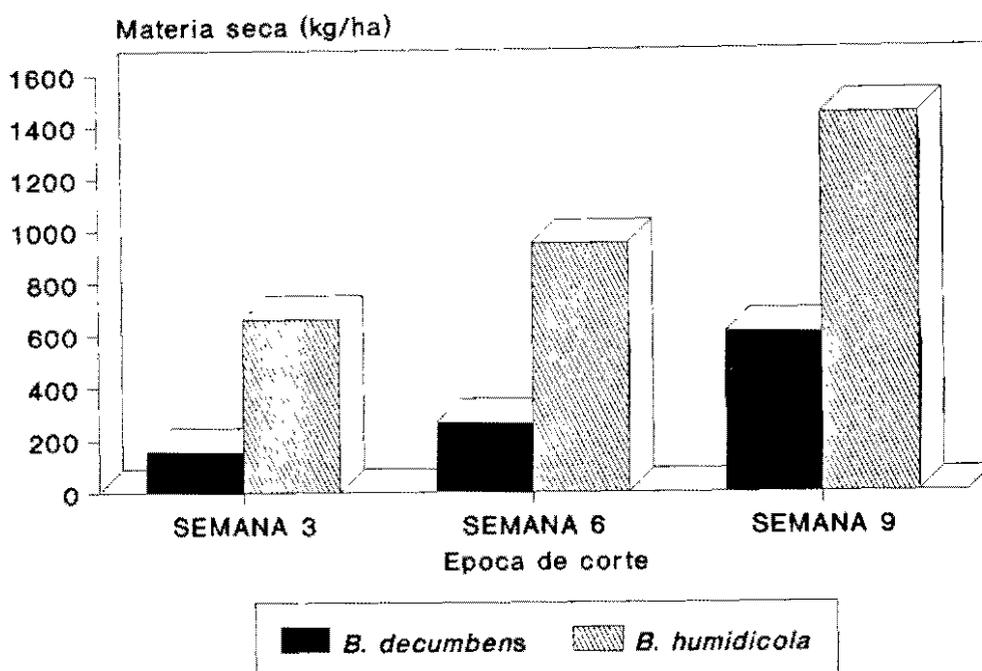


Figura 8. Producción de materia seca (kg/ha por corte) de *B. decumbens* y *B. humidicola* en fincas seleccionadas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Cuadro 22. Composición botánica (% de MS) de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola* en pasturas de fincas seleccionadas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador*.

Pastura	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
<i>B. decumbens</i>	59.45	70.00	-	-
<i>B. humidicola</i>	-	-	65.43	64.79
Leguminosas	3.40	0.53	9.35	6.49
Gramíneas nativas	2.47	3.56	6.02	6.67
Malezas hoja angosta	12.15	9.43	6.20	10.66
Malezas hoja ancha	22.50	16.46	12.97	11.36
Suelo descubierto	21.88	12.00	19.50	17.50
Ms total (kg/ha por corte)	1687.60	4372.61	3691.40	2690.50
R ²	0.747	0.885	0.808	0.793

* En las fincas las pasturas tenían, respectivamente: 7, 2, 4 y 6 años.

para animales jóvenes y adultos, están dentro de los valores normales en sistemas de producción extensivos (CIAT, 1985). (2) Las tasas de transferencia en novillas de vientre (> 2 años) son muy bajas. En particular, para novillas mayores de 3 años, que tienen una tasa normal esperada del 100%. (3) Sólo 50% de las vacas de cría en pasturas de *B. decumbens*, parieron nuevamente durante el período de estudio.

Cuadro 23. Area disponible de forraje (ha/UA) en gramíneas mejoradas de cuatro fincas en evaluaciones del Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.*

Gramínea	B. humidicola		B. decumbens	
	Finca 1	Finca 2	Finca 2	Finca 3
B. decumbens CIAT-606	18.0	2.5	0	5.0
B. humidicola INIAP-701	0	7.2	3.0	3.0
B. decumbens + B. humidicola	0	0	0	7.0
B. brizantha CIAT-6780	0	0	2.2	0
Area total	18.0	9.7	5.5	15.0
Inventario de animales (UA)	25.8	6.6	2.6	7.2
Area disponible (ha/UA)	0.69	1.47	2.12	1.95

* Las fincas aparecen identificadas en el Cuadro 3.

Cuadro 24. Desempeño de los animales en hatos (número de animales) de cría y cebo en pasturas de Brachiaria decumbens CIAT-606 y Brachiaria humidicola INIAP 701 en fincas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador*.

Categoría animal	B. decumbens CIAT-606							B. humidicola INIAP 701						
	(I)	(P)	(C)	(M)	(V)	(T)	(If)	(I)	(P)	(C)	(M)	(M)	(T)	(If)
Vacas	8	0	0	0	0	2	10	2	0	0	0	0	0	2
Novillas: <1 año	1	2	1	0	0	-2	2	1	0	0	0	0	0	1
1-2 años	6	1	0	0	0	-4	2	0	0	0	0	0	0	0
2-3 años	8	4	0	1	0	-2	5	0	0	0	0	0	0	0
>3 años**	6	0	0	0	0	6	12	0	0	0	0	0	0	0
Toros	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Novillos: <1 año	7	7	0	1	0	-12	1	1	2	16	1	2	-14	2
1-2 años	4	0	0	0	2	10	12	0	0	4	0	1	10	13
2-3 años	3	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	4	4
>3 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	44	9	1	2	5	0	47	4	2	20	1	3	0	22

(I) = Inventario inicial (C) = Compras (V) = Ventas (If) = Inventario final
(P) = Partos (M) = Muertes (T) = Transferencias

* = Total para dos fincas según registros de los hatos en el período octubre/88-noviembre/89.

Los resultados evidencian un bajo desempeño reproductivo de los hatos, lo cual puede estar asociado a carencias nutricionales, presencia de enfermedades reproductivas y técnicas deficientes de manejo animal. Para precisar el desempeño reproductivo de estos hatos se calculó la tasa de eficiencia reproductiva (TER) por el método de Butendieck.

El método supone que bajo condiciones normales, una vaca debe tener una cría cada año, lo cual implica una TER del 100% anual. Esta se calculó de la manera siguiente:

$$TER = \frac{(DVG/XDG)*DVG}{(N*365*P) - DVE}$$

Cuadro 25. Índices de productividad animal en hatos de cría y ceba en pasturas de B. decumbens y B. humidicola. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Tasa de:	<u>B. decumbens</u>	<u>B. humidicola</u>
Mortalidad (%):		
- adultos	2.77	0
- jóvenes*	12.50	5.88
Transferencia (%):		
- Novillas:		
1-2 años	16.66	nd
2-3 años	50.00	nd
>3 años	0	nd
- Vacas	50.00	100.00
Extracción (%):		
- Vacas	0	0
- Novillas:		
1-2 años	0	0
2-3 años	0	0
>3 años	0	0
- Novillos:		
1-2 años	50.00	12.50
2-3 años	100.00	25.00
>3 años	0	0
Eficiencia reproductiva (%)**	41.33	71.38

* Animales menores de un año de edad. nd = no disponible.

** Estimada según Butendieck.

en donde:

DVG = Sumatoria de los días de gestación de cada vientre durante el período en estudio

XDG = Duración de la gestación media en días, según la raza

R = Diferencia entre la duración promedio de la gestación (días) con relación a la gestación estimada de 365 días.

N = Número de vientres controlados en el período de estudio.

P = Duración del estudio (años).

DVE = Número de días de vientres exceso, como factor de corrección de N (vientres que entraron después de iniciado el estudio y/o eliminados antes de terminar el período de observación).

Las TER fueron de 41.33% en pasturas de B. decumbens y de 71.38% en B. humidicola. En esta última la TER se calculó con dos observaciones; por lo tanto, debe interpretarse con reservas, ya que no refleja el verdadero promedio de la TER en estas pasturas. La TER estimada para B. decumbens se considera más representativa (n=28), y se interpreta como un límite inferior para la TER de B. humidicola.

En general, las TER inferiores a 50% se consideran bajas, y su impacto sobre el crecimiento y desarrollo del hato es negativo, es decir, el número de unidades animales en el hato disminuye cada año, como resultado neto de una mayor extracción con relación a los nacimientos.

En este estudio no se pretendía probar las causas posibles de estos problemas técnicos. Sin embargo, se encontraron evidencias que prueban que las bajas TER pueden

ser el efecto combinado de deficientes prácticas de manejo animal y carencias nutricionales. Según la composición de los hatos en 124 fincas ganaderas, se pudo establecer que el sistema de producción predominante era cría y ceba (87.9%). De los hatos de cría estudiados solo 46.8% usaban un toro reproductor (Cuadro 26). A esto, se agrega que 100% de las fincas manejaban el hato como una sola unidad, y no separaban los animales por categorías y sexo, y no castraban los machos.

Por otra parte, sólo 3.66% de los hatos suministraban sal mineralizada con más de 6% de fósforo. El 77.9% de las fincas suministraban sal blanca, o mezclas de ésta con sal mineralizada, y el 18.3% restante no usaban suplementación mineral (Cuadro 27). Las condiciones de manejo anteriores, explican las bajas TER encontradas en la zona.

La persistencia de las pasturas a través del tiempo es un parámetro fundamental en el desempeño de los sistemas de producción ganadera en este ecosistema. El estudio intentó medir las diferencias entre B. humidicola y B. decumbens bajo pastoreo en las fincas en estudio. La persistencia, años en producción de una pastura, es un indicativo de la adaptación de las especies y ecotipos al ecosistema.

Las especies adaptadas, sin embargo, pueden perder su productividad y calidad en el tiempo debido a manejo deficiente, deficiencias de nutrimentos y compactación del suelo, y ataques de insectos especialmente salivazo.

Como se ha puntualizado, las ganancias de peso por animal en ambas especies son satisfactorias, comparadas con aquellas encontradas en otros sistemas extensivos de producción animal; esto sugiere que la productividad de las gramíneas es adecuada, aún en fincas con pasturas de 7 años de edad (Finca 1) para B. decumbens y de 6 años de edad (Finca 4) con B. humidicola (Cuadro 28). Los productores de estas fincas estiman la vida productiva de sus pasturas en 8 y 10 años, respectivamente.

El comportamiento de estas pasturas revela que, independientemente de la edad, la cobertura es buena (> 50%) (ver Cuadro 22), aunque existe una tendencia a la invasión de malezas de hoja ancha, principalmente en los potreros de B. decumbens y de ciperáceas en los potreros más viejos.

En relación con la producción de MS/ha, se encontró que ésta era dos veces mayor en B. humidicola que en B. decumbens (Cuadro 28, Figura 8). Aunque, esto no se refleja en una mayor carga animal, debido a las razones de calidad y manejo antes mencionadas, sí es evidente que la productividad de B. decumbens disminuye con el tiempo, especialmente por la alta incidencia de salivazo, alta presión de pastoreo y mayor invasión de malezas.

Los niveles de fósforo y de proteína cruda (PC) encontrados en las pasturas se consideran suficientes solo para obtener pequeñas ganancias de peso en animales tipo carne (C. Lascano, comunicación personal). En consecuencia, si se desea incrementar la eficiencia productiva de los animales con mayores ganancias de peso, tasas de eficiencia

Cuadro 26. Sistemas de producción ganadera y composición del hato en fincas con sistema silvopastoriles. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador*.

Categoría animal	Hatos de:				Total		DE	EE
	Cría-ceba		Ceba		No. de fincas	UA/finca		
	No. de fincas**	UA/finca***	No. de fincas	UA/finca				
Vacas	109	2.83	-	-	109	2.83	4.31	0.31
Vaonas	63	0.76	-	-	63	0.76	1.51	0.11
Toros reproductores	51	0.61	-	-	51	0.61	1.63	0.12
Toretas	27	0.48	6	0.30	33	0.78	1.59	0.12
Toros de ceba	5	0.08	9	0.16	14	0.24	1.01	0.07
Terneros(as)	83	0.40	-	-	83	0.40	0.63	0.05
Total	109	5.31	15	0.46	124	5.77		
Desviación estándar		4.82		0.95		5.13		
Error estándar		0.79		0.12		0.54		

* No se encontraron hatos de doble propósito con ordeño regular de vacas con destino de leche al mercado.

** Número de fincas en la muestra con ganado en esa categoría.

*** Promedio de UA/ha en cada finca para las 190 fincas en la muestra.

Cuadro 27. Frecuencias de uso de prácticas de manejo animal en fincas con sistema silvopastoril, según sistema de producción ganadera. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Prácticas de manejo	Hatos de cría-ceba (n = 109)	Hatos de ceba (n = 15)	Total (n = 124)
	No. fincas	No. fincas	No. fincas
Ordeño de vacas*	17	-	17
Separación de lotes de animales**	2	-	2
Castración de machos	0	0	0
Suplementación mineral:	89	11	100
- Sal mineral a voluntad	4	0	4
- Mezclas ocasionales***	85	11	96
Suplementación mineral estratégica de vacas y novillos	12	0	12
Uso estratégico de pasturas para vacas y novillos	0	0	0
Control regular de ectoparásitos	89	12	101
Control regular de endoparásitos	87	15	102
- animales jóvenes	51	-	51
- animales adultos	52	15	77
Vacunación:			
- Aftosa	38	11	49
- Brucelosis	4	-	4
- Triple	13	-	13
Suplementación energética****	0	0	0

* Ordeño ocasional para consumo en el hogar.

** Según sexo o categoría.

*** Mezclas de sal común y sales mineralizadas.

**** Melaza y pastos de corte.

Cuadro 28. Producción de MS (kg/ha) y calidad de pasturas de *B. decumbens* y *B. humidicola* bajo pastoreo en fincas seleccionadas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.¶

	<i>Brachiaria decumbens</i>				<i>Brachiaria humidicola</i>			
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Media	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Media
Producción MS (kg/ha):								
- 3 semanas	143.3	213.3	106.6	154.4	920.0	656.7	400.0	658.9**
- 6 semanas	276.7	280.0	233.3	263.3	1083.0	1123.3	633.3	946.7**
- 9 semanas	646.7	723.3	446.9	605.7	1576.6	1833.3	910.0	1440.0**
Proteína cruda (%)								
- 3 semanas	8.46	8.81	8.69	8.65	9.79	10.33	10.67	10.26*
- 6 semanas	4.67	4.62	4.77	4.68	7.63	8.33	8.33	8.09*
- 9 semanas	5.19	4.60	5.38	5.05	7.58	8.81	6.83	7.74*
Fósforo (ppm)								
- 3 semanas	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
- 6 semanas	0.11	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.14	0.11
- 9 semanas	0.08	0.07	0.08	0.07	0.10	0.14	0.08	0.11*
Edad de la pastura (años)	7	2	4		4	6	9	

¶ = Las fincas y los productores son iguales a los que aparecen en el Cuadro 3.

* = Diferencias de promedios significativos ($P < 0.05$) entre gramíneas.

** = Diferencias de promedios significativos ($P < 0.01$) entre gramíneas.

reproductiva y producción de leche, se deben mejorar los niveles de MS, PC y nutrimentos digestibles totales.

Aunque en el corto plazo las prácticas mejoradas de manejo y salud animal pueden tener un impacto significativo en productividad animal, a mediano plazo la alternativa más factible y eficiente es la introducción de germoplasma de pasturas. En particular, asociaciones de gramíneas y leguminosas con mayor capacidad de respuesta a las condiciones agroecológicas de la región, en términos de producción de MS y calidad que ya presentan mayor persistencia y productividad animal.

Algunos de los principales factores asociados a la pérdida de productividad de MS de *Brachiaria* a través del tiempo en las regiones de trópico húmedo son la incidencia del salvazo (*Aenolamia* spp. y *Zulia* spp.), invasión de malezas, compactación de los suelos por el pisoteo del ganado y el bajo nivel de nutrimentos en el suelo (Toledo y Serrao, 1982; Seré et al., 1984).

Como se aprecia en el Cuadro 29, las condiciones físicoquímicas de los suelos de seis potreros evaluados en este estudio eran relativamente similares en ambas gramíneas; igualmente lo eran la acidez, la disponibilidad de fósforo y la saturación de aluminio. Estos niveles se consideran adecuados para producir cantidades aceptables de MS, fósforo y PC en *Brachiaria*, cuyas especies son menos exigentes en nutrimentos en el suelo.

Estos resultados sugieren que en condiciones similares de fertilidad de suelos, la pérdida más acelerada de producción de MS en *B. decumbens* CIAT-606, puede ser el resultado de los ataques de salvazo y la invasión de malezas. Generalmente, se acepta que este ecotipo es altamente susceptible al salvazo y las plantas son seriamente afectadas,

Cuadro 29. Principales características físico-químicas de los suelos en potreros donde se instalaron pequeñas parcelas y el promedio para todos los potreros en estudio^a de *B. decumbens* y *B. humidicola* en fincas seleccionadas de Napo

	Brachiaria decumbens CIAT-606						Brachiaria humidicola INIAP-701					
	Finca 1 (n=1)	Finca 2 (n=1)	Finca 5 (n=1)	Media ^b (n=7)	DE	EE	Finca 3 (n=1)	Finca 4 (n=1)	Finca 6 (n=1)	Media ^b (n=13)	DE ^c	EE ^c
Acidez (ph)	4.8	4.9	5.0	4.71 A	0.25	0.09	5.1	4.6	4.9	4.87 A	0.33	0.09
Materia orgánica (%)	2.9	4.0	2.4	3.51	0.72	0.27	5.2	2.7	4.5	4.63	1.51	0.42
<u>Meg/100 grs de suelo:</u>												
Aluminio	1.8	1.0	1.8	2.71 M	1.34	0.51	0.3	2.9	1.5	1.31 M	1.10	0.31
Calcio	1.87	1.73	1.87	1.87 M	0.56	0.21	4.15	1.92	2.45	3.13 A	2.13	0.59
Magnesio	0.62	0.53	0.62	0.19 A	0.15	0.05	1.08	0.42	0.40	1.00 A	0.61	0.17
Potasio	0.17	0.36	0.17	0.21 MA	0.08	0.02	0.51	0.19	0.16	0.34 MA	0.16	0.04
<u>ppm:</u>												
Fósforo	4.7	3.3	2.8	3.47 M	0.96	0.36	3.1	6.6	4.8	5.60 A	3.19	0.89
Boro	0.26	0.26	0.26	0.29 B	0.08	0.03	0.28	0.18	0.28	0.33 B	0.08	0.02
Zinc	1.89	2.67	1.89	2.48 MA	3.17	1.19	5.99	2.93	1.23	11.54 MA	16.90	4.69
Mnaganeso	32.2	68.4	32.2	36.44 A	18.39	6.95	283.0	10.1	23.5	91.54 MA	78.96	21.90
Cobre	0.98	1.09	0.98	0.96 M	0.25	0.09	3.34	0.93	0.96	1.86 A	1.66	0.46
Hierro	144.7	71.3	144.7	140.24 A	62.28	23.54	29.7	163.1	166.1	117.06 A	93.79	26.01
Azufre	26.6	38.8	21.1	33.25 MA	9.6	3.62	64.1	36.4	27.7	44.38 MA	19.61	5.44
<u>Saturación (%)</u>												
Aluminio	53.31	27.62	40.36	47.89 A	18.32	6.92	4.97	53.41	43.75	25.58 M	22.33	6.19
Calcio	34.58	47.79	41.92	36.30 M	13.14	4.96	68.70	35.39	39.84	50.20 A	18.42	5.11
Magnesio	9.79	14.64	13.90	11.23 M	2.96	1.12	17.88	7.73	13.44	17.91 A	12.05	3.34
<u>Textura^d (%)</u>												
Arena	29.3	21.55	29.5	26.56	4.32	1.63	19.77	24.36	29.79	24.78	4.85	1.61
Arcilla	46.3	54.39	46.3	49.98	4.86	1.84	59.52	50.15	44.83	49.50	5.66	1.88
Limo	24.2	24.06	25.38	23.57	1.63	0.61	20.71	25.49	24.29	25.70	5.09	1.69
<u>Densidad aparente^e (grs/cm³)</u>												
	1.286	1.331	1.290	1.282MC ^f	0.105	0.040	1.038	1.286	1.316	1.159LC ^f	0.13	0.03

a/ Análisis completos de suelos (0-20 cms)

b/ Niveles de fertilidad definidos según Salinas y García (1985):

A (alto), M (medio), MA (muy alto).

Para niveles de acidez: A (ácido), MA (muy ácido), LA (ligeramente ácido), N (neutro)

c/ DE= desviación estándar, EE= error estándar.

d/ Suelos arcillosos en todos los casos.

e/ Determinaciones hechas por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, mediante el uso de sonda de neutrones (0-20 cms). La densidad aparente promedio para bosque primario anexo a las fincas bajo estudio fue 1.019 grs/cm³ con DE=0.100 y SE=0.04 (n=5).

f/ LC (ligeramente compacto), MC (moderadamente compacto).

como consecuencia de los ataques periódicos del insecto, lo cual favorece la rápida invasión de malezas. Por otra parte, la recuperación de estas pasturas es afectada por la alta presión de pastoreo y los períodos cortos de descanso. En resumen, el manejo de la pasturas esta incidiendo en la pérdida de productividad de esta gramínea (ver Cuadro 22,).

El Cuadro 30 muestra el estado de cobertura de 83 potreros de *B. decumbens* y cuatro *B. humidicola* en igual número de fincas evaluadas. Los productores están mejorando la productividad de las pasturas mediante el establecimiento de otras especies. El 62.7% de los potreros de *B. decumbens* se encontraban asociados con *Panicum maximum* (19 fincas), *B. humidicola* (18 fincas), *B. ruziziensis* (12 fincas) y *Pennisetum purpureum* (9 fincas) (Cuadro 31).

En el caso de *P. maximum*, los bajos requerimientos de mano de obra comparados con los del establecimiento de pasturas a partir de bosque primario y secundario, y la facilidad para conseguir semilla favorecen su uso en la renovación de pasturas. Es evidente, que los productores están movilizand *B. humidicola* en este sistema de renovación, siguiendo las recomendaciones del Subproyecto en el sentido de establecer esta gramínea en condiciones de mayor luminosidad, donde el establecimiento y el cubrimiento del suelo son más rápidos, y se requiere de menos material vegetativo y mano de obra, que en el caso de su siembra en condiciones de "sotobosque".

El Subproyecto debe evaluar la eficiencia técnica de las pasturas asociadas mediante monitoreos, a fin de identificar áreas susceptibles de mejoramiento. Las prácticas mejoradas de manejo de pasturas, por ej.: manejo flexible, serían de gran utilidad para mantener el balance y la estabilidad de las asociaciones en el tiempo, y reducir los requerimientos de mano de obra para el control de malezas.

Cuadro 30. Cobertura (%) de gramíneas, malezas, leguminosas, suelo descubierto, e incidencia del salivazo en pasturas de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola* en fincas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

	<i>B. decumbens</i> (n = 83)*				<i>B. humidicola</i> (n = 4)*			
	No. de fincas	Cob. (%)	DE	EE	No. de fincas	Cob. (%)	DE	EE
Cobertura								
Gramínea dominante	83	45.7	13.1	1.44	4	41.6	27.5	13.70
Gramínea asociada**	52	10.9	12.4	1.36	2	5.8	9.6	4.78
Gramínea asociada**	16	3.2	7.3	0.79	1	2.5	5.0	2.50
Leguminosas	16	1.6	4.1	0.44	1	0.8	1.7	0.83
Malezas de hoja ancha	78	14.6	7.7	0.84	4	18.3	3.8	1.92
Malezas de hoja angosta	74	7.1	6.0	0.66	4	12.5	5.6	2.84
Suelo descubierto	83	16.8	12.9	1.42	4	18.3	10.4	5.18
Patógenos								
Salivazo (ninfas/m ²)	81	30.6	21.4	2.38	4	10.5	10.7	5.35
Manchas en hoja	52	-	-	-	4	-	-	-
Edad (años)	-	3.84	2.26	0.25	-	4.75	3.27	1.63

* Fincas con pasturas (n = 146). *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola* cubrían la mayor área (ha), según el estudio de adopción en 190 fincas de la zona. El potrero se seleccionó de acuerdo con el productor.

** Mezclas de gramíneas establecidas para renovación de pasturas.

Cuadro 31. Frecuencia (%) de gramíneas asociadas en pasturas de Brachiaria decumbens y brachiaria humidicola. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.*

Gramínea asociada	Nombre científico	<u>B. decumbens</u> (n = 83)		<u>B. humidicola</u> (n = 4)	
		Gramínea		Gramínea	
		1	2	1	2
Alemán	<u>Echinochloa polystachia</u>	1	0	0	0
Brachiaria	<u>Brachiaria ruziziensis</u>	9	3	1	0
Dallis	<u>Brachiaria decumbens</u>	0	0	1	0
Elefante	<u>Pennisetum purpureum</u>	9	0	0	0
Gramalote	<u>Axonopus scoparius</u>	7	1	0	0
Kikuyo	<u>Brachiaria humidicola</u>	13	5	0	0
Ratana	<u>Ischaemum indicum</u>	0	1	0	1
Saboya	<u>Panicum maximum</u>	13	6	0	0
Total		52	16	2	1

* Con base en un análisis visual de cobertura en fincas con B. decumbens y B. humidicola como gramíneas predominantes.

Los beneficios ecológicos de la renovación de pasturas consisten en la reducción de la presión, en el corto plazo, hacia la apertura del bosque primario para la siembra de nuevas pasturas; y en el mantenimiento de la oferta de forraje para llenar los requerimientos por el crecimiento de los hatos.

En el momento de iniciar el estudio de campo (Agosto 1988) no fue posible hacer el seguimiento de las fincas con pasturas establecidos de B. humidicola como gramínea adaptada, a fin de monitorear los coeficientes técnicos para su comparación con los de B. decumbens como gramínea pionera. El subproyecto recomienda establecer B. humidicola en condiciones diferentes a las del bosque primario, debido a su baja tolerancia a la sombra. Específicamente, debe utilizarse para renovar pasturas de A. scoparius y P. maximum de poca persistencia (menos de 4 años) en suelos rojos (Santamaría, 1987; Bishop, comunicación personal). En contraste B. decumbens, con mayor tolerancia a baja luminosidad, se considera una especie pionera.

Para determinar el uso de mano de obra y de insumos en la renovación de B. decumbens y de B. humidicola, después de la tala del bosque primario, en suelos rojos se tomó como base la información propuesta por Santamaría (1987).

El sistema de establecimiento es altamente intensivo en mano de obra para ambas gramíneas con promedios de 54.5 jornales/ha para B. decumbens y 78 jornales/ha para B. humidicola (30.2% mayor) (Cuadro 32). Las diferencias en requerimientos de mano de obra (30%) se deben a la mayor densidad de siembra y necesidades de acondicionamiento de esta última gramínea, debido a que el agricultor siembra el material vegetal con raíz y sin follaje y a una densidad mayor que la de B. decumbens.

Para la renovación de estas pasturas la demanda de mano de obra se reduce aproximadamente a la mitad de la necesaria para su establecimiento en bosque primario. No obstante, las necesidades de material vegetativo para la propagación de B. humidicola en este caso, son el doble de las de B. decumbens.

Cuadro 32. Principales actividades y uso de insumos por hectárea para el establecimiento de B. decumbens y B. humidicola en condiciones de bosque primario, y para la renovación de estas pasturas en suelos rojos de colinas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Actividad	Unidad	<u>B. decumbens</u>			<u>B. humidicola</u>		
		Finca 1	Finca 2	Renovación*	Finca 1	Finca 2	Renovación*
Tala	Jornal	9	11		13	15	-
Chapiada	Jornal	-	-	10	-	-	10
Socola	Jornal	14	19		10	20	
Material vegetativo**	Jornal	4	7	nd	8	7	nd
Siembra semilla maíz	Jornal	4	2.5	nd	4	3	nd
Siembra de gramínea	Jornal	16	11	12	30	25	30
Distancia de siembra	Metros	1x1	1x1	nd	0.4x0.4	0.5x0.5	nd
Control de malezas:							
manual	Jornal	4	5	2	9	10	2
químico	kg/ha	2.8	1.7	3.2	2.8	2.0	3.2
Recolección de maíz	Jornal	1.5	1	nd	1	1	nd
Total mano de obra	Jornal	52.5	56.5	24	75	81	42
Semilla de gramínea	Sacos	40	45	(4m ³)	100	100	(8m ³)
Semilla de maíz	kg	12	10	nd	10	10	nd
Round-up	Litros	-	-	4	-	-	nd
Gramoxone	Litros	2	2		2	2	4
Tordon 101	Litros	-	-	4	-	-	4
Diurex	kg	1	-		-	-	-
Maíz en mazorca	Quintal	4.5	6.0	nd	5.3	5.0	nd
Período establecimiento***	Meses	3.5	4.5	nd	9	10	nd

nd = Información no disponible.

* = Fuente: Santamaría (1987).

** = El material vegetativo incluye cosecha y transporte al sitio de siembra.

= Variable según el criterio del productor para iniciar el pastoreo.

Con base en los resultados anteriores y en las expectativas de los productores (Anexos 1 y 4), en el Cuadro 33 se resumen las diferencias en producción y en requerimiento de mano de obra y uso de herbicidas para el control de malezas en ambas gramíneas.

Aunque la carga animal en B. humidicola es ligeramente inferior a la de B. decumbens, debido principalmente a la disponibilidad de animales en las fincas en estudio, la mayor producción de MS, PC y fósforo de esta gramínea, permite una producción de carne/ha por año ligeramente superior a la de B. decumbens. La mayor persistencia de B. humidicola, medida por la producción de materia seca, calidad y cobertura en el tiempo, se refleja en menores requerimientos de mano de obra y de herbicidas para el control de malezas. Estos resultados evidencian una alta sensibilidad de estas gramíneas a las condiciones de manejo, principalmente a cambios en la carga animal y en los períodos de descanso y de ocupación que afectan su persistencia, como se documenta en esta sección. Igualmente el desempeño animal, expresado como parámetros reproductivos para los hatos de cría predominantes en la zona, se encuentra severamente afectado por prácticas ineficientes de manejo, salud y nutrición animal.

Factibilidad de introducción y manejo de especies forestales en pasturas. Con base en el análisis de la factibilidad técnica de la introducción de árboles en cultivos de café, a continuación se discute el manejo de la regeneración natural de especies forestales en pasturas establecidas de la región.

Cuadro 33. Impacto de la tecnología agroforestal en la producción/ha y por año y en el uso de insumos en el sistema silvopastoril. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

	Tecnología tradicional*	Tecnología mejorada**	Impacto (%)
Producción			
- Carga, promedio (UA/ha)	1.3	1.1	-18.5
- Carne (kg)	82.2	91.4	11.2
- Madera (m ³)	1.8	6.0	233.3
Mano de obra			
- Permanente (jornal)	30.9	21.0	-32.0
- Contratada (jornal)	3.0	1.2	-60.0
Herbicidas (kg/ha)	2.3	1.5	-34.8

* Ciclo de rotación: 8 años para *B. decumbens* y 16 años en bosque para madera.

** Rotación de 10 años para *B. humidicola* y 16 años en bosque para madera.

El manejo de esta tecnología está determinado, entre otros factores, por: (1) la densidad media de especies forestales de algún valor para los colonos; (2) la proporción de unidades arbóreas provenientes de fuentes de regeneración natural; y (3) la diversidad de especies de valor o servicio potencial para los productores.

Densidad de especies forestales. Los Cuadros 34 y 35 muestran la frecuencia y el número de fincas donde se encontraron, mediante inventarios forestales, las diferentes especies con su respectiva población, según el estado de desarrollo y las fuentes de regeneración. La densidad encontrada fue, en promedio, de 357.4 unidades/ha, con un coeficiente de variación de 90.83%. En promedio, 44.0% de los árboles tenían alturas mayores de 5.1 m, un 11.93% eran latizales con alturas entre 1.30 m y 5.00 m; y 44.1% eran brinzales menores de 1.30 m.

En una situación similar a la del cultivo de café, exceptuando los brinzales y latizales, la población encontrada fue mayor que 100 árboles/ha, tal como lo recomienda el Subproyecto. Lo anterior sugiere una alta interacción biológica y económica entre los árboles, las pasturas y los animales. La probabilidad de encontrar fincas con más de 100 árboles/ha es del 62.9%. Así mismo se puede establecer, con 99% de confianza, que el verdadero promedio de la densidad de especies forestales/ha varía en el rango de 430.8 árboles/ha a 284.1 árboles/ha.

Estos resultados confirman que existe un buen potencial para el manejo de especies forestales en pasturas establecidas de la zona. Si se considera que 50% de los árboles corresponden a brinzales, y el 66% provienen de regeneración natural, se puede concluir que el nivel de la regeneración natural de estas especies en pasturas es adecuado para un manejo forestal orientado a la producción y preservación de las especies más adaptadas y de mayor utilidad para los colonos. Teniendo en cuenta los resultados de los inventarios en café es posible concluir que dicha estrategia de manejo debe incluir:

Duadro 34. Número de fincas y densidad de especies forestales (unidades/ha) en el sistema silvopastoril según estado de crecimiento en fincas de Napo (n=190)

Nombre común	Nombre científico	Brinzales ^a		Latizales ^b		Arboles ^c		Total		DE ^f	EE ^g	P(A>100) ^h
		No (1)	U/ha (2)	No (1)	U/ha (2)	No (1)	U/ha (2)	No (1)	U/ha (2)			
Bálsamo	Myroxylon balsamum	0	0	1	0.06	1	0.06	2	0.18	2.48	0.18	0.001
Batea caspi	Cabralea canjerana	4	0.53	7	0.21	8	0.06	17	2.01	7.49	0.54	0.000
Caoba	Platymiscium stipulare	0	0	0	0	2	0.18	2	0.17	1.70	0.12	0.000
Capirona	Calycophyllum spruceanum	18	5.35	7	1.14	10	0	27	6.49	24.09	1.74	0.001
Cedro	Cedrela odorata	11	2.88	8	1.23	7	1.92	27	6.05	23.56	1.71	0.001
Cítricos	Citrus spp	112	2.09	109	0	104	1.05	114	3.15	14.71	1.06	0.001
Chuncho	Cedrelinga catenaeformis	0	0	0	0	2	0.44	2	0.44	4.34	0.32	0.000
Fósforo	Didymopanax morototoni	4	0.44	7	0.88	5	0.79	14	2.10	8.48	0.61	0.001
Guabo	Inga edulis	114	9.73	120	2.80	113	3.58	123	16.14	36.40	2.63	0.011
Guayacán	Tabebuia chrysantha	15	2.45	0	0	1	1.31	23	3.76	19.14	1.38	0.001
Jacaranda	Jacaranda copaia	29	7.89	15	2.01	27	8.93	53	18.85	41.17	2.98	0.025
Laurel	Cordia alliodora	61	33.32	2	0.96	62	52.16	104	86.57	135.30	9.81	0.462
Mascarey	Hyeronima chocoensis	4	0.44	2	0.22	2	0.22	5	0.78	5.22	0.38	0.000
Mecha	Chimarrhis glabriflora	45	28.33	10	2.17	17	2.79	56	33.34	92.64	6.72	0.235
Moral	Clarisia racemosa	1	0.08	4	0.08	5	0.52	8	0.70	3.76	0.27	0.000
Pachaco	Schizolobium spp	16	2.79	16	1.93	13	1.83	34	6.57	18.59	1.34	0.001
Palmas	Varias especies	113	0.88	116	1.31	118	27.01	118	29.21	55.81	4.04	0.102
Pambil	Iriartea corneto	108	0.09	113	0	113	6.39	117	6.49	19.44	1.41	0.001
Pitón	Grias neuberthii	119	3.41	115	0.53	121	2.19	122	6.14	19.63	1.42	0.001
Sofía/Marcelo	Laetia procera	113	0.88	112	0.88	112	0.61	113	2.01	8.93	0.65	0.001
Pechiche	Vitex cymosa	6	0.71	4	0.61	6	0.61	14	1.92	9.50	0.69	0.001
Tachuelo	Zanthoxylum spp	28	20.16	15	1.83	8	1.67	38	23.77	187.26	13.52	0.341
Otros:												
- maderables		119	19.28	119	9.03	120	17.49	126	46.11	71.26	5.18	0.224
- multipropósito		120	16.39	120	11.33	120	25.69	120	53.50	97.93	7.10	0.316
Total		158	157.28	125	39.47	169	159.29	190	357.45			
Desviación estándar			296.88		53.53		177.38		382.56			
Error estándar			21.53		3.88		13.18		28.43			
P (A>100)			0.579		0.129		0.629		0.748			

a/ Menores de 1.30 metros de altura

b/ 1.30 - 5.00 metros de altura

c/ Mayores de 5.01 metros de altura

d/ Fincas en la muestra que pasarán la especie

e/ Densidad media para las fincas en la población

f/ DE = desviación estándar en árboles/ha

g/ EE = error estándar en árboles/ha

h/ P(A>100) = probabilidad de fincas con poblaciones de árboles mayores a 100 árboles/ha

(1) Número de fincas

(2) Número de unidades/ha

Cuadro 35. Número de fincas y densidad de especies forestales (árboles/ha) sembradas, residuales y naturales en fincas con sistema silvopastoril. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de regeneración de árboles:						DE*	EE**	P(A>100)
		Sembrados		Residuales		Natural				
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)			
		no.	A/ha	no.	A/ha	no.	A/ha			
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	0	0	1	0.05	1	0.13	1.20	0.08	0.001
Batea caspi	<i>Cobralea canierana</i>	0	0	111	0.04	6	1.96	1.04	0.31	0.001
Caoba	<i>Platymiscium stipulare</i>	0	0	2	0.02	0	0	0	0	0
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0	0	6	0.02	18	6.47	15.24	1.08	0.001
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1	0.01	15	0.07	11	5.08	12.98	0.95	0.001
Cítricos	<i>Citrus</i> spp.	109	0.06	111	0.01	112	3.08	7.98	0.58	0.001
Chuncho	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0	0	2	0.04	0	0	0	0	0
Fósforo	<i>Didymopanax morototoni</i>	0	0	3	0.03	4	2.07	4.74	0.34	0.001
Guabo	<i>Inga edulis</i>	112	2.36	116	0.05	114	16.73	17.64	1.57	0.001
Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	6	0.05	4	0.03	14	3.68	9.83	0.71	0.001
Jacaranda	<i>Jacaranda copaia</i>	33	0.87	27	9.21	22	8.77	21.31	1.17	0.001
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	77	3.24	64	9.12	60	74.21	85.49	7.83	0.382
Mascaray	<i>Myrcanthe chocoensis</i>	0	0	1	0.01	4	0.77	2.98	0.27	0.001
Mecha	<i>Chimarrhis glabriflora</i>	1	0.26	12	1.14	45	31.94	62.33	4.42	0.138
Moral	<i>Clarisia racemosa</i>	0	0	7	0.02	1	0.05	2.16	0.01	0.001
Pachaco	<i>Schizolobium</i> spp.	3	0.79	2	0.17	16	5.60	7.49	0.49	0.001
Palmas	--	37	0.02	116	27.44	113	2.47	4.03	0.34	0.001
Pambil	<i>Iriartea corneto</i>	13	0.17	114	5.94	108	0.37	1.95	0.14	0.001
Pechiche	<i>Vitex cymosa</i>	0	0	5	0.02	6	1.90	6.48	0.42	0.001
Pitón	<i>Grias neuberthii</i>	0	0	117	2.19	71	3.95	11.08	0.81	0.001
Soffa-marcela	<i>Laetia procera</i>	0	0	0	0	113	2.01	8.93	0.65	0.001
Tachuelo	<i>Zanthoxylum</i> spp.	0	0	5	0.87	28	22.90	101.32	7.35	0.227
Otros:										
- maderables		29	2.41	93	14.11	93	28.59	38.08	2.75	0.037
- multipropósito		15	1.96	77	25.59	84	25.94	42.64	3.09	0.042
Total		121	13.07	190	96.19	153	248.67			
DE*			37.48		125.74		346.14			
EE**			2.78		9.12		25.14			
P (A>100)			0.011		0.488		0.667			

n = 100 fincas.

* DE = Desviación estándar en árboles/ha.

** EE = Error estándar en árboles/ha.

P(A > 100) = Probabilidad de encontrar fincas con densidades iguales o mayores a 100 árboles/ha.

- Planes individuales de manejo a nivel de cada finca, según el estado de desarrollo de los árboles y la diversidad de especies.
- Raleos selectivos para minimizar el efecto de sombra, la alelopatía y la competencia de los árboles por nutrientes sobre la productividad y calidad de las pasturas.
- Aplicación de herbicidas selectivos, raleos y control mecánico de malezas, con el objeto de aumentar la supervivencia de los brinzales y latizales de las especies arbóreas seleccionadas. Esto, sin embargo, requiere de un proceso previo de investigación en fincas a fin de determinar productos, dosis, formas de aplicación y frecuencia de uso.
- Reconocimiento explícito, por la legislación forestal vigente, del manejo de la regeneración natural a nivel de finca, como una estrategia técnicamente aceptable para adelantar planes de reforestación y explotación en bosques secundarios de la selva baja del Ecuador.
- Introducción de pasturas (leguminosas y gramíneas) con mayor tolerancia a la sombra.

- Selección de especies forestales con potencial forrajero para ramoneo que sean tolerantes al descortezado y emitan guías dobles en los rebrotes.
- Balance adecuado entre la población y el estado de crecimiento (edad) de las especies forestales con la carga animal, a fin de reducir los riesgos de mortalidad de arbóreas por acción de los animales.

Diversidad de especies forestales. En las pasturas y en las plantaciones de café el laurel (*C. alliodora*) registró la mayor densidad de población. Esta especie presenta una frecuencia de 24.2% en el inventario por hectárea; de igual manera es la especie de valor comercial de mayor ocurrencia en las fincas de la muestra (54.7%). La probabilidad de encontrar fincas con pasturas que mantengan poblaciones mayores de 100 árboles/ha de esta especie es de 46.2% (Cuadro 33).

Otras especies frecuentes en las pasturas de la zona y que tienen alto valor comercial son *C. glabriflora* (9.3%) y *Zanthoxylum* spp. (6.6%). Sin embargo, su frecuencia en las fincas es baja (< 30%). En contraste, la frecuencia de especies de madera suave, frutales y de propósito múltiple es mayor en pasturas que en las plantaciones de café, encontrándose en más del 60% de las fincas. No obstante, las poblaciones son ralas y se usan para sombra, leña, ramoneo, cercas vivas y protección de suelo. En el Cuadro 36 se detallan las principales especies encontradas.

Cuadro 36. Frecuencia (número de fincas) de las principales especies forestales no tradicionales encontradas en asociación con pasturas establecidas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Maderables y leñosas			Frutales e industriales		
Especie	Nombre científico	no.	Especie	Nombre científico	no.
Arenillo	--	1	Achiote	<i>Bixa orellana</i>	7
Canelo	<i>Ocotea cernua</i>	2	Aguacate	<i>Persea americana</i>	9
Coca	<i>Virola sebifera</i>	4	Ciruelo	<i>Spondias lutea</i>	2
Cruz caspi	--	16	Chirimoya	<i>Anona squamosa</i>	12
Fernán Sánchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	4	Chonta	<i>Bactris gasipaes</i>	4
Guerango	<i>Stripnodendrum porcatum</i>	11	Guanábana	<i>Anona muricata</i>	17
Higuerón	<i>Ficus</i> spp.	10	Mango	<i>Mangifera indica</i>	9
Huambula	<i>Miconia guianensis</i>	1	Maní	<i>Caryodendron orinocense</i>	7
Manzano	<i>Eugenia kunthiana</i>	1			
Marcelo	<i>Laetia procera</i>	15	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	5
Sangre gallina	<i>Vissia</i> spp.	5	Papaya	<i>Carica papaya</i>	39
Yuyun	<i>Terminalia oblonga</i>	4	Zapote	<i>Matisia cordata</i>	26
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	4			
Ceibo	<i>Ceiba pentandra</i>	1			
Cutanga	<i>Parkia multijuga</i>	1			
Pato de cruz	--	1			
Hobo	<i>Spondias</i> spp.	6			
Nacadero	<i>Cithranexylum</i> spp.	10			
Porotillo	<i>Erythrina ulci</i>	8			

n = 190 fincas.

Uso de la tierra e intercepción de luz

Las Figuras 9 y 10 resultan de simular el comportamiento del uso de la tierra y de la intercepción de la luz, la restricción biológica más importantes en los sistemas mixtos: café-pasturas-árboles de la región. Para el efecto, se utilizó el programa de computador MULBUD desarrollado por la Universidad Nacional de Australia en colaboración con el International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) y el International Development Research Center (IDRC) de Canadá (Matthews et al., 1984). Los principales supuestos usados en la simulación se incluyen en el Cuadro 37.

Por otra parte, es necesario estudiar sistemas alternativos de rotación en el uso del suelo cuando las pasturas y el café alcancen el final de su ciclo productivo (8-12 años). Actualmente los colonos abandonan sus propiedades por un período indefinido de varios años, una vez que la productividad disminuye (Figuras 9 y 10), creando presión sobre el bosque primario por la apertura de nuevas áreas. El manejo de enriquecimiento de los cafetales más viejos y la renovación de pasturas con leguminosas es una alternativa lógica.

El Subproyecto inició en 1988 la promoción del soqueo y la renovación de los cafetales viejos; pero, es necesario continuar el monitoreo de la producción de café y el uso de insumos en el sistema de renovación-rotación y evaluar su persistencia. Asimismo, es necesario promover las tecnologías de germoplasma de pasturas y las técnicas de establecimiento que favorezcan la persistencia de las especies forrajeras, y ayuden a recuperar las pasturas degradadas. Estos monitoreos se iniciaron durante el presente estudio. En la zona es evidente el problema de competencia por luz y nutrientes entre cafetales y pasturas en recuperación o renovación.

Los estudios de simulación indican que hasta el tercer año, es posible intensificar la producción de cultivos de ciclo corto y medio, conjuntamente con el establecimiento de café y pasturas, lo cual puede aliviar los requerimientos de dinero en efectivo de los colonos en los años de inversión. Esto, en conjunto, requiere esfuerzos adicionales de investigación y promoción de nuevo germoplasma de pasturas, arroz, yuca, plátano y frutales, entre otras especies tradicionales adaptadas a suelos ácidos de baja fertilidad y tolerantes a la sombra. Dentro de este contexto, es necesario estudiar y fomentar el cultivo de especies no tradicionales, con mercados ligeramente transparentes, pero particularmente elásticos como: pimienta negra (*Piper nigrum*), arazá (*Eugenia* spp.), y maní de árbol (*Caryodendrom orinocense*) entre otras especies de valor agroindustrial.

Es evidente que con la tecnología mejorada se hace un uso más intensivo de la tierra durante un mayor tiempo, respecto a la tecnología tradicional. Con la densidad de población (100 árboles/ha) y el manejo de especies forestales propuestos por el Subproyecto, la intercepción de la luz no es una restricción física para el sistema, siempre y cuando el café y las pasturas asociadas con *C. alliodora* toleren índices de sombra hasta de 40%.

Año	Tri- estre	0%	100%	índice uso de la tierra	índice intercepción luz
1	1	#####]		28.20	10.40
	2	#####]		36.40	20.80
	3	#####]		39.86	26.26
	4	#####]		63.31	31.37
2	1	#####]		66.77	36.49
	2	#####]		70.22	41.60
	3	#####]		73.68	46.71
	4	#####]		77.13	51.83
3	1	#####]		80.59	56.94
	2	#####]		84.04	62.05
	3	#####]		87.50	67.17
	4	#####]		87.50	66.82
4	1	#####]		87.50	66.48
	2	#####]		87.50	66.14
	3	#####]		87.50	65.80
	4	#####]		87.50	65.46
5	1	#####]		87.50	65.12
	2	#####]		87.50	64.78
	3	#####]		87.50	64.44
	4	#####]		87.50	64.10
6	1	#####]		87.89	64.14
	2	#####]		88.28	59.74
	3	#####]		88.67	53.33
	4	#####]		89.06	47.93
7	1	#####]		89.45	42.52
	2	#####]		89.84	37.12
	3	#####]		90.23	31.71
	4	#####]		90.62	26.31
8	1	#####]		91.02	20.90
	2	#####]		91.41	15.50
	3	#####]		91.80	10.09
	4	#####]		92.19	4.69
9	1	==]		5.08	5.08
	2	==]		5.47	5.47
	3	==]		5.86	5.86
	4	==]		6.25	6.25
10	1	==]		6.64	6.64
	2	==]		7.03	7.03
	3	==]		7.42	7.42
	4	==]		7.81	7.81
11	1	==]		8.21	8.21
	2	==]		8.60	8.60
	3	==]		8.99	8.99
	4	==]		9.38	9.38
12	1	==]		9.77	9.77
	2	==]		10.16	10.16
	3	==]		10.55	10.55
	4	==]		10.94	10.94
13	1	==]		11.33	11.33
	2	==]		11.72	11.72
	3	==]		12.11	12.11
	4	==]		12.50	12.50
14	1	==]		12.50	12.50
	2	==]		12.50	12.50
	3	==]		12.50	12.50
	4	==]		12.50	12.50
15	1	==]		12.50	12.50
	2	==]		12.50	12.50
	3	==]		12.50	12.50
	4	==]		12.50	12.50
16	1	==]		12.51	12.51
	2	==]		12.51	12.51
	3	==]		12.51	12.51
	4	==]		12.51	12.51
17	1	==]		12.51	12.51
	2	==]		12.51	12.51
	3	==]		12.51	12.51
	4	==]		12.51	12.51
18	1	==]		12.51	12.51
	2	==]		12.51	12.51
	3	==]		12.51	12.51
	4	==]		12.51	12.51
19	1	==]		12.51	12.51
	2	==]		12.51	12.51
	3	==]		12.51	12.51
	4	==]		12.51	12.51
20	1	==]		12.51	12.51
	2	==]		12.51	12.51
	3	==]		12.51	12.51
	4	==]		12.51	12.51
21	1	==]		12.51	12.51
	2	==]		12.51	12.51
	3	==]		12.51	12.51
	4	==]		12.51	6.01

Figura 9. Simulación de los índices de uso del suelo e intercepción de la luz en una finca agroforestal promedio con tecnología tradicional. Napo, Ecuador. Ciclo de rotación = 21 años.

Año	Tri- mestre	02	1002	Indice uso de la tierra	Indice intercepción luz
1	1	}		17.80	8.36
	2	}		35.60	16.73
	3	}		53.41	25.09
	4	}		71.21	33.46
2	1	}		76.64	39.17
	2	}		82.07	44.89
	3	}		87.50	50.60
	4	}		87.50	50.28
3	1	}		87.50	49.76
	2	}		87.50	49.64
	3	}		87.50	49.32
	4	}		87.50	49.00
4	1	}		87.50	48.68
	2	}		87.50	48.35
	3	}		87.50	48.03
	4	}		87.50	47.71
5	1	}		87.50	47.38
	2	}		87.50	44.77
	3	}		87.50	42.36
	4	}		87.50	41.34
6	1	}		87.89	41.34
	2	}		88.26	40.11
	3	}		88.67	38.89
	4	}		89.06	37.67
7	1	}		89.45	36.45
	2	}		89.84	35.23
	3	}		90.23	34.01
	4	}		90.62	32.79
8	1	}		91.02	31.57
	2	}		91.41	30.35
	3	}		91.80	29.13
	4	}		92.19	27.90
9	1	}		92.58	26.68
	2	}		92.97	25.46
	3	}		93.36	24.24
	4	}		93.75	23.02
10	1	}		94.14	21.80
	2	}		94.53	20.58
	3	}		94.92	19.36
	4	}		95.31	18.14
11	1	}		46.21	17.24
	2	}		46.60	16.34
	3	}		46.99	15.44
	4	}		47.38	14.54
12	1	}		47.77	13.64
	2	}		48.16	12.74
	3	}		48.55	11.84
	4	}		48.94	10.94
13	1	}		11.33	11.33
	2	}		11.72	11.72
	3	}		12.11	12.11
	4	}		12.50	12.50
14	1	}		12.50	12.50
	2	}		12.50	12.50
	3	}		12.50	12.50
	4	}		12.50	12.50
15	1	}		12.50	12.50
	2	}		12.50	12.50
	3	}		12.50	12.50
	4	}		12.50	12.50
16	1	}		12.51	12.51
	2	}		12.51	12.51
	3	}		12.51	12.51
	4	}		12.51	12.51
17	1	}		12.51	12.51
	2	}		12.51	12.51
	3	}		12.51	12.51
	4	}		12.51	12.51
18	1	}		12.51	12.51
	2	}		12.51	12.51
	3	}		12.51	12.51
	4	}		12.51	12.51
19	1	}		12.51	12.51
	2	}		12.51	12.51
	3	}		12.51	12.51
	4	}		12.51	12.51
20	1	}		12.51	12.51
	2	}		12.51	12.51
	3	}		12.51	12.51
	4	}		12.51	12.51
21	1	}		12.51	12.51
	2	}		12.51	12.51
	3	}		12.51	12.51
	4	}		12.51	0.01

Figura 10. Simulación de los índices de uso del suelo e intercepción de la luz en una finca agroforestal promedio con tecnología mejorada. Napo, Ecuador. Ciclo de rotación = 21 años.

Cuadro 37. Supuestos utilizados en el modelo de uso de tierra e intercepción de la luz en sistemas agroforestales. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.*

Cultivo	Distancia real de siembra (m)	Diámetro copa (m)	Distancia teórica de siembra (m)	Área (ha)**	Índice		
					Intensidad cultivo (%)¶	Uso tierra (%)§	Intercepción luz (%)#
Árboles	10x10	4.0	10x10	7.6	92.2	12.5	40-20
Café	4x4	3.2	2x2	12.5	56.2	38.0	40-60
Pasturas	0.80x0.80	0.6	0.50x0.50	4.9	36.3	49.5	15-15

* Características promedio de una finca con suelos rojos, y 13.5 ha de superficie abierta. El manejo de árboles se inicia a partir del año 5, con un turno de 16 años.

** Corresponde al área promedio de estos cultivos en 190 fincas.

¶ Estimado como la relación entre la población de plantas a la densidad teórica y la población a la densidad real.

§ Estimado como la proporción del área realmente utilizada por la planta a la densidad usada por los colonos.

Estimado aproximado de la intercepción de la luz por los cultivos en edad madura (mejorada-tradicional).

Con especies diferentes a *C. alliodora* se deben ajustar los niveles de población de árboles, de acuerdo con la tolerancia de las especies de pasturas y el café a la sombra. Igualmente se deben mantener densidades mínimas de especies forestales en continuo crecimiento, y determinar el DAP y la altura comercial de los árboles según el uso actual y potencial. Estos planes de manejo son esenciales para garantizar el uso económico y ecológico de los árboles en estas fincas.

Capítulo 3

Análisis Financiero de la Tecnología Agroforestal

Las secciones anteriores documentan cómo la tecnología agroforestal mejorada (TAM), promovida por el Subproyecto, es técnicamente factible y tiene efectos significativos en el aumento de la producción por hectárea y por año, de madera, café y carne vacuna, y en la reducción de los requerimientos de mano de obra y de insumos comprados. Es decir, dicha tecnología efectivamente intensifica los sistemas agroforestales tradicionales.

En esta sección, se analizan ex-ante el impacto y la atractividad financiera de la TAM en términos de: (1) cambios en el ingreso de los colonos, (2) cambios en la retribución a la mano de obra en la finca, y (3) cambios en la rentabilidad financiera, medida a través de las tasas internas de retorno (TIR). Esto como respuesta a los cambios observados en la productividad de los recursos, tal como se discutió en el análisis de la factibilidad de la tecnología forestal. El análisis se realiza a nivel de prácticas individuales, sistemas de producción agroforestales y sistemas de fincas. El efecto neto de la TAM sobre estos parámetros es determinado, en parte, por los precios esperados de los productos, la mano de obra y los pesticidas, y por la intensidad de la adopción en el tiempo de estas prácticas por los colonos.

En primer lugar, en esta sección se discuten las principales tendencias en el mercado de madera, café y carne, con el objeto de establecer el nivel y magnitud de los cambios posibles en los precios esperados de estos productos y reducir en el futuro la incertidumbre sobre las ventajas de esta tecnología.

En segundo término, se discuten las proyecciones de los benéficos netos a precios de mercado atribuibles a la TAM, y los resultados económicos para los colonos --valor presente neto, anualidades y tasas internas de retorno-- de introducir y manejar árboles, café, pasturas y ganado en sistemas agrosilvícola y silvopastoril y en una finca agroforestal.

Por último, se analizan las retribuciones de estas tecnologías a la mano de obra total y familiar, el recurso más importante en estos sistemas. Este análisis es un criterio básico para entender la atractividad que representa para los colonos la adopción de la TAM.

Niveles de precios del mercado

El Cuadro 38 muestra los precios de mercado (en Sucres) de cada kilogramo de cereza, carne vacuna en pie y tablón de madera aserrada, durante el período 1990.

Cuadro 36. Precios corrientes y reales de mercado a nivel de productor para café cereza, carne vacuna en pie y madera aserrada*. Napo, Ecuador. (1978-1990)

Año	Café cereza		Carne vacuna en pie		Madera aserrada	
	Precios corrientes*** (Suces/kg)	Precios reales****	Precios corrientes*** (Suces/kg)	Precios reales****	Precios corrientes*** (Suces/ tablón)	Precios reales**** (Suces/ tablón)
1978	22.91	28.56	13.13	16.37	44.08	54.49
1979	23.73	26.81	15.42	17.42	46.98	52.63
1980	7.74	7.73	15.76	15.76	50.46	50.02
1981	4.74	4.07	27.87	23.95	53.36	45.44
1982	5.00	3.69	35.95	26.57	78.30	57.37
1983	9.67	4.81	52.53	26.17	85.26	42.09
1984	19.71	7.48	73.58	27.96	111.94	53.69
1985	20.03	5.93	102.05	30.25	182.70	52.57
1986	43.48	10.47	123.53	29.76	219.24	52.37
1987	46.26	8.60	140.67	26.17	285.36	52.63
1988	57.40	8.89	215.71	33.39	368.30	56.52
1989	44.95	6.14	254.90	34.85	435.00	58.97
1990**	50.00	nd	227.63	nd	493.00	nd
Tasa de crecimiento anual (%)†	(15.30)	(-6.81)	(28.90)	(6.73)	(22.90)	(0.00)

nd = No disponible. 1 US\$ = 680 Suces.

* Tablones sencillos rústicos con más del 20% de humedad de las dimensiones siguientes: 220-250 cm x 25-30 cm x 4-5 cm. Precio equivalente a árbol en pie para tablones sencillos.

** Precios corrientes de mercado, promedio de cada año.

*** Precios reales de mercado calculados con base en el índice de precios al consumidor (1980=100).

**** Promedio de enero a febrero de 1990.

(Nota: los precios al productor en Napo se estimaron teniendo en cuenta los precios al por mayor para estos productos en Quito, ajustándolos por los márgenes de comercialización).

Fuentes de precios en el mercado de Quito: Café: MAG (1989)

Carne vacuna: MAG-PROFOGAN (1989)

Madera: CORMADERA (varios años)

Índice de precios al consumidor: Banco Mundial (1988)

† Calculada como la tasa instantánea de crecimiento según los modelos:

Café: $P_t = 137.26 e^{-0.068t}$ $R^2 = 0.14$

Carne: $P_t = -130.38 e^{0.067t}$ $R^2 = 0.80$

Madera: $P_t = 6.59 e^{0.0006t}$ $R^2 = 0.99$ * Significativo ($P < 0.05$)

En este período los precios corrientes de mercado aumentaron a tasas anuales de 15.3% (café), 28.9% (carne) y 22.9% (madera aserrada). No obstante, a precios reales (descontando el efecto inflacionario), dichas tasas anuales fueron: -6.7% para café, 6.8% para carne y constante para tablones.

La tendencia general en estos precios reales se observa en la Figura 11. Los precios reales de la carne vacuna, reflejan la expansión de la demanda local de este producto, como resultado del crecimiento de la industria petrolera en la zona, y el aumento del consumo de carne debido al incremento de los ingresos reales de este sector. En contraste, la tendencia de los precios constantes de la madera y decrecientes en el café reflejan la situación general de estancamiento de la demanda de estos productos --interna para la madera y externa para el café tipo robusta-- en la década del 80.

Mientras el ingreso real por persona ha declinado en el Ecuador en este período a una tasa anual de 1.1% (BID, 1989), el comercio internacional de café ha sido afectado

Cuadro 39. Contribución estimada para 1989 de la producción de las Provincias de Napo y Sucumbios a la producción nacional de café, carne bovina y madera de uso industrial. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Producto	Producción nacional	Producción local	Contribución local (%)
Café cereza (ton x 10 ³)	2082.5	355.0	17.1
Carne bovina (ton x 10 ³)	96,850.0	2553.0	2.6
Madera uso industrial (m ³ x 10 ³)	2100.0	218.4	10.4

FUENTES: MAG-PROFOGAN/GTZ (1988). MAG (1989).

Desde 1988, el Ecuador ha iniciado un plan de reactivación de la economía, el cual considera que en la próxima década el crecimiento del ingreso real por persona no será inferior a 1.5% anual. Asimismo según este plan, la tasa anual de crecimiento poblacional será del 2.5% (CONADE, 1989). En consecuencia, se puede suponer que la demanda interna por carne y madera se ampliará en el futuro a una tasa del 4.0% anual, y conllevará al mantenimiento de precios reales constantes para los productores, debido a las relativas altas elasticidades de ingreso de estos productos (Cuadro 40).

En consecuencia, los precios supuestos (US\$1 = 680 Sucres) para los colonos, usados en este estudio para proyectar los beneficios del Subproyecto son los siguientes:

- Café cereza: US\$5.00/quintal (50 kg)
- Carne vacuna en pie: US\$0.50/kg en pie
- Madera aserrada: US\$11.47/m³ árbol en pie (tipo *C. alliodora*)

De acuerdo con las metas de estabilización de salarios de este plan, se espera que los salarios reales en el sector rural, se mantengan constantes al nivel actual de US\$2.00/jornal de ocho horas-día. Este supuesto se adoptará en el análisis posterior.

El mercado externo de maderas tropicales en países latinoamericanos tiende a expandirse, debido al agotamiento de los inventarios forestales de países como Malasia e Indonesia, principales abastecedores mundiales. No obstante, este mercado puede ser restringido por el creciente aumento en oferta de madera, procedente de plantaciones de Chile, Argentina, Brasil y Venezuela (Laarman, 1988).

Mercado interno de madera para uso industrial

Uno de los componentes más dinámicos de la producción agroforestal promovida por el Subproyecto podría ser el abastecimiento de volúmenes crecientes de madera industrial.

El inventario actual se estima entre 125 y 146 m³/ha de madera comercial, y aún está en crecimiento, con alturas y diámetros inferiores a los requeridos para el mercado. Por lo tanto, se consideró necesario realizar un sondeo de este mercado a nivel local, a fin de caracterizar su estructura y entender mejor su tendencia en el futuro.

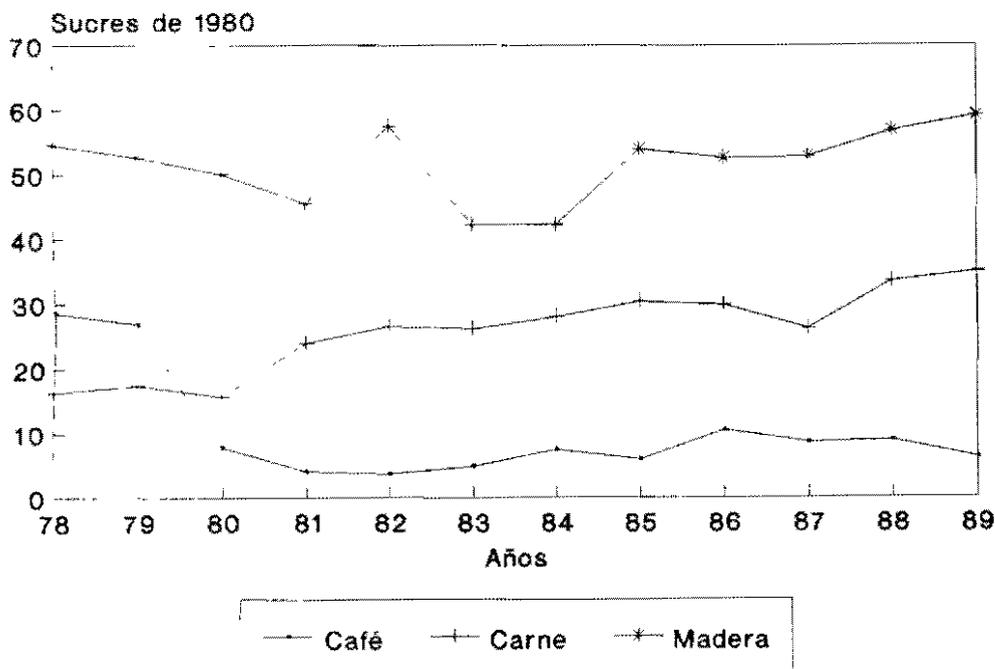


Figura 11. Tendencias en los precios reales de mercado (sucres de 1980) recibidos por los colonos en Napo, Ecuador (1978-1989).

por la aparente saturación y reducción del consumo en los países desarrollados, y por una creciente presión de los países productores por colocar volúmenes excedentes del grano por fuera del Pacto Internacional del Café.

El comportamiento futuro de los precios para los colonos productores de carne, café y madera se puede suponer que dependerá, principalmente, de las condiciones de la demanda interna (particularmente para carne bovina y madera), y del mercado externo para el café, más bien que del aumento en la oferta debida al cambio técnico que está induciendo el Subproyecto. Para 1989, la contribución local a la producción nacional se estimó en 17.2% para café, 2.63% para carne bovina y 10.1% para madera aserrada y rolliza de uso industrial (Cuadro 39). El mercado interno de estos productos es razonablemente competitivo; por lo tanto, se prevé que la mayor producción, resultante de las acciones del Subproyecto, mantendrá sin variación en el futuro los precios reales recibidos por los colonos.

Se espera que los precios internacionales del café tipo robusta se mantendrán constantes a los niveles actuales debido a que: (1) La participación de Ecuador en el comercio internacional de café es pequeña (< 3.8% en 1989), y tiende a ser menor como resultado de la reducción en el área de siembra para este tipo de café; no obstante, las elasticidades de precio cruzadas de demanda de café arábigo y robusta son positivas, y esto puede presionar la demanda de este último tipo y mantener los precios. (2) Los precios internacionales inferiores a US\$0.70/libra se consideran un piso mínimo para la producción y comercialización del café.

Cuadro 40. Elasticidad-ingreso y elasticidad-precio de demanda para la carne bovina y la madera de uso industrial en el Ecuador.

Producto	Elasticidad-ingreso	Elasticidad-precio
Carne bovina	1.00	-0.69
Madera	0.60*	-0.45

* = Estimada con información de series de tiempo (1978-1989) en este estudio, según la función de consumo doble-logarítmica:

$$C_t = -5.91 Y_t^{0.68} P_t^{0.007} NS. \quad R^2 = 0.342.$$

* = Significativo ($P < 0.05$).

NS = No significativo.

en donde:

C_t = consumo aparente por persona de madera para uso industrial en el año t .

Y_t = ingreso real por persona en año t .

P_t = precio real propio de la madera aserrada en año t .

FUENTES: CIAT (1980). Rivas et al. 1989. Elasticidad precio para carne vacuna en Colombia usada como 'proxí'. FAO (1971).

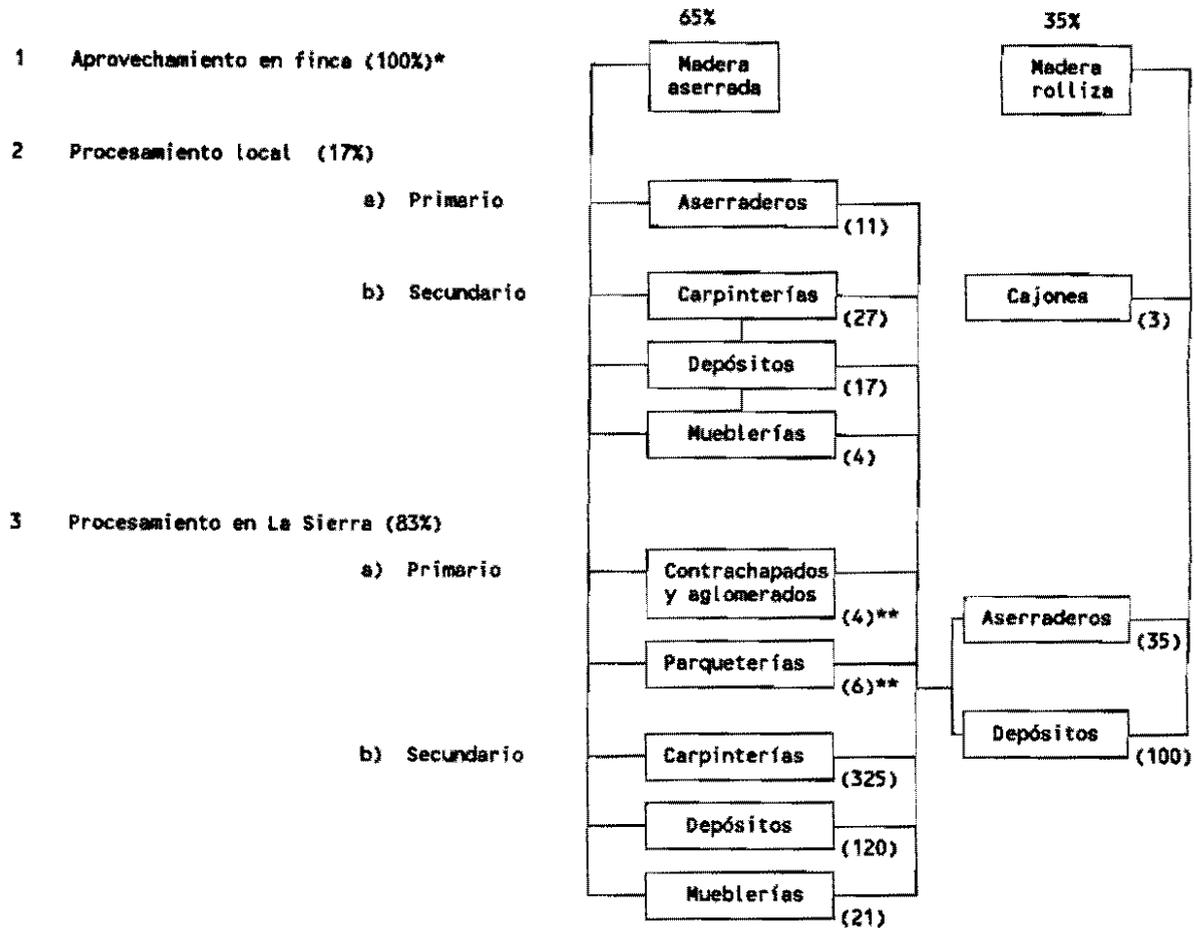
La Figura 12 es un diagrama de la estructura del mercado local para la madera en Napo. Este mercado incluye las fases principales: aprovechamiento de los árboles a nivel de la finca (100%); procesamiento industrial a nivel local (17%); y el mercadeo en otras regiones del país, principalmente en La Sierra (83%). La primera fase comprende la producción de madera aserrada (65%) y de trozas o madera rolliza (35%). La segunda y tercera fases incluyen el procesamiento de la madera para adecuarla a los diversos usos en la industria de muebles, y en elementos y piezas para la construcción.

De acuerdo con los usos potenciales de la madera, en el mercado se clasifican las diferentes especies según la longitud de la fibra y la densidad, parámetros que definen la dureza, la resistencia y la facilidad para trabajarla. Las maderas más densas y de fibra larga reciben el precio más alto. En el Cuadro 41 aparecen las principales especies arbóreas preferidas en tres aserraderos en el mercado local del Coca, según su categoría de dureza.

Esto confirma que en las condiciones actuales del mercado para madera aserrada, la mayoría de las especies de regeneración natural, que se encuentran en bosque secundario en sistemas agroforestales, tienen demanda en el mercado y son en su mayoría especies de alto valor relativo (Categorías 1 y 2). No obstante, este mercado es restrictivo en la medida que se requieren árboles con DAP mayores de 40 cm, lo cual puede condicionar la producción de madera a especies de árboles con altas tasas de crecimiento como laurel (*C. alliodora*); éstos pueden alcanzar dicho diámetro en turnos de rotación inferiores a 20 años. Se espera que la modernización de algunas industrias con equipo más apropiado favorezca la demanda por madera de árboles con diámetro menor.

Fases

Volumen de madera aprovechada y procesada



Entre paréntesis se incluye el número de establecimientos en el mercado.
 * Los porcentajes se refieren al volumen de madera aprovechada y procesada.
 ** Una de estas empresas está localizada en Puyo.

Figura 12. Esquema del mercado para el aprovechamiento y procesamiento industrial de madera. Napo, Ecuador, 1989

Debido a la importancia de la industria local de aserrado como fuente de empleo y de aprovechamiento de madera, las labores futuras de transferencia de tecnología en cosecha y poscosecha de árboles permitirán mejorar la tasa de recuperación de madera y su transformación, reducir los riesgos de daño al café y a las pasturas y darle mayor valor agregado a los productos del aserrado.

Con la actual estructura de mercado, las especies con mayor preferencia por los colonos, aserradores y transportadores-intermediarios son las clasificadas en la Categoría 1. Debido a que los costos de aprovechamiento y procesamiento de la madera son fijos e independientes de la categoría en el mercado, una forma de aumentar los beneficios por

Cuadro 41. Categorías, usos actuales y rango de precios a los colonos, de diferentes especies de maderas para aserrío en el mercado local del Coca, Napo, Ecuador. 1989.

Categoría	Nombre científico	Uso*	Precios (US\$)**
1 Dura	<u>Cabralea canjerana</u>	M,D,PA,PI	34.78 - 43.47
	<u>Calycophyllum spruceanum</u>	A,D	12.17 - 15.65
	<u>Cedrella odorata</u>	M,C	26.08 - 34.78
	<u>Cordia alliodora</u>	M,T	26.08 - 34.78
	<u>Myroxylon balsamum</u>	M	34.78 - 43.47
	<u>Platymiscium stipulare</u>	M	34.78 - 43.47
	<u>Tabebuia chrysantha</u>	M	34.78 - 43.47
2 Semidura	<u>Capirona decorticans</u>		
	<u>Cedrelinga catenaeformis</u>	A	12.17 - 15.65
	<u>Chimarrhis glabriflora</u>	A,PO,M	12.17 - 15.65
	<u>Hyeronima</u> spp.	A,D	12.17 - 15.65
	<u>Pouteria</u> spp.	A	12.17 - 15.65
	<u>Simira rubescens</u>	A	
	<u>Terminalia oblonga</u>	A	12.17 - 15.65
	<u>Vitex cymosa</u>	A	12.17 - 15.65
	<u>Zanthoxylum</u> spp.	A	12.17 - 15.65
3 Suave	<u>Apeiba aspera</u>	TU	3.48 - 5.52
	<u>Huertes glandulosa</u>	ENC,MO,CH	3.48 - 5.52
	<u>Jacaranda copaia</u>	E,ENC	3.48 - 5.22
	<u>Parkia</u> spp.	CH	3.48 - 5.22
	<u>Schefflera morototoni</u>	F,MO,CH	3.48 - 5.22
	<u>Schizolobium</u> spp.		3.48 - 5.22

* A = Armazón de casas. PA = Parquet (pisos). C = Canoas. PI = Pilotes para casas.
 CH = Contrachapado. PO = Postes cerca-muerta. D = Durmientes. M = Mueblería.
 E = Postes energía. MO = Molduras. ENC = Encofrados. T = Trozas de 2.5 ms.
 F = Palos de fósforo. TU = Tumbados. ** Precios para árboles en pie en la finca (DAP > 40 cm).

FUENTES: Gutiérrez et al. (1990), Peck y Bishop (1990).

unidad procesada es el aprovechamiento de la especie de mayor valor en el mercado. Esto reafirma la necesidad de fomentar en las fincas las actividades de manejo de especies de las Categorías 1 y 2.

En contraste con la madera aserrada, en el mercado de madera rolliza las especies de mayor demanda son densas y de fibra corta (suaves), la mayoría de las cuales son extremadamente duras, difíciles de trabajar, tienen baja resistencia y durabilidad. Entre éstas, las preferidas son: sande (B. utile), pachaco (Schizolobium spp.), chuncho (C. catenaeformis), coco (V. sebifera) y sangre de gallina (Vissia spp.), entre otras. Este mercado requiere, en general, árboles con un DAP mayor de 45 cm, lo cual implica turnos de rotación superiores a 30 años, exceptuando el Pachaco. Teniendo en cuenta la preferencia de los colonos por liquidez económica, turnos muy largos hacen este mercado poco atractivo y explican por qué la mayor extracción ocurre en el bosque primario. En noviembre de 1989 el árbol en pie tenía un precio entre US\$8.70 y US\$12.20.

Debido a que algunas de estas especies crecen en el bosque secundario, se requiere apoyar la apertura de nuevos mercados más amplios y transparentes para este tipo de maderas suaves, mediante estudios de las propiedades tecnológicas y uso de estas maderas y su promoción en el mercado.

El 80% o más del volumen de producción anual de madera se envía para su procesamiento a otras regiones, principalmente a la Sierra. Las acciones para fortalecer la industria de procesamiento local podrían contribuir a aumentar el empleo, el valor agregado y la participación de los colonos en los márgenes actuales de comercialización. Dichos márgenes se ilustran en el Cuadro 42 para la madera aserrada de laurel (tablones sencillos y dobles).

Es evidente que el procesamiento local de madera es una actividad con márgenes de ganancia muy superiores al precio recibido por el productor o transportador-intermediario de madera rústica, lo cual refleja riesgos por variabilidad en los precios, costos del transporte, demoras en el pago de la madera y descartes. Esto sugiere que la agrupación de los productores y la integración vertical del mercado pueden ser actividades económicamente muy atractivas y viables; por lo tanto, se recomienda su promoción.

Atractividad financiera de tecnología agroforestal

Teniendo en cuenta los coeficientes técnicos desarrollados en este estudio y los supuestos de precios discutidos anteriormente, se presentan a continuación los resultados del análisis financiero de la TAM. Este análisis demuestra la atractividad para los colonos de la inversión de recursos en esta tecnología y forma de uso de la tierra.

La introducción y el manejo de árboles en asociación con plantaciones de café y pasturas conduce a un uso más intensivo de los recursos de tierra y de mano de obra familiar de los colonos. Aunque, este sistema genera ingresos por venta de madera, café y carne bovina, también implica un costo por el sacrificio en producción de carne y café para producir madera. Es decir, esta forma de uso es básicamente competitiva en términos económicos. La introducción de árboles es económicamente atractiva si los ingresos adicionales, atribuibles a la venta de madera, exceden los costos de su inclusión en el sistema (ingresos dejados de ganar en café y carne), mano de obra e insumos requeridos para su mantenimiento y aprovechamiento.

De la misma forma, la atractividad de establecer B. humidicola, o D. ovalifolium como cobertura vegetal y leguminosa forrajera; así como de agobiar, deschuponar o recepar el café, depende del balance neto entre los beneficios y costos adicionales de desarrollar estas alternativas tecnológicas, frente al desempeño de las pasturas actuales y las formas convencionales de manejo y control de malezas del café. Dicha atractividad generalmente se expresa a través de:

- Las TIR marginales de las inversiones adicionales requeridas por la nueva tecnología.
- La retribución a los recursos de producción más escasos.
- La magnitud de los riesgos (varianza) en los ingresos y costos generados con la inversión.
- El potencial de valoración de los activos de la finca, y
- La distribución de ingresos en el tiempo o flujo de caja.

Cuadro 42. Márgenes de comercialización entre Coca y Quito (\$ Sucres), de madera aserrada de laurel (*C. alliodora*). Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

	Tablón sencillo rústico	Tablón doble rústico Sucres	Tablón sencillo procesado
Precio:			
- a borde de carretera (finca)	900	1800	900
- en Quito	2500	5000	5000
Margen bruto de comercialización	1600	3200	4100
Costo:			
- Encuadrado y secado	-	-	371.20
- Transporte y estibaje	250.00	250.00	250.00
- Guía de transporte	37.87	78.12	37.87
Margen neto	1312.13	2671.88	3440.93
Precio en finca/margen neto (%)	68.59	67.36	26.16

n = tres aserraderos.

En este análisis se supone que las TIR, las retribuciones a la mano de obra familiar y la distribución de los ingresos en el tiempo, son las características principales que pueden definir la atractividad de la TAM para los colonos. El análisis se realiza a nivel de prácticas y sistemas agrosilvícola y silvopastoril, y de una finca agroforestal con la dotación y organización promedios encontrados en las 190 fincas de la muestra.

Atractividad de las prácticas agroforestales individuales. El Cuadro 43 ilustra el flujo marginal, el valor presente neto, el valor de una anualidad y las TIR resultantes de la introducción de las diferentes prácticas agroforestales promovidas por el Subproyecto. Los flujos negativos de los márgenes brutos para las prácticas tradicionales (Anexo 5) resultan de asignar a la mano de obra familiar su costo de oportunidad (US\$2/jornal).

La introducción y manejo de la regeneración natural de árboles con valor comercial implica pequeños gastos adicionales en mano de obra, complementarios a los requeridos en la limpieza para el control de malezas en café y pasturas. Las TIR marginales para esta práctica varían entre el 31% y 34% para café y pasturas, respectivamente.

La poda y el uso de *D. ovalifolium* como cultivo de cobertura en café son igualmente atractivas, en términos de rentabilidad a las inversiones adicionales requeridas con una TIR mayor de 100%. Por el contrario, la poda de café presenta una TIR de 80.3% como respuesta a su impacto sobre el rendimiento. La siembra de un cultivo de cobertura rinde una tasa de 678%. Dichas tasas son consistentes con la baja inversión en semilla y mano de obra necesarias para su establecimiento, en comparación con la magnitud del aumento en el margen bruto y el ahorro en gastos de mano de obra para control de malezas. Estos resultados evidencian que, como resultado de la escasa inversión adicional requerida para introducir estas prácticas, el uso del criterio de rentabilidad de inversiones a través de la TIR puede ser poco apropiado para medir la verdadera atractividad de estas prácticas para los colonos.

Cuadro 43. Atractividad financiera para los colonos de la introducción de prácticas agroforestales mejoradas a nivel de parcelas. Napo, Ecuador. (Precios constantes en enero 1990, US\$1 = 680 Sucres).*

Año	Arboles en:		Podas + <u>D. ovalifolium</u> en café	<u>Desmodium</u> <u>ovalifolium</u> en café	Podas café	<u>Brechiarie</u> <u>humidicola</u>
	Café	Pasturas				
0	0		-92.70	-17.20	-75.50	-19.32
1	0	0	110.40	117.10	-6.70	13.03
2	0	0	153.69	112.83	40.86	22.71
3	0	0	272.02	121.68	150.34	57.55
4	-10.00	-10.00	194.26	121.68	72.58	47.45
5	0	0	361.96	129.68	232.28	66.75
6	0	0	465.24	129.68	335.96	48.41
7	0	0	589.10	100.58	488.52	-94.82
8	-20.00	-20.00	419.20	71.00	348.20	-17.43
9	0	0	159.00	8.00	151.00	115.11
10	0	0	142.00	8.00	134.00	0
11	0	0	42.00	8.80	33.20	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	1428.39	1143.14	0	0	0	0
Valor Presente Neto (8%)	268.48	211.02	1641.97	604.16	1037.80	149.58
Anualidad (8%)	26.80	21.07	163.92	60.31	103.60	14.93
TIR (%)	33.83	31.00	156.87	678.48	80.30	1.89

* Flujos marginales por hectárea, para un ciclo de rotación en los sistemas de 21 años. Los coeficientes técnicos se incluyen en los Anexos 1, 2, y 4. Los presupuestos para cada práctica agroforestal se muestran en el Anexo 5.

En efecto, estas tecnologías implican básicamente poco capital adicional, un mejor manejo y uso más intensivo de los recursos de las fincas, en particular de la mano de obra familiar. En este contexto, un criterio más relevante para evaluar su atractividad relativa sería el examen de las retribuciones a la mano de obra, como el recurso más importante en el sistema.

La atractividad financiera del establecimiento de pasturas de B. humidicola es relativamente baja, con una TIR marginal de 1.9%. De acuerdo con las relaciones de producción discutidas antes, este resultado indica que es poco atractivo reemplazar, en su totalidad, las pasturas de B. decumbens por aquella, al menos hasta cuando no se resuelvan sus problemas de manejo.

La atractividad financiera del manejo de árboles por regeneración natural en café y pasturas se puede ilustrar por la tasa de crecimiento biológico de los árboles. Ya que los gastos adicionales de los colonos en su manejo y aprovechamiento son muy bajos, la TIR de esta práctica es equivalente a la tasa media de crecimiento de los árboles. Para laurel

dicha tasa se estimó en 23.71% anual para alcanzar 40 cm de DAP en un período de 16 años; esta es una tasa bastante atractiva y explica el interés marcado de los colonos por manejar árboles.

Estos resultados muestran las ventajas de los sistemas agroforestales en la región y documentan la alta rentabilidad de manejar la regeneración natural. También, sugieren que los árboles con altas tasas de crecimiento como laurel, jacaranda, tachuelo y mecha, entre otros, deben ser las especies más prometedoras para los colonos en estos sistemas.

Retribución de prácticas agroforestales a la mano de obra. Los Cuadros 44 y 45 muestran, respectivamente, las retribuciones totales y marginales a la mano de obra total de la finca (contratada más familiar), y familiar (productor, esposa e hijos mayores de 15 años). En general, todas las prácticas mejoradas propuestas por el Subproyecto rinden una retribución a la mano de obra mayor al salario medio de (US\$2/jornal), lo cual confirma que estas tecnologías hacen uso más eficiente de este recurso; por lo tanto, son más atractivas para los colonos que las prácticas tradicionales.

El manejo de árboles presenta la mayor productividad total de la mano de obra; esto es lógico, ya que el manejo de éstos se realiza aprovechando la mano de obra utilizada para el control manual de malezas en café y pasturas, como limpiezas selectivas en un proceso de producción mixto. No obstante, en plantaciones exclusivamente de árboles (rodales), al imputar todos los costos de mano de obra para la apertura del bosque primario, mantenimiento y aprovechamiento de los árboles, la productividad de la mano de obra sería tan baja que esta actividad resultaría impracticable, tal como realmente ocurre. Este hecho también favorece los sistemas mixtos de plantaciones de café y pasturas con árboles.

En el Cuadro 44 se compara la retribución a la mano de obra utilizada para aserrar madera con su utilización en la producción agrosilvícola o silvopastoril. Es claro, que para un colono resulta más ventajoso dedicar su mano de obra y la de su familia a intensificar la producción de madera y café, que dedicarla a cortar madera en el bosque primario.

La retribución a la mano de obra familiar es de US\$2.79/jornal en el sistema agrosilvícola y de US\$1.71/jornal cuando se usa para aserrar madera. Para el colono puede ser indiferente usar mano de obra en la producción animal con B. humidicola que tiene una retribución de US\$1.95/jornal, o usarla para aserrar madera con una retribución de US\$1.71. Estos resultados muestran claramente que la intensificación de los sistemas de producción agroforestales (combinación de sistemas agrosilvícolas y silvopastoriles), son estrategias apropiadas para esta región, ya que reducen la atractividad para que el colono asigne su mano de obra en el corte de la madera del bosque primario.

También explican por qué la mayoría de los colonos prefieren vender los árboles en pie, en lugar de aserrarlos. Esto último, puede ocurrir sólo en casos excepcionales, principalmente cuando existen dificultades de liquidez de fondos por bajos precios del

Cuadro 44. Retribución total a la mano de obra (US\$/jornal) en diferentes actividades de producción agroforestales en Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador.

Práctica agroforestal	Mano de obra en finca	
	Total*	Familiar**
Sistema Agrosilvícola		
Arboles tradicionales	5.16	5.16
Arboles mejorados	24.24	24.24
Café tradicional, sin árboles	0.58	1.76
Café con podas, sin árboles	1.35	1.76
Café con podas y <i>D. ovalifolium</i> , sin árboles	1.88	2.35
Café y árboles tradicional	0.68	1.03
Café tradicional y árboles, mejorado	0.98	1.48
Café mejorado y árboles, tradicional	1.69	2.19
Café y árboles, mejorado	2.23	2.79
Sistema Silvopastoril:		
a) <i>B. decumbens</i>		
en cría - cebs y árboles, tradicional	0.64	0.64
en cría - cebs y árboles, mejorado	0.81	0.81
b) <i>B. humidicola</i> :		
en cría - cebs y árboles, tradicional	1.24	1.28
en cría - cebs y árboles, mejorado	1.89	1.95
c) Aserrío de madera en el bosque	2.11	1.71

* Calculado como: [(valor presente neto del margen bruto - valor presente neto de los costos en insumos)/[número total de jornales totales en el ciclo de producción]].

** Calculado como: [(valor presente neto del margen bruto - valor presente neto de los costos en insumos - valor presente neto costos mano de obra contratada)/[número de jornales familiares en el ciclo de producción]].

FUENTE: Anexos 2, 4 y 5.

Cuadro 45. Retribución marginal a la mano de obra (US\$/jornal) y ahorro en mano de obra en diferentes actividades de producción agroforestales del Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador.

Práctica agroforestal	Mano de obra finca		Ahorro mano de obra (jornales/ha/año)
	Total (US\$/jornal)	Familiar (US\$/jornal)	
Manejo árboles en café	MA*	MA	9.81
Manejo podas en café	4.37	3.51	
Introducción <i>D. ovalifolium</i> como cobertura en café	2.59	5.84	
Manejo de árboles, podas y <i>D. ovalifolium</i>	13.39	7.36	
Manejo árboles en pasturas	2.18	2.24	
Introducción <i>B. humidicola</i>	MA	MA	10.14
Aserrar madera en el bosque vs. café	2.12	1.71	
Aserrar madera en el bosque vs. ganado	2.19	1.59	

* MA = muy alta.

FUENTE: Cuadro 44 basado en los coeficientes técnicos para estas prácticas incluidas en los Anexos 2 y 4 de este estudio.

café. En estas situaciones, para el productor el dinero en efectivo tiene un costo de oportunidad mayor que el de su propia mano de obra, utilizada para cortar y vender madera como fuente de ingresos compensatorios.

Como se aprecia en el Cuadro 45, la mayor retribución marginal se encuentra con el manejo de árboles en el sistema agrosilvícola y en la introducción de gramíneas, como *B. humidicola*, que tienen potencial para reducir la mano de obra empleada en el control de malezas. En el primer caso esto ocurre, en parte, por efecto de la sombra, y en el segundo, por la mejor adaptación a suelos rojos y la mayor capacidad de competencia con malezas de esta gramínea.

El manejo más intensivo del cultivo de café asociado con árboles, las podas y un cultivo de cobertura que ayuda a economizar mano de obra, son sistemas atractivos por su alta retribución a la mano de obra. No obstante, la estrategia de intensificar las prácticas agroforestales implica la aplicación de políticas transparentes de adjudicación de nuevas a los colonos, con el objeto de minimizar el riesgo de mayor flujo de población, atraída por la relativa alta retribución de la mano de obra y su capitalización en el valor del área abierta.

Atractividad a nivel de sistemas de producción. Las prácticas agroforestales mejoradas consideradas en conjunto pueden resultar altamente atractivas para los colonos en función de su alto rendimiento (TIR marginal > 100%) (Cuadro 46), lo cual está influenciado por los bajos requerimientos de capital adicional. De la misma manera esta tecnología tiene un efecto importante sobre el mejoramiento del flujo de caja. En el sistema agrosilvícola la tecnología mejorada incrementa el flujo de dinero en efectivo hasta en 3 a 5 veces, con relación a la tecnología tradicional. Asimismo, en el sistema silvopastoril dicho incremento es importante, aunque debido a la valoración de la mano de obra familiar, los flujos en algunos años son aún negativos.

Estos resultados sustentan la hipótesis que la TAM tiene un efecto estabilizador en las oscilaciones de los ingresos de los colonos a través del tiempo. Plantean también, la hipótesis de la distribución de ingresos en el tiempo como el criterio más importante para la asignación de recursos por los colonos en esta región de la Amazonia. De hecho, esta hipótesis ayuda a explicar la siembra masiva en la zona de cerca de 70,000 hectáreas de cultivos de café variedad robusta entre 1975 y 1989. Además de su buena adaptación a suelos ácidos rojos de colinas y de baja fertilidad, el café es una fuente de ingresos semanal en efectivo para los colonos, debido a su permanente floración y fructificación bajo las condiciones climáticas de esta región.

Los resultados también demuestran que la contribución actual del sistema silvopastoril al nivel y flujo de dinero en efectivo es modesta en comparación con la del sistema agrosilvícola. Es decir el establecimiento de pasturas en esta región puede tener otras motivaciones diferentes a las monetarias, tales como mecanismos de protección contra riesgos de mercado y producción, manejo de liquidez, inclemencias del tiempo, problemas de transporte y cambios en el precio del café, entre otros. Esto explica la

Cuadro 46. Atractividad financiera para los colonos de la introducción de prácticas agroforestales mejoradas a nivel de sistemas de producción. Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador (Precios constantes a enero de 1990, US\$1 = 680 sucres)*.

Año	Sistema Agrosilvícola (US\$/ha)			Sistema Silvopastoril (US\$/ha)		
	Tradicional**	Mejorado	Marginal	Tradicional**	Mejorado	Marginal
0	-283.85	-376.55	-92.70	-228.64	-247.96	-19.32
1	-181.40	-71.00	110.40	-275.95	-262.92	13.03
2	-186.82	-33.13	153.69	-17.96	4.75	22.01
3	-117.68	154.34	272.02	-51.21	6.34	57.55
4	-39.92	154.34	194.26	-45.71	1.74	47.45
5	-55.82	306.14	361.96	-90.86	-24.11	66.75
6	-134.50	331.14	465.64	-66.10	-17.69	48.41
7	-257.96	331.14	589.10	-81.17	-13.65	-94.82
8	0	419.20	419.20	0	-17.43	-17.43
9	0	159.00	159.00	0	115.11	115.11
10	0	142.00	142.00	0	0	0
11	0	42.00	42.00	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	428.68	1428.93	1000.25	275.78	1143.14	857.36
Valor Presente Neto (8%)	-848.18	890.86	1739.04	-491.42	-177.20	314.22
Anualidad (8%)	-84.67	88.93	173.61	-49.06	-17.69	31.36
TIR (%)	-6.37	25.43	152.04	-4.21	4.99	118.38

* Ver Cuadro 6, para los principales supuestos y actividades que enmarcan este análisis. Los coeficientes técnicos se incluyen en los Anexos 1, 2 y 4.

** Los flujos negativos en los sistemas tradicionales son el resultado de valorar la mano de obra a su costo de oportunidad de US\$2/jornal. Esto asume que la probabilidad para el productor y su familia de encontrar trabajo fuera de la finca, con esa remuneración, es de 100%. No obstante, esto puede ser una sobreestimación de los gastos de mano de obra teniendo en cuenta que el 36.8% de la mano de obra familiar la constituyen la esposa e hijos del productor.

hipótesis por la cual los colonos pueden encontrar en el establecimiento de pasturas una forma importante de reducir el riesgo de costos, asociado con el derecho a la propiedad de la tierra. Dicho riesgo, se expresa como la probabilidad de que los costos finales de mantener el derecho al usufructo de la propiedad sean mayores que los costos esperados, debido a invasiones por terceros, relocalización e incluso pérdida del derecho o expropiación de la tierra. La siembra de pasturas puede constituir una prima de protección contra este riesgo, ante las dificultades financieras para tramitar y obtener el título de propiedad. Este costo directo en efectivo ascendía en 1989 a US\$16.17/ha, e incluía el levantamiento topográfico, timbres y trámites administrativos.

Las dificultades para obtener el título de propiedad se reflejan en la distribución de las diferentes formas de tenencia de los predios. De 190 colonos en la muestra sólo 45.7% tenían título de propiedad (87 casos); los restantes 103 colonos estaban tramitando el título pero no tenían dinero (31.1%), tenían el predio en posesión (21.6%), en arriendo (1%) y en compañías (0.05%).

Atractividad a nivel de finca. El Cuadro 47 ilustra el impacto financiero de la TAM a nivel de una finca promedio de la zona, según la dotación de recursos y uso de la tierra encontrados en la muestra de 190 colonos en la región. Como se observa en el Cuadro 51 dicha finca mide, en promedio, 45.47 ha cultivadas como sigue: 7.39 ha en el sistema agrosilvícola, 6.46 ha en el sistema silvopastoril, 1.08 ha en cultivos de subsistencia asociados con café (plátano y yuca), 1.58 ha en rastrojos y 28.96 ha en bosque primario residual.

En términos financieros la tecnología mejorada rinde una tasa marginal altamente atractiva (51.1%). También confirma de nuevo que el impacto más importante de las prácticas agroforestales es el mejoramiento de la distribución de ingresos en efectivo de la finca. En contraste, con la tecnología tradicional los flujos de dinero en efectivo son negativos en la totalidad de los años, reflejando un severo problema de ilíquidez. Este resultado tiene, igualmente, implicaciones ecológicas. En efecto, con la TAM los colonos tienen menores requerimientos de dinero en efectivo para atender sus necesidades básicas de consumo; en consecuencia, la presión sobre el bosque residual por la tala de árboles para venta de madera y la caza de fauna es menor.

Cuadro 47. Atractividad financiera para los colonos de la introducción de prácticas agroforestales mejoradas a nivel de finca en Napo (precios constantes de enero de 1990, US\$1 = 680 Sucres). Subproyecto del Coca, Ecuador.

Año	Sistema finca tradicional	Sistema finca mejorado	Marginal
0	-3574.67	-4384.53	-809.86
1	-3123.18	-2223.15	900.02
2	-1492.01	-214.16	1277.95
3	-1200.47	1181.53	2382.00
4	-590.29	1151.81	1742.11
5	-999.46	2106.62	3106.08
6	-1420.96	2332.84	3753.80
7	-1381.97	2358.95	3740.91
8	0	2985.29	2985.29
9	0	1918.62	1918.62
10	0	1049.38	1049.38
11	0	310.38	310.38
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	5014.12	17944.54	12930.41
Valor Presente Neto (8%)	-9665.60	5999.99	15665.60
Anualidad (8%)	-964.39	598.99	1563.93
TIR (%)	-5.69	16.84	151.10

Como se analiza más adelante, la tala del bosque es inducida por la necesidad del productor de obtener dinero en efectivo. En este contexto, el bosque primario se constituye en una especie de 'caja menor' o 'caja chica' para el colono. Así los sistemas agroforestales en el bosque secundario son una estrategia apropiada de manejo del recurso forestal. Mientras estos sistemas contribuyen a reducir el uso extractivo de los bosques residuales de la finca, tienen capacidad para abastecer, al mismo tiempo, el mercado de la madera en forma más eficiente y sostenible (entre 2 y 6 veces el volumen por hectárea de madera en pie) que el del bosque primario y en turnos mucho más cortos de rotación (16 a 20 años en bosque secundario vs. 30 años en bosque primario).

Los Cuadros 48 y 49 ilustran la composición y estructura de gastos e ingresos, promedio para las fincas en 1988. Al comparar el flujo de ingresos marginal, resultante del empleo de la TAM (Cuadro 47) con las cifras de gastos en la finca y hogares del Cuadro 49 es evidente que el sistema agroforestal mejorado podría soportar dicha estructura de gastos en la mayoría de los años e incluso, permitir un excedente para ahorro o inversión, aún en un escenario de bajos precios del café. Así, por ejemplo, los niveles de ingresos observados en 1988 estuvieron influenciados por los bajos precios del café al colono (aproximadamente de US\$0.10/kg de café cereza) que han prevalecido en los últimos dos años.

Cuadro 48. Composición de los ingresos anuales (US\$ de 1988) de las fincas agroforestales, por tipo de suelo en Napo*, Ecuador. (Precios constantes de 1988, US\$1 = 500 sucres).

Fuente ingreso	Tipo de suelo			Total (n=190)	Desviación estándar	Error estándar
	Aluviales (n=23)	Volcánicos (n=30)	Rojos (n=137)			
En la finca	3901.12	5636.64	5483.31	5321.77	10062.61	735.85
Café	2990.84	3672.61	4709.73	4337.90	9804.66	711.30
Madera	330.57	966.68	300.51	409.33	1018.59	73.89
Vacunos**	182.54	130.58	101.10	115.61	326.95	23.71
Otros animales***	41.20	60.21	57.89	56.30	148.53	10.86
Otros cultivos¶	243.27	806.56	267.14	349.42	1734.05	125.80
Fuera de la finca	220.87	346.33	189.18	217.82	571.22	41.44
Salarios§	103.47	288.00	132.53	153.56	529.46	38.41
Servicios¶	117.39	58.33	56.64	64.26	256.52	18.61
Total	4132.03	5982.97	5674.41	5542.45	10137.33	741.31
Desviación estándar	2386.05	5576.37	11583.12		10137.33	741.31
Error estándar	508.71	1052.79	996.91			

* Incluye producción para consumo en el hogar.

** Excluye el valor de los cambios de inventario e incluye venta de leche y queso.

*** Incluye ventas de equinos y mulares, y ventas o consumo de cerdos, gallinas y huevos.

¶ Incluye ventas y consumo de maíz, arroz, cacao, banano y plátano.

§ Incluye salarios como obreros ocasionales en agricultura, empleo en petroleras y agencias privadas y estatales. El empleo agrícola fuera de la finca generó US\$51.66 en 1988.

¶ Incluye ingresos derivados de venta de servicios de transporte, artesanías y otras actividades.

Cuadro 49. Composición de los gastos de consumo en la finca y hogares de colonos (US\$ de 1988), por tipo de suelos en Napo, Ecuador. (Precios constantes de 1988, US\$1 = 500 sucres)

Tipo de gasto	Tipo de suelos			Total (n=190)	Desviación estándar	Error estándar
	Aluviales (n=23)	Volcánicos (n=30)	Rojos (n=137)			
En la finca*	403.36	932.59	399.52	484.16	929.40	67.42
En el hogar:	1388.17	1485.02	1291.94	1334.07	665.74	48.29
Salud	84.17	183.31	124.43	128.86	180.25	13.07
Alimentos	842.06	897.60	887.64	883.70	387.55	28.11
Vestuario	74.87	112.92	67.05	75.24	71.15	5.16
Muebles y enseres	60.54	4.49	1.30	8.98	101.25	7.34
Transporte	87.96	79.58	105.00	98.93	106.06	7.69
Educación	201.67	180.84	90.68	118.35	293.96	21.32
Vivienda	35.28	19.06	14.18	17.57	96.20	6.97
Otros	1.04	7.20	1.63	2.44	12.23	0.89
Total	1791.52	2417.62	1691.46	1818.23	1364.93	99.02

* Incluye gastos en semillas, pesticidas, combustibles, equipo menor, alambre y postiería de cercas, pequeñas construcciones, alimentos para animales, arriendo de pasturas, empaques, impuestos, amortizaciones a capital e intereses por préstamos.

Adopción de la Tecnología Agroforestal Mejorada

La factibilidad técnica y la atractividad financiera de prácticas agroforestales es una condición necesaria, pero no suficiente para asegurar el impacto microeconómico en el ingreso de los colonos y la región en general. El uso de estas prácticas, al menos en forma extensiva, en las fincas y en la región es una condición necesaria. Ya que las prácticas agroforestales han sido promovidas mediante estrategias de extensión por el Subproyecto, el nivel de adopción encontrado podría interpretarse como un indicador del desempeño global del Subproyecto. No obstante la intensidad de adopción puede estar influenciada por: el tiempo efectivo de exposición de los agricultores al mismo; el proceso de difusión ligado a algunas de estas prácticas; y factores externos que han caracterizado el período entre 1984 y 1989, como son bajos precios del café, y el terremoto de 1987. Estos hechos afectaron el comportamiento y la respuesta en adopción de los colonos a las acciones del Subproyecto. Aunque estos efectos no se consideran explícitamente, si se examinaron las variables biológicas, socioculturales y económicas que pueden afectar las decisiones de los colonos sobre la adopción de estas prácticas.

Para representar el estado actual de la adopción se usaron modelos jerárquicos de decisiones. Bajo el supuesto que la adopción varía entre fincas de la región, cada práctica se considera como una decisión diferente y perteneciente a un modelo distinto de decisión. Dicha presentación toma la forma de un árbol de decisiones en niveles secuenciales, dentro del proceso de conocimiento y evaluación por los productores. Estos niveles son:

- Información de la práctica.
- Ensayo o prueba inicial.
- Uso extensivo de la práctica (adopción inicial).
- Uso intensivo de la práctica en la finca (adopción continuada).

Los primeros dos niveles indican que las prácticas se encuentran en fase de evaluación y prueba por los productores; mientras que las dos últimas reflejan una fase de adopción extensiva-intensiva (Gladwin, 1979; CIAT, 1989). Los criterios de decisión para adoptar o no la tecnología se identificaron después de analizar los resultados de la encuesta de adopción sobre una muestra aleatoria de 190 colonos, como la frecuencia estadística de la razón más importante calificada por el productor para la aceptación o rechazo, y adopción o no de las prácticas.

El efecto del Subproyecto sobre la adopción de las prácticas se derivó del análisis de las fuentes de información y del suministro de material de siembra, durante el período de operación del Subproyecto (1985 a 1989). Dichas fuentes tienen en cuenta el efecto multiplicador de las técnicas de difusión usadas en demostraciones y en ensayos en fincas por el Subproyecto, principalmente a través de los colonos vecinos.

Con base en este enfoque, el interés del estudio de adopción se orientó a conocer las principales características que dificultan o facilitan la extensión de estas prácticas entre los productores y dentro de sus fincas, según las percepciones de colonos en la muestra sobre las ventajas o desventajas de estas últimas.

Los resultados del estudio de adopción para las prácticas: introducción y manejo de árboles en plantaciones de café y pasturas, uso de podas en café, introducción de D. ovalifolium CIAT-350 en pasturas y café, e introducción de la B. humidicola INIAP-701, se presentan a continuación.

Introducción y manejo de especies forestales en plantaciones de café y en pasturas

Adopción. Las Figuras 13 y 14 presentan los niveles de decisión encontrados y seguidos por los colonos de la zona en la introducción y en el manejo de especies forestales en café y en pasturas, y el número de colonos que han adoptado esta práctica. Es importante notar cómo 98.9% de los colonos en la muestra conocen el manejo de árboles, tanto en cultivos de café como en pasturas, y cómo 100% de los productores (nivel de adopción) que sembraron plantaciones de café solo o asociado con pasturas han adoptado, en algún grado, esta práctica.

La principal forma de manejo en los sistemas agrosilvícola y silvopastoril es la regeneración natural de especies forestales, mediante limpiezas selectivas (87.1% y 79.4% del área total manejada con árboles en la finca, respectivamente). En forma complementaria en ambos sistemas los colonos manejan en una menor proporción y frecuencia especies arbóreas residuales (24.9% y 24.5%) y el enriquecimiento de las áreas abiertas con siembras de árboles (4.89% y 2.0%) (Cuadro 50).

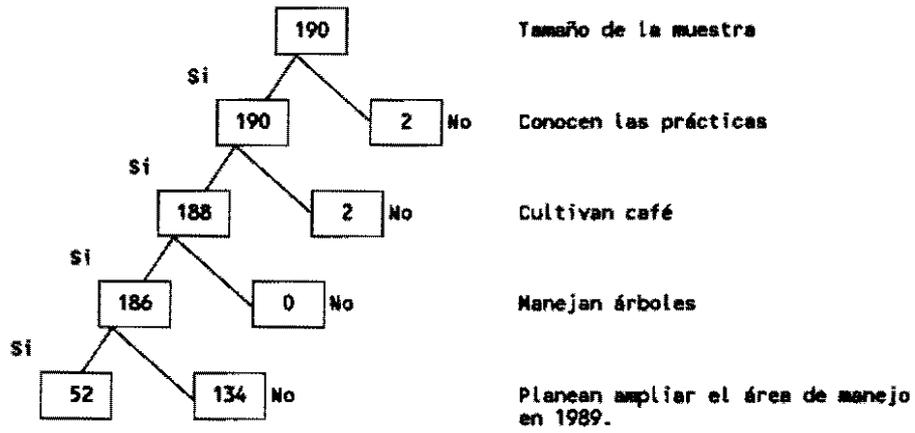


Figura 13. Estado actual de la adopción de prácticas de manejo de árboles en café.

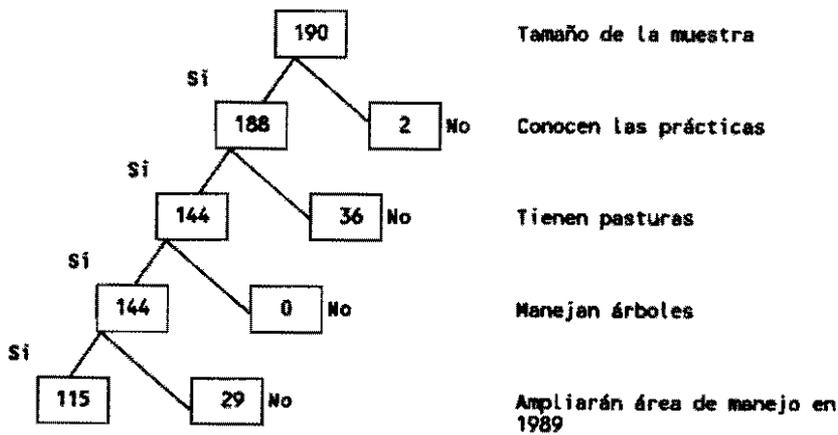


Figura 14. Estado actual de la adopción de prácticas de manejo de árboles en pasturas.

Cuadro 50. Sistemas de manejo de especies forestales por colonos, según sistemas agroforestales. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Sistema de manejo	Agrosilvícola		Silvopastoril		Total	
	No. de fincas	Area* (ha)	No. de fincas	Area (ha)	No. de fincas	Area (ha)
Regeneración natural	175	5.95*	129	4.61*	175	10.76**
Siembras	31	0.34*	18	0.12*	31	0.46**
Residuales	95	1.73*	75	1.45*	95	3.18**
Raleos	14	0.17	14	0.24*	14	0.41
Area bajo manejo	186	6.95*	144	4.96	186	12.88
Area de expansión 1989	52	3.20	115	3.80	115	3.41

* Area promedio para todas las fincas en la muestra.

** Diferencia de medias del área bajo cada sistema y forma de manejo significativas ($P < 0.05$), según una prueba de Duncan.

El grado de adopción, definido como la relación entre el área manejada y el área abierta de la finca, es una medida del grado o intensidad de uso de las prácticas mejoradas. En el Cuadro 51 se aprecia que, del área total abierta (14.93 ha), el área manejada con árboles equivale a 85.9% (12.88 ha). En la práctica el área total de bosque secundario se encuentra bajo manejo de árboles con diversos grados de intensidad, ya que las áreas en rastrojos son más ricas en regeneración natural que las áreas intervenidas de café y pasturas.

En 1989 el incremento esperado en el uso de estas prácticas era de 3.41 ha/finca, incluyendo el manejo de especies forestales a partir de bosque primario y áreas en rastrojos para establecimiento de café y pasturas.

Estos resultados demuestran la necesidad de continuar: (1) los esfuerzos en demostraciones de prácticas de manejo de la regeneración natural, tanto en el área en producción como en los rastrojos, tal como lo propone el Subproyecto; (2) los estudios de prácticas silviculturales con especies diferentes a *C. alliodora* y *J. copaia*, con el fin de mejorar su producción y manejo por regeneración natural; (3) Las investigaciones silviculturales ya iniciadas por el Subproyecto sobre elaboración de tablas de crecimiento y volumen de las especies forestales adaptadas a las condiciones del bosque secundario. Esto permitirá la preparación de planes de manejo y aprovechamiento forestales en cada finca.

Razones para la adopción de prácticas de manejo de especies forestales. El Cuadro 52 resume los motivos para ejecutar las prácticas de manejo agroforestal. La principal motivación para el manejo de especies arbóreas en las fincas de colonos es la producción de madera para venta como fuente de ingresos, o para construcciones en la finca (casa, galpones, cercas). El 61.9% de los colonos manejan árboles en sistemas agroforestales con la expectativa de vender madera en el mercado, y el 23.1% para abastecerse de madera según las necesidades de la finca. Solo 13.9% le asignan a las especies forestales una función como sombra para el café y ganado, conservación de suelos y leña para el hogar (propósito múltiple).

Cuadro 51. Uso de la tierra en fincas de colonos según tipos de suelo*.
Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Forma de uso	Tipo de suelo			Total (ha)
	Aluvial (ha)	Volcánico (ha)	Rojo (ha)	
Area en rastrojo	2.2*	2.9*	1.1*	1.58
Area en bosque primario	26.3*	21.0*	31.0*	28.96
Area abierta	17.1*	20.2	13.3*	14.93
Pasturas	8.9*	11.2*	4.9*	6.46
Café	8.2	9.0	8.6	7.39
Cultivos asociados café**	(1.7)*	(1.1)	(1.0)	1.08
Area total finca	45.6	44.1	45.4	45.47

* Diferencia de medias significativas ($P < 0.05$) entre tipos de suelos para los diferentes usos, según la prueba de Duncan.

** La cifra en paréntesis corresponde al área de café asociada con cultivos de plátano, yuca y frutales.

Cuadro 52. Razones por las cuales los colonos adoptan en sus fincas el manejo de especies forestales. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Razón	Agrosilvícola	Silvopastoril	Total
	Colonos adoptadores (no.)		
Venta de madera	116	94	116
Sombra para café y ganado	12	5	12
Conservación de suelos	11	8	12
Construcciones en finca	42	32	43
Leña	2	1	2
Sin propósito definido	3	4	4
Total	186	144	186

n = 190 fincas.

Según el Cuadro 53, el total de 70 productores que reportaron extracción de madera en 1988, lo hicieron para obtener dinero en efectivo. Al respecto, es necesario indicar que este número puede estar subestimado ya que dichas ventas, en su mayor parte, pudieron corresponder a madera extraída del bosque primario y de algunos árboles residuales de bosque secundario. Según la Ley forestal para extraer madera de las fincas se requiere un permiso previo del MAG, condicionado a que el interesado haya inscrito y demostrado actividades de reforestación en la finca (Ley No. 74 de 1981 o Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre, MAG-1990).

No obstante, las altas tasas encontradas de manejo de árboles en cultivos de café y pasturas son consistentes con el análisis financiero anterior, e indican que los colonos encuentran en el manejo de los árboles un activo comercializable y una fuente de fácil capitalización y liquidez, lo cual induce su adopción masiva y generalizada. También,

Cuadro 53. Razones expresadas por los colonos adoptadores para la extracción de madera durante 1988. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Razones	Colonos adoptadores (no.)		Total
	Agro-silvícola	Silvopastoril	
Ingreso de dinero	54	39	54
Establecimiento de café	10	0	10
Establecimiento de pasturas	0	2	2
Raleo de árboles	2	2	4
Total	66	43	70

soportan el principio de la venta de madera como actividad extractiva del bosque primario residual de la finca, en la medida que la mayoría de las especies forestales en el bosque secundario aún se encuentran en crecimiento y no han alcanzado el estado de madurez y las dimensiones de DAP y altura comerciales apropiadas para su salida al mercado.

Es evidente que la extracción del bosque es una fuente importante de dinero para atender los gastos en efectivo de los colonos y llenar las necesidades de madera de construcción en la finca. Por lo tanto, para aliviar las necesidades de liquidez y la presión sobre la tala del bosque primario, los sistemas agroforestales no solo deben generar un nivel de ingresos apropiado en el muy corto plazo, sino también éste debe ser estable y poco variable alrededor de la tendencia en el tiempo.

La adopción masiva de esta práctica se explica también por el bajo costo marginal que implica el manejo de árboles por regeneración natural. Además, la limpieza selectiva de árboles se realiza sin requerimientos adicionales de capital de trabajo y de inversión, siendo el nivel de riesgo de costos por pérdidas de los árboles bajo en condiciones de las fincas. Además, los riesgos de producción asociados con la incidencia de plagas y enfermedades limitantes son también bajos. Con excepción del ataque del taladrador (*Hypsipyla grandella*) de las meliáceas y del ataque de *Hepialus* spp. (*Lepidoptera*, *Hepialidae*) plaga del tronco del Pachaco (*Schizolobium* spp.), las poblaciones de otros insectos plagas se mantienen a niveles de daño subeconómicos (Gava y Onore, 1989).

Los colonos prefieren cultivar árboles con alto valor unitario en el mercado. Según el Cuadro 54, los árboles más frecuentes son: laurel, cedro, guayacán, arenillo y caoba, los cuales registran una demanda alta en el mercado de madera aserrada. Estas maderas se clasifican como duras (Tipo 1) y de alto precio unitario; por lo tanto, rinden al productor y al aserrador un retorno mayor respecto a maderas semiduras (Tipo 2) y blandas (Tipo 3), de menor precio unitario relativo.

Efecto del Subproyecto sobre la adopción de tecnologías. El Subproyecto ha contribuido hasta la fecha a la divulgación y conocimiento de las prácticas mejoradas en 56 fincas de colonos, equivalentes a 29.9% de los adoptadores entrevistados en la muestra (Cuadro 55). El efecto multiplicador a través de las demostraciones ha sido de 2.7%. Este bajo porcentaje se debe, probablemente, a que: (1) El 70.2% de los colonos se

Cuadro 54. Especies forestales preferidas por los colonos en sistemas agroforestales. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Nombre común	Nombre científico	Nivel de preferencia		
		Alto	Medio	Bajo
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	160	17	4
Cedro	<u>Cedrella odorata</u>	4	46	11
Guayacán	<u>Tabebuia chrysantha</u>	1	15	12
Chuncho	<u>Cedrelinga catenaeformis</u>	0	16	11
Caoba	<u>Platymiscium stipulare</u>	2	9	10
Arenillo	--	1	6	9
Pechiche	<u>Vitex cymosa</u>	1	5	4
Jacaranda	<u>Jacaranda copaia</u>	3	4	8
Otros		16*	70**	119***
Total		188	188	188

* Incluye otras seis especies.

** Incluye otras 23 especies.

*** Incluye otras 27 especies.

Cuadro 55. Fuentes de información de los colonos adoptadores de prácticas de introducción y manejo de especies forestales en sistemas agroforestales. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Fuente de información	Número de adoptadores por sistema		Total
	Agrosilvícola	Silvopastoril	
Propia y por tradición	58	47	58
Ministerio de Agricultura*	51	37	56
Vecino usuario MAG	4	3	5
Vecino no usuario MAG	2	1	3
Otras instituciones**	13	9	13
Conocía antes de 1985***	58	47	58
Total	186	144	188

* Incluye actividades de los técnicos del Subproyecto, escuelas, vallas o avisos y plegables.

** INIAP (4 casos), FEP (3 casos), comerciantes de madera (6 casos).

*** Con anterioridad a enero de 1985, fecha de iniciación de actividades del Subproyecto.

encontraban en un proceso de difusión autónomo y ya conocían la práctica de introducir árboles (58 colonos) antes de la iniciación del Subproyecto a finales de 1984; no obstante, debe aclararse que los productores no conocían la mayor parte de las especies que hoy manejan, lo cual es un efecto no cuantificado de las labores de divulgación del Subproyecto. (2) Los colonos (58) iniciaron estas prácticas por iniciativa propia y conocimiento familiar previo durante los últimos 4 años. (3) Los 16 colonos restantes se informaron a través de otras instituciones y personas. El 34.1% de los productores en la muestra, que manejaban siembras de árboles en bosque secundario, recibieron del Subproyecto material en la forma de pseudoestacas y plántones, principalmente de C. alliodora, J. copaia y Schizolobium spp. (Cuadro 56).

Cuadro 56. Fuentes de suministro de material vegetativo para propagación de árboles en sistemas agroforestales. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Fuente de material	Fuente de material por sistema		Total (no.)
	Agrosilvícola	Silvopastoril	
Ministerio de Agricultura	9	7	16
Vecino usuario MAG	0	0	0
Vecino no usuario MAG	2	0	2
Finca	12	4	16
Sembró antes de 1985	8	7	15
Total	31	18	47

n = 190 fincas.

El nivel y grado de adopción de la TAM ha alcanzado el número potencial de fincas de la zona, y dentro de cada finca el área bajo manejo es, en promedio, mayor de 86%; en consecuencia, los esfuerzos del Subproyecto en el futuro deberán encaminarse al estudio y divulgación de técnicas de manejo de las especies y a la regeneración natural de las existentes, mediante planes de manejo de fincas individuales.

El interés de los colonos por el manejo de árboles para venta, sugiere que en el futuro puede ser importante realizar estudios de cosecha y postcosecha, y establecer recomendaciones sobre técnicas de corte, aprovechamiento y transporte de los árboles, a fin de reducir los riesgos de daño por la tala y el beneficio de los árboles, en los cultivos de café y pasturas, y en los animales, personas y suelos. Igualmente, para mantener altas tasas de recuperación de madera con relación a los árboles in situ.

Introducción de Brachiaria humidicola INIAP-701

Adopción. La Figura 15 presenta la secuencia en el proceso de adopción de B. Humidicola INIAP-702. El nivel de adopción extensiva es de 6.3% y de 3.9% en la forma intensiva. No obstante, hasta finales de 1989 el 25.8% de los colonos de la muestra había ensayado esta gramínea en semilleros y pequeñas áreas de siembra, lo cual refleja que el proceso de prueba de este ecotipo es dinámico, y que existe demanda en la zona por nuevo germoplasma de pasturas. Bajo el manejo actual del material, sin embargo, la atractividad financiera del cambio a esta gramínea es baja como se demostró anteriormente.

Como resultado de la dinámica del proceso de adopción, se considera que existe aún un amplio margen para la difusión de B. humidicola, ya que 23.1% de los colonos no conocían esta tecnología al momento de la encuesta, y 65.9% de los productores que la conocen no la habían ensayado. Debido a que el material se encuentra en una fase de prueba y conocimiento, el grado de adopción de B. humidicola es de 3.9% con relación al área total de pasturas de la finca en la muestra (Cuadro 57).

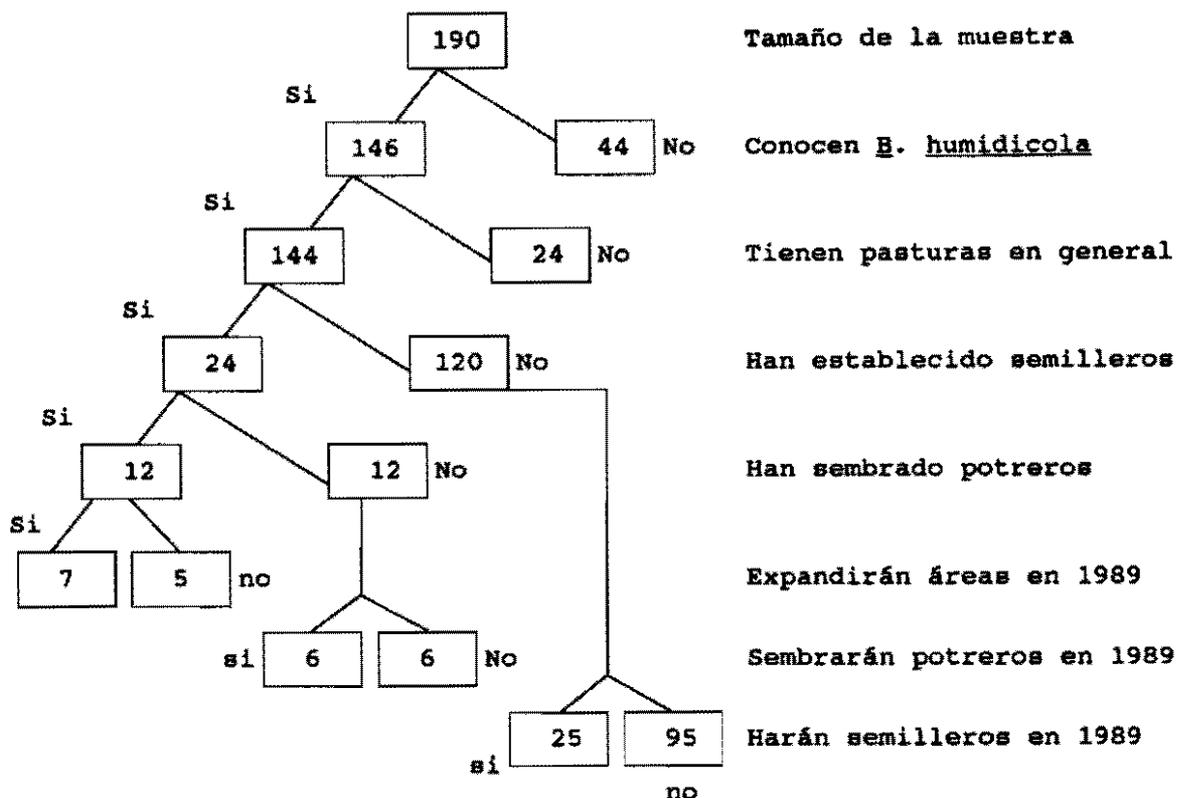


Figura 15. Esquema del proceso de aceptación y adopción de B. humidicola INIAP-701 en Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador.

Cuadro 57. Grado de adopción de B. humidicola INIAP-701, área disponible de pasturas y carga promedio en Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador.

Factores	Área (ha)	Desviación estándar	Error estándar
Pasturas	6.35	7.15	0.53
<u>B. humidicola</u>	0.19	1.20	0.08
<u>B. humidicola</u> /pasturas (%)	0.039	0.158	0.01
Animales (UA/finca)*	5.58	7.97	0.58
Área disponible en pasturas (ha/UA)	1.79	3.11	0.23
Carga promedio aparente (UA/ha)	0.822	1.481	0.11

n = 190 fincas.

* Incluye 0.51 UA en equinos y mulares.

Características de *Brachiaria humidicola* INIAP-701 y su adopción. Los productores, porcentaje entre paréntesis, ensayaron *B. humidicola* motivados por su mayor persistencia (37.5%), mayores ganancias de peso (20.8%), tolerancia a salivazo (16.6%), capacidad de competencia con malezas (12.5%) y producción de forraje (12.5%) (Cuadro 58), en comparación con otras gramíneas introducidas como *Axonopus scoparius*, *Panicum maximum* y *P. purpureum*. Es evidente, que el motivo más importante que indujo a los productores a ensayar esta gramínea fue la necesidad de contar con una gramínea persistente en el tiempo.

Las razones principales expresadas por los colonos para no utilizar esta gramínea, fueron su lento establecimiento y el desconocimiento de las prácticas de manejo (Cuadro 58). Este criterio es consistente con el hecho que *B. humidicola* INIAP-701, cuando se establece en bosque primario tolera poco la sombra del sotobosque, lo cual reduce su tasa de crecimiento y habilidad para competir con malezas. Como consecuencia de esto y de la escasez de material vegetativo para la siembra de semilleros (30%), se sugiere ampliar el margen de acción en actividades de divulgación y suministro de material vegetativo para siembra de esta gramínea en suelo rojos de la zona.

Para el 12% de los colonos, la escasez de animales es una restricción para la siembra de nuevo germoplasma de pasturas. De hecho, como se aprecia en el Cuadro 57, el área disponible en pasturas (1.79 ha/UA en la finca) es mayor que la carga media aparente (0.82 UA/ha), sugiriendo un excedente de forraje disponible en las fincas. Por otra parte, de 144 fincas con pasturas, sólo 87.5% tenían, por lo menos, un animal vacuno.

Cuadro 58. Razones expresadas por los colonos para aceptar o rechazar *Brachiaria humidicola* INIAP-701 en Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador.

Razón	Número de colonos
Aceptación	
Mayor persistencia	9
Mayor ganancia de peso por animal	5
Tolerancia a salivazo	4
Mayor competencia con malezas	3
Mayor producción forraje verde	3
Total	24
Rechazo	
Lento establecimiento	48
Falta de semilla	36
Falta de animales	15
Bajo consumo por los animales	11
Difícil manejo de potreros	7
Requiere suelos fértiles	3
Total	120

Bajo estas condiciones el manejo óptimo recomendado de las pasturas de *B. humidicola* se dificulta, favoreciendo el acame o volcamiento de las plantas, con la consecuente lignificación, pérdida de calidad y aumento en la incidencia de salivazo. Por esta razón los colonos consideran que esta gramínea es difícil de manejar (5.8%) y tiene bajo consumo (9.2%) por los animales.

El 50% de los productores (24) que decidieron sembrar *B. humidicola*, consideran que la mayor ventaja de esta gramínea es su habilidad para competir con malezas (45.8%), la alta producción de forraje (25.0%), buen consumo por los animales (20.4%) y la reducción de pérdida de suelo por agua de escorrentía (8.3%). (Cuadro 59). En contraste, el 45.8% de los colonos consideran el lento establecimiento como la principal desventaja de la gramínea. Sin embargo, este criterio está sesgado por efecto de la siembra de las pasturas en condiciones de bosque primario y por efecto de la sombra.

Como se observa en la Figura 15 durante 1989, 38 productores continuarán movilizand o esta gramínea hacia nuevas áreas. De éstos, siete pasarán a una fase de adopción intensiva (con más de un potrero establecido), seis iniciarán la fase extensiva (un potrero) y 25 observarán el material en pequeñas áreas o semilleros. El área promedio de expansión en las fincas es de 0.62 ha/finca, con un coeficiente de variación de 25.5%.

Entre otras restricciones, se mencionaron: el manejo exigente de la pastura en relación con el sistema pastoreo (20.4%); el bajo consumo preferencial por los animales probablemente afectado por la presencia de otras gramíneas (20.4%) y la escasa producción de semilla en la zona (12.5%).

Los principales argumentos de los colonos para continuar con la adopción y evaluación de este material se describen en el Cuadro 60. El 34% de los colonos considera que la capacidad para competir con malezas después de establecida la gramínea, es la principal ventaja de este germoplasma. De hecho esto indica que los agricultores están interesados en usar germoplasma de pasturas que reduzca el empleo de mano de obra para el control de malezas en potreros. Sin embargo, dicha característica podría tener impacto, no sólo en la mayor celeridad de la adopción por colonos con deseos de ahorrar en mano de obra, sino también, en el éxito del manejo de la regeneración natural en pasturas ya establecidas.

Cuadro 59. Ventajas y desventajas de *Brachiaria humidicola*, según los colonos que la han ensayado. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Ventajas	Colonos (no.)	Desventajas	Colonos (no.)
Buena producción de forraje	6	Lento establecimiento	11*
Buena competencia con malezas	11	Difícil manejo	5
Buen consumo animal	5	Baja producción de semilla sexual	3
Buen control erosión	2	Bajo consumo animal	5
Total	24	Total	24

n = 24 colonos.

* Nueve colonos, entre éstos, sembraron la gramínea partir de bosque primario, usando el método tradicional de socola, tala y siembra.

Cuadro 60. Motivación de los colonos para continuar la siembra y evaluación de B. humidicola INIAP-701 en fincas durante 1989 Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Motivos para adoptar la tecnología	Colonos (no.)
Competencia con malezas después del establecimiento	13
Renovación de otras pasturas en mezclas	8
Mayor producción forraje	3
Control de erosión ocasionada por lluvias	4
Tolerancia al salivazo	3
Tolerancia en suelos planos inundables	3
Buen consumo por animales	4
Total	38

El Cuadro 61 muestra la intensidad de uso de mano de obra familiar y contratada por hectárea y por año en los sistemas de finca de la zona. El 57.9% de la mano de obra utilizada en el control manual de malezas en pasturas es contratada. Por lo tanto, tecnologías que reduzcan la necesidad de mano de obra alquilada en pasturas establecidas, pueden ser muy atractivas para los colonos. Además, las actividades de divulgación sobre manejo de la regeneración natural deben extenderse específicamente a los contratistas y jornaleros contratados para efectuar las limpiezas de pasturas y cafetales.

Lo anterior permitiría minimizar las pérdidas actuales de brinzales y arbustos de valor comercial, ocasionadas por la falta de conocimiento y de motivación de los obreros para realizar limpiezas selectivas, ya que el énfasis en la divulgación de esta práctica se centra actualmente en el colono y su familia. Esto, explica la alta proporción encontrada de especies forestales provenientes de rebrotes (14.9% y 37.9% del total de árboles café y de pasturas, respectivamente). Además, documenta la importancia de dirigir la divulgación al sector informal de trabajadores de la región.

Los datos indican que 21.1% de los productores ampliarán las siembras de B. humidicola, principalmente en mezclas con otras gramíneas, para renovar pasturas degradadas, lo cual confirma la preferencia por esta forma de renovación de bajo costo.

La pérdida de suelo por arrastre y escorrentía, es un factor de riesgo para los colonos localizados en suelos rojos de colinas y forma parte de los criterios de decisión para seleccionar nuevo germoplasma de pasturas (10.5% de los colonos), junto con la tolerancia al salivazo y la capacidad de carga animal de las pasturas.

En suelos aluviales y en los volcánicos, generalmente más fértiles, pero sujetos a inundaciones periódicas, B. humidicola es una opción atractiva para los colonos. Esto, lo confirman unas 350 ha de pasturas establecidas con esta gramínea en los suelos aluviales del sector de El Cañón.

Cuadro 61. Intensidad de uso de mano de obra familiar (F) y contratada (C) (jornales/ha-año) en sistemas agroforestales en Napo, Ecuador.

Actividad	Agrosilvícola			Silvopastoril		
	F	C	Total	F	C	Total
<u>Control de malezas</u>						
manual	42.43	34.08	76.51	17.98	24.71	42.69
herbicidas	0	0	0	0.57	0.35	0.93
Podas	23.61	10.87	34.49	0	0	0
Cosecha	75.26	44.27	119.54	0	0	0
Total	141.30	89.22	230.54	18.55	25.06	43.62

n = 190 colonos.

Efecto del subproyecto sobre la adopción de *Brachiaria humidicola* INIAP-701.

En el Cuadro 62 se observa que de 146 colonos, que conocían *B. humidicola* al momento de la encuesta, el 35.6% tenían información sobre este cultivo antes de enero de 1985 como resultado de las actividades del INIAP después de la liberación del material en 1981. Es evidente que el Subproyecto ha acelerado el conocimiento y prueba del material en la zona a partir de 1985. El 39.3% (94 colonos) se enteraron de la tecnología de manejo de *B. humidicola* a través del Subproyecto y el 34% por los vecinos. Es decir, el efecto neto atribuible al Subproyecto en el conocimiento de esta tecnología ha sido del 73.3%. En contraste, el proceso de difusión autónomo, iniciado por el INIAP antes de 1985, tiene un efecto del 26.7%.

Los 146 colonos en la muestra obtuvieron la información sobre *B. humidicola* de la manera siguiente: 47.6% como efecto total del Subproyecto (25.3% por divulgación directa y 21.9% por efecto multiplicador), 17.8% por medio del INIAP (11.6% en forma directa y 6.1% por efecto multiplicador), 28.7% por intercambio de información entre los

Cuadro 62. Efecto de las fuentes de difusión del Subproyecto en el número de fincas que adoptan *B. humidicola* INIAP-701. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Fuente	Primera información		Material de siembra	
	Total 1/1/85	Antes de 1/1/85	Primera siembra	Siembra posterior
MAG	37	0	8	2
INIAP	17	14	5	0
Vecino usuario MAG	32	0	6	2
Vecino usuario INIAP	9	9	1	0
Otros vecinos	42	27	4	0
Propia finca	-	-	0	8
Otras entidades*	9	2	0	0
Total	146	52	24	12

n = 190 fincas.

* = Fondo Ecuatoriano para el Progreso de los Pueblos (FEPP) (2 casos), comerciantes (2), escuela (2), familiares (3).

mismos colonos, y 6.1% por la acción de otras instituciones tales como el Fondo Ecuatoriano para el Progreso de los Pueblos (FEPP), escuelas, comerciantes y miembros familiares.

El 33.3% de los colonos que ensayaron el material por primera vez lo recibieron del MAG y un 25% adicional de vecinos beneficiarios de ensayos en semilleros, promovidos por el Subproyecto. El 25% de los colonos que aceptaron la gramínea obtuvo el material del INIAP o de vecinos; el restante 16.7% lo obtuvo en fincas de vecinos. Para la siembra de potreros, los agricultores han sido la principal fuente de material vegetativo (66.7%), y la participación del Subproyecto ha sido de 32.3%.

Este esquema de promoción y siembra de *B. humidicola* es similar al observado en las fases iniciales en otros ecosistemas, en donde los agricultores tienen una participación activa en el intercambio de información y multiplicación del material, especialmente durante la fase de evaluación (Ramírez y Seré, 1989). Con base en estos resultados y para acelerar el proceso de propagación, es necesario difundir en forma más intensa los atributos de esta gramínea, así como los requerimientos técnicos para su establecimiento como pastura adaptada, y disponer de una mayor cantidad de material de siembra, mediante el establecimiento de semilleros en el mayor número de fincas posible.

Introducción de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350 en cultivos de café y en pasturas

Los ensayos de la Red Internacional de Investigación en Pastos Tropicales (RIEPT) en la zona, demostraron que *D. ovalifolium* CIAT 350 presenta buena cobertura, adaptación agronómica y alta producción de materia seca (INIAP-CIID-IICA, 1989). El Subproyecto ha promovido el uso de *D. ovalifolium* (trébol) en asociación con pasturas, y como cultivo de cobertura en plantaciones de café. Con esta tecnología se esperaba aumentar la persistencia y calidad de las gramíneas introducidas, particularmente *B. humidicola*, y reducir los requerimientos de mano de obra y herbicidas para el control de malezas en café. Por otra parte, desde el punto de vista financiero y de productividad de la mano de obra, estas prácticas pueden ser muy atractivas a los colonos.

Adopción de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350 en café y en pasturas.

En cultivos de café. La Figura 16 ilustra el proceso seguido por los colonos de la región en la adopción de esta leguminosa y su estado actual. De los 190 colonos en la muestra sólo 79 (41.7%) conocían la leguminosa y las prácticas de manejo, lo que indica la existencia de un amplio margen de acción para la divulgación de esta tecnología. De éstos, 22 colonos (11.5%) habían aceptado la tecnología y la habían probado en pequeñas áreas (semilleros) dentro de los cafetales. En 1989 el nivel de adopción extensiva era del 5.8% y la adopción intensiva de 3.2%, sugiriendo un interés creciente de los productores por este tipo de tecnología. Como consecuencia del corto período de difusión, el grado de adopción de la leguminosa en el sistema agrosilvícola es pequeño, y se encuentra en la fase de prueba y evaluación por productores.

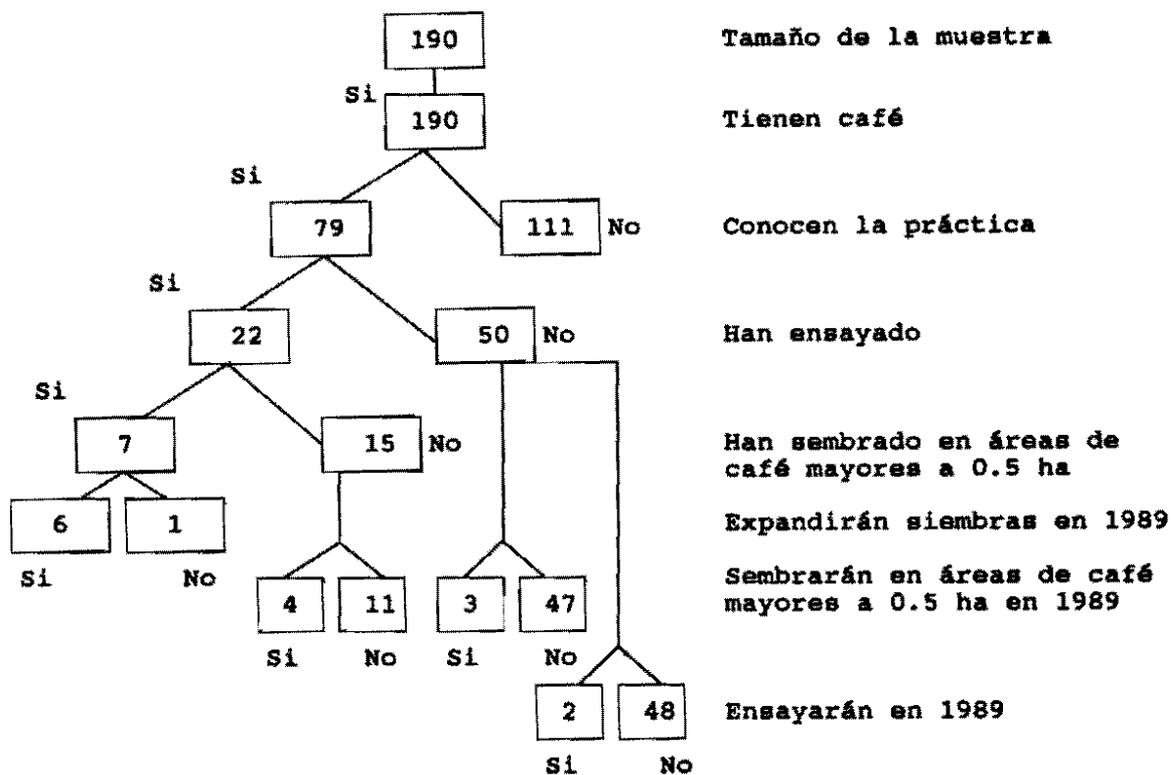


Figura 16. Proceso de adopción de *D. ovalifolium* CIAT-350 en plantaciones de café. (n = 190 fincas).

En pasturas asociadas. Como se ilustra en la Figura 17, el 47.9% de los colonos con pasturas tenían información sobre la siembra de asociaciones de gramíneas y leguminosas, pero solamente 4.9% habían ensayado la siembra de asociaciones (7 casos). El nivel de adopción extensiva era de 3.4% e intensiva de 0.69%, lo cual indica que existe una amplia brecha que requiere de actividades de promoción de esta tecnología. Si se tiene en cuenta que algunos colonos conocían esta práctica desde comienzos de 1980, las tasas bajas de adopción observadas indican las restricciones para la movilización masiva de la leguminosa en asociación con gramíneas (Cuadro 63).

Razones para la adopción de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350.

En café. Los colonos coinciden en señalar que la reducción de la mano de obra y de los costos en el control de malezas (45.4%) son las razones principales para ensayar la leguminosa como cobertura en el cultivo de café (Cuadro 64). Otros motivos son el control de la erosión por escorrentía (9.1%), mantenimiento de la humedad en el suelo (9.1%), mejoramiento de la fertilidad del suelo por el aporte de nitrógeno, y consiguiente aumento de la producción de café (9.1%), y el suministro de forraje a los animales domésticos (9.1%).

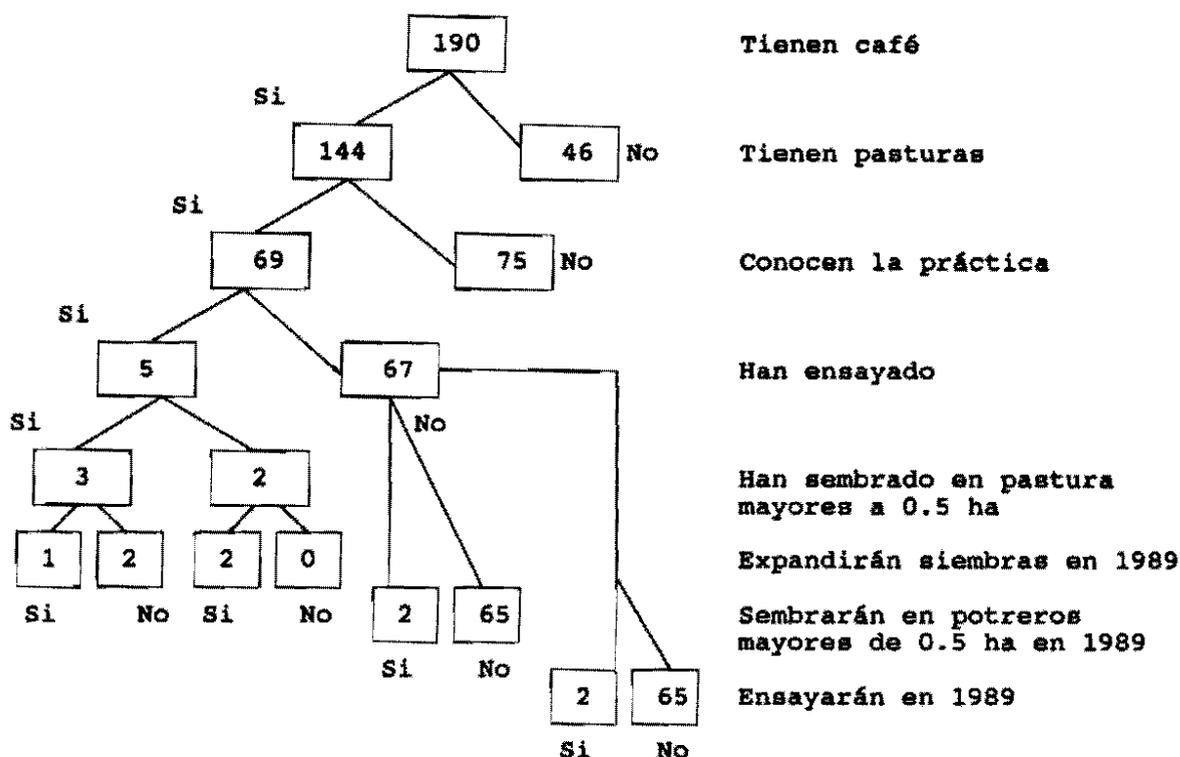


Figura 17. Proceso de adopción de *D. ovalifolium* CIAT-350 en asociaciones con gramíneas. (n = 190 fincas).

Cuadro 63. Intensidad de la adopción de *Desmodium ovalifolium* en plantaciones de café y en pasturas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Tipo de siembra	Café x	Pasturas x
Area en ensayos (m ²)*	25.26	15.78
Area establecida (ha)		
-siembra extensiva**	0.022	0.011
-café	7.30	--
-pasturas asociadas	--	6.46

n = 190 fincas.

* Area para todas las fincas de la muestra.

** Areas mayores que 0.5 ha de café y pasturas en asociación.

Cuadro 64. Razones expresadas por los colonos para ensayar Desmodium ovalifolium como cobertura en café y en asociación con pasturas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Razón para ensayar <u>D. ovalifolium</u>	Aceptadores (no.)	
	Café	Pasturas
Reducción mano de obra en control malezas	3	2
Reducción costos de control malezas	7	-
Control de erosión por lluvias	4	-
Conservación de la humedad	1	-
Abono verde para el suelo	2	-
Aumento producción del café	1	-
Consumo por cerdos, ovejas y equinos	2	2
Conocer la práctica, mejorar calidad de la gramínea	2	1
Total	22	5*

* B. humidicola = 1 caso, B. decumbens = 2 casos.
B. ruziziensis = 1 caso, Pennisetum purpureum = 1 caso.

Como se discutió antes, en las parcelas de café bajo monitoreo la introducción reciente de D. ovalifolium aún no se reflejaba en reducción del uso de mano de obra para control de malezas. Sin embargo, los colonos esperaban ahorrar tres de los cuatro jornales/ha usualmente requeridos cada año para el control manual de malezas. No obstante, uno de los colonos ya había aplicado herbicida para el control de la leguminosa, con el objeto de reducir su agresividad y facilitar la descomposición del material. Según el colono, el uso de herbicidas es una alternativa de bajo costo para manejar el exceso de forraje debido al bajo consumo animal de esta leguminosa.

Los beneficios del establecimiento de D. ovalifolium CIAT-350 como cultivo de cobertura en café son aun discutibles, incluyendo su efecto neto sobre la producción de café en el tiempo. Teóricamente, se considera que en función de su excelente adaptación al medio y la alta producción observada de biomasa, esta leguminosa puede influir en forma negativa en los rendimientos de café, debido a competencia por nutrientes del suelo. También es posible que la liberación de nutrientes, principalmente nitrógeno, a través de la descomposición de la biomasa puede ser muy lenta y perderse antes de su aprovechamiento por las plantas de café (M. Ayarza, comunicación personal). En contraste, se argumenta que la capa de materia orgánica formada por el D. ovalifolium favorece el desarrollo de micorrizas y mejora el ciclo de nutrientes en forma favorable para el café (Mass, Binkley and Janos; citados por Peck and Bishop, 1990).

En pasturas. El bajo número de productores (5) que ensayaron D. ovalifolium en pasturas, sugiere que en este caso también existe un alto riesgo de costos, que podría estar afectando las decisiones de los colonos de introducir la leguminosa. Dicho riesgo se refiere a que el costo final de introducir esta leguminosa exceda el beneficio esperado, debido tanto a la necesidad de controlar su agresividad con mano de obra y herbicidas, como a la pérdida de la pastura por invasión general.

Los motivos para ensayar esta leguminosa (Cuadro 64) fueron: el interés de los colonos por nuevas pasturas que reduzcan los requerimientos de mano de obra para controlar malezas (40%); y adquirir más conocimiento sobre el consumo de esta leguminosa por cerdos, ovejas y equinos (40%). Sólo un colono estableció la leguminosa para mejorar la calidad del forraje de la gramínea.

Razones para la no adopción de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350.

En cultivos de café. Los colonos que conocían la práctica y no la habían ensayado consideraron, entre otros inconvenientes (Cuadro 65), para su no adopción: la falta de semilla para la siembra (24%), la invasión del cultivo por la leguminosa, lo que dificulta la cosecha del café (30%), la falta de conocimiento sobre el manejo del cultivo asociado (8%), la escasez de mano de obra para establecer esta tecnología (8%), la creencia que la leguminosa requiere mano de obra (2%) o herbicidas (2%) para controlar su agresividad, el bajo consumo por los animales (2%), el lento establecimiento (2%) y la presencia de culebras (2%).

Se debe resaltar, sin embargo, que la acción del Subproyecto en la promoción de este tipo de tecnología es muy amplia, ya que las principales restricciones encontradas para su aceptación por los colonos se refieren básicamente a la falta de semilla para siembra, y desconocimiento del manejo de la leguminosa una vez establecida.

En pasturas asociadas. Los colonos consideran que el bajo consumo por los vacunos (32.8%) y la probable invasión de los potreros (24.5%) son las principales restricciones para introducir *D. ovalifolium* en sus pasturas. Es decir, que los productores perciben un alto riesgo de costos en la introducción de la leguminosa, debido a su agresividad, lo cual se agrava por la falta de conocimiento de las estrategias de manejo, sugeridas por el Subproyecto, tales como: el uso de cargas animal inferiores a 1.5 UA/ha, y el establecimiento de leguminosas en pasturas que muestren signos de degradación (Gutiérrez y Costales, 1990).

Cuadro 65. Razones expuestas por los colonos para no establecer *D. ovalifolium* en cultivos de café y en pasturas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Razones para no establecer	Número de colonos/cultivo	
	Café	Pasturas
Invasión del cafetal o la pastura	4	17
Dificultad en la cosecha	21	0
Falta de semilla	12	11
Lento establecimiento	1	2
Desconoce el manejo	4	8
Falta mano de obra para siembra y manejo	4	3
Muy agresiva y requiere manejo	2	
Bajo consumo voluntario por animales	1	22
Hospeda culebras	1	0
Falta de animales	0	4
Total	50	67

n = 190 fincas.

Estos resultados concuerdan, en parte, con los observados en un ensayo regional tipo D realizado en la estación experimental del INIAP en Payamino, Ecuador, en el cual, los tratamientos de la asociación B. humidicola INIAP-701 con D. ovalifolium CIAT-350, fueron invadidos por la leguminosa, después de 1098 días, aún bajo condiciones de manejo flexible (Caballero, 1989). La varianza (riesgo) en los costos reales de establecimiento de asociaciones con D. ovalifolium y cualquier otra leguminosa forrajera parece ser mayor para los colonos debido a: la falta de ganado (5.9%), la asesoría e información sobre manejo de las asociaciones (11.9%), y la baja disponibilidad de mano de obra (4.5%). Estos son factores de riesgo objetivos, los cuales pesan en las decisiones de los colonos para adoptar esta tecnología. Para reducir estos riesgos se requiere el uso de nuevo germoplasma de alta palatabilidad, menor agresividad y menos exigente en mano de obra, y de acciones de fomento complementarias como provisión de animales y asesoría técnica a los productores en el sistema silvopastoril.

En síntesis la introducción en fincas de ésta y otras leguminosas promisorias puede requerir de un proceso más riguroso de prueba y validación antes de su divulgación masiva. Las tecnologías de pasturas intensivas, que requieren de un mayor conocimiento por los productores, pueden resultar poco atractivas.

Efectos del Subproyecto sobre la adopción de *Desmodium ovalifolium* CIAT-350.

En cultivos de café. Como se observa en el Cuadro 66, de los 79 colonos que conocían la práctica de siembra de D. ovalifolium en el cultivo de café, 68.3% obtuvieron la información sobre dicha práctica después del inicio del Subproyecto. De éstos, 34 colonos (43.1%) recibieron la información directamente del MAG a través de visitas de los técnicos a las fincas; éste se considera el efecto directo del Subproyecto.

El efecto indirecto o multiplicador se estima por el número de colonos con información de la práctica, proveniente de los vecinos usuarios del MAG. Estos usuarios equivalen a 7.6%, con lo cual el efecto neto total del Subproyecto sobre la difusión de esta práctica en café es de 75.9%. El restante 24.1% corresponde al efecto de extensión o difusión promovidos antes de 1985 por el MAG e INIAP.

El efecto del Subproyecto sobre la siembra inicial y posterior se estima en 100%, ya que la totalidad de las siembras en la muestra se realizaron con material inicial provisto por el Subproyecto después de 1985.

En pasturas asociadas. El efecto total del Subproyecto se estima en 52%; en este caso, el efecto directo del Subproyecto sobre el conocimiento de la leguminosa se estima en 44.9% y el efecto multiplicador en 7.2%. El proceso de difusión autónomo en el conocimiento de esta práctica ha sido muy importante (47.9%) y se inició antes de 1985 con un ensayo regional D, realizado por el INIAP. En forma similar a lo ocurrido con el cultivo de café, el efecto del Subproyecto sobre las siembras y prueba de esta tecnología en pasturas ha sido de 100%.

Cuadro 66. Contribución del Subproyecto al conocimiento y adopción de Desmodium ovalifolium en cultivos de café y pasturas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Fuentes de información	En café (no. de fincas)		En pasturas (no. de fincas)					
	Siembra inicial muestra	Siembra posterior después 1/1/85	Siembra inicial muestra	Siembra posterior después 1/1/85				
<u>Fuente de información</u>								
MAG	38	34	33	31				
INIAP	5	3	5	3				
Vecino usuario del MAG	8	6	6	5				
Vecino usuario del INIAP	9	7	6	4				
Otros vecinos	1	1	4	1				
Otras fuentes	18*	3	14**	2				
Total	79	54	69	46				
<u>Fuente de material de siembra</u> †	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
MAG	19	19	4	4	5	5	1	1
INIAP	0	0	0	0	0	0	0	0
Vecino usuario MAG	2	2	0	0	0	0	0	0
Vecino usuario INIAP	1	1	0	0	0	0	0	0
Otros vecinos	0	0	0	0	0	0	0	0
Otras instituciones	0	0	0	0	0	0	0	0
Finca del colono	0	0	7	7	0	0	0	0
Total	22	22	11	11	5	5	1	1

† = (1) Muestra inicial, (2) Después del 1/1/85. n = 190 fincas.

* Familiares = 13, comerciantes = 2, FEP = 1, no recuerda = 2.

** Familiares = 13, comerciantes = 1, no recuerda = 1.

Introducción de la práctica de podas en el cultivo de café

En 1987, el Subproyecto inició la divulgación de las técnicas conocidas de poda de los cafetales, mediante la eliminación de rebrotes (chupones) a fin de controlar los daños causados por el taladrador del café (Xilosandrus morigerus); la eliminación del exceso de ramas de crecimiento para reducir la sombra, que favorece ciertas enfermedades foliares como el 'mal de hilacha' (Corticium koleroga); y el mejoramiento de la producción y eficiencia en la recolección del café mediante el agobio de las plantas y la eliminación del método convencional de agobio con garabato.

Recientemente, el Subproyecto inició la demostración de prácticas de recepa para renovación de los cafetales viejos. Estos esfuerzos, se reforzaron a partir de 1989 con la colaboración del Programa Nacional del Café del MAG, como respuesta a la presencia de la broca (Hypothenomus hampei). Estas prácticas son microeconómicamente muy atractivas como se discutió anteriormente.

Adopción de la práctica de podas en los cafetales

El 100% de los productores en la muestra conocían la práctica de poda del café (Figura 18). De 188 fincas cafetaleras, el 93.6% habían efectuado alguna forma de poda,

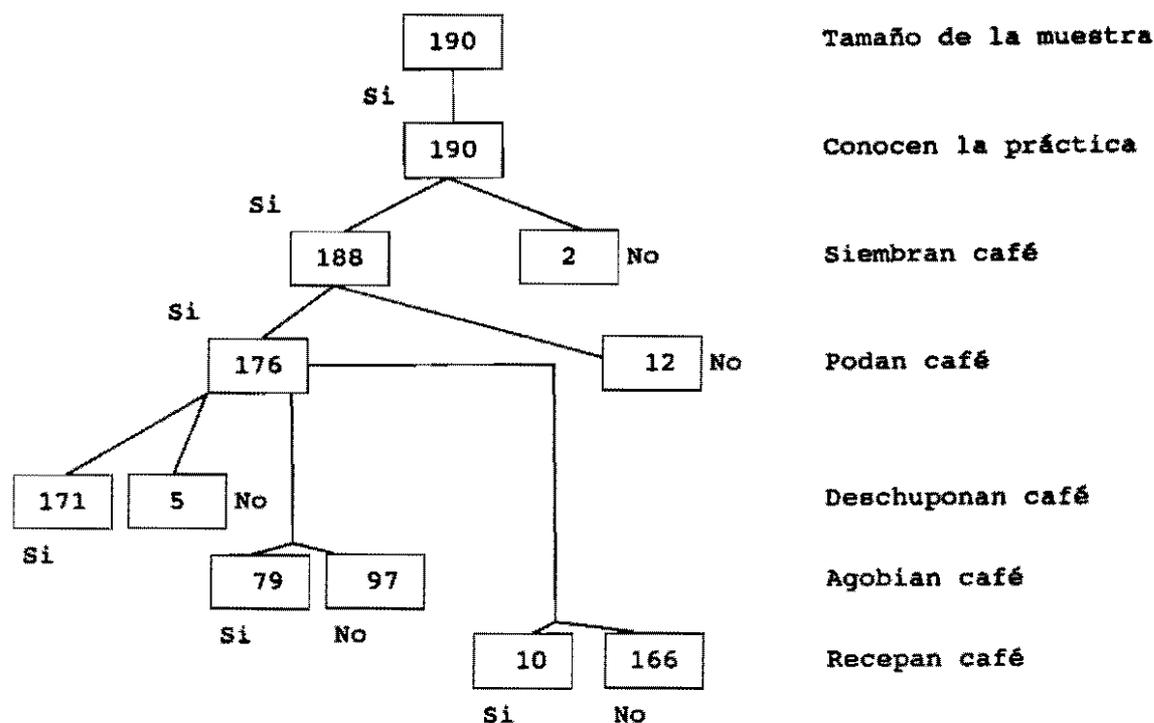


Figura 18. Estado actual de la adopción de prácticas de poda del café, Napo, Ecuador.

principalmente la eliminación de chupones y podas de formación (90.9%). Más de 50% de los productores de café realizaban prácticas de agobio⁴ (51.2%), y el 5.3% habían recepado los cafetales viejos (Cuadro 67).

Las podas del café son altamente atractivas en términos financieros y de retribución a la mano de obra. El uso poco frecuente del agobio y las recepas, se explica por el corto período de exposición de los colonos a estas prácticas y a factores de riesgo. Los riesgos de producción de estas prácticas para los colonos, se expresan como la probabilidad que las ganancias en rendimiento del café y reducción en costos sean menores que las ganancias esperadas, debido a daños mecánicos de las plantas, daños fisiológicos, y mayores requerimientos de mano de obra especializada.

Dentro de este marco el nivel de uso de estas prácticas varía según el estado de crecimiento de las plantaciones. Como se aprecia en el Cuadro 67 cerca de un tercio del área plantada se encontraba distribuida en cada uno de los tres estados de desarrollo del café (nuevo, mozo y viejo), reflejando el interés de los colonos de mantener en producción al menos dos terceras partes del área establecida (café mozo y viejo).

4. El agobio consiste en la inclinación del eje principal de la planta hasta que forma un ángulo de 45 a 50 grados con relación al suelo, a fin de estimular la emisión de nuevos brotes y ramas de fructificación (Gutiérrez y Shiguango, 1990).

Cuadro 67. Estado de crecimiento de las plantaciones y uso de prácticas de podas. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Estado de crecimiento	Año de la plantación	Deschupone		Agobio		Recepa		Total	
		no.*	ha**	no.*	ha**	no.*	ha**	no.*	ha**
Café:									
- nuevo	<3	127	2.11	63	1.46	0	0	141	2.11
- mozo	3.1 - 7	146	2.31	70	1.43	0	0	154	2.80
- viejo	>7.1	103	1.13	48	1.49	10	0.11	111	2.13
Total		171	4.78	79	1.46	10	0.11	188	7.34

n = 190 fincas.

* Número de fincas que tenía café en esa categoría y usaban la práctica.

** Area promedio de las fincas en la muestra.

Se encontró que el uso de la práctica de 'deschupone' era generalizado para todos los tipos de café existentes en más del 90% de las fincas. Asimismo, la intensidad de adopción de esta práctica se extendía a 65.1%; el agobio a 19.9%; y la recepa a 1.5% del área media de café existente en las fincas.

Razones para la adopción de podas en café

Como se indica en el Cuadro 68, la principal razón para el empleo de podas es el convencimiento de los colonos que esta práctica aumenta la producción de café (82.9%), controla plagas como el taladrador de las ramas y la enfermedad mal de hilacha, y hace más eficiente la mano de obra para la recolección del grano.

El agobio no se realiza en las plantaciones de café recién establecidas ni en las fincas con mano de obra familiar escasa. Como se aprecia en el Cuadro 61, el 70.5% de la mano de obra usada para podar las plantas de café era familiar. Debido a los riesgos de costos incrementales por daños mecánicos y fisiológicos en las plantas (exceso de podas), los colonos manifestaron su preferencia en utilizar su propia mano de obra y la de la familia para realizar esta práctica. En consecuencia, la práctica de agobio puede restringirse en el futuro, a menos que se adiestre a los miembros de la familia, y a los operadores de campo.

Por otro lado, la presencia de la broca del café en la zona podría favorecer la intensificación de las prácticas de manejo de este cultivo (Cuadro 13), más bien que la expansión horizontal del cultivo. En consecuencia, para acelerar la intensificación de las fincas agrosilvícolas, se requiere extender las demostraciones de prácticas de poda, principalmente el agobio y las recepas.

El agobio, además de aumentar la productividad del café por la emisión de nuevas ramas de fructificación, facilita la recolección total de los granos. Esta última práctica, como lo demuestran las parcelas bajo monitoreo en este estudio, reduce la incidencia de la broca, ya que al cosechar todos los granos, se eliminan los hospederos del insecto.

Cuadro 68. Razones de los colonos para adoptar prácticas de podas en café. Subproyecto del Coca, Napo, Ecuador.

Razones para adoptar	No.*	Razones para no adoptar	No.*
Aumento producción	146	Café muy nuevo	7
Facilita la recolección	13	Mano de obra escasa	5
Controla plagas y enfermedades	13		-
Aumenta la persistencia del cultivo	4		-
Total	176		12

n = 190 fincas.

* Numero de fincas que adoptaron o no la práctica.

La recepa es una alternativa de uso más intensivo de la tierra en el tiempo; a la vez, una forma de capitalizar los beneficios del sistema agrosilvícola para la conservación del suelo, debido al reciclado de materia orgánica y al control de la erosión. Sin embargo, la incertidumbre asociada a esta práctica obliga a demostrar dichos beneficios a los colonos, y a evaluar su efecto en los rendimientos, requerimientos de mano de obra, manejo en asociación con otros cultivos y árboles, y la persistencia del café.

Efectos del Subproyecto sobre la adopción de la práctica de poda del café

La mayoría de los productores conocía parcialmente las técnicas de poda del café, principalmente las podas de formación (deschupone), lo cual en algunos casos aprendieron antes de emigrar a esta región. El efecto neto del Subproyecto sobre la adopción se estima en 19.1% respecto al número de productores que conocían esta práctica (Cuadro 69). El proceso de difusión autónoma de esta práctica es de 80.9%. El efecto del Subproyecto incluye los colonos asistidos directamente en demostraciones (11.7%), y aquellos que se informaron a través de sus vecinos (6.4%), y de grupos organizados (escuelas, 1%). Por lo tanto, el efecto multiplicador se estima en 7.4%.

Tendencias en la adopción de prácticas agroforestales

Es evidente que el manejo de árboles en café y pasturas, así como la práctica de podas en el café han alcanzado un techo de adopción, definido por la proporción de colonos que han aceptado y están usando estas prácticas en forma continuada.

En contraste, la adopción de *B. humidicola* y de *D. ovalifolium* en plantaciones de café y en pasturas están aún en un proceso de evaluación por los colonos. Por lo tanto, se requieren mayores esfuerzos de investigación y validación de esta tecnología para disminuir los riesgos actuales de costos y de difusión, para acelerar el proceso de adopción de este tipo de tecnologías.

Para proyectar ex-ante los niveles de adopción en el futuro, se ajustaron funciones logísticas a los datos sobre niveles de adopción observados para cada práctica en las fincas de los 190 colonos en la muestra. Los modelos estimados aparecen en el Cuadro 70. El porcentaje de fincas adoptadoras se calculó de acuerdo a la relación siguiente:

$$A_t = (K/(1 + \exp(-a \cdot b \cdot t)))$$

en donde:

A_t = porcentaje acumulado de fincas adoptadoras de la práctica en el año t (nivel de adopción).

La estimación de los modelos supone que en el futuro el efecto de difusión autónoma se mantendrá constante a los niveles observados durante la ejecución del Subproyecto. Es decir, no existe efecto acumulado de este proceso sobre la adopción futura. La dinámica de dicho efecto es difícil de simular en un contexto estático como en el presente caso. En el análisis de beneficio-costos siguiente, los beneficios netos atribuibles al Subproyecto se ajustan en igual proporción. Aún así, éstos se sesgan ligeramente a favor del Subproyecto.

Los modelos se usaron para predecir los niveles de adopción de estas prácticas en respuesta a las acciones de divulgación y comprobación de las mismas en el futuro. Para la tecnología de siembra de pasturas en árboles y las podas de café, el techo seleccionado corresponde a aquel que rinde el mejor ajuste de la función logística, medido por el coeficiente de determinación múltiple (R^2). Con base en las experiencias del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, sobre movilización de *Brachiaria* y *Andropogon*, y de leguminosas forrajeras, se supusieron techos de 35% para *D. ovalifolium* en café, 30% para *B. humidicola*, y de 20% para *D. ovalifolium* en asociación con pasturas (CIAT, 1985; Ramírez y Seré, 1989; Cadavid et al., 1990; Sáez et al., 1990).

Las proyecciones de estos modelos se ilustran en las Figuras 19 a 23. Las tendencias están de acuerdo con la viabilidad técnica y la atractividad financiera de la tecnología y de los sistemas de uso de la tierra en la región, y documentan la existencia un margen de acción muy amplio para las actividades futuras de promoción agroforestal en la región.

Cuadro 69. Contribución neta del Subproyecto al conocimiento y adopción de prácticas de podas en café. Napo, Ecuador.

Fuentes de información	Número de colonos	
	Muestra	Después 1/1/85
MAG	21	21
INIAP	1	1
Vecino usuario MAG	12	12
Vecino usuario INIAP	0	0
Otros vecinos	12	10
Cooperativa cafetera	0	0
Medios masivos*	1	1
Otras entidades**	2	2
Ya conocían antes de 1/1/85	139	0
Total	188	47
Fecha primera información	9/77	8/86
Fecha primera poda	7/83	12/87

$n = 190$ fincas. * Medios escritos. ** Escuela.

Cuadro 70. Estimación de modelos logísticos* de adopción de prácticas agroforestales en Napo. Subproyecto del Coca, Ecuador.

Tecnología	Término constante (a)	Celeridad de adopción (b)	R ²	Valor de F
Arboles en café y pasturas	-20.241 (-14.331)	0.2456 (13.525)***	0.896	182.92**
Podas en café	-34.865 (-31.841)	0.411 (30.711)	0.985	943.19**
Kikuyo (<i>G. humidicola</i> INIAP-701)	-54.204 (-8.060)	0.610 (7.787)	0.952	60.64**
Trébol (<i>D. ovalifolium</i> CIAT-350):				
- en café	-43.397 (-7.684)	0.475 (7.559)	0.933	57.14**
- en pasturas	-46.055 (-13.480)	0.501 (12.775)	0.987	163.19**

* Estimados según la forma lineal en logaritmos de la función $[At/(K-At)] = e^{bt}$.

** Significativo $P(< 0.01)$.

*** Valores entre paréntesis corresponden al valor de t calculado.

Para consolidar el impacto socioeconómico de esta tecnología, se requiere continuar el proceso de validación, ajuste y afinamiento de la tecnología para el uso de árboles y prácticas mejoradas en café, y a la movilización de germoplasma de pasturas en asociación con árboles. Dicho esfuerzo deberá estar acompañado de acciones complementarias de desarrollo, que faciliten el financiamiento de ganado vacuno, la integración vertical de la producción con el procesamiento de maderas, la apertura de mercados para leche y maderas suaves, y el mantenimiento de la infraestructura de servicios de apoyo a la producción (investigación, extensión, vías, electrificación), y de servicios de financiamiento y mercadeo de estos productos.

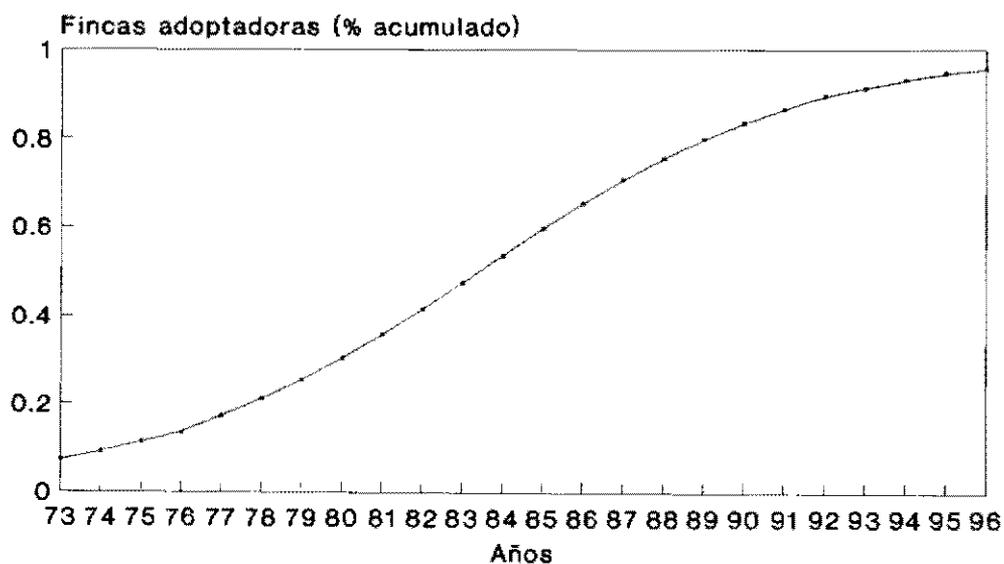


Figura 19. Nivel de adopción de árboles en sistemas agroforestales en Napo, Ecuador. 1973-1996.

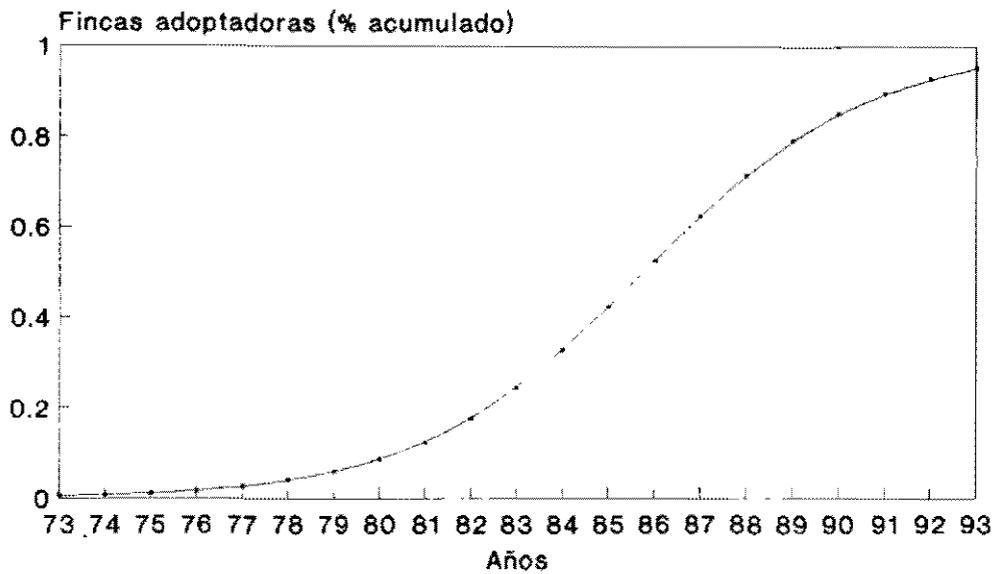


Figura 20. Nivel de adopción de prácticas de podas de café (*Coffea canephora* var. Robusta, en Napo, Ecuador. 1973-1992.

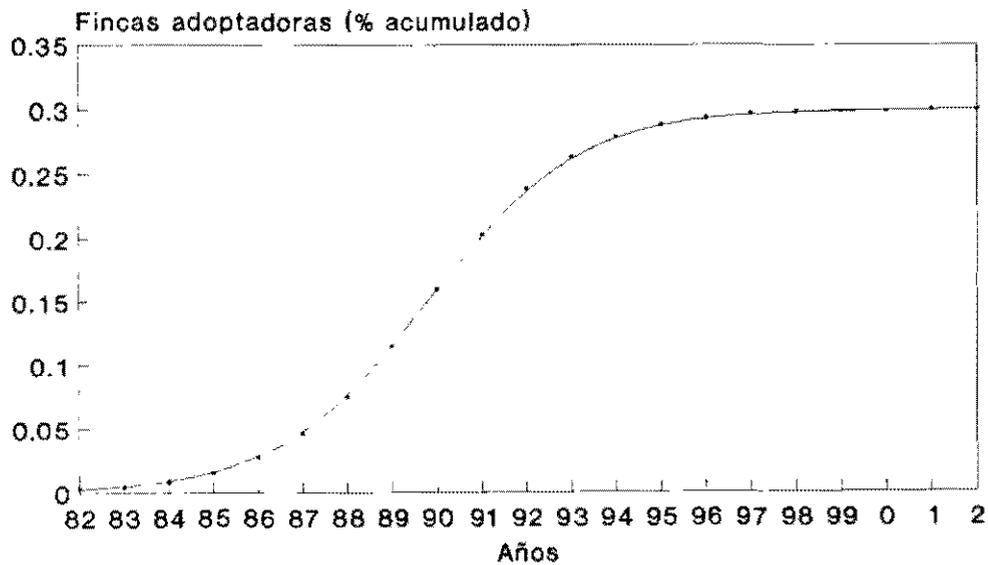


Figura 21. Nivel de adopción de *Brachiaria humidicola* INIAP-701 en Napo, Ecuador. 1982-1998.

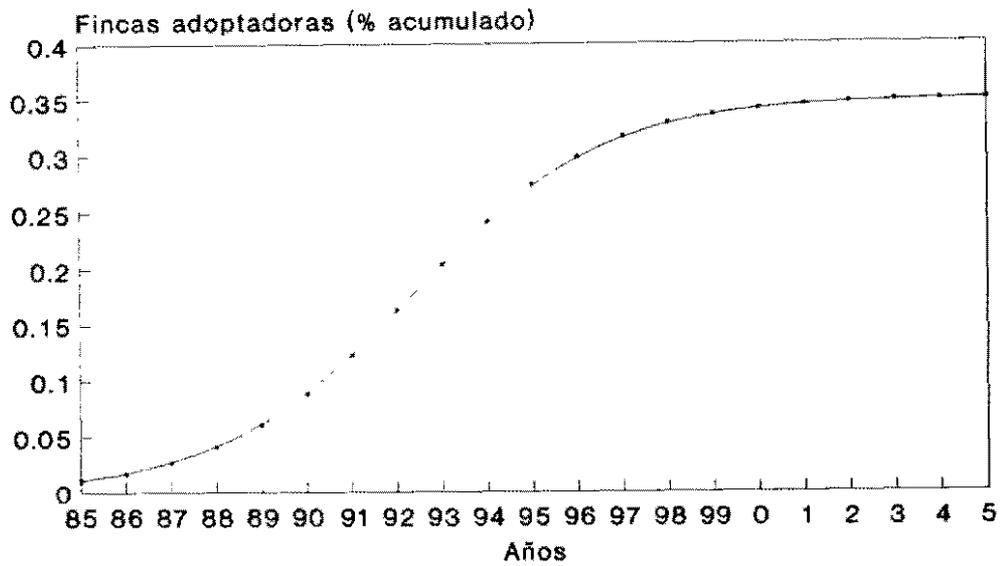


Figura 22. Nivel de adopción de Desmodium ovalifolium CIAT-350 como cultivo de cobertura en café en Napo, Ecuador. 1985-2005.

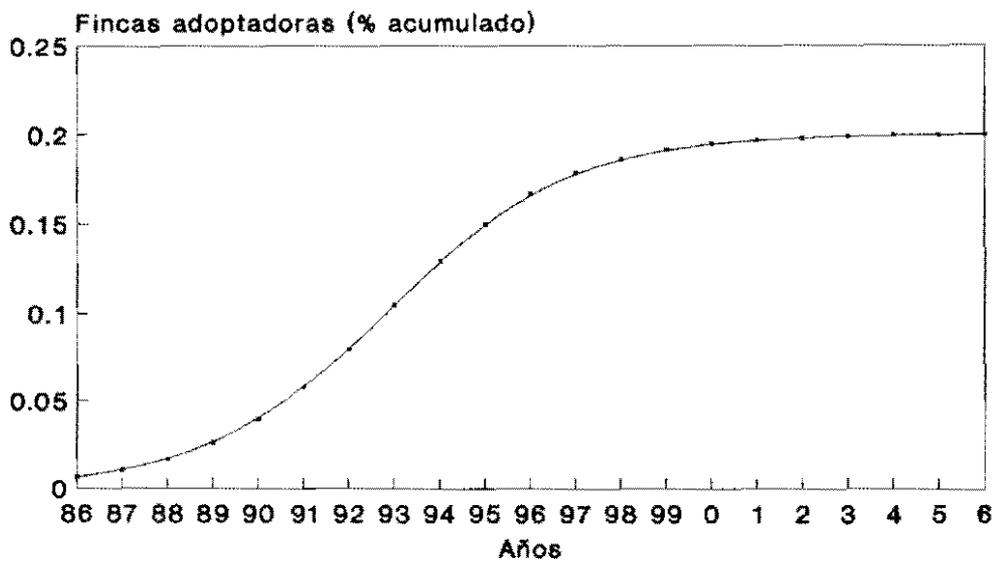


Figura 23. Nivel de adopción de Desmodium ovalifolium CIAT-350 en asociación con gramíneas en pasturas en Napo, Ecuador. 1986-2004.

Características Socioeconómicas de las Familias de los Colonos⁵

Antecedentes

Con el propósito de caracterizar la situación socioeconómica de los hogares de colonos de la zona se entrevistaron 176 amas de casa. Los resultados de esta encuesta sirvieron para las evaluaciones posteriores de los cambios en su nivel de vida, como respuesta a los cambios tecnológicos en la producción y los ingresos inducidos por el Subproyecto. El formulario de encuesta fue similar al utilizado por FUNDAGRO en sus estudios en otras regiones del país.

Las amas de casa respondieron una encuesta relacionada con los precios de los alimentos y con varios aspectos de la alimentación y sobre producción familiar. La mayoría de información sobre el consumo de alimento se hizo con base en un listado de productos de consumo familiar, de caza y pesca, y del mercado.

Se calculó el contenido de energía (calorías) de cada alimento y de la dieta total. También, se calculó la proporción de la energía total suministrada por la producción doméstica o del mercado y el porcentaje de la dieta proveniente de algunos alimentos básicos.

La mayoría de las mujeres entrevistadas conocía muy poco del Subproyecto agroforestal por lo cual manifestaron no tener ninguna participación en el mismo. Solo seis personas indicaron ser participantes. La muestra, por lo tanto, no permite hacer comparaciones entre participantes y no participantes.

Factores demográficos

La ocupación principal de la mayoría de los informantes era el cuidado del hogar. Así, el 84% respondieron que se dedicaban a los quehaceres domésticos (146), 10% a actividades agropecuarias y el resto a otras actividades. En cuanto a su distribución por edades, los datos indican que 21% de las mujeres eran menores de 30 años, otro 30% se encontraban en el grupo de 30 a 45 años y el resto en edades hasta los 77 años. El tamaño de la familia promedio fue de 6.5 miembros con una desviación estándar de 2.9 personas por familia.

En cuanto al nivel de instrucción formal, 18% de las personas en la muestra era analfabeta, 2% había asistido a centros de alfabetización, 74% tenía entre 1 y 6 años de educación primaria y 5% tenían educación secundaria. Comparando el grado de instrucción de las señoras con la de sus esposos, se observa que 17% de los hombres eran analfabetos, 1% había asistido a un centro de alfabetización, 78% tenía entre 1-6 años de instrucción primaria y 3% secundaria.

5. Los autores agradecen la contribución de la Dra. Kathleen DeWalt del Departamento de Ciencias del Comportamiento, Facultad de Medicina de la Universidad de Kentucky por su contribución a este análisis.

Variables de análisis

- a) ENV: Escala de nivel de vida. Es la suma de bienes poseídos por la familia, asignando pesos por el porcentaje de las familias que no tienen dicho bien.
- b) PROENERGIA: Porcentaje de la energía requerida por las familias que están satisfechas con la dieta.

Proporción de la energía total consumida por la familia provista por cada alimento:

- c) PROCEREALES: Cereales.
- d) PROARROZ: Arroz.
- e) PROANIMAL: Producto de fuentes animales.
- f) PROBANANO: Banano (guineo, plátano verde, plátano maduro).
- g) PROAZUCAR: Azúcar.
- h) PROLEGUM: Leguminosas.
- i) PROVEGETALES: Legumbres.
- j) PROFRUTAS: Frutas.
- k) PROOTROS: Otros alimentos (aceite, manteca, colas, Ricacao, etc.).
- l) PROYUCA: Yuca.
- m) PROPASTA: Productos de harina de trigo (fideos, tallarines, etc.).
- n) PROMUERTO: Proporción de niños que murieron antes de los cinco años de edad.
- ñ) SUBRATIO: Proporción de la energía consumida por las familias que viene de su propia producción.

Tipo de vivienda

Las viviendas eran por lo general típicas de poblaciones de bajos ingresos en zonas tropicales de América Latina. El techo estaba hecho de latas de zinc en 94% de los casos, mencionándose también la teja 'eternit' y losa en mínimas proporciones. Las paredes eran de madera en 88% de los casos, seguida por caña no revestida (7%) y bloque en menores proporciones. Los pisos eran de madera en 87% de las viviendas, 7% de cemento y pocas de suelo o caña. El número de cuartos para 82% de las casas variaba entre 2 y 4, con pequeñas proporciones en los extremos superior e inferior. El rango reportado fue de 1 a 8 cuartos.

La tenencia de las viviendas en su gran mayoría correspondía a viviendas propias (98%). Solamente ocho viviendas disponían de agua corriente. La mayoría obtenían el agua para consumo de alguna vertiente (47%), pozo (26%) o río/acequia (16%).

Entre los aspectos de la vivienda que tienen mucha influencia en la higiene y salud humanas están la disponibilidad de fuentes seguras de agua y la eliminación sanitaria de desechos humanos. Como se indicó anteriormente, un 90% de la población estudiada recogía el agua para uso casero de fuentes externas tales como pozos, vertientes, río, acequia o quebrada. Además, sólo el 35% de los informantes acostumbraban a hervir el agua. La disposición de excretas se hacía en campo abierto (86%) o letrina (10%). Sólo 2.3% reportaron disponer de servicio higiénico.

Finalmente, se encontró energía eléctrica disponible en solo 8% de las familias. La cocción de alimentos se realizaba en un 52% con leña o carbón y 46% con gas o kerex.

Producción hortícola

Los datos de la encuesta de hogares señalan que existe muy poca producción hortícola en la zona. Solamente 14% de las mujeres entrevistadas respondieron tener un huerto familiar a su cargo. Esto es muy indicativo de las costumbres alimenticias de la zona, pues como se observa al analizar los datos sobre consumo de alimentos, el consumo de verduras frescas es muy bajo.

Consumo y nutrición

- Dieta típica. La Figura 24 muestra la proporción promedio de la energía total consumida por la familia según varias clases de alimentos.

Los alimentos más importantes como fuentes de calorías eran los que aquí se definen genéricamente como bananos, o sea: guineo, plátano verde y plátano maduro. Estos proveían en promedio el 32% de la energía total de la dieta. En segundo lugar (29.8%) se encontraron los cereales, entre los cuales, aproximadamente 50% correspondía al arroz, seguido por elaborados de trigo. Las raíces y tubérculos, incluyendo la yuca, contribuían con menos del 6% de la dieta. El consumo de productos animales representaba solamente el 7% y el consumo de frutas y legumbres no alcanzaba al 2% de la dieta. En comparación con otras encuestas levantadas en la Sierra (Mejía y Salcedo) y la Costa (Jipijapa) el consumo de banano es mucho más alto y el consumo de productos animales y leguminosas es similar. El consumo de cereales, principalmente arroz, es más bajo en la Sierra y más alto en la Costa que en la Amazonia. El consumo de legumbres y frutas es similar en las tres zonas.

El consumo de yuca fue más bajo de lo esperado. Este alimento proveía en promedio menos del 5% de la energía de la dieta. Mas de 36% de los informantes no reportaron el consumo de yuca en la semana anterior a la encuesta y en sólo 10% de las familias la yuca suministraba más del 10% de la energía de la dieta. En promedio, las familias satisfacían sus requerimientos de energía en un 160% de lo requerido⁶. Sin embargo, 25% de las familias en la muestra no consumían suficientes alimentos para llenar este requerimiento.

6. Este cálculo incluye los posibles desperdicios y puede ser una sobreestimación del consumo real de energía.

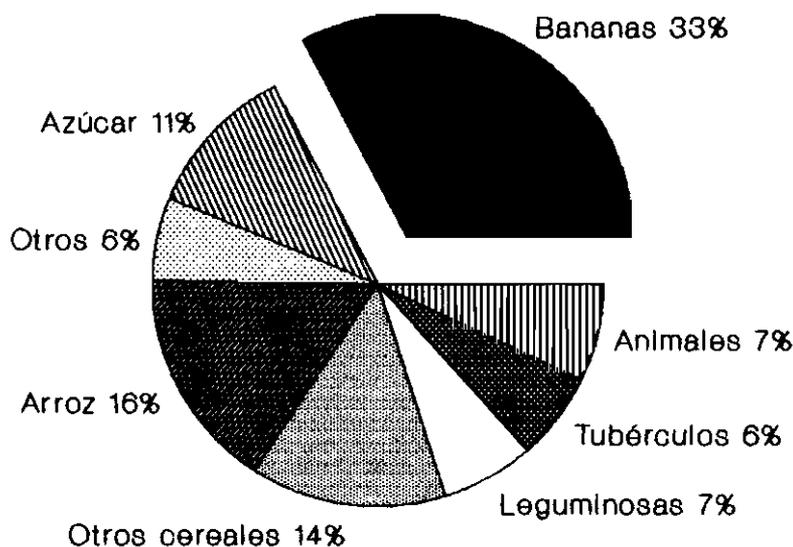


Figura 24. Porcentaje de energía total provisto por alimentos básicos consumidos en los hogares de colonos en Napo, 1989.

- Producción de subsistencia y el mercado. El Cuadro 72 muestra la distribución de la energía total consumida por las familias según su procedencia, definida ésta como producción de la finca (autosubsistencia) y alimentos comprados en el mercado. El promedio de calorías consumida provenientes de la producción de autosubsistencia era del 26% y el promedio provisto por el mercado era del 74%.

El principal alimento producido en la finca es el grupo de los bananos. En promedio solo 18% del consumo provenía del mercado. En cambio, la mayor parte de alimentos en el grupo de cereales (arroz y fideos) provenían del mercado, siendo notable el hecho de que 46% de los productos animales consumidos en el hogar eran obtenidos por compra fuera de la finca.

Para examinar el efecto de la producción de alimentos de la finca sobre la capacidad de la familia para satisfacer sus requerimientos nutricionales, se realizó un análisis de asociación, mediante la correlación de la variable PROENERGIA y la proporción de energía suministrada por cada alimento en la dieta. El Cuadro 73 ilustra los coeficientes de correlación estimados y su nivel de significancia.

Cuadro 72. Proporción de la energía total de alimentos consumida por las familias de colonos, que provienen de la producción de autosubsistencia en las fincas (n=176).

	Promedio (%)	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Dieta total	26	30	00	0.81
Banano	83	36	00	1.00
Arroz	02	14	00	1.00
Cereales ^a	06	18	00	0.97
Productos origen animal ^b	44	37	00	1.00

a. Trigo, cebada y maíz.

b. Carnes, leche, huevos, queso, mantequilla.

Cuadro 73. Correlación entre la variable PROENERGIA y el consumo de alimentos producidos en la finca (n=176).

	PROENERGIA (%)
Gasto total en alimentos en la semana anterior	0.29*
Energía total de:	
- alimentos producidos en la finca	0.36**
- alimentos comprados	0.25*
- productos de banano de la finca	0.23*
- productos de banano comprados	-0.03
Porcentaje de la dieta de alimentos:	
- producidos en la finca	0.22
- comprados	-0.22

* Correlación significativa (P < 0.01).

** Correlación significativa (P < 0.001).

Según estos resultados las familias que gastan más dinero en la compra de alimentos fuera de la finca satisfacen mejor sus requerimientos nutricionales comparados con los que compran menos. Sin embargo, las familias que consumen una mayor proporción de alimentos producidos en la finca tienen las mejores dietas. La correlación entre el porcentaje de la dieta comprada y el porcentaje de energía requerida por las familias cubierto por la dieta (PROENERGIA) es negativa, como se indica en el Cuadro 74.

Las familias que dependen más de productos de autosubsistencia consumen significativamente más yuca, plátano y frutas, menos arroz, fideos y leguminosas y gastan menos en alimentos. Estas familias sustituyen el consumo de los cereales y leguminosas que deben ser comprados en el mercado con yuca y plátano producidos en la finca. Aunque con dicha sustitución no hay diferencia en la capacidad de satisfacer los requerimientos de energía, es posible que existan deficiencias de proteínas de mejor calidad.

Cuadro 74. Correlación entre la variable subratio, el consumo de energía y la proporción de la dieta proveniente de alimentos producidos en la finca.

Variable	SUBRATIO
PROCEREALES	-0.25 **
PROLEGUMINOSAS	-0.16 *
PROTUBERCULOS	0.30 ***
PROANIMAL	-0.07
PROVEGETALES	-0.13
PROFRUTAS	0.21 *
PROOTROS	-0.16 *
PROBANANO	0.24 **
PROARROZ	-0.26 **
PROYUCA	0.33 ***
PROPASTA	-0.19 *
Gasto total en alimentos	-0.30 **

* Correlación significativa (P < 0.05).
 ** Correlación significativa (P < 0.01).
 *** Correlación significativa (P < 0.001).

- Otros factores que afectan el consumo de alimentos y la dieta. Según el Cuadro 75 la variable más importante que afecta la calidad de la dieta es el tamaño de la familia. Es más difícil para las familias grandes satisfacer sus requerimientos nutricionales. La relación entre la edad de la señora y el consumo de alimentos es una resultante de dicha relación ya que las mujeres de más edad tienden a tener una familia más numerosa y es muy probable que estas mujeres tengan un nivel más bajo de escolaridad (educación formal).

Como se ilustra en el Cuadro 76 el nivel de vida tiene una correlación positiva de 0.30 con el consumo de alimentos en la familia. Esta escala es una medida general de las condiciones económicas de la familia y se interpreta como una medida aproximada del nivel de ingresos. En general se observa que una mejor condición económica conlleva a un mayor consumo de varios alimentos.

Las familias de colonos con más recursos consumen más legumbres y más alimentos de la categoría "otros" (o sea aceite, azúcar, cacao, etc.). Estas familias también gastan más en la compra de alimentos fuera de la finca y las amas de casa son significativamente más educadas. Las familias con menos recursos dependen más de productos como banano y yuca. Pero éste último no es estadísticamente significativo.

Salud

Este parámetro cubrió aspectos relativos a la reproducción, morbilidad y mortalidad en las familias de colonos. Los datos de la encuesta indican que 36 mujeres (20% de la muestra) no habían tenido ningún embarazo hasta la fecha de la entrevista. De las mujeres restantes (80%) habían tenido de 1 a 14 embarazos, con un promedio de 4.8 embarazos.

Cuadro 75. Coeficientes de correlación entre la variable PROENERGIA y otras características de la familia.

Coeficientes	PROENERGIA
Tiempo de residencia en el pueblo	-0.13
Edad de la señora	-0.26 *
Nivel de educación de la señora	-0.02
Edad del cónyuge	-0.28 *
Número total personas viviendo en la casa	-0.54 **
Número de ganado en posesión	0.07
Leche producida por día	0.20
Escala del nivel de vida	0.30 *

* P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001.

Cuadro 76. Correlación entre la variable ENV (Nivel de vida) y el consumo de alimentos.

Coeficientes	Variable ENV
Tiempo de residencia en el pueblo	-0.04
Edad de la señora	-0.05
Nivel de educación de la señora	0.30 **
Edad del cónyuge	-0.08
Número total personas viviendo en la casa	-0.20 *
Número de ganado en posesión	0.05
Leche producida por día	0.35 ***
PROCEREALES	-0.00
PROLEGUM	0.10
PROTUBERCULOS	-0.13
PROANIMAL	0.13
PROVEGETALES	0.28 **
PROFRUTAS	0.07
PROOTROS	0.33 ***
PROBANANO	-0.22 *
PROARROZ	-0.06
PROPAPA	0.09
PROYUCA	-0.14
Gasto total en alimentos en la semana pasada	0.31 ***

* P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001.

Como se sabe, no todos los embarazos alcanzan el ciclo completo ni todos los niños viven al nacer. Según la encuesta, el promedio de embarazos que habían terminado con hijos nacidos vivos era de 4.2 con desviación estándar de 3.7. Visto de otra forma, 61% de las mujeres que habían estado embarazadas anteriormente a la entrevista habían tenido entre 1 y 10 hijos nacidos vivos. Sólo se encontraron 17 casos de embarazos que habían terminado perdiendo el niño. Estos correspondían a ocho informantes. Del total de embarazos solo 19% fueron atendidos por un médico. El 46% en cambio fueron atendidos por una comadrona, algún familiar o el esposo y 3% de las mujeres tuvieron que valerse por sí solas.

Para los niños que han nacido vivos es esencial conocer si es que recibieron lactancia materna o no y por cuánto tiempo. La leche materna se considera insustituible

durante los primeros meses de vida del ser humano como la mejor defensa contra las enfermedades de la mayoría de los infantes. De las 116 mujeres que informaron haber dado de lactar a sus hijos, 40% lo hicieron entre dos y 12 meses y un 20% adicional entre 13 y 18 meses.

Para investigar el tema de la morbilidad, se dividió a la población en grupos de menores y mayores de cinco años de edad. Según la muestra, 46% de las familias (81 casos) tuvieron entre 1 y 5 personas o un total de 91 personas mayores de cinco años de edad enfermos durante el mes inmediatamente anterior a la entrevista. Se reportaron 15 casos de enfermedades respiratorias agudas, 14 de infecciones intestinales y 23 de fiebres varias.

En contraste, el 22% de las familias (39 casos) tuvieron entre uno y dos o un total de 45 niños menores de cinco años enfermos durante el último mes. Se reportaron 19 casos de enfermedades respiratorias agudas, 22 de infecciones intestinales y 8 de fiebres. Otro dato importante es que 21% de las familias (37 casos) manifestaron haber sufrido la muerte de al menos un niño menor de cinco años. Aunque el rango encontrado fue de 1 a 10 niños menores de cinco años muertos, la gran mayoría de las familias (31) indicaron uno o dos menores de cinco años fallecidos.

Estos resultados permiten concluir:

- (1) La mujer campesina típica del área de influencia del subproyecto tiene alrededor de 40 años de edad, ha cursado algunos años de instrucción primaria y se dedica a los quehaceres domésticos y al trabajo agropecuario.
- (2) La vivienda por lo general es propia, de paredes y pisos de madera y techo de zinc, lo cual explica el interés de los colonos de producir madera para construcciones y reparaciones del hogar. Tiene como norma entre dos y cuatro cuartos. El agua para consumo humano se obtiene de alguna vertiente, pozo o estero cercano y la eliminación de aguas negras y deposición de excretas se las hace a campo abierto. La mayoría de las familias no disponen de energía eléctrica y utilizan tanto leña o carbón como gas o kérex para cocer sus alimentos.
- (3) Sólo una pequeña proporción de las mujeres en el área del subproyecto tienen un huerto familiar.
- (4) Aunque el promedio de estas familias son capaces de satisfacer sus requerimientos nutricionales de energía, cerca de 25% no alcanzaban a proveerse de alimentos en forma suficiente durante la semana anterior a la encuesta.
- (5) Para la mayoría de las familias el alimento básico en la dieta es el plátano, especialmente para las familias de más bajos recursos. La mayor parte de este producto proviene de su propia producción.

(6) Como promedio las frutas y las legumbres proveen menos de 2% de la energía. Este porcentaje es muy bajo y es posible que no provea suficientes micronutrientes (vitamina A, vitamina C, calcio, etc.). El uso de legumbres está relacionado con el nivel económico de la familia. Además, sólo 12% de las familias siembran un huerto familiar y son aún menos frecuentes las que cultivan legumbres.

(7) Las familias satisfacen sus requerimientos nutricionales en términos de energía tanto de la producción de la finca (una tercera parte) como del mercado (dos terceras partes). Los alimentos principales adquiridos en el mercado son arroz, productos a base de trigo (fideos) y productos de origen animal (46% del consumo). La compra de alimentos en el mercado depende del nivel económico de la familia.

(8) Las familias que dependen más de los productos de la finca consumen principalmente alimentos con bajo contenido de proteína (plátano y yuca), y tienden a consumir menos productos de origen animal con proteínas de alta calidad. Es posible que exista un déficit de proteínas de mejor calidad en la dieta.

(9) El tiempo que han vivido en el lugar y la educación de la ama de casa no tienen ninguna correlación con el consumo de energía y la dieta. Pero, las familias más grandes están en peores condiciones con respecto al consumo de alimentos.

(10) El promedio de las mujeres tiene cinco embarazos, de los cuales uno se muere antes de cumplir el ciclo de la gestación, por lo que nacen vivos cuatro niños. Los embarazos en su mayoría son atendidos por comadronas o familiares de la mujer. El período de lactancia de los niños es de cerca de 12 meses.

(11) Los casos de morbilidad más frecuentes son los debidos a enfermedades respiratorias agudas. Le siguen en importancia las infecciones intestinales y fiebres de diverso origen.

Análisis de Beneficio-Costo del Subproyecto Agroforestal

El Cuadro 77 resume la distribución de costos e ingresos atribuibles a la implementación del subproyecto agroforestal del Napo. Las cifras son el resultado de la simulación mediante un modelo de cohortes de los beneficios económicos potenciales directos como principal efecto del subproyecto sobre la población de colonos de la región, dentro del marco de análisis discutido en la Sección 3.

Los componentes del modelo son los siguientes:

- La contribución neta del subproyecto sobre el nivel de adopción (número de fincas que adoptan) efectuado de las prácticas agroforestales mejoradas según el análisis en la Sección 7 de este documento. Dicho efecto se asume que permanece

Cuadro 77. Tasas de adopción (porcentaje) predichas para 1989 y proyectadas de prácticas agroforestales en Napo, Ecuador.

Año	Arboles en		Podas en café	<u>Desmodium ovalifolium</u> en café	<u>Brachiaria humidicola</u>
	Café	Pasturas			
1989	79.85	79.85	79.16	6.00	11.44
1990	83.51	83.51	85.14	8.77	15.95
1991	86.62	86.62	89.63	12.24	20.29
1992	89.92	89.92	92.88	16.24	23.81
1993	91.37	91.37	95.16	20.37	26.29
1994	93.12	93.12	95.16	24.20	27.86
1995	94.53	94.53	95.16	27.39	28.80
1996	95.67	95.67	95.16	29.85	29.33
1997	95.67	95.67	95.16	31.61	29.63
1998	95.67	95.67	95.16	32.81	29.80
1999	95.67	95.67	95.16	33.50	29.89
2000	95.67	95.67	95.16	34.12	29.94
2001	95.67	95.67	95.16	34.44	29.96
2002	95.67	95.67	95.16	34.65	29.98
2003	95.67	95.67	95.16	34.78	29.99
2004	95.67	95.67	95.16	34.86	29.99
2005	95.67	95.67	95.16	34.91	29.99
2006	95.67	95.67	95.16	34.94	29.99

constante al nivel observado en 1989, con lo cual los beneficios proyectados constituyen un límite inferior de los posibles beneficios resultantes de intensificar en el futuro las actividades del mismo. Dicho efecto se estimó así:

Arboles en pasturas y café	29.9%
Podas de café	19.1%
<u>Desmodium ovalifolium</u> en café	75.9%
<u>Brachiaria humidicola</u>	47.6%

- El comportamiento proyectado de las tasas de adopción de cada práctica individual estimadas según el modelo logístico discutido anteriormente en este trabajo y las funciones estimadas en el Cuadro 56. Las tasas observadas de adopción para 1989 y las predichas para los años subsiguientes se aprecian en el Cuadro 77.

- Los beneficios marginales por hectárea de cada una de estas prácticas mejoradas en condiciones de suelos rojos y los supuestos implícitos en la forma descrita en el Cuadro 43.

- El número de beneficiarios adoptadores potenciales de estas prácticas es de 8000 colonos, según la información sobre áreas adjudicadas en la región por el IERAC a 1989. El cálculo de estos beneficios excluye la posible influencia de estas prácticas en algunas áreas de comunidades indígenas manejadas como unidades individuales como externalidades positivas del subproyecto. Asimismo excluye los colonos sin título de posesión de la tierra por lo cual la relación beneficio-costos se puede estar subestimando.

- La organización actual de las fincas se asume que permanecerá constante al nivel observado en 1989 de 7.39 ha en sistemas agrosilvícolas y 6.46 ha en sistemas

silvopastoriles. Este supuesto es plausible en la medida que uno de los objetivos perseguidos para los sistemas agroforestales mejorados es la intensificación de los sistemas de producción y el mejoramiento de su capacidad de sostenimiento productivo en el tiempo.

- Se asume que la intensificación de las prácticas a nivel de cada finca continuará ocurriendo como efecto del proceso de difusión autónomo y de la acción del subproyecto, en la forma siguiente:

Práctica	Intensidad (%)		Años de intensificación
	actual	futura	
<u>B. humidicola</u>	0.039	30.0	15
<u>D. ovalifolium</u> en café	0.003	30.0	15
Podas en café	65.1	100.0	10

- Debido a que el cambio tecnológico propuesto por el Subproyecto no puede atribuirse exclusivamente al esfuerzo marginal de transferencia de tecnología realizado por el Ministerio de Agricultura, sino también a las actividades de investigación en café y pasturas, infraestructura de vías y mercadeo entre otras, solo el 20% de los beneficios totales se atribuyeron al subproyecto. Este supuesto puede ser estimado como conservador pero permite visualizar el grado de solidez de la tecnología agroforestal en este tipo de proyectos, a cambios en el ambiente institucional.

Como se aprecia en el Cuadro 78 a nivel agregado la atractividad financiera de este subproyecto es muy alta con una TIR del 42.21% y una relación beneficio-costos de 1:1.69. Estos indicadores del desempeño económico del subproyecto se derivan al comparar los flujos de costos directos incurridos por la Dirección Nacional Forestal del Ministerio de Agricultura (MAG-DINAF) en este subproyecto y los estimados de costos futuros en actividades de apoyo agroforestal similares, con los flujos de beneficios atribuibles a la producción incremental de madera, café y carne vacuna resultante del uso estimulado por el subproyecto de prácticas agroforestales mejoradas entre los colonos de la región.

El valor presente neto de las inversiones realizadas por el MAG-DINAF en el período 1984-1989 y proyectadas para los próximos 20 años se estimaron en US\$1'412.430 descontadas a una tasa del 8% anual. El valor presente neto de los beneficios marginales del subproyecto del MAG descontados a la tasa del 8% se estimaron en US\$2'667.532 para los sistemas agroforestales mejorados. Esto sugiere que bajo los supuestos conservadores de análisis económico de los beneficios del subproyecto tanto la TIR como la relación beneficio-costos son altamente atractivas para las entidades financiadoras del subproyecto y sugieren una alta retribución social de las inversiones realizadas en este subproyecto.

Cuadro 78. Atractividad financiera para las entidades auspiciadoras del subproyecto agroforestal de el Napo, bajo diferentes supuestos de participación sobre el beneficio total* (precios constantes de enero de 1990, US\$1 = 680 Sucres).

Año	Costos subproyecto**	Beneficios Marginales Ajustados (US\$)		
		(20%)	(30%)	(40%)
0	102757	-122624.0	-132558.0	-142491.0
1	146417	-7439.4	62049.7	131538.7
2	178296	-27536.3	47844.0	123224.3
3	147361	29558.9	118019.1	206479.3
4	136238	2784.8	72296.5	141808.1
5	120614	93708.3	200869.9	308031.4
6	138614	364882.8	478017.0	591151.2
7	138614	332806.5	429902.5	526998.5
8	138614	189152.2	214421.1	239690.0
9	138614	187808.2	212513.1	237146.0
10	138614	181127.6	202384.2	223640.8
11	138614	177727.7	197284.3	216840.9
12	138614	159031.0	169239.3	179447.7
13	138614	154504.3	162449.2	170394.1
14	138614	152075.5	158806.0	165536.6
15	138614	149189.2	154476.5	159763.9
16	138614	147495.3	151935.8	156376.3
17	138614	145036.9	148248.2	151459.5
18	138614	143055.8	145276.5	147497.2
19	138614	141577.8	143059.5	144541.3
20	138614	694474.5	10347810.0	13750876.0
21	138614	551734.0	608293.7	764853.5
22	138614	404408.2	537305.2	670202.1
23	138614	360660.1	471683.0	582705.8
24	138614	183516.5	275274.8	367033.0
25	138614	149317.2	223975.8	298634.3
26	138614	120277.0	180415.8	240554.0
27	138614	97223.4	145835.1	194446.9
Valor presente neto (al 8%)	1412430.0	2667532.0	3911607.0	5155682.0
Anualidad (al 8%)	134149.7	243940.7	357709.0	471477.3
TIR (%)		42.21	71.71	107.60
Beneficio-costo (relación)		1.89	2.57	3.65

* Participación de las actividades de extensión y transferencia de tecnología agroforestal en los beneficios agregados de la tecnología excluyendo otros componentes como investigación, infraestructura de vías, mercadeo de productos e insumos y otros servicios institucionales de apoyo a la producción agroforestal. Normalmente se estima que una rentabilidad financiera medida a través de la TIR superior al 10% es altamente satisfactoria para inversiones institucionales. Más específicamente, se asume una contribución del 20% de los beneficios totales a proyectos de extensión rural.

** Los costos para los primeros seis años fueron estimados según relación presentada por el contador del MAG-DINAF/AID sobre "Resumen de Asignaciones Enviadas por la DINAF/AID a los diferentes Subproyectos de la Dirección Agropecuaria Napo", Quito, Ecuador. Febrero de 1990 (mecanografiado).

Principales Conclusiones e Implicaciones del Estudio

El objetivo central de este estudio fue examinar en detalle el potencial de contribución de los sistemas agroforestales mejorados al incremento sostenido de los ingresos y empleo de pequeños colonos asentados en el bosque secundario de la Selva Baja de Ecuador

La información empírica usada en este estudio se basó en el monitoreo detallado durante un año (Septiembre 1988-Octubre 1989) de los sistemas agrosilvícolas (café con árboles) y silvopastoriles (pasturas con árboles) a nivel de 13 fincas de colonos seleccionados y el estudio detallado de 190 fincas y hogares al azar en una muestra representativa de la región de estudio

El análisis de la información permite concluir

- Intensificar los sistemas agroforestales tradicionales en esta zona de la Amazonia es técnicamente practicable y económicamente viable. Las prácticas promovidas por el Subproyecto Agroforestal del Coca pueden aumentar la producción de madera, café y carne y reducir los requerimientos de mano de obra que es el recurso más limitante de las fincas, con muy pequeñas inversiones y gastos de capital adicionales
- Esta intensificación hace muy atractivos los sistemas agroforestales en esta región de la Amazonia para los colonos y puede conllevar a mayores presiones de población sobre la Selva Baja en el futuro. Para contrarrestar estas presiones se requiere el diseño de políticas de tenencia y uso de tierras que siendo consistentes con la mayor capacidad productiva de estos sistemas, protejan al resto de colonos ya poseionados y garanticen un mayor impacto en equidad, al permitir el acceso a tierra a un mayor número de pobladores. El área a asignar (50 hectáreas por familia) debería revisarse e incluso reducirse a la luz de la ubicación de los predios según tipo de suelos, la disponibilidad de mano de obra familiar y el potencial de esta tecnología agroforestal
- Con tecnología agroforestal mejorada estos sistemas deben resultar atractivos para las instituciones especialmente interesadas en el manejo racional del bosque secundario de la Amazonia y la protección de áreas naturales. Más aún cuando no existe el riesgo de que la intensificación de los sistemas tenga implicaciones sociales y ecológicas por una creciente demanda de mano de obra en la región. Por el contrario, esta tecnología favorece el uso más productivo de la mano de obra aliviando los requerimientos de dinero en efectivo de los colonos y sus familias aún en épocas de bajos precios del café. En el corto plazo esto puede reducir la actual presión de los colonos por la corta y extracción de madera del bosque primario en búsqueda de ingresos compensatorios. En el mediano plazo dicha presión debe desaparecer cuando el inventario actual de madera existente en bosque secundario inicie producción. Como se demuestra en este estudio el volumen de madera comercial existente en el área abierta de estas fincas puede ser

entre dos y seis veces mayor que el del bosque primario natural, con turnos de rotación inferiores a 20 años. Esto puede hacer de la madera el componente más dinámico de estos sistemas en el futuro inmediato.

- En un país como Ecuador donde los recursos de capital del Estado para investigar en programas de desarrollo agrícola son escasos y tienen un alto costo de oportunidad en términos de las regiones de producción (Costa, Sierra, Amazonia) el desarrollo agroforestal de la Amazonia depende en el futuro de la capacidad de organización de los productores en la producción y mercadeo de sus productos (desarrollo de base). No obstante, el Estado debería propiciar su iniciación en grupos asociativos, cooperativas y otras formas de organización que les permitan una mayor integración horizontal y vertical y llenar los vacíos ahora existentes en relación a financiamiento y crédito, comercialización y mercadeo de productos e insumos entre otros aspectos.

- La mayor contribución al nivel y estabilidad de los ingresos de los colonos proviene del sistema agrosilvícola. Mientras la estabilidad de los ingresos puede ser la clave para reducir el daño ecológico de la colonización a través de sistemas agroforestales, su desempeño futuro va a depender de la capacidad de los productores y el Estado para diversificar la producción de café. El café puede continuar siendo el principal contribuidor al nivel de ingresos pero al mismo tiempo es la fuente más importante de variación del mismo y de su distribución en el tiempo ante la volatilidad actual y futura de los precios internacionales del café robusta, la presencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en la zona y la ausencia de mecanismos internos de estabilización de precios al productor en este tipo de café.

Lo anterior significa que: (1) la producción de madera de los sistemas agroforestales, tiene una función importante para compensar parte de los ingresos de la finca en el tiempo, una vez los árboles actuales alcancen el desarrollo necesario para salir al mercado, y (2) asimismo, la promoción e intensificación de los sistemas silvopastoriles principalmente para la producción de carne y leche (doble propósito) y ceba de ganado son esenciales, ya que pueden ayudar a estabilizar los ingresos de la finca en el muy corto plazo.

- El Subproyecto agroforestal del Coca ha tenido un impacto positivo y de magnitud acorde con el tiempo de exposición del mismo en la región (cinco años), acelerando la velocidad de aceptación y adopción de prácticas agroforestales mejoradas.

La tasa interna de retorno financiera estimada para los colonos de invertir recursos en estas prácticas agroforestales fue de 16.84%, variando favorablemente entre 25.43% para el sistema agrosilvícola y 4.99% para el sistema silvopastoril. Al comparar los beneficios netos atribuibles a este subproyecto en la promoción de esta tecnología con los costos financieros incurridos por las instituciones auspiciadoras del mismo en el programa de apoyo al sector forestal (MAG-DINAF/USAID) se obtuvo una TIR del 42.21%.

- Un indicador del desempeño global del subproyecto es el efecto neto del mismo sobre la adopción de prácticas agroforestales mejoradas lo cual se resume a continuación:

Práctica agroforestal	Nivel de adopción	Efecto subproyecto	Efecto difusión autónomo
Manejo árboles			
- en café	0.989	0.299	0.701
- pasturas	0.785	0.299	0.701
Podas en café	0.925	0.191	0.809
Uso de <u>D. ovalifolium</u>			
- en café	0.051	0.759	0.241
- en pasturas	0.010	0.522	0.478
Uso de <u>B. humidicola</u>	0.068	0.476	0.524

Dicho efecto deberá ser sustancialmente mayor cuando los problemas de manejo por los productores de algunas de estas tecnologías propuestas; por ejemplo, la de D. ovalifolium en pasturas y café, y de la gramínea B. humidicola sean resueltos. Estos tienen que ver con el hecho de que los colonos encuentran poco atractivas prácticas agronómicas y germoplasma que sean exigentes en manejo o que impliquen riesgos de costos crecientes en efectivo o en mano de obra, como lo demuestra el proyecto. Resolver estos problemas requiere de un proceso continuado de seguimiento e investigación en las mismas fincas del desempeño de la tecnología, a fin de identificar los problemas y oportunidades para su aplicación y extensión.

- Mientras la mayoría de las fincas manejan árboles y practican podas del café en general, existe un amplio margen de acción en el mejoramiento de la productividad de la madera, pasturas, carne y leche, y café. El potencial de regeneración natural del laurel (Cordia alliodora) encontrado (201 unidades/ha) podría por sí solo satisfacer los requerimientos de producción de madera de los colonos. El volumen de madera en pie correspondiente se estimó entre 124.8 m³/ha y 161.9 m³/ha en turnos de 12 y 16 años. Este rendimiento es más de dos veces el volumen medio en pie de 20-70 m³/ha estimado para los bosques naturales de la zona. De por sí el manejo exitoso de la regeneración natural existente puede continuar siendo un reto para la investigación silvicultural aplicada principalmente en asociación con pasturas.

- No se encontraron evidencias definitivas de pérdida de persistencia de las pasturas atribuibles a degradación de los suelos especialmente en suelos rojos de colinas. Factores como la escasa luminosidad, incidencia del salivazo (Aeneolamia spp y Zulia spp.), escasez de ganado y deficiente manejo de las pasturas y animales pueden estar afectando la vida productiva de las especies de gramíneas actuales particularmente del B. decumbens CIAT-606 y B. humidicola INIAP-701.

Referencias

- ALVIM, P. (1988). Tecnologías apropiadas para agricultura na Amazonía. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Washington, D.C. 74 p. (Mimeo.)
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (1989). Progreso económico y social en América Latina. Informe, Washington, D.C. 547 p.
- BANCO MUNDIAL (1987). Informe sobre el desarrollo mundial 1987. Washington, D.C. 314 p.
- BANCO MUNDIAL (1988). Estadísticas financieras internacionales. Resumen Anual. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Washington, D.C.
- BISHOP, J. (1978). Desarrollo y transferencia de tecnología para pequeñas fincas en la región Amazónica Ecuatoriana. In: Seminario sobre Manejo de los Sistemas Ecológicos y Alternativas de Producción Agrosilvopastoriles en las Amazonía Ecuatoriana. IERAC, Limóncocha, Ecuador. 9 p.
- BISHOP, J. (1982). Sistemas agroforestales para el trópico húmedo al Este de Los Andes. In: Amazonía-Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por la Fundación Rockefeller, GTZ, CIAT, NCSU, ICRAF. Susana B. Hecht (Ed.). CIAT, Cali, Colombia. Agosto. p. 432-436.
- BISHOP, J. y K. MUÑOZ (1979). Producción ganadera-forestal en la región Amazónica Ecuatoriana. In: Reunión de Trabajo sobre Pastos Tropicales, CIAT, Cali, Colombia. 6 p.
- BUDOWSKY, G. (1980). The place of agroforestry in managing tropical forests. In: Mergen, F. (ed.). International Symposium on Tropical Forests. Utilization and Conservation. Ecological, Sociopolitical and Economic Problems and Potentials. Proceedings. New Haven, Yale University, 1981. p. 319-333.
- CABALLERO, H. (1989). La Amazonía Ecuatoriana, su situación y desarrollo - Estado y perspectivas de la investigación agropecuaria. IICA, Quito, Ecuador. (Mimeo.)
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (1980). Overview of the Latin American agricultural sector. In: Latin America: Trend Highlights for CIAT Commodities. Internal Document Econ-1.5. Cali, Colombia. Abril. 150 p.
- CIAT (1985). Sistemas de producción pecuaria extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Informe Final del Proyecto ETES (Estudio Técnico y Económico de Producción Pecuaria) 1978-1982. Raúl Vera y Carlos Seré (eds.). Cali, Colombia. 538 p. ilus.
- CIAT (1985). Annual Report 1985 - Tropical Pastures Program. Working Document No. 17. Cali, Colombia.
- CIAT (1989). Annual Report 1989 - Tropical Pastures Program. Cali, Colombia. December (borrador).

- CADAVID, J.V., C. SERE, R. BOTERO y L. RIVAS (1990). Adopción de pastos en la Altillanura Oriental de Colombia. CIAT, Programa Pastos Tropicales, Sección Economía, Cali, Colombia. (Mimeo.)
- CONADE (Consejo Nacional de Desarrollo del Ecuador) (1989). Plan de desarrollo económico y social 1988-1992. Quito, Vicepresidencia de la República del Ecuador (varios volúmenes).
- CORMADERA (Corporación de Desarrollo para el Sector Forestal y Maderero) (varios años). Boletín de Precios de Productos Madereros. Boletines 1-6, Quito, Ecuador. (Mimeo.)
- DINAF-AID (1986) Perspectiva Global: 1° Fase 1984-85. (Mimeo.)
- ESTRADA, R.D., C. SERE y H. LUZURIAGA (1988). Sistemas de producción agrosilvopastoriles en la Selva Baja de la Provincia del Napo, Ecuador. AID-CIAT-CIID-IICA-INIAP-MAG. CIAT, Cali, Colombia (ISBN 84-89206-783). 108 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1971). Agricultural Commodity Projections 1970-1978. Roma, Italia.
- FEDER, G. y R.H. SLADE (1986). Methodological issues in the evaluation of extension impact. In: Investing in Rural Extension: Strategies and Goals. ed. G.E. Jones, London: Elsevier Applied Science, 1986.
- FEDER, G., L.J. LAU y R.H. SLADE (1985). The impact of agricultural extension: a case study of the training and visit system in Haryana, India. World Bank, Staff Working Paper No. 576, Washington, D.C., USA.
- GAVA, R.I. y G. ONORE (1989). Entomología Forestal. Proyecto MAG-DINAF/AID. Programa de Apoyo al Sector Forestal. Quito, Ecuador. 267 p.
- GLADWIN, C.H. (1979). Production functions and decision models: complementary models. *American Ethnologist* 6(4):653-674.
- GUTIERREZ, F. y J. COSTALES (1990). Pastos con árboles en la Selva Baja de la Amazonía Ecuatoriana: Manejo silvo-pastoril. Nota Técnica No. 1. MAG-DINAF, Unidad de Manejo Forestal Amazónico, Quito, Ecuador. 26 p.
- GUTIERREZ, F. y D. SHIGUANGO (1990). Café robusta (*Coffea canephora* var. robusta) con árboles en la Selva Baja de la Amazonía Ecuatoriana: Manejo agro-silvícola. Nota Técnica No. 1. MAG-DINAF, Unidad de Manejo Forestal Amazónico, Quito, Ecuador. 32 p.
- HECHT, S.B. (1982). Los sistemas agroforestales en la Cuenca Amazónica: práctica, teoría y límites de un uso promisorio de la tierra. In: Amazonía - Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por la Fundación Rockefeller, GTZ, CIAT, NCSU, ICRAF. Susana B. Hecht (Ed.). CIAT, Cali, Colombia, 1982. p. 347-390.

- ICRAF-INIPA-IICA-USAID (1985). Informe del Curso-Taller sobre Investigación Agroforestal en la Región Amazónica. INIPA-Estación Experimental Yurimaguas. Loreto, Perú, Junio 3-22 de 1985. Ester Zulberti (editor), ICRAF, Nairobi. 452 p.
- INIAP (1979). Reporte interino del Dr. John P. Bishop 1978-1979, Convenio INIAP-Universidad de Florida. INIAP, Estación Experimental Napo, El Coca, Ecuador. (Mimeo.)
- INIAP-CIID-IICA (1989). Informe técnico final primera fase, 1983-1988. Proyecto Evaluación de Pastos Tropicales-Ecuador. Raúl González, Hernán Caballero, Jorge Costales y otros (eds.). Convenio INIAP/CIID/IICA, Quito, Ecuador. Marzo de 1989. (Mimeo.)
- IRVINE, D. (1987). Resource management by the Runa indians in the Ecuadorian Amazon. Ph.D. Dissertation, California Stanford University. 306 p.
- LAARMAN, J.G. (1988). The forest economies of Latin America: transition and ambiguity. Paper presented to the Conference on "Conversion of Tropical Forests to Pasture in Latin America". Man and Biosphere Program. Oaxaca, Mexico, Octubre 4-7, 1988. NCSU Department of Agroforestry, Raleigh, N.C., USA. 30 p.
- LAGEMANN, J. y J. HEUVELDOP (1982). Characterization and evaluation of agroforestry systems in Acosta-Puriscal, Costa Rica. *Agroforestry Systems* 1(2):101-115.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador) (1989). Precios de productos agropecuarios a nivel de productor - 1988. MAG-Dirección General de Planificación y División de Estadística e Información. Boletín No. 14. 37 p. (Mimeo.)
- MAG (1990). Plan de acción forestal, Diagnóstico 1990-1995. MAG-Subsecretaría de Recursos Naturales Renovables, Quito, Ecuador. (Mimeo.)
- MAG-DINAF (1989). Aprendamos a convivir con la broca del café en la Amazonía. Plegable de Divulgación 5.n., MAG-Dirección Nacional Forestal. Quito, Ecuador. Octubre. 16 p.
- MAG-INIAP-GTZ (1986). La broca del café (*Hypothenemus hampei*). Manual Técnico s.n. Tumbaco, Ecuador. 48 p.
- MAG-PROFOGAN (1989). Resumen anual de precios pecuarios - 1988. MAG-Subsecretaría de Comercialización, Dirección General de Comercialización y PROFOGAN (Programa de Fomento Ganadero), 146 p. (Mimeo.)
- MANSFIELD, E. (1961). Technical change and the rate of imitation. *Econometrika* 29:741-766.
- MATTHEWS, P.J. y D.M. ETHERINGTON (1984). MULBUD a computer package for the economic analysis of multi-period and multi-enterprise budgets. ANU/ICRAF/IDRC, Nairobi, Kenya.
- MUÑOZ, K., R. DE LA TORRE y J.BISHOP (1981). INIAP-NAPO 701 (*Brachiaria humidicola*). Un nuevo pasto para la región Amazónica Ecuatoriana. Boletín Divulgativo No. 121, INIAP. El Coca-Napo, Ecuador.

- MUSSACK, M.F. y J.G. LAARMAN (1989). Farmer's production of timber trees in the cacao-coffee region of Coastal, Ecuador. *Agroforestry Systems* (4):78-89.
- NEILL, D. y W. PALACIOS (1989). Arboles de la Amazonía Ecuatoriana. Lista Preliminar de Especies. Informe Proyecto Colaborativo MAG-DINAF/USAID y el Jardín Botánico de la Universidad de Missouri, Programa de Apoyo al Sector Forestal. Quito, Ecuador. 83 p.
- PECK, R.B. (1979). Informe sobre desenvolvimiento de sistemas agrosilvopastoriles en la Amazonía. IICA-EMBRAPA, Belém, Pará, Brasil. 78 p.
- PECK, R.B. (1982). Actividades de investigación en bosques e importancia de los sistemas de multiestratos en la Cuenca Amazónica (Neotrópicos Húmedos). In: Amazonía - Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por la Fundación Rockefeller, GTZ, CIAT, NCSU, ICRAF. Susana B. Hecht (Ed.). CIAT, Cali, Colombia, 1982. p. 391-402.
- PECK, R.B. (1988). Promoción de prácticas agroforestales con pequeños productores: el caso de demostraciones agroforestales en fincas en la Amazonía Ecuatoriana. MAG, Quito, Ecuador. 36 p. (Mimeo.)
- PECK, R.B. (1990). Agroforestry farm management: an alternative to deforestation in the upper Amazon. MAG-DINAF (Forthcoming in ILELA-Newsletter). Quito, Ecuador.
- PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agropecuaria) (1989). Documentos inéditos. Grupo de Investigadores del Proyecto San Miguel-Putumayo. MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador.
- RAMIREZ, A. (1988). Informe de visita al Subproyecto Agroforestal de El Coca, Napo, Ecuador - Julio 5-15, 1988. CIAT, Cali, Colombia.
- RAMIREZ, A. (1989). FUNDAGRO-CIAT Collaborative Project. Several Quarterly and Half-Yearly Reports, August 1, 1988-October 31, 1989. Quito, Ecuador. 17 p.
- RAMIREZ, A. y C. SERE (1990). Brachiaria decumbens en el Caquetá: adopción y uso en ganaderías de doble propósito. CIAT, Programa Pastos Tropicales, Cali, Colombia. 117 p. (Documento preliminar.)
- RAMIREZ, A. y R.R. VERA (1988). Informe de visita al Subproyecto Agroforestal de El Coca, Napo, Ecuador - Mayo 21-26, 1988. CIAT, Cali, Colombia. 7 p. (Mimeo.)
- RAMIREZ, A. y R. BOTERO y A. BERMEO (1989). Potencial económico de un programa de transferencia de tecnología de pasturas en la Altillanura Oriental de Colombia. CIAT, Pasturas Tropicales 11(2):29-33.
- RIVAS, L., C. SERE, L.R. SANINT y J.L. CORDEU (1989). La demanda de carnes en países seleccionados de América Latina y El Caribe. CIAT/FAO-RLAT, Cali, Colombia. 195 p.
- SALINAS, J.G. y R. GARCIA (1985). Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. CIAT, Programa Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 83 p.

- SAEZ, R.R. y R.P. DE ANDRADE (1990). Impacto técnico-económico de Andropogon gayanus en los Cerrados de Brasil. CIAT, EMBRAPA/CPAC, Brasilia, Brasil. (Mimeo.)
- SANTAMARIA, A. (1987). Evaluación bajo pastoreo de Brachiaria humidicola INIAP-NAPO-701 en tres suelos de la Provincia de Napo. Tesis de Grado, Universidad Central, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. 56 p. (Mimeo.)
- SERE, C., R.D. ESTRADA y J.M. TOLEDO (1984). Potential contribution of improved pasture technology to the livestock development of the American humid tropics. CIAT, Tropical Pastures Program. Cali, Colombia. 47 p. (Mimeo.)
- TOLEDO, J.M. y E.A. SERRAO (1982). Producción de pastos y ganado en la Amazonía. In: Amazonía - Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por la Fundación Rockefeller, GTZ, CIAT, NCSU, ICRAF. Susana B. Hecht (Ed.). CIAT, Cali, Colombia, 1982. 445 p.
- UQUILLAS, J. (1984) "Colonization and spontaneous settlement in the Ecuadorian Amazon". In: M. Schmint y Ch. Wood, Eds., Frontier Expansion in Amazonia. University of Florida Press.
- ZANDSTRA, H.G., E.C. PRICE, J.A. LISINGER y R.A. MORRIS (1986). Metodología de investigación en sistemas de cultivo en finca. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Bogotá, Colombia. 156 p.

Anexos

Anexo 1

Coeficientes técnicos de hatos de cría-ceba en Napo,
con tecnología tradicional y mejorada.

	Tecnología tradicional ^a	Tecnología mejorada ^b
Tamaño hato inicial (UA)	29	26
Tasa mortalidad (%): jóvenes	9	7
adultos	4	3
Tasa de natalidad (%)	50	60
Edad venta novillos	3+0.5	3
Peso novillos (kg): > 3 años	372.2	403.7
2-3 años	311.6	328.4
1-2 años	167.0	165.6
Peso novillas (kg): > 3 años	363.6	397.4
2-3 años	288.6	301.0
1-2 años	149.0	121.0
Peso vacas producción (kg)	372.6	335.5
Tasa reemplazo anual vacas (%)	15	20
Relación toro/vaca	1:4	1:4
Persistencia pradera (años)	8	10

- a. Basados en el monitoreo y seguimiento de la gramínea Brachiaria decumbens CIAT-606 en dos fincas y 44 cabezas de ganado vacuno en suelos rojos de colinas.
- b. Basados en el monitoreo y seguimiento de la gramínea Brachiaria humidicola INIAP-701 en dos fincas y 24 cabezas de ganado vacuno en suelos rojos de colinas.

Anexo 2

Coefficientes técnicos para el sistema agro-silvícola bajo tecnología agroforestal tradicional y mejorada en suelos rojos de colinas.

Año	Tecnología tradicional ^a					Tecnología mejorada ^a				
	Producción ^b de café (kg/ha)	Mano de obra (jornal/ha)	Herbicidas ^c (kg IA/ha)	Insecticidas ^d (kg IA/ha)	Fungicidas ^e (kg IA/ha)	Producción ^b de café (kg/ha)	Mano de obra (jornal/ha)	Herbicidas ^c (kg IA/ha)	Insecticidas ^d (kg IA/ha)	Fungicidas ^e (kg IA/ha)
1	0	68.5	2.19	0	0	0	76.5	2.19	0	0
2	9	47.5	2.19	0	0	0	29.9	0	0	0
3	1800	83.9	2.19	0.44	1.52	800	48.4	0	0.44	0
4	3300	158.6	2.19	0.87	1.52	3800	102.3	0	0.87	0
5	4500	177.9	2.19	0.87	1.52	3800	102.3	0	0.87	0
6	4500	174.6	2.19	0.87	1.52	6150	134.6	0	0.87	0
7	2900	144.3	2.19	0.87	1.52	6150	130.1	0	0.87	0
8	700	106.1	2.19	0.87	1.52	6150	129.8	0	0.87	0
9	0	0.8	0	0	0	6150	124.5	0	0	0
10	0	0	0	0	0	3250	77.4	0	0	0
11	0	8.0	0	0	0	3250	81.3	0	0	0
12	0	0	0	0	0	1400	43.5	0	0	0
13-21	36 ^f	0	0	0	0	120 ^f	0	0	0	0
Total										

- a. Basado en el monitoreo de seis fincas y 2.59 ha de parcelas controladas, las expectativas de los agricultores en estas fincas y en el estudio de adopción, según un modelo de presupuestos para empresas múltiples (café/árboles).
- b. Producción de café cereza.
- c. Mezclas de Paraquat y Diurón para control de malezas de hoja delgada y ancha.
- d. Principalmente Bromofos etil para control de enfermedades foliares.
- e. Principalmente a base de cobre metálico para control de enfermedades foliares.
- f. Producción de madera (m³/ha).

Anexo 3

Especies de árboles nativos para cercas vivas y linderos usados por los colonos y el Subproyecto Agroforestal del Coca.

Nombre común (Español)	Nombre común (Quichua)	Nombre científico	Familia	Uso ^a
Achiote		<u>Bixa orellana</u>		CV
Barbasco	Ichila panga ambi	<u>Phyllanthus</u> sp.	Leguminosae	CV
Ciruelo	Ciruelo muyu	<u>Spondias lutea</u>	Anacardiaceae	CV
Frutipan				
Gusbo		<u>Inga edulis</u>		L
Lechero	Puca panga	<u>Euphorbia cotinifolia</u>	Euphorbiaceae	CV
Matarratón		<u>Glicidía sepium</u>	Leguminosae	
Maní de árbol		<u>Artocarpus altilis</u>		L
Nacedero	Pilchi caspi	<u>Cithrarexillum peppigii</u>	Verbenaceae	
Obo de monte		<u>Spondias mombin</u>	Anacardiaceae	CV
Pata de vaca		<u>Bauhinia tarapotensis</u>		L
Piñón	Piñun	<u>Jatropha</u> spp.	Euphorbiaceae	
Porotillo	Chucu	<u>Erythrina</u> spp. ^b	Leguminosae	CV

a. CV = cerco vivo.

L = lindero.

b. Dos especies: E. ulai y E. peppigiana.

FUENTE: Peck (1988) y Gutiérrez et al. (1990)