

**Cambio y reforma del uso de la tierra en la transición
Andina Amazónica a través del análisis geográfico y
socioeconómico**

RESUMEN

Tesis sustentada en la Escuela Unida de Graduados en Ciencias
Agrícolas – Universidad de Tottori, Marzo 2004

David López Cornelio

FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA
Mayo 2007

AGRADECIMIENTOS

Mi mas profundo agradecimiento al Banco Inter Americano de Desarrollo y al Ministerio de Educación del Japón por facilitarme los fondos necesarios para completar este estudio dentro del programa de Maestria y Doctorado de la Universidad de Shimane.

Muy apreciado fue el apoyo indispensable, los comentarios y la dirección de mis supervisores académicos Dr. Kitao Kuninobu y Dr. Koike Koichiro de la Facultad de Ciencias Ambientales. Tambien agradezco al Dr. Barry Roser, MSc Yamamoto Nobuyuki y MSc Scott Menking por revisar los documentos finales antes de su publicación; en Perú al personal de la Agencia Agraria de Huánuco, del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y del REDINFOR en la Universidad Nacional Agraria de La Molina por facilitarme el material socioeconómico, cartográfico y bibliográfico respectivamente. Agradezco el constante aporte académico a través de los años del Dr. Iguchi Takashi, Dr. Motoki Yasushi, Dr. Víctor Nomberto Bazan, Dr. Humberto Tovar Serpa, MSc. Cai Mantang, MSc. Luo Fuhe, MSc. Carlos Llerena Pinto, Dr. Percy Zevallos P. Dra. Maria Manta N. y Dr. Moshe Inbar. Fueron asimismo vitales la guía espiritual de honorables maestros como el Ministro Víctor Zarruk de Vida y Libertad y el Ps. Matsumoto Mitsuhiro de la Iglesia Pentecostal de Matsue. Además agradezco a mis compañeros de clase con quienes siempre pude mantener diálogos productivos, Annan Afful, Subash Gurung, Kong Xiangxu y Efi Yuliati Yovi.

INDICE

1. Resumen
2. Introducción
3. Objetivos generales
4. CASO 1 Estimación de las tasas de deforestación en Brasil a través de la fotointerpretación directa y clasificación supervisada.
 - 4.1 Resumen
 - 4.2 Introducción
 - 4.3 Área de estudio
 - 4.4 Metodología
 - 4.5 Resultados y discusión
 - 4.6 Conclusiones
5. CASO 2 Dinámica del uso de la tierra por colonos agrícolas en las montañas tropicales del Perú central.
 - 5.1 Resumen
 - 5.2 Introducción
 - 5.3 Materiales y métodos
 - 5.4 Resultados
 - 5.5 Expansión de la frontera agrícola
 - 5.6 Sistemas de uso de la tierra, dimensiones de las parcelas y racionalidad económica
 - 5.7 Prácticas de barbecho
 - 5.8 Intensificación de uso del suelo
 - 5.9 Relaciones sociales de producción
 - 5.10 Conclusiones
6. CASO 3 Características y prácticas de uso del suelo en los Andes centrales del Perú.

- 6.1 Resumen
- 6.2 Introducción
- 6.3 Materiales y métodos
- 6.4 Reforma agraria
- 6.5 Sistemas agrícolas y pastoriles
- 6.6 Condición forestal
- 6.7 Medidas de estratificación y desigualdad
- 6.8 Sistemas de uso de la tierra
- 6.9 Interrelación de factores y estadísticas de uso del suelo por distrito
- 7.0 Cambio en el uso del suelo
- 7.1 Discusión y conclusiones
- 8 Conclusiones generales
- 9 Bibliografía

Resumen

Antiguos sistemas agrícolas coexisten con la intensificación del comercio en Sud América. La tendencia creciente hacia puentes externos trae potencialidades y riesgos. De interés particular son los cambios que ocurren en el lado Este de los Andes colindante con la cuenca amazónica, una vasta región habitada por 3000 años. Aunque no siempre sistemático o exitoso, la expansión colonizadora hacia el Este desde la década de 1940 contribuyó a la incorporación gradual de espacios considerados entre los más dinámicos del país. La complejidad de las causas, tendencias y variabilidad en el tiempo y en el espacio de la deforestación en la Amazonia es confirmada por el hecho de que es más probable de ser más acelerado a mayor distancia de las ciudades. Resultados de análisis de sensor remoto en Manaus (Brasil) mostró la dispersión de áreas localizadas de regeneración forestal a una tasa de 0.3% y de degradación forestal a 0.65% anualmente. Las imágenes Landsat TM muestran la separación de tres clases de uso de la tierra, pero el control terrestre es necesario para diferenciar cultivos perennes de bosques secundarios, tipos de bosques y cultivos. Las fotografías aéreas confirman la fragmentación de las parcelas agrícolas.

La emigración o expulsión de colonos esta relacionada a la tenencia de la tierra y al cambio de uso de la tierra. La inestabilidad de precios, las incertidumbres climáticas y los bajos rendimientos aceleran la inmigración campesina a la cuenca amazónica como mano de obra no calificada, generando despoblación en las partes altas y deforestación. Los inmigrantes (colonos) a diferencia de los indígenas (pequeña parcelas, largas rotaciones, utilización de especies múltiples), manejan vastas extensiones de café, te y plantaciones de fruta que regularmente abastecen el mercado nacional y extranjero. Ocurren dos procesos contrastantes y concomitantes: un proceso de intensificación de uso de la tierra en unidades agrícolas con coeficientes de intensidad de uso de la tierra cercana a uno, y un proceso de decremento en el tiempo cuando están cerca a cero. También se encontró que 1) la agricultura de roza y quema no es una manifestación de agricultura migratoria pero una expansión de la agricultura campesina sedentaria que cuando estuvo basada en

periodos largos de barbecho puede ser económica y ecológicamente una practica sostenible, 2) Los fallidos intentos estatales de colonización, la explosión demográfica, y la generalización de cultivos ilegales caracterizan a la región, 3) El nivel de intensificación de uso del suelo es principalmente explicado por el tiempo de ocupación, 4) Las estrategias de producción, aunque fuertemente ligadas con el mercado, se sustentan en la mano de obra familiar, practicas de barbecho y cultivos mixtos, y 5) El tamaño de la parcela es un factor importante que explica el tipo de cultivos dominantes. Mientras los colonos no sean capaces de valorar los beneficios a largo plazo de mantener el bosque intacto, las practicas de roza y quema con altas tasas de descuento prevalecen; consecuentemente las áreas con bosques secundarios se están incrementando.

Los tres mayores tipos de uso del suelo en Huanuco (provincia central del Perú) son discutidos en base a datos cartográficos y socioeconómicos, revisión de documentos, y trabajo de campo. Esta region tradicionalmente agricola tiene importancia critica por ser

La vía de transporte de Madera proveniente de las montanas boscosas del este, donde también plantaciones extensivas de coca han forzado la emigración humana, el abandono de la tierra y la deforestación. En el Perú, antiguos sistemas agrícolas aun coexisten con la intensificación del comercio. Se discuten los tipos de propiedad, tasas de cambio de uso del suelo y el uso y numero de parcelas. El tipo de uso del suelo varía periódicamente en cada distrito de la provincia. Las políticas de estado no completamente estructuradas indican un entendimiento pobre de las necesidades reales de la sociedad andina. En el futuro ellas deben combinar elementos de tradición, planeamiento central, y mercados.

Summary

Ancient agricultural systems coexist with the intensification of commerce in South America. The growing tendency towards external linkages brings potentialities and risks. Of particular interest are the changes occurring on the eastern side of the Andes neighboring the Amazonian basin, a vast region inhabited for about 3000 years. Although not always systematic or successful, colonist expansion towards the east since the 1940s contributed to the gradual incorporation of spaces that are considered among the most dynamic in the country. The complexity of the causes, tendencies and variability in time and space of deforestation in Amazonia is confirmed by the fact that it is likely to be accelerated the more distant they are from major cities, being the distance to human settlements and ways of transportation a main factor. Results from remote sensing analysis in Manaus (Brazil) showed the dispersion of located areas of forest recovery at an average rate of 0.3% and of forest degradation at 0.65% annually. Landsat TM imagery allows the separation of three main classes of land use, but field control is necessary to differentiate perennial crops from secondary forests, types of forests and crops. Aerial photographs confirm the fragmentation of farms.

The migration or expulsion of colonists is connected to the land tenure and the land usage conversion. Prices instability, climatic uncertainties and low yields further the emigration of peasants to the Amazonian basin as wage laborers, generating depopulation at the highlands and deforestation at the last. Colonist strategies differ from the indigenous ones (small farms, long rotations, utilization of multiple species); their tendency to use perennial crops in old farms to ensure rights derived in stable

systems (though criticized for environmental impacts), evidenced by vast extensions of coffee, tea and fruit plantations that regularly supply the national and international market. Two concomitant and contrasting processes occur: a process of land-use intensification on AU with coefficients of land-use intensity near to one, and a process of decline over time when they are near to zero. It was also found that 1) slash-and-burn agriculture is not a manifestation of migratory agriculture but of the broadening of sedentarized peasant agriculture that when based on long fallow periods can be an ecologically and economically sustainable practice 2) Failed state projects of colonization, demographic explosion, and widespread of illegal crops characterize the region 3) the level of soil use intensification is mainly explained by the time of occupation 4) the production strategies, although strongly linked with the market, rely on family workforce, fallowing practices and mixed crops, and 5) the farm size is an important factor that explains the type of dominant crops. Shifting cultivation practices prevail among colonizers with high discount rates, as long as they are not able to value the long-term benefits of keeping the forest intact. Consequently, the areas with secondary forests are increasing.

Three major types of land use in Huanuco (central province in Peru) are discussed on the basis of cartographical and socioeconomic data, document reviews, and field surveys. This traditional agricultural region has critical importance for being the gateway for timber transportation from the eastern mountainous tropical forests where also extensive coca plantations forced human emigration, land abandonment, and deforestation. In Peru, ancient agricultural systems still coexist with the intensification of commerce. Property types, rates of land use changes, as well as the use of and the number of farms, are discussed. The type of land use varies periodically among each district within the province. State policies not fully structured indicate a poor understanding of the real needs of the Andean society. From now on they must combine elements of tradition, central planning, and markets.

Key words: Land use change, traditional systems of land use, land reformation, property rights, Andes, tropical deforestation, remote sensing.

Introducción

Latín América tiene el 23% de tierra arable, el 46% de los bosques tropicales y el 31% de cuerpos de agua fresca. Sin embargo, la región tiene sólo el 10% de la población mundial (IDB, 2001), siendo capaz de abastecer de alimentos a una población mucho mayor con la base tecnológica que existe (Trigo, 1995).

La diversidad física y socioeconómica peruana determinó patrones particulares en el uso de la tierra. Las mayores tendencias en producción comprendieron cambios en la densidad poblacional y composición, en urbanización y diferenciación económica y en formas de control de la tierra, y cambios en las relaciones sociales. La tendencia mayor hacia un uso de la tierra más intenso progresó como una agricultura colonizadora y un pastoralismo extensivo.

De interés particular son los cambios que ocurren en el lado oriental de los Andes, una región habitada desde hace 3000 años. Aunque no siempre sistemática o exitosa, el esfuerzo de los colonos para explotar los recursos naturales contribuyó a la incorporación gradual de espacios. Derechos de propiedad altamente desiguales dificultaron el establecimiento de patrones inclusivos de crecimiento en la región. Como consecuencia, hay una preocupación de que el crecimiento económico podría expandir desigualdades y tensiones en lugar de reducirlos. Durante la colonia se introdujeron sistemas discriminatorios de derechos de propiedad. Estos sistemas a menudo redujeron la eficiencia y la equidad, y fueron mantenidos a la fuerza. “Tierras libres” fueron asignadas a las clases dirigentes confinando a los campesinos a tierras remotas. Sistemas ancestrales de manejo de la tierra, muchos de ellos de complejidad remarcable y sustentabilidad probada, coexisten con las demandas del mercado neoliberal. El Perú agrario no es esencialmente sedentario y los modelos antiguos de “sociedad campesina” – Marxista, Chayanoviano, etc., no se aplican completamente. El futuro de las comunidades depende de una combinación de condiciones locales y económicas con variación espacial. Las diferencias geográficas, las estructuras heredadas de la sociedad, y las características locales han sido subestimadas en las explicaciones pasadas de reestructuración.

La habilidad de la sociedad para definir y, dentro de un sistema amplio de aplicación de la ley, establecer instituciones que puedan consolidar derechos de propiedad a la tierra, son condiciones críticas para el desarrollo. Aunque el Estado está respondiendo a la necesidad de alimentar poblaciones crecientes ampliando sus responsabilidades en el manejo de recursos (codificando y renovando leyes de manejo de recursos, repotenciando estaciones agrícolas de investigación, y diseñando formas para resolver conflictos); el asentamiento desorganizado y la expansión de cultivos ilegales (con sus correspondientes efectos de erosión de suelos, pérdida de biodiversidad y contaminación) están relacionados con la forma como las políticas de Estado están concebidas para el desarrollo, las tendencias históricas de tenencia de la tierra, el grado en el cual el mercado impacta en las decisiones de la población rural, y la manera en la cual los últimos se auto organizan para crear riqueza.

Respuestas a preguntas tales como las formas de reducir la degradación ambiental y la promoción simultánea del desarrollo local con equidad, son diversas. Los programas de catastro rural, mercado de tierras, proyectos integrados de conservación y desarrollo, y el refuerzo de las organizaciones de base local, son valiosas.

Objetivos Generales

- Determinar las tasas de cambio de uso de la tierra en tres estudios de caso.
- Proponer los caracteres para reformar los actuales patrones de uso de la tierra en base a los resultados obtenidos y los records históricos.

CASO 1 Estimación de las tasas de deforestación en Brasil a través de la fotointerpretación directa y clasificación supervisada

Un área representativa de Manaus (Brasil) fue evaluada con imágenes Landsat TM en un intervalo de tiempo de dos años. Se propuso un método para diferenciar con alta confiabilidad las clases principales de cobertura empleando una clasificación basada

en redes neurales, enmascaramiento de nubes y filtros de reducción de ruido. Los resultados mostraron que la dispersión de áreas localizadas de recuperación forestal a una tasa de 0.3% y degradación forestal a una tasa anual de 0.65%. Un factor principal es la distancia a centros poblados y a las vías de comunicación. Inesperadamente, estos efectos parecen ser más acelerados a mayor distancia de estos últimos lugares. Esto confirma la complejidad de las causas, y la variabilidad de la deforestación en el tiempo y en el espacio. El método resultó confiable para aquellos casos en los cuales, debido a la inaccesibilidad, los datos de referencia de campo no pueden ser obtenidos.

Revisión de literatura

La cobertura de la tierra se define como la cubierta física observada, vista en tierra o por sensores remoto, incluyendo la vegetación y edificaciones humanas (LUCC, 2000). Los estimados globales de deforestación tropical se han incrementado desde 69000 km²/año en 1980 a 165000 km²/año a finales de 1980, el 50 – 70% de los estimados más recientes provienen de la Amazonia Brasileira, la región continua de bosques tropicales más grande (WRI, 1980).

Los factores que determinan la selección de una estrategia de detección de cambio son los requerimientos de información, la cobertura espectral, la disponibilidad y calidad de datos, los recursos de procesamiento de imágenes, la experiencia y las habilidades del analista, conocimiento fenológico, limitaciones de tiempo y costo, y la importancia de nominar los cambios que son detectados (Johnson and Kasischke, 1998). Aunque Jeanjan and Achard (1997) encontraron una relación consistente entre las áreas deforestadas medidas a una resolución especial fina y las proporciones de bosque fragmentado mapeado a una resolución espacial menos detallada, Borak *et al.* (2000) encontraron que diferentes resoluciones miden diferentes procesos de cambio en la cobertura terrestre. En un estudio en la Amazonia de Brasil, Mausel *et al.* (1993) clasificaron con una precisión total de 82 – 88%, tres clases de sucesión secundaria (inicial, intermedia y avanzada) usando imágenes TM. La edad de bosques tropicales en regeneración pueden aproximarse a través de series temporales de imágenes Landsat y SPOT (Lucas *et al.*, 2002). Los cambios en la resolución espectral pueden resumirse mediante índices relacionados al brillo y verdor (Steininger, 1996). La clasificación de Máximo Parentesco (Maximum Likelihood) confunde gran parte del bosque recientemente quemado con clases de no bosque, y es incapaz de clasificar bosques quemados más antiguos (Cochrane and Souza, 1998); en contraste, la clasificación basada en las características texturales usando datos TM y post clasificación *fuzzy* es confiable para determinar áreas de regeneración de bosques (Palubinskas *et al.*, 1995).

Metodología

El área de estudio se encuentra localizado en 3°13' Latitud Sur y 60° Longitud Oeste (franja 231 and fila 062). Se compararon dos imágenes de 6100 x 5760 píxeles (183x172 Km.). Estas estaban compuestas de seis bandas y fueron referenciadas a un sistema coordenado UTM. Tres muestras fueron tomadas a lo largo de la Vía Panamericana, al norte de la ciudad de Manaus y a lo largo del río Amazonas (Fig. 1). El proceso y análisis comprendieron las siguientes etapas:

1) *Determinación de patrones espectrales.* Graficando en ejes XY el comportamiento de cada banda en plots de 3x3 píxeles tomados de la imagen b1988 para cada clase. Los píxeles considerados estuvieron situados al centro y en las esquinas de cada muestra. Los números digitales por banda siguieron casi el mismo patrón, con leves diferencias en las bandas 4, 5 y 7. Las clases Forestal y de Regeneración muestran números digitales similares, y menores a los de la clase No Bosque. A mayor distancia entre los números en la distribución espacial de las características, mayor es el potencial para una diferenciación precisa entre clases. La banda 5 y hasta cierto grado las bandas 4 (para la clase Bosque) y 7 (para la clase No Bosque) permitieron una mayor diferenciación de la reflectancia espectral desde los píxeles adyacentes. Aunque las clases de Bosque pueden ser erróneamente asignadas como de regeneración debido a los efectos topográficos, la segunda clase muestra menores reflectancias en el infrarrojo (Steininger, 1996).

2) *Rectificación radio métrica y geométrica.* En la imagen primitiva hay una relación directa entre las líneas de scanner del primer sensor y su posición, luego de la corrección geométrica esta relación se pierde. La técnica de apareamiento de histogramas de los dos sensores (b2000 considerando a b1998 como referencia) fue usada para la corrección radio métrica. Luego del Remuestreo por Interpolación Cúbica ambas imágenes fueron clasificadas usando los mismos datos de entrenamiento. Esta interpolación determina un nuevo valor celular introduciendo la superficie cúbica polinomial a un arreglo de 4x4 células. La transformación geométrica permite repositionar los píxeles dentro de una imagen, y pueden ser usados para registrar múltiples imágenes y restaurar la distorsión geométrica causado por la aberración de lentes y la geometría de vista (Baxes, 1994).

	Tamano celular		Punto Central		DN (banda 3)		Raster	
	Columna	Linea	Latitud	Longitud	Prom.	Std.Dev.	Min.	Max.
Antes	29.9972	29.9975	S 20°50'12"	W 60°005'41"	19.014	3.9617	13	155
Despues	29.9972	29.9975	S 20°29'00"	W 59°059'04"	19.017	3.7274	11	143

Tabla 1. Características del píxel luego de la transformación geométrica.

3) *Extracción de subareas y clasificación:* un mapa de referencia construido en el display rojo verde azul (RGB) con bandas 3-2-1 (color normal) fue utilizado como *training data*. Otro display con bandas 7-5-4 (mayor separabilidad espectral) fue utilizado para calcular la exactitud de la clasificación. Se determinaron tres clases: Bosque, No Bosque (agricultura, pastos y sistemas mixtos) y Regeneración. Los cuerpos de agua no fueron incluidos en los resultados debido a que sus áreas no cambian significativamente en ese tiempo. El *training data* fue identificado por color, textura y localización utilizando el mapa de cobertura de Steininger (1996) como referencia. Las subareas fueron clasificadas usando un clasificador supervisado Stepwise Lineal.

Las subareas fueron localizadas cerca a Manaus y a lo largo de la ruta 174 (Figura 1). La precisión total para la clase Bosque fue de 99.32%, para la clase No Bosque fue de 59.24%, para la de Regeneración fue de 98.92% y para la clase Agua de 98.74%.

Los valores en la diagonal de la Matriz de Co Ocurrencia Normalizada tienen el mismo número de clases en los ejes vertical y horizontal, y por lo tanto miden las propiedades espaciales de las clases individuales. Los valores negativos indican que las células en la clase no tienden a estar adyacentes uno al otro, y que la clase esta por lo tanto difusamente fragmentada en muchas áreas pequeñas.

SUB AREA	I	II	III
Perimetro (km)	146.0024	113.9406	102.9433
X (km)	26.5682	45.5299	30.3646
Y (km)	46.439	11.4404	21.1071
Area (km ²)	1233.6401	520.879	640.907
Lineas	1554	385	704
Columnas	883	1521	1012
Latitud centro	S 2 50' 12"	S 2 12' 49"	S 2 28' 56"
Longitud centro	W 60 05' 41"	W 59 58' 30"	W 59 59' 19"

Tabla 2. Localización y dimensiones de las Sub Áreas (Muestras).

4) *Mejora de la imagen*: La reducción de ruido y la mejora de la imagen se consiguió aplicando filtros de Mediana y Moda de 3x3 células. El primero remueve ruido no randomizado, líneas finas y puntos aislados. Este filtro pesa cada célula en la ventana y computa una mediana para la célula que esta siendo procesada. El filtro Modal suaviza los detalles y remueve el ruido. También pesa cada célula en la ventana Y computa la moda que esta siendo procesada.

5) *Comparación de imágenes clasificadas* y visualización de áreas de cambio en los mapas binarios. El valor del píxel en el raster clasificado (4 bits) para la clase de Bosque (verde oscuro) fue 1, para la clase No Bosque (amarillo) fue 2 y para la clase de Regeneración (verde claro) fu 5. El raster obtenido después de la substracción (C=A-B) fue de 8 bits, donde las áreas que permanecieron como Regeneración fueron de color gris. Los valores de cero denotan áreas que no han cambiado, y los valores positivos y negativos (reclasificados como 1) denotan áreas de cambio (Lo and Shipman, 1990). El mapa resultante reconoce a las áreas de Regeneración y No Bosque que han reconvertido a Bosque dentro de 21 meses, o, áreas de Regeneración que se convirtieron a No Bosque. Los caminos y los ríos proveen libre acceso a madereros, agricultores e invasores que causan deforestación. También estas vías conectan a los agricultores con el mercado promoviendo cultivos rentables si los costos de transporte son atractivos. El número de caminos es aún insuficiente y se ubican a gran distancia entre ellos (Apan and Peterson, 1998).

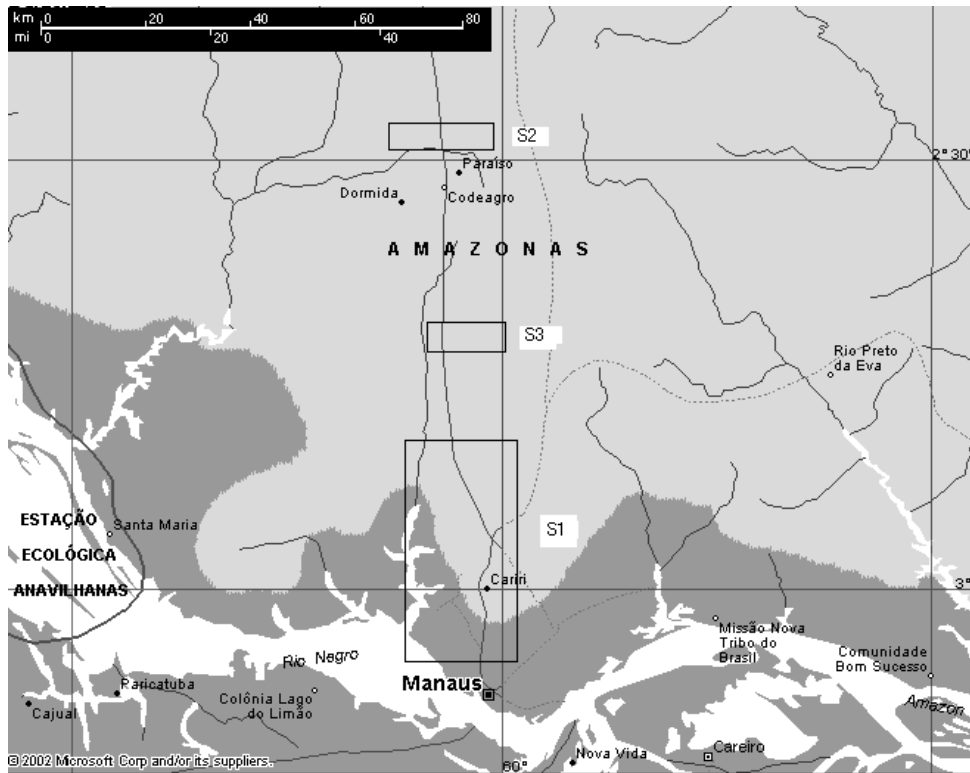


Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas de estudio (Fuente: www.experia.com)

	Training Set		b1998		b2000		DIF. %
	Cells	%	Cells	%	Cells	%	
Muestra 1							
Bosquet	22327	68.9169	1095738	80.81	1063554	79.58	-1.23
No Bosque	3315	10.2324	106416	7.85	113416	8.49	0.64
Regeneracion	490	1.5125	103865	7.66	111609	8.35	0.69
Muestra 2							
Bosque	21338	81.1025	443173	85.61	429284	84.56	-1.05
No Bosque	4083	15.504	42143	8.14	45839	9.03	0.89
Regeneracion	914	3.4707	32319	6.24	32551	6.41	0.17
Muestra 3							
Bosque	17532	74.544	604766	89.85	622261	90.36	0.51
No Bosque	3875	16.476	26866	3.99	25860	3.76	-0.23
Regeneracion	2112	8.98	41440	6.16	40497	5.88	-0.28

Tabla 3. Training Data set y células resultantes por clase después de la clasificación

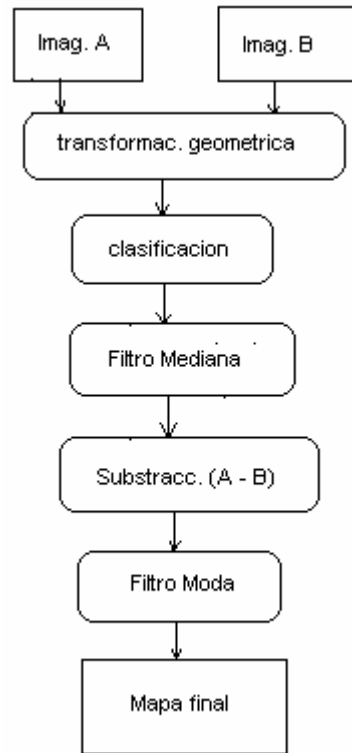


Figura 2. Flujo grama del procedimiento empleado.

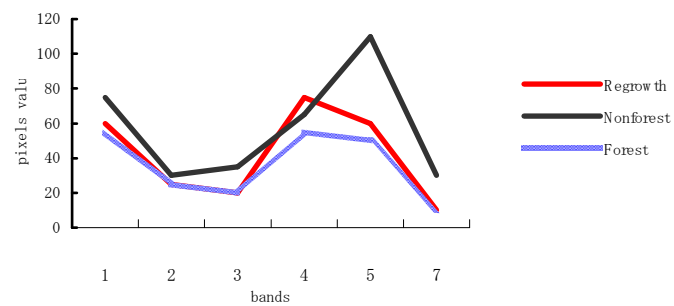


Fig. 3. Valores promedio de DN para tres clases a través de las bandas 1, 2, 3, 4, 5,7.

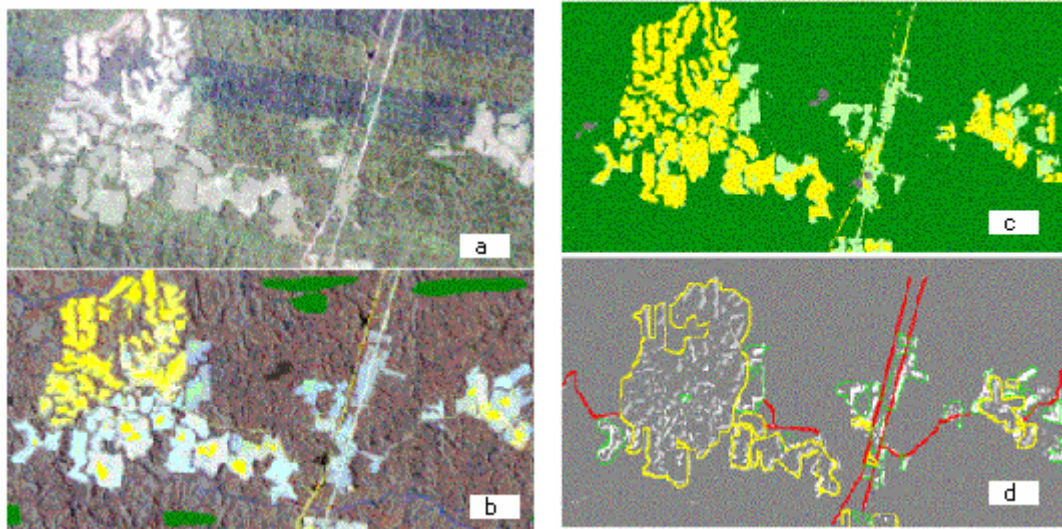


Fig. 4. Cambio de clases en 21 meses. (a) Imagen primitiva en colores naturales, (b) Set de Datos de Control mostrados en una combinación de bandas 7-5-4 RGB, (c) mapa clasificado (se aplicaron filtros y mascara), (d) capa vectorial superpuesta sobre el resultado (mapa clasificado del 2000 – mapa clasificado 1998), las áreas que cambiaron se muestran en blanco, los caminos en rojo, la clase de No Bosque en Amarillo y las de regeneración en verde. El background se resaltó con un filtro Modal de 3x3 células.

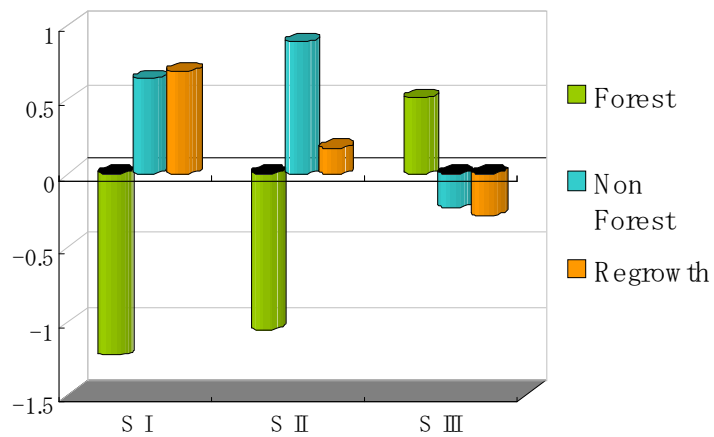


Fig. 5 Cambio en las clases Bosque (FR), No Bosque (NF) y Regeneración (RG) en porcentaje para las tres Sub. Áreas (1998 y 2000).

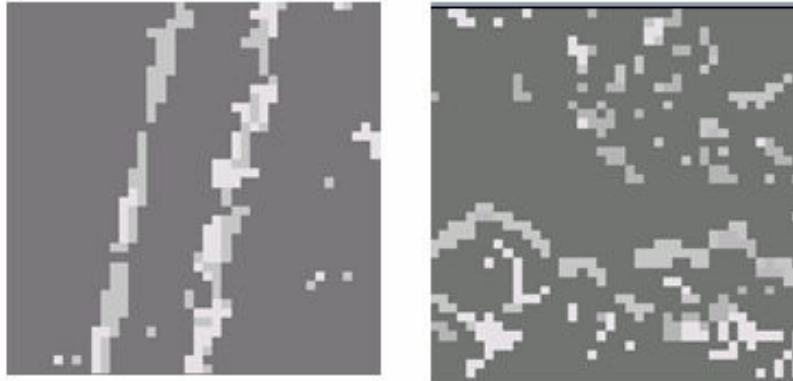


Fig. 6 Cambios a lo largo de la vía de acceso. Sección de 40x40 píxeles (1.428 km²) en la sub. Área I.

Fig. 7 Cambios a lo largo del río. Sección de 40x40 píxeles (1.428 km²) en sub. Área II.

Resultados y Discusión

En 21 meses, la clase de Regeneración se expandió en las sub. Áreas I (0.69%) y II (0.17%) pero decreció en la sub. área 3 (-0.28%). La clase de No Bosque se expandió en las sub. Áreas I (0.64%) y II (0.89%) pero decreció en la sub. área III (-0.23%). La clase Bosque se contrajo en las sub. Áreas I (-1.23%) y II (-1.05%) pero se contrajo en la sub. área III (0.51%). La clase Bosque en la sub. Área I declinó 1.23% a expensas de un incremento similar en áreas de No Bosques (0.64%) y Regeneración (0.69%). La clase de Bosque también se contrajo 1.05%. En la suba rea II ocurrió una ligera expansión en la clase de Regeneración (0.17%). En la suba rea III la clase de Bosque se incrementó en 0.51% mientras que las clases de No Bosque y Regeneración se contrajeron uniformemente (-0.23% y -0.28%) respectivamente. Skole and Justice² (1997) resaltaron el rol de los bosques secundarios (clase de Regeneración) en la dinámica de la deforestación, donde las tasas de abandono son a menudo tan altos como las tasas de deforestación pero con un retraso de 5-8 años. La regeneración puede ser tan larga y creciente, mientras que las de deforestación pueden ir declinando. Los valores en la diagonal de la Matriz de Coocurrencia tienen el mismo número de clase en los ejes vertical y horizontal, y mide por lo tanto las propiedades espaciales de las clases individuales. Mayores tasas de cambio se explican por una fragmentación difusa de la clase en muchas áreas pequeñas, tasas menores están asociadas con la ocurrencia de áreas relativamente grandes y homogéneas. En la sub. Área I, los valores negativos indican que las células en la clase no están adyacentes una a otra, y que la clase está difusamente fragmentada en muchas áreas pequeñas. La clase de No Bosque muestra una distribución randomizada, ocurriendo en áreas de dimensión y tamaño variables. La clase de regeneración en b1998 ocurre en áreas relativamente largas y homogéneas (muchas células de la misma clase están adyacentes una a otra), mientras en b2000 muestra una distribución espacial randomizada, ocurriendo en áreas de dimensión y distribución randomizada. En la sub. Área III, la clase Bosque ocurre en áreas relativamente grandes y homogéneas, particularmente en b2000. Estudios adicionales son necesarios para entender las causas de la agregación/desagregación de clases después de la colonización. Durante las etapas tempranas de colonización, pequeños propietarios establecen

demandas sobre la tierra mediante la roza y quema de bosques aledaños a sus propiedades. Luego de que los caminos son abiertos, una fila inicial de parcelas con frentes de varios cientos de kilómetros se establece rápidamente. Se establecen filas paralelas al camino de parcelas, cada una a un par de kilómetros dentro del bosque (Sierra, 2000). La expansión agrícola reduce la cantidad de combustible natural disponible en el bosque, consecuentemente la fragmentación del bosque puede causar una reducción en la propagación espontánea de fuegos, aunque la fragmentación forestal causada por el madereo selectivo puede ser una excepción importante (Eva y Lambin, 2000). Las tasas de crecimiento secundario (Regeneración) pueden ser tan altas como las de deforestación en algunas áreas, y es comúnmente distribuida alrededor de áreas de clase de No Bosque. Esto podría causar la sobrestimación, en un 50%, de los niveles de deforestación (Skole y Tucker, 1993; Hudak and Wessman, 2000). También es posible que, como en el caso de Cross River State en Nigeria (Ite y Adams, 1998), el actual proceso de deforestación a nivel de localidad puede ser lento y gradual, mientras es considerado alto a nivel nacional. Áreas con un porcentaje similar de bosques y una composición de cobertura tienden a tener mayores tasas de deforestación cuando están a mayor distancia de las ciudades (subareas II and III). Esto comprueba la conclusión de McCracken *et al.* (1999) en un estudio de análisis de regresión en los patrones de deforestación/forestación en el Estado de Pará (Brasil), donde los coeficientes asociados con la distancia indicaron una relación curvilínea entre la distancia y las áreas deforestadas anuales. Mayor interpretación de datos multitemporales secuenciales podrían confirmar estos resultados. Los niveles de deforestación pueden cambiar dramáticamente de año a año (Skole y Justice¹, 1997), por lo que los estimados anuales sobre varios años podrían perder eventos importantes, tales como los años en los cuales las tasas son significativamente mayores o menores que en otros años.

Conclusiones

La degradación forestal fue detectada a tasas que oscilan entre 1.05-1.2%, principalmente debido a un incremento de 0.6-0.9% en áreas de No Bosque y a un incremento en áreas de regeneración en tasas de 0.2-0.7%. También, en algunas áreas un decremento en áreas de No Bosque y Regeneración reflejan un incremento en áreas de Bosque a una tasa de 0.5% en 21 meses. Este estudio muestra que es posible detectar en esta región cambios de cobertura vegetal en tres clases principales con precisión cuando no se dispone de áreas de control en el campo. Áreas de control pueden construirse con éxito sobre mapas de referencia previos y dispuestos en "color natural". Las tasas de regeneración forestal pueden ser mayores de lo esperado. Podría anticiparse con certeza el futuro de los BHT si las estimaciones de áreas y tasas de abandono de parcelas agrícolas se hacen con la misma precisión que las de deforestación.

CASO 2 Dinámica del uso de la tierra por colonos agrícolas en las montañas tropicales del Perú central

Abstract

Land use practices by Andean colonists in representative points of emigration at Huallaga River Valley are analyzed through a review of the historical processes and census data from the last agricultural census available. It was found that 1) Slash-and-burn agriculture is now commonly a manifestation not of migratory agriculture but of the broadening of sedentarized peasant agriculture and when based on long fallow periods can be an ecologically and economically sustainable practice 2) The region is characterized by state projects of colonization that failed, a demographic explosion and the widespread of illegal crops 3) The level of soil use intensification is mainly explained by the time of occupation 4) The production strategies, although strongly linked with the market, still rely on family workforce, following practices and mixed crops and 5) the farm size is an important factor that explains the type of dominant crops.

Introducción

Una de las limitaciones para el planeamiento del desarrollo sustentable en la Amazonía es la comprensión inadecuada de la racionalidad de los colonos en el uso de la tierra. Una economía rural de lento crecimiento, políticas de desarrollo inadecuadamente concebidas y una ley forestal no realista son algunos de los factores que incentivaron la emigración de campesinos andinos. Aunque en el proceso de ocupación del valle del Huallaga, ciertos patrones de producción (triada café-fruta-madera) se han ido cristalizando, dado los grupos económicos distintivos de la región (Santos-Granero y Vahar ay, 1998); los colonos gradualmente propagaron cultivos ilegales (*Erythroxylon coca Lam*) con consecuencias ambientales y socio económicas adversas. Comúnmente, un incremento poblacional induce a un uso de la tierra intenso y a la innovación tecnológica (Boserup, 1965), pero debido a la sinergia entre distintos factores (proyectos de desarrollo, maderero y expansión de la frontera agrícola), es difícil definir la causalidad en los cambios de uso de la tierra (Keipi, 1999). De acuerdo a Smith *et al* (1999), la deforestación por roza y quema podría ser menor que lo que previamente se estimó ya que 1/3 de las parcelas aún tienen cubierta forestal. La densidad de bosques podría incrementarse o ser mantenida en tierras arables capaces de producir en forma rentable, pero requieren mayores intensidades de uso de mano de obra y capital.

Este estudio enfoca la manera en que los colonos crean sus propias estrategias de desarrollo e innovación. Ellos pueden encontrar soluciones cuando enfrentan cambios demográficos, económicos y/o ecológicos, seleccionando determinados usos de la tierra, reflejando diferentes niveles de mano de obra requeridas para hacer la tierra productiva, así como mercados para productos e inputs que definen los márgenes de ganancia esperados. El proceso de fragmentación de parcelas en la región no sigue el mismo proceso causal de otras regiones en el país. El *minifundista* amazónico (con propiedades de dimensión pequeña y mediana) no recibe suficiente atención por parte de la planificación estatal porque se asumió que la tierra es un bien ilimitado. Además, para los colonos, no toda la tierra conveniente para la agricultura tiene valor. Los bosques son mantenidos no tanto como una fuente de ingresos (que permanece como

una posibilidad), sino porque los recursos familiares no son adecuados, o son innecesarios para cultivar estas áreas más intensivamente.

La transición a sistemas de producción sostenible pueden incluir fuertes costos de inversión para ingresos crecientes y posibilidades de empleo, incentivos de desarrollo para conservar bosques, e intervención en el mercado para asegurar la estabilidad de precios (Deweese, 1991). Una mayor productividad, los menores costos de mano de obra y una mayor eficiencia en el mercado de tierras promueven las oportunidades de empleo y reducen la demanda por tierras agrícolas.

Materiales y Métodos

Las áreas de estudio se encuentran en el valle del Alto Huallaga, Perú, a 08°44'55"-10°20'21" latitud sur, y 74°39'00"-77°30'00" longitud oeste. La formación natural de vegetación es el Bosque Húmedo Tropical (ONERN, 1962) con suelos residuales y aluviales de regular profundidad y fertilidad, algunos son de difícil drenaje (hidromórficos). El área total en la región es de 89,633ha, ocupados por 8,358 campesinos (INEI, 1996). El Instituto Nacional de Estadística e Informática compiló datos estadísticos a nivel de distrito y región durante el Censo Agrícola Nacional. Se hizo una enumeración completa de todas las propiedades a través de entrevistas directas usando un formato específico para unidades agrícolas mayores a 0.5 ha. Las unidades agrícolas menores a dicha dimensión fueron consideradas como "pequeñas parcelas", y solo se recogió información limitada de ellos. La unidad estadística seleccionada es la Unidad Agrícolas (AU), definida como cualquier pieza de tierra de una o mas parcelas, total o parcialmente utilizada para la producción agrícola sin considerar el tamaño, tenencia o status legal. Ellos fueron identificados en el campo cartográficamente.

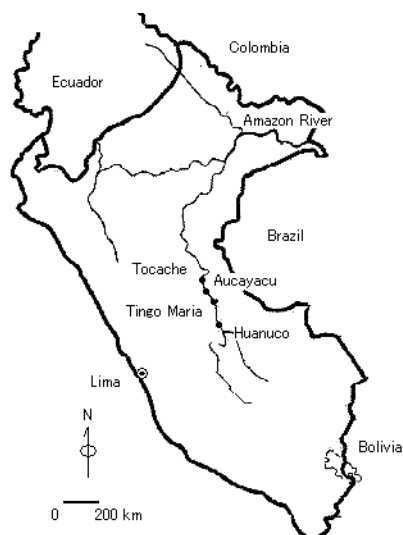


Fig. 8 Localización de las áreas de estudio.

Se han analizado datos históricos y estadísticos desde el censo de 1996 para tres poblaciones de la cuenca que representan zonas de ocupación humana antigua, intermedia y reciente. Los datos bibliográficos se relacionaron a la evolución de los movimientos de colonización en la región, sus características, factores y tipos. Los datos estadísticos comprendieron el número, áreas y tiempo de posesión de AU por tipo de uso de la tierra (anual, cultivos permanentes y mixtos, pastos y barbecho) para las zonas seleccionadas. Los niveles de intensidad de uso de la tierra y las prácticas de barbecho fueron determinadas y comparadas considerando los efectos de crecimiento demográfico humano, el mercado y los cambios estructurales creados por la reforma agraria de 1960, en los patrones de uso de la tierra y la fragmentación de parcelas. Las zonas estudiadas fueron: (1) Tingo Maria, la más antigua. En 1980 aproximadamente el 50% de su población se estableció en el sitio por más de veinte años (2) Aucayacu, donde una proporción similar de colonos se estableció por un tiempo de 11-20 años; y (3) Tocache-Uchiza, la zona de ocupación más reciente, con mas del 60% de los colonos establecidos por menos de 10 años.

La hipótesis planteada fue de que en áreas ocupadas por mayores tiempos, (1) existe una mayor presión poblacional correlacionada con una mayor fragmentación de la tierra, y (2) los productores están mejor integrados al mercado, resultando en una transición desde agricultura migratoria a agricultura comercial basada en cultivos perennes. Estos dos factores resultaron en una intensificación del uso de la tierra, la cual toma la forma de una reducción en el área cultivada por unidad agrícola y (2) una reducción en la proporción de terreno barbechado.

Resultados

Tendencias demográficas. Asociado con una población creciente, el uso de la tierra es intenso aunque solo el 11% de la tierra es conveniente para la agricultura (Santos-Granero and Barclay, 1998). La presión demográfica sobre la tierra explica el proceso de fragmentación sin un proceso claro de concentración de la tierra. Aunque la estructura de la tenencia de tierra en el valle podría caracterizarse en general como de propiedad pequeña, se encuentran diferencias importantes dentro del área asociada con el tiempo de ocupación así como la presión demográfica en tierras de alto valor. La densidad poblacional varía significativamente al nivel distrital, con los valores más

altos correspondiendo a distritos que fueron colonizados por mayor tiempo. Propietarios de parcelas grandes perciben a la colonización masiva como un período de desorden, mientras que los colonos andinos lo consideran como el comienzo de un período de orden (Santos-Granero y Barclay, 1998).

Se diferencian cuatro etapas de inmigración:

- 1) 1850-1900. Relacionado con el cultivo de la coca para uso tradicional en los Andes. Poblaciones mixtas e indígenas se establecieron en el lado occidental del valle en poblados articulados por pequeños caminos.
- 2) 1900-1960. Relacionado con la extracción de goma (*Hevea brasiliensis*) a lo largo del río Huallaga con Tingo Maria como el centro de acumulación. Desde 1914 el mercado de goma declinó y los campesinos retornaron a la agricultura de subsistencia. La Segunda Guerra Mundial recubrió su demanda brevemente, sin embargo la expansión permanente comenzó luego de 1945-1950 con la construcción de nuevos caminos.
- 3) 1960-1975. Los esfuerzos para colonizar con la intervención del Estado comenzaron con la ley 8621 (1930), la cual fijo un área próxima a Tingo Maria para uso agrícola. En 1943 se concluyó de construir la carretera marginal de la Selva (Lima-Pucallpa). Se introdujeron cultivos comerciales (té, café, tabaco) además de la explotación maderera; el sistema de latifundio se expandió (Bedoya, 1982). Hubo problemas de administración, colapso de cultivos y débil asistencia técnica. La baja fertilidad del suelo y la insuficiencia de caminos, de servicios básicos y de créditos forzaron a abandonar concesiones. A cada colono se le entregó una parcela privada y otra bajo uso colectivo, pero estos últimos estaban a gran distancia de las unidades familiares. La escasez de mano de obra impidió a las familias extender sus actividades más allá de sus propiedades y la mayoría de ellos no tuvieron la experiencia en manejo de cooperativas. Ese individualismo no estaba relacionado con una falta de identidad grupal sino con un rechazo de las formas colectivas planteadas por la reforma agraria (Bedoya y Aramburu, 1986). Más aún, nuevos inmigrantes se asentaron en áreas colectivas no utilizadas acentuando la confusión en la tenencia.
- 4) 1975-2000. Período relacionado con la expansión de cocales y un decremento significativo de apoyo estatal. En el país, aproximadamente 40000 familias tuvieron 36000ha plantadas de coca, 7134ha fueron erradicadas pero otras 9700ha aparecieron durante 1999-2002 (El Comercio, 2003). Los efectos de las campañas de erradicación todavía no son claros. Aunque la dificultad de

	Tingo Maria	Aucayacu	Tocache - Uchiza	Total
muestra (numero familias)	68.0	128.0	189.0	385.0
ORIGEN				
Nativos	4.4	1.6	18.5	10.4
Migrantes	95.6	98.4	81.5	89.6
TIEMPO DE ARRIBO				
antes 1970	26.1	4.0	4.5	8.4
1970 - 1980	26.2	14.3	9.7	14.6
1981 - 1990	26.2	57.1	25.4	37.3
1991 - 2000	21.5	24.6	60.4	39.6
TIEMPO DE RESIDENCIA				
mas de 20 anos	52.3	18.3	14.3	22.9
11 a 20	26.2	57.2	25.3	37.1
6 a 10 anos	7.7	13.5	39.0	23.8
menos de 5 anos	13.8	11.0	21.4	16.2
RAZON DE EMIGRACION				
necesidad de tierras	41.0	53.6	57.0	52.8
busqueda de trabajo	39.7	33.7	28.2	32.4
presencia de familiares	18.0	11.4	10.7	12.3
apoyo del Estado	1.3	1.2	4.1	2.5
REGION DE ORIGEN				
Costa	6.2	5.6	6.5	6.1
Sierra	78.5	72.2	62.3	69.1
Selva	13.8	22.2	31.2	24.7
EDAD DE EMIGRANTE (anos)				
mnor de 15 anos	13.8	8.7	6.5	9.0
15 - 19	21.5	12.7	9.1	13.0
20 - 29	29.2	39.7	39.0	37.0
30 - 39	20.0	28.5	22.7	24.0
mas de 40 anos	15.5	10.3	22.7	17.0

Tabla 4. Características básicas de colonos (en %) en el valle del Alto Huallaga.

diferenciar los límites de colonización con aquellos identificados por los censos nacionales (basados en la división política de departamentos, provincias y distritos), la población se incrementó 11 veces en las últimas cuatro décadas (Fig. 9). Los cambios poblacionales hasta 1940 contrastan con el rápido y constante crecimiento durante las últimas tres décadas. La proporción de la población rural mantiene un nivel alto (7352 en 1940 y 78472 en el año 2000) pero la población urbana se esta incrementando (de 4091 en 1940 a 56128 en el año 2000).

La relación de población urbana y rural se mantuvo constante, con las 2/3 partes clasificadas como rural y 1/3 como urbana. Aproximadamente el 77% de los colonos llegaron luego de 1960, y cerca del 40% en la ultima década, significando que la expansión demográfica es reciente y concentrada en un período breve. En Tingo Maria el 50% de los colonos se asentaron por más de 20 anos, en Aucayacu el 57% permaneció por 11-20 anos, y en Tocache-Uchiza el 60% lo hizo por menos de 10

años, evidenciando una adaptación al nuevo ambiente. No se registraron ocupaciones efímeras. La urbanización es notable en áreas antiguas, donde los servicios públicos y las firmas comerciales están localizados, y la mayoría de pobladores (excepto Tingo Maria) son agricultores.

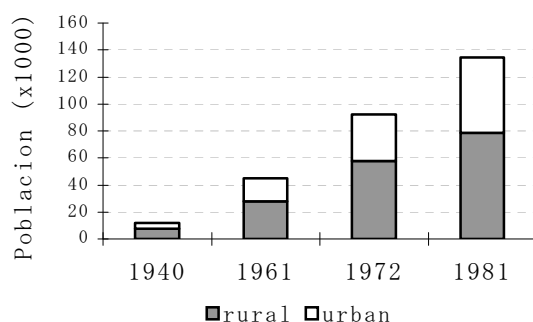


Fig. 9 Tendencias demográficas en el valle del Alto Huallaga

En las cooperativas agrarias establecidas por la reforma agraria, las tasas de deserción fueron mayores que el 80% de la población inicial (Cencira, 1974). Muchos de ellos emigraron a nuevas áreas a través de la práctica de roza y quema durante la “época seca” (Mayo – Julio). Sin embargo, los niveles de deserción en grupos localmente organizados fueron de solo 15-20% (Aramburu *et al*, 1982). Las razones de inmigración son principalmente falta de tierras (53% de casos) y búsqueda de empleo. Los rendimientos por hectárea de arroz y maíz Amarillo son 15 y 30% menores que en las regiones del Alto Mayo y Huallaga Central (Aramburu *et al*, 1982). Sin embargo la frontera agraria ha servido como un empleador de último recurso. La abundancia de mano de obra no calificada precipitó la expansión agrícola. Parientes ya establecidos también son una atracción importante (Bedoya y Aramburu, 1986).

Expansión de la frontera agrícola

La tierra parece de libre acceso a los nuevos emigrantes porque la mayoría de ella es abandonada bajo barbecho por más de cinco años. Los antiguos dueños toman ventaja de vender la tierra a nuevos colonos o legalmente demandan el retiro de nuevos emigrantes. Debido al boom de la coca y las políticas de erradicación, el nuevo proyecto de desarrollo rural (PEAH) confrontó la situación en un área mayor, con una población mayor y más dinámica. De acuerdo a la tabla 5 los tipos principales de unidades de producción son:

- a) *Parcelas familiares*. Constituidos por 5713 parcelas. La mayoría de las parcelas son pequeñas y carecen de inversiones que incrementen la productividad, tales como irrigación. Alrededor del 45% esta bajo explotación, el área restante esta cubierta por bosques primarios y secundarios. En Tingo Maria, Aucayacu, Tocache y Uchiza solo el 7% de los colonos utilizan fertilizantes, el 16% insecticidas y herbicidas y el 21% semillas de alto rendimiento (INEI, 1996). Para los pequeños colonos los cultivos permanentes son una alternativa para sostener una producción sin uso significativo de bienes externos. Las unidades agrícolas familiares son las más importantes debido a su extensión. La conveniencia de su tamaño promedio (26.5ha) debería ser detalladamente

estudiada desde que los pequeños propietarios conducen a un crecimiento agrícola más acelerado bajo una alta concentración de la tierra (Van Ginkel *et al*, 2002).

- b) *Producción cooperativa y empresas estatales*. Actualmente de 10 a 14 empresas tienen problemas de viabilidad socio económico. Alrededor de 1194 agricultores están asociados en grupos que comprenden 12 (cooperativa Huayllay) a 300 miembros (cooperativa *Jardines de Te*). La empresa estatal (*Endepalma*) posee 5250ha, emplea 800 trabajadores y produce aceite de palma a una razón de 20 ton/hora (INEI, 1996).
- c) *Contratos forestales*. La extracción maderera fue una actividad pionera y esta restringida a 90 especies. La reforestación es raramente practicada no obstante la ley lo exige. La producción de madera aserrada en Huanuco disminuyó de 46,531m³ (1980) a 16,049m³ (1991) (INRENA, 1994).
- d) *Parcelas de coca*. Hay dos tipos de productores de coca, los de dedicación exclusiva y los que poseen cultivos mixtos. La expansión de los cultivos de coca esta condicionada al nuevo flujo de inmigrantes.

Sistemas de uso de la tierra, dimensiones de las parcelas y racionalidad económica

Los agricultores alteran el padrón de sus cultivos con cierta predictabilidad, de acuerdo al cambio esperado de precios y rendimientos. Ellos cambian de cultivos para evitar incertidumbre asociada con la volatilidad de ingresos. Diferentes cultivos presentan diferentes respuestas. Impedimentos de tierra y mano de obra se unen a diferentes puntos para diferentes cultivos.

Tipo	numero	promedio area (ha)	total area (ha)
Unidades agric. F	5713	26.5	149561
Cooperativas agri	10	3180	31800
Aserraderos	196	17 to 3000	164345
Parcelas de coca	unknown	1 to 5	14,481

Tabla 5. Tipos de unidades de producción en el valle del Alto Huallaga.

La proporción de áreas cultivadas en los asentamientos más antiguos, intermedias y recientes son de 32, 22 y 20% respectivamente. En las parcelas jóvenes dominan los cultivos anuales (maiz, frijoles y arroz), mientras que en las más antiguas los cultivos permanentes (cacao, café, coca, frutas, etc.). En Tingo Maria y Aucayacu las áreas promedio por parcela plantada con cultivos permanentes (coca, cítricos, café y cacao) son altas (3.4 y 2.5 ha respectivamente).

La dimensión promedio de parcela decrece con el avance de la edad de colonización (19.5, 26.8 y 30.7ha en Tingo Maria, Aucayacu y Tocache-Uchiza respectivamente). Tingo Maria tiene una tasa mayor de área total usada (54% comparada con 40.3% y 37.3% en las regiones de colonización intermedia y reciente respectivamente). Consecuentemente, la proporción de parcelas bajo barbecho y bajo bosques son

menores en Tingo Maria (72.1 y 54.4% de las parcelas respectivamente) que en Aucayacu (91.4 y 72%) y Tocache-Uchiza (87.9 y 67.2%). Los datos infieren que una tecnología estable persiste aun cuando el área total de parcelas esta decreciendo. Como las áreas en uso en las zonas son similares, los factores limitantes son el capital y la escasez de fuerza de trabajo. La estrategia agrícola esta definida por la edad relativa de colonización y el tamaño de la parcela (el cual determina el tipo de cultivo dominante). De acuerdo a la tabla 6 los cultivos anuales son más frecuentes en parcelas dentro de los 8 años de edad (79 de 128 parcelas), mientras que los cultivos permanentes dominan en parcelas más antiguas (86 de 140 parcelas). La relación entre cultivos anuales y permanentes comprendió el 48.4% (140 parcelas), y las parcelas con cultivos anuales el 44.3% (128 parcelas). La frecuencia total de parcelas por rango de edad está homogéneamente distribuida.

La tabla 6 indica que el número total de parcelas de más de 30ha es casi el doble del total de parcelas bajo 10ha. Los cultivos permanentes (en 48.4% del total de parcelas) dominan en parcelas de hasta 20ha (107 de 170 parcelas), y los cultivos anuales (en 44.2% del total de parcelas) en parcelas de mayor área (92 de 155 parcelas). La presencia de pastos es escasa en las parcelas de cualquier dimensión (8 de 351 parcelas), siendo significativa sólo en parcelas mayores de 30ha (5 parcelas) y en parcelas dentro de 15-20ha (2 parcelas). Los cultivos mixtos (en 5.1% del total de parcelas) están indistintamente distribuidas en todas las dimensiones de parcela, siendo más frecuentes en parcelas de 10-15ha (2 parcelas) y 20-30ha (5 de 18 parcelas). La asociación de cultivos anuales y permanentes permite ingresos en el corto plazo y un reducido costo de plantación respectivamente; así como tan bien enfrentan satisfactoriamente pérdidas potenciales de cosechas y fluctuaciones de precios.

Años	permanentes	anual	mixto	pastos	Total
1-4.	26	36	3	2	67
4-8.	28	43	5	2	78
8-14.	37	26	4	2	69
>14	49	23	2	2	75
Total	140	128	14	6	289

Tabla 6. Número de parcelas por tipo de cubierta vegetal y tiempos de posesión en el valle del Alto Huallaga.

La asociación de cultivos anuales y permanentes provee una fuente de ingresos en el corto plazo y permite la introducción de cultivos permanentes con un costo inicial reducido sin poner en riesgo el capital familiar. Aunque el cultivo intensivo disminuye las áreas con bosques secundarios (o regeneración) e implica la desaparición de parcelas para el autoabastecimiento, persiste una aversión a la especialización absoluta. Alrededor del 74% del total de parcelas contienen cultivos anuales y perennes en diferentes etapas de desarrollo. En Aucayacu (26.8 ha/parcela) la diferencia entre cultivos permanentes y anuales se explica por ser una tierra en transición, mientras que en Tocache-Uchiza (30.7ha/parcela) dominan los cultivos anuales.

La edad de la parcela también determina el destino de las cosechas (comercio o autoconsumo familiar). En etapas tempranas el colono consolida su economía estableciendo cultivos mixtos. Después de algunos años esa característica permanece, el 65% de los agricultores en la región mantienen un área para subsistencia diaria, mientras que los monocultivos comerciales en el valle del Huallaga solo alcanzan el 4% del total de parcelas. Ellos se difunden mientras las áreas en descanso se incrementan con la baja de la fertilidad del suelo.

Tamaño parcela (ha)	permanente	anual	mixto	pastos	Total
< 10	33	12	4	0	49
10-15.	35	17	5	0	57
15-20.	39	34	1	2	76
20 - 30	31	38	5	1	75
> 30	32	54	3	5	94
Total	170	155	18	8	351

Tabla 7. Número de parcelas por tipo de cobertura del suelo y dimensión de las parcelas en el valle del Alto Huallaga.

años	permanente	anual	mixto	pastos	Total
1-4.	26	36	3	2	67
4-8.	28	43	5	2	78
8-14.	37	26	4	2	69
>14	49	23	2	2	75
Total	140	128	14	8	289*

Tabla 8 Distribución de cultivos anuales y permanentes (promedio por parcela en hectareas) y respectivo LUI por zona.

La explotación comercial no es significativa. Los cambios en los cultivos (desde autoconsumo a intensivo como arroz irrigado, maíz amarillo y ganadería) mantienen la fisonomía y racionalidad de la economía local campesina. Aunque la difusión de cultivos de coca cambia los aspectos productivos, estos no eliminan las características estructurales de la unidad campesina. Una plantación de coca, basada en labor familiar no remunerada, genera más rentas sin desarrollar una “economía campesina” orientada por el capital.

El propósito de los bienes cosechados también explica los patrones de cultivos dominantes, en Tingo Maria el 75-95% de las cosechas son vendidas y el resto es auto consumido. Estas proporciones son más bajas en Tocache-Uchiza (55-60%). La

disponibilidad relativa permite una mayor flexibilidad para la selección de cultivos. Los monocultivos atentan contra una economía mixta e inducen al colono a depender del mercado con precios que el no controla. La producción para el autoabastecimiento tiene más ventajas y menores riesgos que adquirirlos en el mercado. Otro análisis requiere el volumen y los costos de créditos que usualmente son designados a los colonos pero resultan escasos y caros para todas las actividades productivas legales de baja rentabilidad. También, el uso de la tierra bajo propiedad común debe ser analizada más detalladamente debido a que ellos funcionan mayor en áreas que confrontan baja presión migratoria (Keipi, 1999), en otras regiones proveen suficientes incentivos para conservar e invertir en la tierra.

Prácticas de barbecho

El barbecho aún se aplica en la mayoría de las parcelas, incluyendo las antiguas. Aproximadamente el 75% de las parcelas se encuentran en descanso y más de la mitad de ellos aún tienen zonas forestadas. A nivel micro cada parcela mantiene el barbecho por sectores a diferentes niveles. El descanso es inevitable cuando no hay irrigación o uso intensivo de inputs externos y es más empleado para contrarrestar plagas o las deficiencias de agua que por razones de baja fertilidad (Denevan, 2001).

La economía de mercado y la expansión demográfica inducen a un decremento de las áreas de barbecho e introdujeron cultivos comerciales perennes. El 54% del área cultivada total en Tingo Maria está bajo uso agrícola y pastoril, mientras que en otras zonas desciende a 40 y 37% del área de la parcela respectivamente. El área promedio bajo barbecho por área cultivada en Tingo Maria es de 0.8ha, en Aucayacu es 1.52ha, mientras que en Tocache-Uchiza se eleva a más de 1.54ha. La tasa promedio de barbecho es similar en las tres zonas (alrededor de 35%). El área bajo bosque primarios es el doble en parcelas de colonización reciente (10.8ha) comparado a aquellos en Tingo Maria (5.5ha), pero la fracción de área bajo bosque secundario es también similar en las tres zonas (alrededor de 31%).

Intensificación de uso del suelo

De acuerdo a Boserup (1965), la intensificación del uso del suelo requiere progresivamente altos inputs de mano de obra, pero la productividad resultante se incrementa a tasas mas bajas, siendo relativamente ineficiente en ambos términos, y por lo tanto se la resiste a menos que exista presión por parte de la población humana. El proceso esta asociado con un decremento del tamaño de las parcelas, un incremento de las áreas agrícolas (Neil y Tykkylainen, 1998) y degradación ambiental (UNAS, 1995). En una situación de relativa facilidad para acceder nuevas tierras, los colonos tratan de incrementar el número de hectáreas cultivadas. Cuando el espacio disponible disminuye la alternativa es intensificar el cultivo o disminuir el peso relativo de áreas bajo barbecho. La intensificación se incrementa con el tiempo de ocupación hasta que alcanza un punto de declive. Otro factor de intensificación es la modificación en el patrón de cultivos. La intensificación ocurre a nivel macro, una mayor proporción de tierra está en uso en las colonias antiguas. Dentro de las parcelas, la distribución de la tierra responde a precios relativos de los cultivos y a los rendimientos (Coxhead *et al*, 2002). Un índice de *Intensidad de uso de la tierra* (LUI) citado por Santos-Granero y Barclay (1998) y basado en los conceptos de Boserup referentes a la relación entre presión demográfica y cambio agrario, fue utilizado para determinar el

grado de intensidad de uso de la tierra que se relaciona al área total cultivada (ha) y al área total en la propiedad (ha).

$$\text{Intensidad de uso del suelo} = \frac{\text{total de cultivos}}{\text{total de cultivos} + \text{barbecho}}$$

De acuerdo a la formula, a mayor tasa de área cultivada con respecto al área total en uso, mayor es el índice de intensidad de uso del suelo. Los coeficientes de LUI van de 0 a 1. Menores valores corresponden a un uso más extensivo, mientras que valores más altos (cerca a 1) corresponden a un uso más intensivo de la tierra. Los coeficientes encontrados corresponden a un rango medio y menor de intensidad de uso del suelo. Parcelas con un LUI de 1.0 son particularmente importantes en el contexto de presión demográfica intensa en tierras de valor. En áreas de larga ocupación los niveles de minifundio son tan altos que una considerable proporción de parcelas para toda el área está en uso. Las áreas boscosas no están consideradas como una categoría de cultivo y aunque los sistemas agroforestales no son comunes, las áreas cultivadas no se cuentan dos veces en el caso de cultivos mixtos. Además de eso, un mayor porcentaje de cultivos perennes indican un mayor grado de LUI. La tabla 8 indica que en todas las zonas el LUI se incrementa con el decremento del tamaño de las parcelas. Las parcelas en Tingo Maria tienen un menor tamaño (19.5ha), seguidas por Aucayacu (26.5ha) y Tocache-Uchiza (30.7ha). Una correlación existe entre el tamaño de la parcela y el patrón de cultivos y entre el tiempo de ocupación y LUI. El primer factor determina el tipo de cultivo dominante. Sin embargo, el proceso de intensificación debe analizarse considerando otros caracteres relacionados al manejo de recursos. En sistemas extensivos de uso de la tierra el área bajo barbecho es mayor a aquellos efectivamente trabajados, mientras en los intensivos no se reconoce la necesidad de aplicarlos.

Los valores LUI van desde 0.62 a 0.5 y 0.47 en las parcelas antiguas, intermedias y recientes (Tabla 8). El índice está relacionado al tiempo de asentamiento y presión demográfica, y disminuye a mayor tiempo de posesión. Bajos valores LUI (0.1 a 0.2) están relacionados a parcelas en las cuales por cada hectárea trabajada hay más de 4.4ha de bosques secundarios, y mayores valores LUI (0.7 a 0.9) están relacionados con 0.2ha de bosques secundarios por hectárea cultivada; indicando que el peso relativo de bosques secundarios decrece con el incremento de valores LUI en todas las regiones. Parcelas con valores LUI de 0.3 a 0.4 son las más frecuentes (107 de 351 casos). La Figura 10 indica que los cultivos anuales dominan en parcelas con LUI de 0.1 a 0.4 (50-50.5% del total de parcelas), mientras que los cultivos permanentes en parcelas con LUI mayores que 0.5 (55-63% del total de parcelas). Las parcelas con pastos sólo aparecen cuando los rangos LUI van de 0.1 a 0.2 (8% del total de parcelas) y los cultivos mixtos mantienen una tasa similar (alrededor de 5%) para todos los índices LUI.

El 68% de las parcelas en Tingo Maria están trabajadas con índices LUI clasificados como altos y muy altos (0.5-0.6 y 0.7-1.0 respectivamente). En Aucayacu el 62% de las parcelas están trabajadas con valores LUI que van de 0.1-0.2 y desde 0.3 a 0.4, siendo estos últimos los más frecuentes. En Tocache-Uchiza el 68% de las parcelas también tienen bajos valores LUI (0.1 a 0.2). Sin embargo, algunas parcelas en Tingo Maria tienen una dimensión similar a aquellos encontrados en Tocache y Uchiza, pero con valores LUI entre 0.6-1.0. En estas últimas zonas hay una difusión de pequeñas parcelas con cultivos extensivos dado que los agricultores están conscientes de la disponibilidad de pequeñas parcelas.

Tingo Maria Aucayacu Uchiza - Tocache			
0 - 5 ha	0.77	0.62	0.47
5 - 10 ha	0.70	0.51	0.57
10 - 20 ha	0.58	0.47	0.48
20 - 30 ha	0.43	0.39	0.37
All size classes	0.62	0.50	0.47

Tabla 9 Valores LUI en el valle del Alto Huallaga por zona y dimensión de parcela.

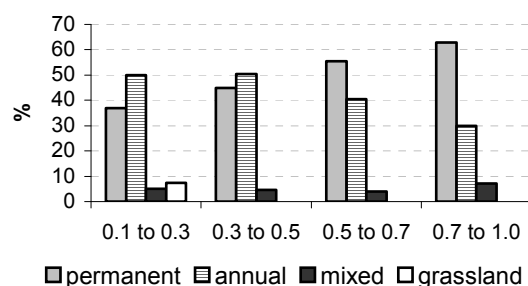


Fig. 10 Tipo de cobertura vegetal por rango de valores LUI en el valle del Alto Huallaga.

Contrariamente, la de intensificación resulta de una progresiva degradación de suelos en áreas bajo uso prolongado; consecuencia de una mayor aglomeración económica dada las ventajas comparativas (buena accesibilidad). El proceso de de intensificación no implica una reversión de la economía local a un estado más temprano o a una pérdida de su carácter comercial. Áreas con cultivos perennes y áreas bajo un proceso de de intensificación están unidas con la economía de mercado.

Relaciones sociales de producción

Aunque existe una transición a la economía de mercado, la mano de obra familiar es la más importante para la producción. Los problemas en programas de colonización pasada parcialmente se explican por el hecho de que los agricultores capitalistas constituyen las unidades productivas, pero los colonos se auto organizan de acuerdo a una racionalidad campesina. El peso de trabajo familiar no remunerado y su relación con trabajadores asalariados, son también importantes. En el Perú, el café es el cultivo con los mayores requerimientos de mano de obra después de la coca (Santos-Granero y Barclay, 1998). Tres a siete años después de plantada, los requerimientos de trabajo fluctúan entre 0.6 y 0.8 trabajadores/ha/año. La demanda por trabajo adicional totaliza 5000 trabajadores/ha/año (Aramburu *et al*, 1982). Una fuente de inequidad en el tamaño de parcela es la diferenciación demográfica. Durante el nacimiento de una nueva familia, su crecimiento y madurez; los cambios en la intensidad de uso de la tierra reflejan las fluctuaciones en la demanda por tierra asociada con cada etapa (Chayanov, 1966). Una familia joven se forma y expande adquiriendo tierras para satisfacer sus necesidades. La presión declina y el área de la

propiedad podría contraerse mientras los herederos crecen y dejan la unidad familiar. Una población creciente combinada con la herencia resulta en una subdivisión sucesiva de la tierra a la muerte del propietario. Los varones predominan (1.2 varones por mujer), la relación es mayor en Tocache (1.4) y Uchiza (1.3), y menor en Aucayacu (1.1) y Tingo Maria (1.0). La relación es también mayor en las áreas rurales (1.5) que en las urbanas (1.2). Los varones dominan en grupos de edad de 20 a 24 y de 25 a 29 años. Esto parece ser una estrategia andina de colonización, donde sólo los representantes de las familias y los varones jóvenes emigran primero. La población rural tiene una estructura de edad sesgada, el 44.3% de ellos están debajo de los 15 años de edad. En Uchiza y Tocache es el 45.6% mientras que en Tingo Maria es el 37.4%.

El tamaño promedio familiar es de 6.6 miembros, sin embargo, una familia grande no es necesariamente una carga debido a que todos participan en el proceso de producción. Los colonos pueden ser pastores o agricultores pero en la mayoría de los casos el 90-95% de los agricultores emplean trabajo no remunerado y 38% de ellos contrata trabajadores para cubrir un tercio del volumen anual de jornales. Propietarios de parcelas ocupadas por largo tiempo con un promedio de 8 hectáreas de cultivos comerciales (37%) utilizan principalmente mano de obra asalariada. El área cultivada es mayor a mayor número de dependientes. La relación es clara en Tocache-Uchiza cuando el número es mayor que tres (Fig 11). Lo opuesto es el caso de propietarios sin herederos, en el cual el área cultivada es comparativamente mayor (caso de Tingo Maria) debido al contrato de mano de obra temporal. La combinación de ambos recursos (trabajo familiar e ingreso monetario) determina la tasa de uso por parcela. En una economía con excedente de mano de obra como en el caso del valle del Huallaga, los rendimientos declinan con el incremento del tamaño de la parcela debido a una mayor absorción de trabajo familiar y menores costos de supervisión.

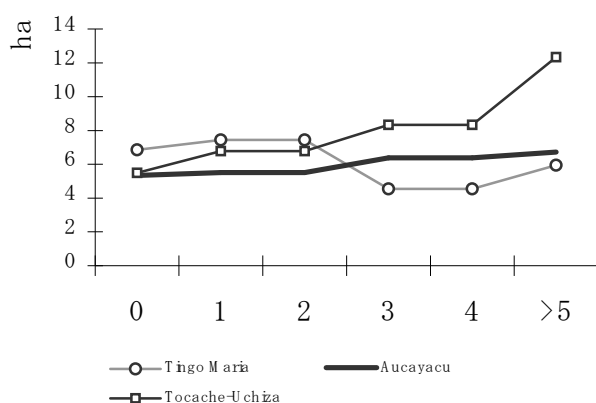


Fig. 11. Áreas cultivadas de acuerdo al número de dependientes familiares (10-25 años de edad) y zona de colonización.

Conclusiones

La mayoría de colonos tienen más de una década de residencia estable en la región. La presión demográfica se incrementa durante las últimas cuatro décadas condicionadas a un decremento en el tamaño de las parcelas y consecuentemente un proceso de innovación agrícola. No obstante las políticas de tenencia de la tierra, la deforestación va a persistir si las áreas colonizadas no ofrecen suficiente empleo a los

potenciales emigrantes. Sin embargo, debe confirmarse si un decremento en las dimensiones de las parcelas está relacionada con la degradación forestal (Warner, 1995).

La intensificación no está necesariamente asociada con un mayor uso de pesticidas y fertilizantes, pero lo está con el tiempo de ocupación. Una manera de lograr una mayor intensidad de uso de la tierra es estableciendo cultivos permanentes (perennes). El cambio no está relacionado con la desaparición de la rotación de parcelas y barbecho; diversas proporciones de ellos se mantienen en parcelas de todas las dimensiones. El colono determina la estrategia de producción de acuerdo al tamaño de su parcela y la disponibilidad de tierra en el área. En todas las zonas estudiadas los valores LUI se incrementaron a medida que el tamaño de la unidad familiar decreció (fragmentación de la parcela).

Un cambio en los patrones de cultivo en los cuales los cultivos permanentes reemplazan a los cultivos anuales tradicionales, es un proceso de innovación. La diversificación de cultivos es una adaptación a la diversidad de las condiciones del suelo y a las fluctuaciones de precios. La persistencia del barbecho por sectores se explica por la disponibilidad de tierra (menor disponibilidad de tierra resulta en oportunidades reducidas para rotar parcelas) y factores limitantes (escasez de capital, empleo de mano de obra familiar y lenta incorporación de tecnologías agrícolas).

El proceso de intensificación (áreas cultivadas/áreas en barbecho) sigue una racionalidad campesina y está directamente relacionada a las necesidades de consumo familiar. No obstante la dominancia de mano de obra familiar no remunerada, la contrata temporal de mano de obra es común, especialmente en los asentamientos más antiguos con dominancia de cultivos comerciales permanentes. Aunque la intensificación en áreas agrícolas puede reducir la deforestación relacionando la mano de obra con el capital, debería confirmarse si el proceso en áreas de frontera podría tener el efecto contrario al hacer a la agricultura más rentable en tierras nuevas y por lo tanto promover la expansión de la frontera agrícola. La fuerza de trabajo familiar todavía es la fuente de producción, sin embargo la contrata de mano de obra es complementaria. Nuevos instrumentos y formas institucionales que consideren la auto organización local podrían reemplazar a los incentivos para expandir la frontera agrícola, como por ejemplo un impuesto diferenciado de acuerdo a su uso.

CASO 3 Características y prácticas de uso del suelo en los Andes centrales del Perú.

Introducción

Los Andes son un mosaico de habitats locales con cultivos ampliamente tolerantes que se superponen, altas altitudes, mayormente árido, y alta heterogeneidad eco climática por unidad de área (Denevan, 2001). El cultivo intensivo pre colombino soporto estados densos y complejos, pero desde la conquista este llegó a ser ineficiente en el uso de la tierra y la mano de obra (Kay, 1998), lo cual contrasta con el cambio de cantidad a calidad en la producción de alimentos en Europa (Evans *et al*, 2002). Otros países intentan hacer compatible los sistemas tradicionales de tenencia del suelo con el ajuste estructural y la reforma económica (Ridel, 2000).

Los efectos del crecimiento poblacional son inciertos (Ser, 1999), con el costo de la tierra relativa a la mano de obra incrementándose según las poblaciones humanas cambien sus prácticas en respuesta a la baja de productividad. La degradación del suelo y la intensificación ocurren simultáneamente y los ingresos podrían incluso incrementarse durante el proceso de degradación (Birch-Thomsen, 2001). En el Perú los costos de erosión del suelo oscilan entre 5-10% de la producción agraria en 73% del territorio total (Young, 1998), afectando a la gente con reducido abastecimiento de alimentos, bajos ingresos y escasez de tierras disponibles para la producción. Las instituciones inadecuadas pueden ser un factor principal para la degradación del suelo (Schweik *et al*, 1997) pero los ajustes a trabes de ellos afectan el ambiente positivamente (Mazzucato y Niemeijer, 2002).

Este estudio describe los usos principales de la tierra en una provincia representativa de los Andes centrales del Perú. Aunque los patrones de uso del suelo reflejan el modelo económico actual (Silberstein and Maser, 2000) y están ligados a los procesos de desarrollo local, el artículo se concentra en la condición física actual de uso de la tierra en diez distritos de la provincia. La hipótesis es que las condiciones prevalentes de uso de la tierra en la provincia son capaces de soportar el crecimiento económico con reducida degradación del suelo dentro de las tendencias presentes de la globalización, el cual actualmente tiende a incrementar la desigualdad en los países en desarrollo (Van Ginkel *et al*, 2002). Aunque una combinación exitosa de know how local y global es una precondition para el desarrollo, las políticas neoliberales en los Andes deben ser cuidadosamente monitoreadas. La ironía es que sus propulsores pertenecen a países que fuertemente subsidian sus sectores agrarios.

Materiales y Métodos

Localización

. La provincia de Huanuco se encuentra en los Andes centrales (Fig. 12) a 08°44'55"–10°20'21" Latitud Sur y 74°39'00"–77°30'00" Longitud Oeste, cuenta con 10 distritos con un área total de 409171 ha distribuidas en tres principales cuencas de características semiáridas con excepción de la condición tropical del valle del Huallaga. En este último, 7217 ha (Ives y Messerly, 1999) están plantados con coca (*Erythroxylum coca*) que proveen ingresos de 4,000\$/ha/año (Tammen, 1991), lo cual duplica al de los cultivos legales (Hunefeldt, 1997). Las políticas fallaron en tratar a la tierra como un capital natural que progresivamente incrementa su valor (Silberstein and Maser, 2000), sin embargo solo las políticas de derechos de propiedad no pueden reducir los impactos ambientales (Keipi, 1999).

La población no está igualmente distribuida. El distrito de Huanuco cuenta con 74674 habitantes, aunque cubre el 4.27% del área de la provincia, el mismo caso se da en Amarilis (3.38% del área total) con 60762 habitantes, mientras el distrito de Chinchao (44.5% del área total) tiene solamente 22,011 habitantes (Tabla 12). Sin embargo, las tasas de áreas convenientes para agricultura son relativamente altas en Huanuco, Amarilis, Chinchao y Santa María del Valle (SMValle) (Fig. 16).

Métodos.

Se analizaron datos estadísticos oficiales (basados en la Unidad Agrícola, AU) de los dos últimos censos agrícolas en la provincia (1986 y 1996). Una unidad agrícola es una extensión que puede comprender varias parcelas a diferentes altitudes con un propietario único y en el mismo distrito. Se realizaron encuestas directas de Octubre a diciembre del 2000 en cuatro distritos según el cuestionario descrito en la Tabla 10. La metodología considera que los resultados pueden ser colocados en un contexto mas amplio usando resultados censales donde un factor importante es la reforma agraria de 1970 (Cotlear, 1989).

Tabla 10. Contenidos del cuestionario para las entrevistas directas (adaptado de Mantang and Shaofang, 1995).

Los cultivos
* Tipo de cultivos y propósitos.
* Agricultural cycle organization
* Principales problemas para incrementar los rend
La ganadería
* Tipo de ganado y propósito
* Organización del pastoreo
Vegetación natural y bosques
* Disponibilidad de bosques plantados/nativos. Uso
* Derechos en recursos forestales. Problemas pot
* Uso potencial múltiple de árboles en las parcelas
* Impedimentos para establecer plantaciones fores

Se construyó un mapa de factibilidad de uso del suelo sobreponiendo cuatro mapas de 1985 (forestal, zonas ecológicas, climático y suelos) a una escala de 1/250,000. En la operación de superposición, en pares de mapas raster, los píxeles en las mismas posiciones de ambos mapas son comparados y las combinaciones que ocurren (identificadores/valores de píxeles) fueron almacenados. Estas combinaciones resultaron en mapas y tablas que incluyen las combinaciones de valores o *Ids*, el número de píxeles y el área para cada combinación (Ilwis, 2003). El descriptor seleccionado de cada polígono en el mapa resultante (Fig. 15) es el más frecuente entre los cuatro descriptors de cada mapa para ese polígono (Tabla 11). El resultado es un mapa de uso óptimo del suelo (uso ideal) de acuerdo a las características biofísicas de cada sitio, en el cual la extensión de áreas cultivadas (desde una imagen Landsat TM a 1/100,000, Noviembre 1986) fue sobrepuesta para conseguir la extensión de áreas cultivadas por distrito. La correlación entre la distribución actual e ideal de áreas por tipo fue medida por el coeficiente de correlación de Spearman (la población de ambas variables en el análisis bivariado no están normalmente distribuidas). Para determinar la tasa de conversión de uso del suelo alrededor de la ciudad de Huanuco se compararon polígonos dibujados en fotografías aéreas (con 33 años de diferencia) que indican las áreas urbanizadas.

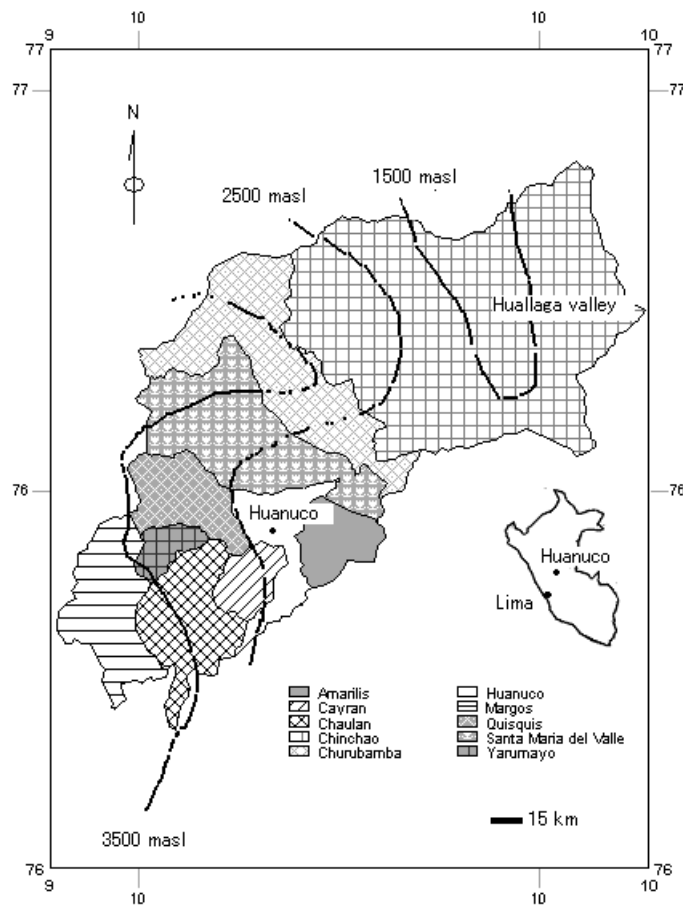


Fig. 12 Localización de la provincia de Huanuco con delimitación de distritos.

Resultados

Reforma agraria

El gobierno central trato de formalizar los derechos de propiedad 22 veces desde el tiempo de la colonia (De Soto, 2000). Las leyes de legislación de la tierra de 1849, 1853 y 1909, establecieron varias formas de acceso a la tierra en la región Amazónica: la tierra puede ser comprada, recibida como una concesión temporal o permanente, apropiada sin algún costo, o entregada bajo un contrato de colonización (Santos-Granero and Barclay, 1998). La reforma agraria iniciada en 1969-1980, la mas radical de Latin América (Kay, 1998), cambio la estructura de la tierra en términos sociales, pero no la concentración de la tierra y la producción agraria. El argumento fue que la redistribución de la tierra fue mayor que las inversiones costosas en tecnología moderna, la cual también podría desplazar a la mano de obra, y podría incrementar la productividad de la tierra más fácilmente. En un tiempo, el 0.3% de la Unidades Agrícolas (AU) fueron dueñas del 66% de la tierra agrícola, mientras el 50% de las AU mas pequeñas fueron propietarias de solo el 2.2% de la tierra (Cotlear, 1989). La propuesta de un modelo de desarrollo por el gobierno central intento ganar apoyo

popular, destruir la dominación oligarca, controlar conflictos y el descontento rural, mejorar la distribución del ingreso, detener la migración masiva a las ciudades, y crear un sector estable para el Mercado interno en expansión. El sistema designado de control de precios y el monopolio forzaron al país a gastar el 25% de su presupuesto anual en importación de alimentos (Hunefeldt, 1997) y las rentas cayeron desde 20 a 2-3% del total de ingresos de las familias (Van Ginkel *et al*, 2002). La reforma fue aplicada por regiones y no por unidades agrícolas para ganar tiempo y mayor cobertura (Matos y Mejia, 1984), mas aun, excluyo a la mayoría de pequeños propietarios (los mas vulnerables al desempleo temporal) introduciendo nuevos factores de diferenciación social. La prueba es de que luego de una década de redistribución de la tierra, los campesinos agrupados en la Confederación nacional 出 Agricultura (CAN) y los campesinos de la Confederación Campesina del Perú (CCP) violentamente ocuparon tierra que fue asignada a las cooperativas creadas y sociedades agrícolas (Matos y Mejia, 1984).

Las cooperativas algunas veces tuvieron éxito, algunas de ellas fueron capaces de devolver sus deudas acumuladas, y la mayoría fue convertida en comunidades durante la década de 1980. Las conversiones fueron autorizadas por cambios en la legislación básica de reforma agraria, y fueron puestas en efecto después del voto mayoritario de la cooperativa miembro en cada caso. Las preferencias de la gente involucrada fueron contrarias a la intención original.

Los principales cambios en la estructura agraria fueron: 1) la tierra perteneciente a terratenientes pasaron a los trabajadores, 2) la calidad y cantidad de tierra recibida fue variable y desigual, 3) la reforma modifico el status del trabajador, de salariado a cooperativo-salariado, 4) la tierras recibidas en áreas marginales consolidaron los sistemas tradicionales de producción, y 5) la reforma agraria afecto solo el 36.7% de la AU en los Andes (en contraste con 64.5% de AU afectadas en la Costa). Después de 1980, la privatización retorno la estructura de la distribución de AU aproximadamente similar al patrón de 1960. La figura 13 muestra la evolución de la dimensión de la unidad agrícola (cambios en porcentaje desde 1961 hasta 1985) (Gonzáles de Olarte, 1994). El área total de AU de 5-10ha se incremento en 4.1%, AU de 1-2ha y AU de 10-20ha se incrementaron en solo 1.3 y 1.4% respectivamente. El área total de parcelas dentro de 2-5ha decreció en 3%, y aquellos mayores a 100 ha en 2.8%. Globalmente, desde los 30.6 millones de parcelas agrícolas y ganaderas en el país, 10 millones fueron afectados por la reforma, 11 millones (especialmente parcelas de pastoreo) pasaron a ser de propiedad común y 10 millones son pequeños y medianas propiedades. El total de tierra agrícola afectada por la reforma (43.9% irrigada y 23.5% de a secano) contrasta con las áreas de pastoreo transferidas (23.4%) (Matos y Mejia, 1984).

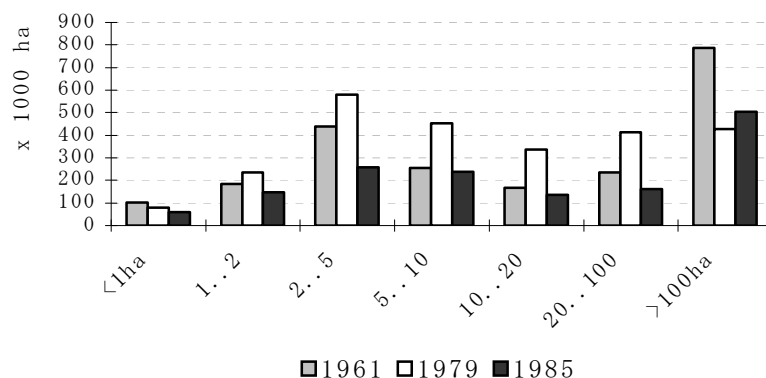


Fig. 13 Evolución de la estructura agraria en el Perú (Gonzáles de Olarte, 1994).

El siguiente periodo de desarrollo rural (1980-85) siguió un padrón universal e incluyó el desmantelamiento de las empresas asociativas. Derechos de propiedad comunal fueron hechos “más flexibles”, la tierra podía ser vendida o alquilada; lo cual beneficio a los campesinos ricos dentro de las comunidades. El periodo divergente inaugurado con Alan García (1985-90) y Alberto Fujimori (1990-2000) promovió la intensificación del proceso de privatización. El plan de García incluyó un Nuevo programa de distribución de la tierra, particularmente para las comunidades campesinas, y políticas económicas (control de precios, subsidios estatales, créditos, y privilegio tasas de interés a favor de la adquisición de bienes) designado a fortalecer a los productores de pequeña escala. Inicialmente se promovieron formas asociativas, pero fueron privatizadas. El programa neoliberal de Fujimori, confrontado con terrorismo e hiperinflación, no pudo planificar el desarrollo rural (Hunefeldt, 1997). Dos pasos importantes fueron la creación de la Ley de Promoción e Inversión Agraria en 1988 (DL 26505) la cual termino con las restricciones a la propiedad privada impuestas por la reforma agraria. El subsiguiente Proyecto Especial de Titulación y Catastro Rural (DS 006-98-AG) regula la tenencia de la tierra, legal y físicamente reparando las propiedades afectadas por la reforma agraria. Actualmente, el 73% de las comunidades campesinas y el 47% de las propiedades individuales fueron registradas (PETT, 2002).

Tabla 11. Tabla de asignación de pesos por tipo de cada mapa. Los rangos 0 y 3 indican la prioridad menor y mayor para el uso de la tierra respectivamente, seleccionadas de acuerdo a la descripción. Las clases finales después de la superposición de mapas están denotadas como a (agricultura), f (bosques), g (pastoreo) y c (conservación).

MAPA	TIPOS	DESCRIPCION	RANGOS			
			0	1	2	3
Clima	A(r)A' H4	Clima caliente, lluvioso, muy humedo	a	g	f	c
	A(r)B' 2H3	Clima templado, lluvioso, humedo	c	a	g	f
	B(i)B' 1H3	Clima semicalido, escasas lluvias en invierno, humedo	c	g	a	f
	B(o,i)B' 3H3	Clima semifrio, escasas lluvias en invierno y otono, humedo	g	a	f	c
	B(0,l)C' H3	Clima frio, lluvioso, humedo	a	g	f	c
	C(l)C' H3	Clima semiseco, frio, escasas lluvias en invierno, humedo				
Bosques	Bh mo	Ambiente montanoso, suelos superficiales, vegetacion exuberante	a	g	f	c
	Cp	Sobre 3800 msnm, frio, variedad de grasas, pastoreo extensivo	a	g	f	c
	Df	Areas deforestadas ocupada por vegetacion secundaria	a	c	g	f
	Msh	Arbustos (perennes y deciduos), temperatura promedio: 9- 18	a	g	c	f
	Pi	Pastos de hoja dura, sobre 3800 msnm	a	f	c	g
Suelos	A2s(r)	en valles andinos, conveniente para cultivos agricolas	c	f	g	a
	A3c- P1c	con (1) suelos de aptitud agricola deficiencias de clima (principalmente tuberculos en pendientes menores a 15%) (2) suelos con vocacion de pastoreo, con limitantes de clima, en pendientes mayores a	c	f	g	a
	F3c- P2e- A2sc	con vocacion a reforestar en areas de baja calidad de suelo con vocacion para pastops en suelos de vocacion media y areas protegidas en suelos con severas restricciones	a	c	g	f
	P1c- X	Mesetas altoandinas, conveniente para pastos en bajas pendientes y suelos profundos suelos superficiales en pendientes mayores a 75% de proteccion	a	g	f	c
	P2e- X	Fisiografia accidentada pastos pueen prosperar en algunos casos	a	f	g	c
	X- F2e	Bosques tropicales montanosos sobre 75% solo el 30%del area tiene vocacion forestal	a	g	f	c
	X- F3e	Distribuida en bosques tropicales montanosos foresteria en pendientes minore al 50%con sistemas cuidadosos de extraccion	a	g	f	c
	X	Por limitaciones topograficas y de suelo no tienen vocacion productiva Valor para mineria, ecoturismo, regimen hidrico	a	g	f	c

Sistemas agrícolas y pastoriles

Los contratos de renta permiten mitigar las fallas del mercado de capital y el riesgo (Echevarria, 2001). El uso en común y cooperativo de mano de obra, arados y fertilizantes alivian las desigualdades en la distribución de la tierra. En terrenos no usados para el cultivo del maíz, el campesino rota cebada, trigo y legumbres, luego continua un periodo de barbecho, alfalfa, y papas para volver a empezar el ciclo. Debido a la modernización, la proporción de tierras en barbecho en los Andes decreció de 41% en 1964 a 33% en 1971 (Cotlear, 1989). Los efectos del decremento del barbecho no son completamente perceptibles, y las áreas que parecen estar en

barbecho podrían perder su fertilidad desde que el 18% de la tierra utilizable se ha degradado en diferentes niveles (Young, 1988).

Aunque la producción agrícola es mucho mas intensiva en mano de obra que el pastoreo, este ultimo es una actividad económica no tecnificada importante basada en pastos naturales y residuos post cosecha. El Ganado sirve múltiples objetivos (cuasi dinero, tracción animal, productos derivados, adquisición de mano de obra, fertilizantes).

Los pastos naturales predominan en todos los distritos, desde 22.09 (Chinchao) a 76.79% (SMValle) (Fig. 14). Los pastos comunales se reducen debido a la privatización y las familias buscan pastizales en altas y bajas altitudes para mover los animales estacionalmente. El pastoreo es una actividad principal en los distritos de Amarilis, Chaulan, SMValle and Margos, aunque esta complementada con la agricultura debido a que no constituye un flujo constante de ingresos.

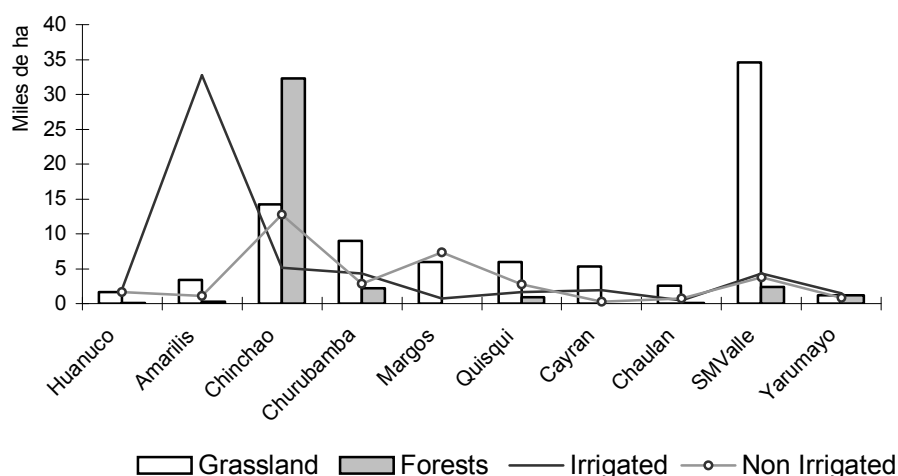


Fig. 14 Tipo de uso del suelo (ha) por distrito (INEI, 1996).

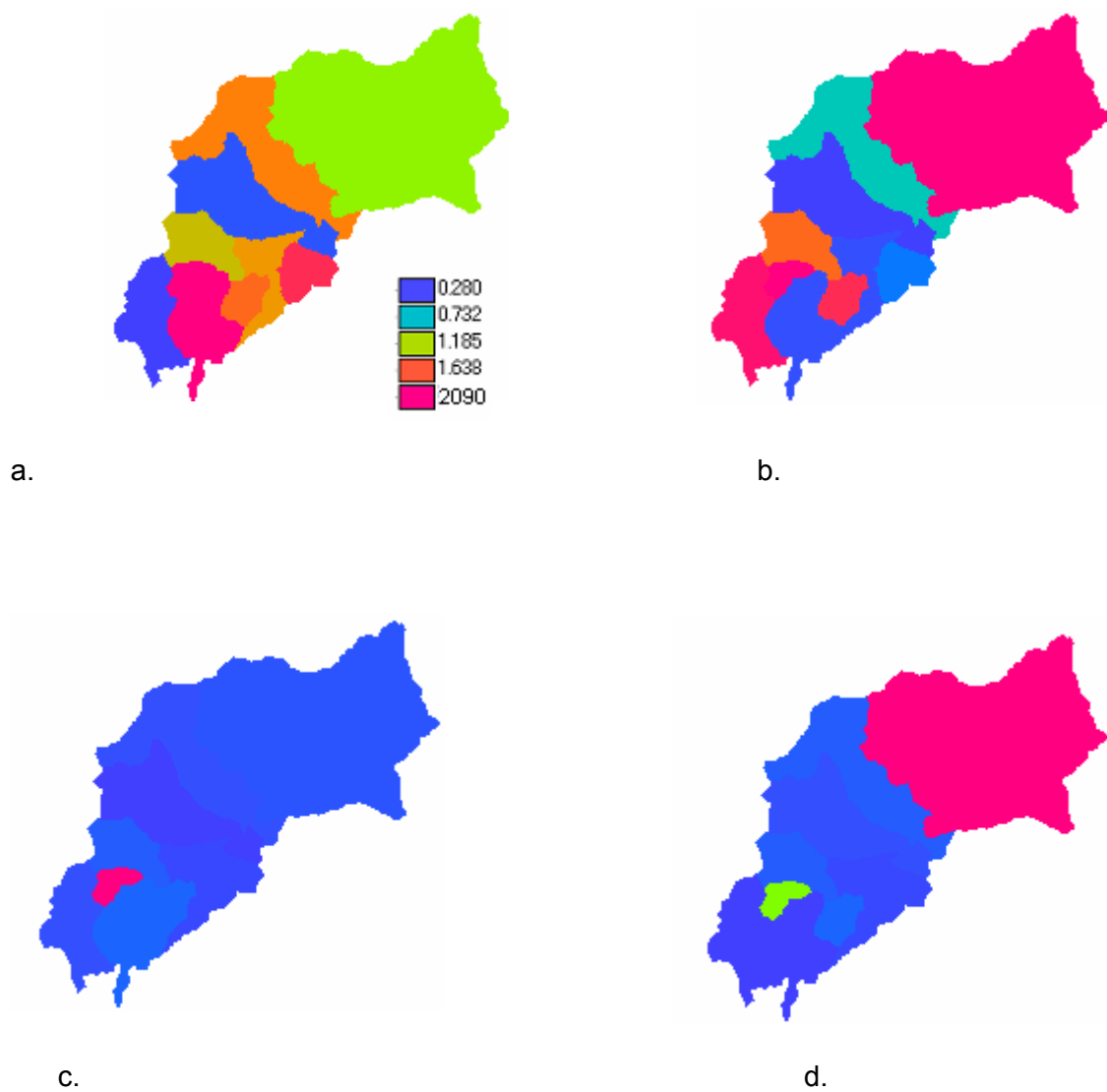


Fig. 15 Mapas Atributos: Áreas promedio (ha/parcela) por distrito. a. Área irrigada, b. Área No irrigada, c. Área de pastoreo y d. Área forestal.

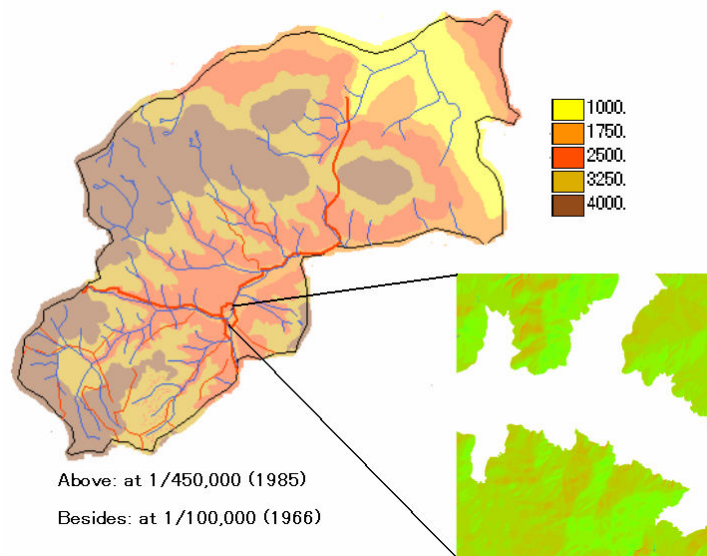


Fig. 16 Mapa altitudinal obtenido por Interpolación Cúbica con sobre posición de sistema hidrográfico (azul) y caminos (rojo y naranja). El DTM se muestra en verde (el mapa de segmentos tiene una tabla de atributos con una columna de valores que representan Alturas; la impresión de relieve se logro con un filtro de sombras, el cual es un filtro lineal Standard de 3x3 que aplica una luminosidad artificial desde el Nor Oeste). La interpolación cúbica rasteriza las líneas en contorno del mapa de segmentos; para píxeles que se ubican entre los segmentos, la distancia se calcula hacia las dos líneas de contorno mas cercanas (cálculos hacia adelante y hacia atrás hasta que no ocurren mas cambios). Luego una interpolación lineal usando dos valores de distancia produce un valor para un píxel indefinido.

La erosión en campos abandonados o en barbecho se debe a un pastoreo no regulado (Harden, 1996). El manejo del Ganado en lugar de la erradicación del pastoreo es esencial. La Tabla 12 muestra los totales del numero de cabezas por tipo, y fluctuante desde 2,133 (Yarumayo) a 7,833 (Margos). La actividad es especialmente importante en los distritos de Amarilis, Margos, Chaulan and SMValle.

Condición forestal

El desarrollo forestal es aun insuficiente, contrastando con el uso intensivo de bosques en los Himalayas (Eves y Messerly, 1999). De acuerdo a Keipi (1999), la deforestación es consecuencia de una distribución sesgada de tierras arables, escasez crónica de tierras y stress macroeconómico desde la década de 1980.

Tabla 12 Características de los distritos

	Alt.(masl)	Latitud	Area ha (%)	Tot. habpo de asentamient	Ganado**		
Huanuco	1858-3500	9.55'40"	17458 (4.27)	74676	32s 05c	5000s	1000c 800g
Amarilis	1900-3800	9.57'45"	13815 (3.38)	60762	17t 03c	10000s	3000c 1500g
Cayran	2060-3800	9.59'45"	9942 (2.43)	3940	01t 18s 02c	8000s	300c 500g
Margos	3260-4800	10.01'05"	28921 (7.07)	16570	22t 06s 02c	20000s	2000c 1500g
Chaulan	2800-4185	10.03'07"	28101 (6.07)	5404	10t 07s 01c	15000s	1000c 1500g
SMValle	1865-4400	9.51'45"	49565 (12.11)	17965	04t 30s 12c	15000s	1000c 2500g
Chinchao	2000-4000	9.46'15"	182307 (44.5)	22011	03t 32s 02c	1000s	4000c 1800g
Churubamb:	1835-3800	9.46'20"	56267 (13.75)	16570	04t 30s 07c	8000s	2500c 1000g
Quisqui	2450-4170	9.54'06"	16294 (3.98)	5607	11t 06c	5000s	1500c 1000g
Yarumayo	2600-3910	9.55'45"	6411 (1.57)	2582	04t 05s 02c	5000s	600c 800g

* localidades (t) familias dispersas (s) comunidades (c)

** ovejas (s) vacas (c) cabras (g)

De acuerdo a las figuras 14 y 15, las áreas forestadas oscilan desde 0.315% (Margos) y 0.54% (Cayran) a 50.08% (Chinchao, mayormente bosques secundarios tropicales) y 25.89% (Yarumayo, mayormente plantaciones de eucalypto). Pronamachcs dirige proyectos de reforestación en las partes altas, y el Comité de Reforestación en la cuenca amazónica. El Pronamachcs administra once viveros en la provincia con una producción anual de 147,500–394,000 plántones (OIA, 2000). Aunque 8,267ha fueron reforestadas hasta 1991, el 24.2% de la provincia ha sido deforestada (INRENA, 1994), especialmente en el distrito de Chinchao, donde por cada cuatro hectáreas que son deforestadas, una esta bajo cultivo y tres son abandonadas (Schweik *et al*, 1997). En la sierra, la Madera se utiliza para Lena (90%), construcción (5%) y carpintería (5%) (Espinel, 1996). Para satisfacer los requerimientos de energía, una familia necesita dos postes de eucalypto (50 cms dap) por año. El ingreso de la Madera es complementario, confinado a las etapas tempranas de la expansión de la frontera agrícola, y tiende a ser reinvertido en agricultura y pastoreo.

Arbustos y pastizales pueden ser convertidos a categorías más productivas (bosque). Regiones de mucha pendiente soportan bosques como un capital invertido que los campesinos pueden usar en el momento necesario o dejarlo como herencia. Los árboles también protegen y fertilizan las tierras agrícolas. Ellos pueden neutralizar las inevitables consecuencias ambientales del sobre pastoreo y cultivo continuo. Los costos de reforestación por hectárea fluctuante entre 100 and \$800 (McGaughey and Gregersen, 1983), lo que no está al alcance para la mayoría de campesinos. El eco turismo puede añadir valor a tierras altas inutilizadas donde la mayoría de sitios arqueológicos están ubicados. Sin embargo, la falta de fondos no es siempre el problema, sino las condiciones de préstamo son inapropiadas para las inversiones en el sector. El gobierno comúnmente financia la reforestación (Keipi, 1999).

Medidas de estratificación y desigualdad

Mientras que la pobreza y la desigualdad en áreas rurales todavía dependen del acceso a la tierra, la contribución de la concentración de la tierra a la explicación de la desigualdad en el ingreso total, ha disminuido en el tiempo. Las diferencias de ingreso dentro de las comunidades son mayores que las diferencias en recursos (González de Olarte, 1994). Los ingresos promedio familiares en una región moderna pueden ser cuatro a cinco veces mayores que aquellos en la región tradicional (Cotlear, 1989) y el logro educacional es la fuente más importante de las diferencias de ingreso (Van Ginkel *et al*, 2002).

Las propiedades modernas (de carácter privado, con irrigación artificial, mecanización, y uso de agroquímicos) están comúnmente localizadas en las partes bajas; ellos influyen y coexisten con propiedades tradicionales localizadas en las partes altas (de propiedad común, cultivos nativos, rotación y barbechos largos). Su integración a través de flujos de energía, material e inversiones es asimétrica. Las comunidades alto andinas dan mayor importancia a los conflictos por la tierra, mientras que comunidades en las partes medias y bajas a las dificultades en adquirir agroquímicos.

Una fuente de desigualdad en el tamaño de la parcela es la diferenciación demográfica. Mientras las propiedades comienzan, crecen y se desarrollan a lo largo de sus ciclos de vida, los cambios en la dimensión de las parcelas reflejan fluctuaciones en su demanda asociada a cada etapa (Chayanov, 1996). Una propiedad joven se forma y expande, adquiriendo tierra para suplir sus necesidades. Luego, mientras los niños maduran y abandonan la familia, las presiones declinan y la dimensión de las parcelas podría contraerse. Una población creciente, combinada con una herencia bilateral, resulta en una subdivisión sucesiva de tierra a la muerte del padre de familia. Una fragmentación extrema crea dificultades para la innovación tecnológica debido a que muchos de sus paquetes son inadecuados en pequeñas parcelas. El cambio tecnológico facilita la evolución de los sistemas de uso del suelo y al mismo tiempo, esta evolución facilita la difusión del cambio tecnológico. Unidades agrícolas menores a 2ha no pueden sostener a una familia de 5-6 miembros, por lo que los campesinos incurren a la cooperación en el uso de los recursos.

Las entrevistas con 44 padres de familia y 11 grupos de campesinos mostraron que una preocupación común es el decremento de la productividad y disponibilidad de la tierra. Los campesinos reconocen que una parcela que produjo 20 sacos de papa ahora solo rinde cuatro. Sin embargo, la percepción no es tan aguda como la carencia crónica de cash (Mayer, 2002). El costo de la recuperación del suelo oscila entre 777 a 962 \$/ha/año (Santos-Granero y Barclay, 1998).

Sistemas de uso del suelo

La tierra, el agua, los pastizales y la mano de obra no se vendían ni se compraban en tiempos pre hispánicos (Mayer, 2002). Los cambios en los sistemas de la tierra reflejan adaptaciones a los ambientes y condiciones demográficas cambiantes, basados en innovación o difusión (Denevan, 2001). Los campesinos aun manejan parcelas múltiples al mismo tiempo para maximizar la mano de obra humana y tomar ventaja de la variabilidad ecológica. En un sistema de decisiones dual, la propiedad familiar es la unidad de producción, mientras que a un nivel mayor la comunidad administra vastos

espacios. Las dificultades para abastecer y programar el trabajo limitan la dimensión total que una familia puede trabajar.

La tierra puede ser dividida en tres círculos concéntricos alrededor de cada pueblo. El más cercano esta bajo uso intensivo, privatizado y generalmente irrigado. Las parcelas localizadas en el círculo exterior son de uso común, principalmente para pastos, y están ubicados sobre los 4000 msnm, o en áreas sin drenaje. En comunidades “modernas”, la rotación comunal ha desaparecido, y la privatización de la tierra se ha expandido. El proceso es mas rápido en comunidades situadas en altitudes bajas e intermedias (Denevan, 2001). El sistema de cultivo y los derechos de propiedad son diferentes en cada círculo. Dentro de la franja agrícola, los terrenos abandonados y la tierra no cultivable se denominan tierra eriaza, la cual no esta irrigada y están comunalmente controladas y abiertas a los residente de la localidad para el pastoreo y la recolección de grasas y leña. La forma mas común de acceso a la tierra es la herencia (Guillet, 1995), seguido por la adquisición, trabajo colectivo, alquiler y compra (en menor proporción) como una condición para un préstamo. Las parcelas agrícolas son la base de un mercado de tierras en el cual los precios son regulados por la oferta y la demanda, y no hay restricciones en ventas para los forasteros.

Interrelación de factores y estadísticas del uso de la tierra por distrito

La correlación entre el total de AU y AU registradas con el área del distrito son positivas (R=0.64 y 0.61 respectivamente), área irrigada y población (R=0.51), AU total y registrada (R=0.78), y altitud y AU en propiedad común (R=0.91). Las variables sin una correlación significativa son el total de AU con el numero de AU bajo propiedad común (R=0.04), el área de pastos con el numero de AU bajo propiedad común (R=-0.04), la población y el total de AU (R=-0.08), áreas irrigadas y forestadas (R=-0.02) y áreas irrigadas y pastizales (R=-0.07) (Tabla 13). Santos-Granero and Barclay (1998) añaden que el tiempo de ocupación esta correlacionado con la mayor fragmentación de la tierra y que la relación entre la proporción de cultivos perennes y la proporción de barbecho es negativa.

Tabla 13 Matriz de correlación entre los principales parámetros (total de distritos)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A. Area (%)	1.00	-0.04	-0.13	-0.35	-0.22	-0.17	-0.24	0.64	0.61	0.00
B. Poblacion	-0.04	1.00	-0.51	0.33	0.51	-0.39	-0.30	-0.08	0.25	-0.27
C. Altitud (msnm)	-0.13	-0.51	1.00	-0.17	-0.21	0.25	-0.14	-0.16	-0.56	0.91
D. Tierra Agric. (ha)	-0.35	0.33	-0.17	1.00	0.92	0.07	0.31	-0.39	-0.23	-0.12
E. Area irrigada (ha)	-0.22	0.51	-0.21	0.92	1.00	-0.07	-0.02	-0.20	-0.07	-0.13
F. Pastizal (ha)	-0.17	-0.39	0.25	0.07	-0.07	1.00	0.27	-0.29	-0.32	-0.04
G. Tierra forestal (ha)	-0.24	-0.30	-0.14	0.31	-0.02	0.27	1.00	-0.30	-0.23	-0.18
H. Total AU	0.64	-0.08	-0.16	-0.39	-0.20	-0.29	-0.30	1.00	0.78	0.04
I. Propiedades registradas	0.61	0.25	-0.56	-0.23	-0.07	-0.32	-0.23	0.78	1.00	-0.33
J. Propiedades comunitarias	0.00	-0.27	0.91	-0.12	-0.13	-0.04	-0.18	0.04	-0.33	1.00

Mientras que en Amarilis, Cayran and Yarumayo las proporciones de campos irrigados son de 97, 86 y de 65%; en Chaulan, Quisquis, Chinchao y Margos son de 39, 38, 29 and 10% respectivamente (Fig. 14), Significando que en los cuatro últimos distritos mas de la mitad de los campos dependen en lluvias. La accesibilidad es un factor principal para acceder a la irrigación; Amarilis and Cayran están próximas a la ciudad

de Huanuco. Los 32,723.3ha de campos irrigados en Amarilis constituyen el 58% del área total irrigada en la provincia. La distribución de áreas irrigadas en la provincia es heterogénea. La irrigación influencia la estructura del cultivo, el tipo de cultivo, y el nivel de fragmentación de la unidad agrícola (González de Olarte *et al*, 1987). Los canales de irrigación están construidos con mano de obra comunal, cualquiera que desea tierra en la nueva área debe participar en su construcción.

Margos has two communities and 8538 AU under common use (Table 12, Fig. 29) while in Churubamba there are seven peasant communities and only 1119 AU under common use. Production zones with higher productivity (lowlands) accelerate the degree of privatization (Mayer, 2002). Efectivamente, en Churubamba la mitad de las AU tiene solo una parcela mientras en Margos tienen solo 17% (Fig. 16). Las comunidades no necesariamente controlan tierras de propiedad comun, pastores individuales pueden compartir pastizales comunales. Existen mas parcelas por AU en áreas alto andinas que en las partes bajas (uso paralelo de diversas zonas de producción).

En Churubamba 122 AU comprenden entre 11 y 15 parcelas de tierra. En Chaulan son 35, y en Yarumayo. En Margos, 5 parcelas comprenden 223 AU y 6 a 10 parcelas dispersas comprenden 318 AU. La proporción de AU con solo una parcela oscila desde 14% (Chaulan) y 16% (Margos) a 54% (Huanuco) y 67% (Chinchao). En la mitad del total de distritos, mas de la mitad de AU poseen solo una parcela (Huanuco, Amarilis, Chinchao, Churubamba, and Yarumayo) (Fig. 16).

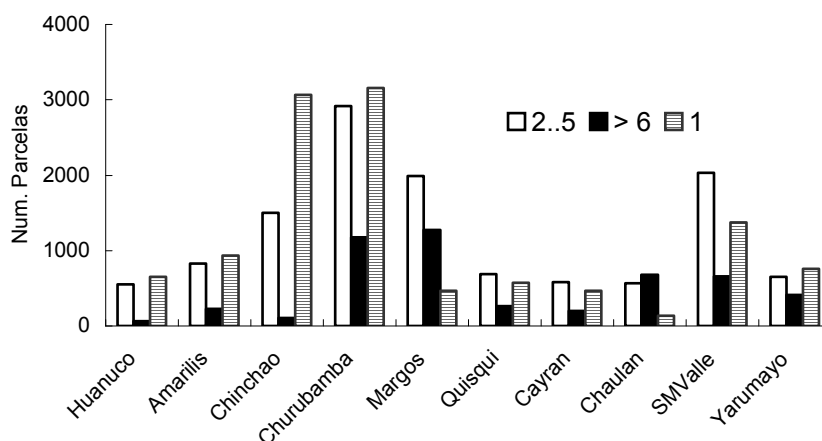


Fig. 16 Numero de parcelas por unidad agrícola. (INEI, 1996)

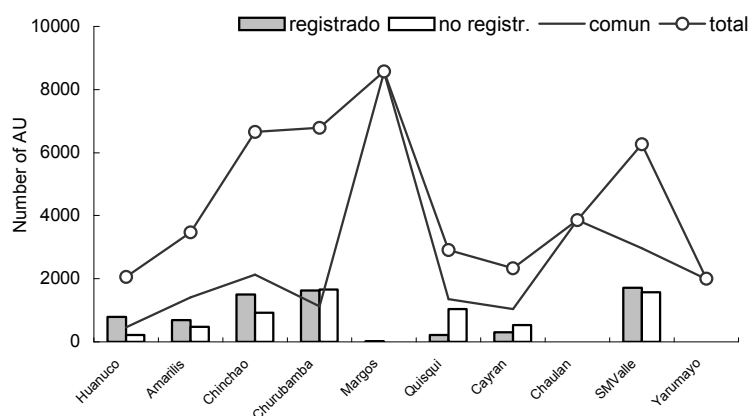


Fig. 17 Condición de la tenencia de la tierra por distrito. (INEI, 1996)

El número de registros en cada distrito depende de su accesibilidad y distancia a la capital. En Margos y Yarumayo es menor al 1%, mientras que en el distrito de Huanuco es de 39%. La proporción de AU bajo propiedad común en cada distrito es de 100% en Margos, 98% en Chaulan, y 100% en Yarumayo. En contraste, existe un 23% en Huanuco y 17% en Churubamba (su territorio abarca desde la margen del río Huallaga hasta la zona alto andina). Se reconoce a un propietario como la persona que tiene un título de propiedad así no este registrado oficialmente.

Cambio en el uso de la tierra

La comparación de fotografías aéreas de 1962 y 1995 en un área de 7.30 km² incluyendo las 4/5 partes de la ciudad de Huanuco, indica que las áreas cultivadas revertieron a áreas urbanas a una tasa de 2.6%/año. Como no existen rutas fáciles de cambio del status de tenencia de la tierra, los agricultores en cooperativas estatales y otras sociedades agrícolas ilegalmente subdividen la tierra comunal en parcelas privadas, y algunos consiguen registrarlos (De Soto, 2000).

En 10 observaciones, una mayor correlación existe entre las áreas boscosas de los mapas de condición real e ideal ($R=0.6364$) que en el caso de agricultura ($R=0.463$) o pastizales ($R=0.2242$), explicado por la sobre posición en el tiempo y espacio de áreas agrícolas y de pastoreo. En la situación real, no hay una clase de protección o conservación, están incluidas dentro de las clases de bosque y pastizal. Más aun, el censo regional no ha considerado esa categoría de tierra. Los datos para la condición ideal se consiguieron de acuerdo a la metodología; debido a que son tipos de características fisiológicas a pequeña escala, se asume que no cambiarán sustancialmente en el tiempo.

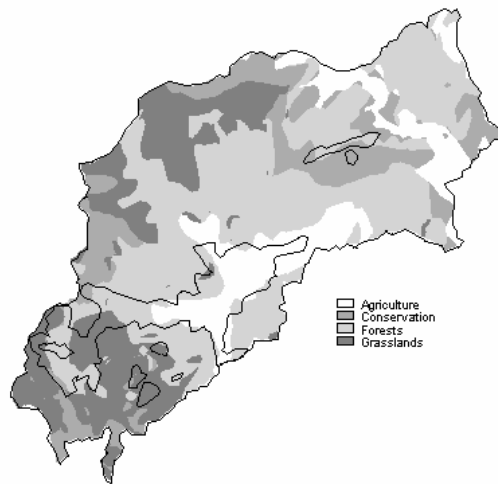


Fig. 18 Mapa de uso conveniente de la tierra con las áreas cultivadas delimitadas.

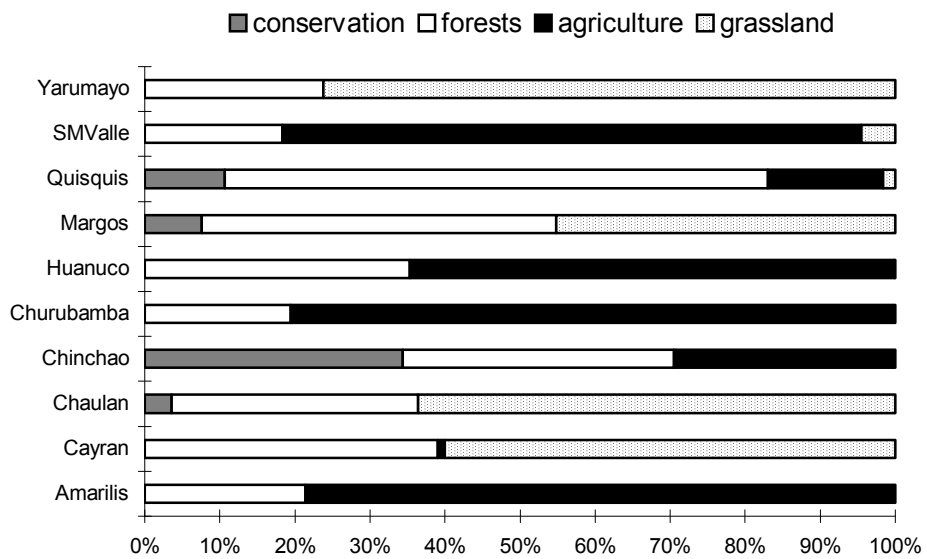


Fig. 19 Proporción de áreas cultivadas establecidas en áreas con otro potencial (situación actual).

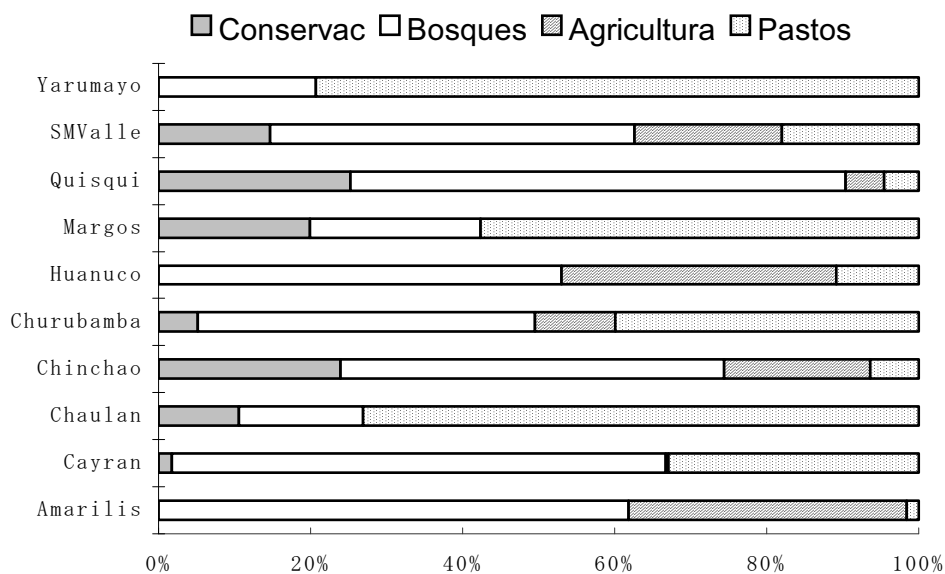


Fig. 20 Proporción de área por categoría de uso de la tierra en una condición ideal.

La extensión de parcelas establecidas en áreas con otra disponibilidad fue delineada en el mapa ideal (Fig. 18). El total de píxeles (unidades as pequeñas en el mapa) para cada caso fueron convertidas a porcentaje de área considerando que 1 píxel = 0.704 km² en la situación actual. La agricultura ocupa mas del 50% del área total en la mayoría de distritos, mientras que en una situación optima esta restringida a algunas áreas y la tierra dedicada a otros usos esta mayor distribuida.

Las áreas cultivadas en Amarilis, Churubamba, Huanuco, y SMValle están apropiadamente localizadas (78.6, 80.5, 64.7, and 77.1%, respectivamente, del área total cultivada en cada distrito). Sin embargo, en los mismos distritos, la proporción de áreas cultivadas convenientes para bosques son de 21.4, 19.5, 35.3, and 18.3%, respectivamente. En Quisquis este uso alcanza el 72.3%. En Chinchao, primariamente, y en Quisquis, Margos, y Chaulan, la proporción de plots cultivados respecto a áreas convenientes para solo conservación son de 34.3, 10.7, 7.57, and 3.6%. Las tasas de plots cultivados en áreas convenientes para el pastoreo son altos en Yarumayo (76.2%), Chaulan (63.6%), Cayran (59.74%), and Margos (45.2%). Es notable el sobreuso de tierra para agricultura en Amarilis (31291.7ha) y Margos (8,118.8ha), para pastos en Chinchao (8,320.8ha), Quisquis (5,538.5ha) y SMValle (29971.5ha) y el sub uso de áreas convenientes para bosques en Chinchao (14,762.52ha), Quisquis (5,670.7ha) y SMValle (9,822.5ha).

Los pastizales naturales y propiedades agrícolas en tierras marginales comprenden la mayoría del área en uso; su conversión progresiva a medidas recomendadas (en círculos) con output mayores y permanentes, pueden lograrse a través de acciones descritas en el cuadro de la derecha, una falla en cualquiera de ellas no aseguraría el éxito. Las instituciones locales (sistemas diversos de trabajo cooperativo, uso regulado

de recursos productivos y control de diversas zonas de producción a diferentes altitudes) y alternativas de incentivos deben negociarse con las comunidades locales. La asistencia técnica y la capacitación podrían mejorar las habilidades de manejo de la gente local, adaptar nuevos métodos de uso del suelo y reconsiderar buenas practicas de conocimiento tradicional.

Discusión y conclusiones

Áreas bajo uso agrícola, pecuario y forestal han cambiado ampliamente entre 1972 y 1996 en todos los distritos, y no coinciden con el uso más recomendable. Los campesinos cambian las practicas de cultivo de año a año y de parcela a parcela por razones que podrían ser espaciales, ambientales, económicas, demográficas e idiosincráticas. El uso de la tierra es heterogéneo entre los distritos. La presión sobre la tierra varía de distrito a distrito y es la fuerza principal que conduce al cambio institucional. Los cambios de política desde colectivismo hacia soluciones orientadas al libre Mercado y viceversa, crearon incertidumbres y ahondaron las divisiones rurales. Aunque la paradoja de una ideología de distribución egalitaria de recursos junto a una diferenciación aun provoca tensiones en las comunidades andinas (Harden, 1996). Las reformas agrarias como fueron tradicionalmente concebidas ya no son necesarias debido a que no resuelven problemas sociales de infraestructura. Aunque los sistemas de manejo son similares, existen diferencias en cuanto intensidad, áreas, y tipo de uso del suelo. El área promedio de tierra por propietario es de 5ha, con excepciones de Chinchao (menos de 0.5ha) y Churubamba (10ha). Esto podría dificultar la innovación tecnológica debido a que estudios en otras regiones confirman que parcelas agrícolas mayores están mas abiertas al cambio (Neil y Tykkylainen, 1998), y que propietarios con mayor cantidad de tierras tienen mayores niveles de ingreso por empleo no agrícola (Echevarria, 2001). La desigualdad tiene que ser confrontada reduciendo la inestabilidad económica y a trabes de programas que mejoren el acceso del pobre a los recursos. El número de parcelas/propietario es inversamente proporcional a la dimensión de la parcela en todos los casos, significando que mientras los grandes propietarios están interesados en el cambio, los pequeños propietarios diversifican su producción en múltiples ciclos para reducir el riesgo. La accesibilidad es un factor principal para la diseminación de infraestructura y formalización de la tierra. Las políticas de desarrollo para cada distrito podrían diferir. En Chinchao las medidas de rehabilitación deben enfocarse en los recursos forestales mientras que en SMValle en los recursos pastoriles. En Huanuco y Churubamba los principales actores son los pequeños propietarios mientras que en Chaulan y Yarumayo la mayoría de los recursos productivos son de uso común. Las instituciones locales sociales tienen una potencialidad para revertir a usos sostenibles del suelo si son debidamente reconocidos por las políticas de Estado y reciben un estímulo externo por parte de las agencias de desarrollo. El éxito de este esfuerzo va depender de la acción dentro del sector (instituciones, política, tecnología) axial como también fuera de el (estabilidad política y económica, educación, transporte y comunicación). La tenencia tradicional de la tierra en los Andes no esta bien descrita por categorías artificiales, tales como privado o comunal, ya que ambos se superponen. El punto crítico no es quien tiene derecho sobre la tierra sino quien tiene derecho a usar un área específica para un objetivo determinado. Aunque la existencia de zonas de producción como un sistema productivo no es exclusivo (Mayer, 2002), la inclusión de personas e instituciones con diferentes objetivos e intereses pero con la habilidad de cooperar en la coordinación, creación y explotación de ellos, es excepcional en los Andes, y forma la base en la

cual las políticas de desarrollo se deben sustentar. La agricultura en áreas de pendiente para otros usos ha sido tradicionalmente heredada pero las instituciones locales que regulan el uso de la tierra están disminuyendo debido a la modernización. Las consecuencias ambientales pueden ser inesperadas desde que las comunidades campesinas controlan más del 30% de las tierras frágiles (Cotlear, 1989). La privatización de las cooperativas que no fomentaron las inversiones evidencia que solo es de interés cuando los ingresos individuales son altos (Ridell, 2000). La producción agrícola se podría incrementar, pero el impacto en el empleo dependerá de las tecnologías utilizadas en las nuevas propiedades consolidadas. Una política de riesgo es que los pequeños propietarios que venden sus parcelas podrían moverse a zonas boscosas. Mas aun, dada la alta diversidad ecológica en los andes, no es posible que un mercado de la tierra se desarrolle para tierras de segunda o tercera categoría. Los pobladores se auto organizan en respuesta al cambio (Silberstein and Maser, 2000), creando nuevos instrumentos y formas institucionales capaces de responder a las presiones de reestructuración (Neil and Tykkylainen, 1998). Ellos espontáneamente se organizan en grupos extralegales independientes hasta que el gobierno es capaz de crear un sistema único de propiedad legal. El registro de propiedades y la desregulación de precios agrícolas pueden desacelerar la emigración. Si el agricultor tiene un derecho legal a la tierra, también invertirá en su conservación; junto a un buen sistema de información de la tierra podría crear el capital social necesario para un uso sostenible de la tierra. La emergencia, implementación y eficiencia de las políticas locales depende de complejas condiciones económicas, sociales, y políticas dentro y fuera de la localidad. Los cambios son lentos y continuos, una "revolución verde" aun no ha ocurrido. La tendencia creciente hacia nexos externos ofrece nuevas potencialidades, pero también riesgos para los pobladores locales. Los mercados tienden a reforzar las actividades extractivas, conduce los recursos fuera del ámbito rural y es indiferente a los procesos de degradación ambiental (Neil y Tykkylainen, 1998).

CONCLUSIONES GENERALES

- Los derechos de propiedad, apropiación ilegal de tierras y estructura agraria bipolar aún permanecen no obstante la pasada reforma agraria. Una nueva clase media emergió (con terrenos de más de 5ha).
- El número de parcelas por propietario es inversamente proporcional al tamaño de la parcela.
- Los programas de catastro y titulación pueden asignar la tierra convenientemente y asistir a los agricultores a expandir sus propiedades. Los fondos de la tierra pueden promover el acceso al mismo a través de transacciones mercantiles subsidiadas entre grandes vendedores y agrupaciones de pequeños agricultores.
- Los programas de privatización deben ser graduales, edificando las instituciones básicas de una economía de mercado (como bancos) y un sistema legal que podría regular contratos y procesos de quiebra equitativamente. Debe revisarse la posibilidad de adaptar la experiencia china

de privatización parcial de las comunas hacia un sistema de responsabilidad individual.

- En tierras de baja productividad económica o situada en regiones remotas, la mayoría de los bosques constituyen un uso residual de la tierra. La forestación en tierras inutilizadas es un capital invertido que el agricultor podría disponer en el tiempo más conveniente y otorgarlo en herencia, neutralizando problemas ambientales. La tierra puede ser otorgada como un incentivo para plantar árboles (caso de la India), o el gobierno puede “prestarse” tierras privadas para ese fin, la producción se comparte en el momento de la cosecha (caso de Corea).
- Los conceptos de ocupación y uso de la tierra, derechos de usufructo, y administración de recursos naturales por grupos nativos y terceros debe reglamentarse en detalle. Un sistema formal de la propiedad produce y fija la generación de capital.
- Debido al incremento demográfico y al lento crecimiento de la economía rural, la expansión de las parcelas promedio no es tan apropiada como la difusión de tecnologías que economizan espacio.
- Sin embargo, una revolución verde basada en una estructura industrial incompleta solo refuerza la dependencia; la modernización favorece la concentración de la tierra con el potencial de incrementar la desigualdad. El cambio del sistema de tenencia de la tierra solo es un factor secundario de la agricultura no progresiva y no es capaz de cambiar la lógica de alimentos subvencionados (bajo precio). La liberalización del mercado incompleto en países industrializados deprime los precios del mercado mundial y limita las exportaciones de productos terminados.
- El impacto de políticas agrícolas y el desarrollo de infraestructura influye más en la conversión de bosques que las mismas políticas forestales. La mayor manera de reconvertir la difusión de cultivos ilegales en la cuenca amazónica es revitalizando la economía andina. Las políticas de desarrollo rural deben enfocarse en la economía como un todo, incluyendo el crecimiento de la industria y de servicios.
- La paradoja de una ideología de distribución equitativa de los recursos en paralelo a una diferenciación social continúa causando tensiones en las comunidades andinas y amazónicas.

BIBLIOGRAFIA

Apan A. and Peterson, J., 1998. Probing tropical deforestation-the use of GIS and statistical analysis of georeferenced data, *Applied Geography* 18(2): 137-152.
Aramburu, C. Bedoya, E. and Recharte, J., 1982. *Colonización en la Amazonía*. 161 pp, CIPA, Lima.

Baxes, G., 1994. Digital image processing: Principles and applications. 480pp, John Wiley and Sons, New York, 69–122.

Bedoya E. and Aramburu C., 1986. Poblamiento y uso de los recursos de la Amazonia. In *Desarrollo Amazónico: una perspectiva Latinoamericana*. Lima: CIPA-INANDEP.

Birch-Thomsen, T., Frederiksen, P. & Sano, H., 2001. A Livelihood Perspective on Natural Resource Management and Environmental Change in Semiarid Tanzania, *Economic Geography*, 77 (1): 41-66.

Boserup, E., 1981. *The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure*, George Allen & Unwin, London.

Chayanov, A., 1996. *The theory of peasant economy*, Manchester University press, 316 pp.

Cochrane, M. and Souza, C., 1998. Linear mixture model classification of burned forests in the Eastern Forests. *Int. J. Remote Sens.* 19: 3433- 3440.

Cotlear, D., 1989. *Desarrollo campesino en los Andes*, Instituto de Estudios Peruanos, Lima, 325 pp.

Coxhead, I., Shively, G., and Shuai, X., 2002. Development policies, resource constraints, and agricultural expansion on the Philippine land frontier. *Environment and Development Economics* 7: 341- 363.

Denevan, W., 2001. *Cultivated landscapes of native Amazonia and the Andes*, Oxford Geographical and Environmental Studies, 396 pp.

Deweese, P.A., 1991. *The impact of capital and labor availability on smallholder tree growing in Kenya*. Unpublished D. Phil. Thesis. University of Oxford.

De Soto, H., 2000. *El misterio del capital – porque el capitalismo triunfa en occidente y fracasa en el resto del mundo*, El Comercio, Lima, Peru, 287 pp.

Echevarria, R., 2001. *Development of rural economies*, Inter American Development Bank, 224 pp.

Espinel, L., 1996. *Propuesta para la introduccion de especies forestales a sistemas de produccion agropecuaria en Obas – Huanuco*, forest engineer thesis, UNALM, Lima, 81 pp.

Evans, N., Morris, C., Winter, M., 2002. Conceptualizing agriculture: a critique of post-productivism as the new orthodoxy. *Progress in Human Geography* 26,3: 313-332.

Eva, H. and Lambin, H., 2000. Fires and land-cover change in the tropics: a remote sensing analysis at the landscape scale, *Journal of Biogeography* 27(3):765-767.

Eves, J. D. and B. Messerly (1989), *The Himalayan Dilemma: Reconciling Development and Conservation*, London: Routledge.

Gonzales de Olarte, E., 1994. *En las fronteras del mercado – economía política del campesinado del Peru*, IEP, Lima, Peru, 370 pp.

Guillet D., 1995. *Covering ground – communal water management and the state in the Peruvian highlands*, the University of Michigan Press, USA, 250pp.

Harden, C., 1996. Interrelationships between land abandonment and land degradation: a case from the Ecuadorian Andes, *Mountain Research and Development* 16.3:274-280.

Hudak, A. and Wessman, C., 2000. Deforestation in Mwanza District, Malawi, from 1981 to 1992, as determined from Landsat MSS imagery, *Applied Geography* 20(2): 155-175.

Hunefeldt, C., 1997. The rural landscape and changing political awareness: enterprises, agrarian producers, and peasant communities, 1969-1994, In *In the Peruvian labyrinth – polity, society, economy*, The Pennsylvania State University Press, US, 107-133.

IDB, 2001. *Development of rural economics*, Inter American Development Bank, 224 pp.

Ilwis, 2003. Online GIS software tutorial, retrieved from www.itc.nl/ilwis.

INEI, 1996. *III Censo nacional agropecuario*, Ministerio de Agricultura, Lima, Peru, 477pp.

INRENA, 1994. *Compendio estadístico de la actividad forestal y fauna 1980-1991*, Ministerio de Agricultura, Lima, 120 pp,

Jeanjan, H. and Achard, F., 1997. A new approach for tropical forest area monitoring using multiple spatial resolution satellite sensor imagery. *Int. J. Remote Sens.* 18: 2455-2461.

Johnson, R. and Kasischke, E., 1998. Change vector analysis: a technique for the multispectral monitoring of land cover and condition. *Int. J. Remote Sens.* 19: 411-416.

Keipi, K., 1999. *Forest resource policy in Latin America*, Inter America Development Bank. 280 pp.

Kay, C., 1998. *Latin America's agrarian reform: lights and shadows*. Land Reform Journal, Institute of social studies, The Hague, The Netherlands.

Keipi, K., 1999. *Forest resource policy in Latin America*, Inter America Development Bank. 280 pp.

Lucas, R., Honzak, M., Amaral, I., Curran, P. and Foody, G. 2002. Forest regeneration on abandoned clearances in central Amazonia, *Int. J. Remote Sens.* 5: 965-988.

LUCC. 2000. Meeting in the middle: the challenge of meso-level integration, an international workshop, LUCC report serie 5, October 17-20, Ispra, Italy.

Mantang, C. and Shaofang, H., 1995. National training workshop on identification of tools for degraded land management in rural areas with emphasis in wood energy problems, training materials, Research Institute of Tropical Forestry, Guangzhou 11-16 December, PR China, 84 pp.

Matos M. and Mejia, J., 1984. Reforma agraria: logros y contradicciones 1969-1979, IEP, 138 pp.

Mausel, P., Wu, Y., Li, Y., Moran, E., and Brondizio, E. 1993. Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon, *Geocarto International* 4:61-71.

Mayer, E., 2002., *The articulated peasant: Household economies in the Andes*, Westview press, Oxford, US, 390 pp.

Mazzucato, V. and Niemeijer, D., 2002. Population growth and the environment in Africa: local informal institutions, the missing link, accepted to publish in *Economic Geography* 2002.

McCracken, D., Brondizio, E., Nelson, D, Moran, E. and Siqueira, A. and Rodriguez-Pedraza C. 1999. Remote sensing and GIS at farm property level: demography and deforestation in the Brazilian Amazon, in *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65 (11): 1311-1320.

McGaughey S. and Gregersen, H., 1988. Investment policies and financing mechanisms for sustainable forestry development, Inter-American Development Bank, Washington DC, 126 pp.

Neil, C. and Tykkylainen, 1998. Local economic development: a geographical comparison of rural communities restructuring, The United Nations University press, Tokyo, 365 pp.

OIA, 2000. Sintesis agrario No. 6, 7, 8. Oficina de informacion agraria del ministerio de agricultura, Huanuco, Peru.

Palubinkas, G., Lucas, R., Foody, G., and Curran, P. 1995. An evaluation of fuzzy and texture-based classification approaches for mapping regenerating tropical forest classes from the Landsat TM data. *Int. J. Remote Sens.* 16, 747-759.

PETT, 2002. Proyecto especial de titulacion de tierras y catastro rural, Ministerio de Agricultura. Downloaded from www.minag.gob.pe.

Riddell, J., 2000. Emerging trends in land tenure reform: Progress towards a unified theory. FAO Sustainable Development Department, Rome.

Roosevelt, A., 1989. Lost civilizations of the lower Amazon, *Natural History*, 66/2: 74-83.

- Santos-Granero, F. and Barclay, F., 1998. Selva Central, history, economy, and land use in Peruvian Amazonia, Smithsonian Institution Press, 351 pp.
- Sierra, R. 2000. Dynamics and patterns of deforestation in the western Amazon: the Napo deforestation front, 1986–1996, *Applied Geography* 20(1): 1-16.
- Scherr, S., 1999. Poverty-environment interactions in agriculture: key factors and policy implications, paper prepared for the UNDP and the EC expert workshop on Poverty and the Environment, Brussels, Belgium.
- Schweik, C., Adhikari, K. and Nidhi K., 1997. Land-cover change and forest institutions: a comparison of two sub-basins in the southern Siwalik Hills of Nepal, *Mountain Research and Development*; 17.2: 99-116.
- Silberstein, J. and Maser, Ch., 2000. Land use planning for sustainable development, Lewis publishers, 203 pp.
- Skole ¹, D. and Justice, C. 1997. A land cover change monitoring program: A federal agency initiative. Retrieved 1/25,2/25,5/25 from <http://www.bsrsi.msu.edu/overview/reports/cenr.html>
- Skole ², D. and Justice, C. 1997. Acquisition and analysis of large quantities of data for measuring land cover change, retrieved 3/18, 5/18,4/18 from <http://www.bsrsi.msu.edu/overview/landsat7ft.htm>
- Smith J Kop P van de Reategui K., Lombardi I Sabogal C Diaz A., 1999. Dynamics of secondary forests in slash-and-burn farming: interactions among land use types in the Peruvian Amazon. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 9. 76 (2/3). 85-98.
- Steininger, M., 1996. Tropical secondary forest regrowth in the amazon: age, area and change estimation with Thematic Mapper data. *Int. J. Remote Sens.* 17: 9–27.
- Tammen, M., 1991. The drug war vs. land reform in Peru, in policy analysis No 56, Cato Institute, <http://www.cato.org/pubs/pas/pa-156>
- Trigo, E., 1995. Agriculture, technological change and the environment in Latin America: a 2020 perspective. The 2020 vision for food, agriculture and the environment. Discussion paper No. 9, IFPRI, Washington, DC.
- Van Ginkel H., Barrett, B. and Velasquez, J., 2002. Human development and the environment – challenges for the United Nations in the new millennium, The United Nation University press, Tokyo, 313 pp.
- Warner, K., 1995. Patterns of tree growing by farmers in eastern Africa: a socio-economic analysis. Tropical Forestry Paper 27, Oxford Forestry Institute and ICRAF, Oxford and Nairobi.
- Young, A., 1998. Land resources, now and the future, Cambridge University Press, 319 pp.

