

Caracterización socio-ambiental de unidades de producción agropecuaria en la Región Amazónica Ecuatoriana: Caso Pastaza y Napo

Socio-Environmental Characterization of Agricultural Production Units in the Ecuadorian Amazon Region, Subjects: Pastaza and Napo

Carlos Bravo,^{1,2} Dióclede Benítez,¹ Julio Cesar Vargas Burgos,¹ Reinaldo Alemán¹; Bolier Torres¹;
Haideé Marín³

¹Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

²Proyecto Prometeo SENESCYT - Ecuador

³Proyecto Ateneo-SENESCYT - Ecuador

cbravo@uea.edu.ec

Resumen

Se caracterizó socio ambientalmente un grupo de unidades de producción agropecuaria (UPAs) localizadas en las provincias de Pastaza y Napo de la Amazonía Ecuatoriana, mediante una distribución de frecuencias relativas. Se seleccionaron 30 UPAs y se usó una metodología participativa que incorpora un conjunto de indicadores (25) dentro de la dimensión ambiental y socio-cultural. Desde el punto de vista ambiental las unidades de producción, se caracterizan por tener un tamaño promedio entre 21 a 50 has, con un 60% de la unidades encuestadas que aplican prácticas agroecológicas combinadas con diferentes actividades y cultivos, lo que refleja el potencial productivo de la zona y podría servir de modelo para el resto de las fincas. La calidad de los suelos está marcada por texturas finas arcillosas, con estructura granular en el horizonte superficial, alto contenido de materia orgánica, alta acidez, baja fertilidad, lo cual afecta la disponibilidad de nutrientes y limita su uso. Las características socioculturales son muy variadas a nivel de finca, sin embargo la evaluación sugiere que existen elementos claves que pueden afectar la continuidad y sustentabilidad del proceso productivo tales como: el número de personas incorporadas en el sistema, la generación de relevo, el envejecimiento de la población, la baja capacidad de gestión en términos de no llevar registros, el bajo apoyo institucional y la baja participación en espacios de gobernanza.

Palabras clave: Indicadores agroecológicos, calidad de suelos, unidades de producción, Amazonía.

Abstract

Through a relative frequency distribution, a group of agricultural production units (APUs) located in the provinces of Pastaza and Napo, Ecuadorian Amazon were socio environmentally characterized. Thirty APUs were selected and a participatory methodology was used that incorporates a set of indicators (25) within the environmental and socio-cultural dimension. From the environmental point of view, the production units are described by having an average size between 21-50 hectares, with 60% of the units studied applying agroecological practices combined with different activities and crops, which reflects the productive potential of the area and how it could serve as a model for the rest of the farms. Soil quality is marked by fine textured clay, with granular structure in the surface horizon, high in organic matter, high acidity, and low fertility, affecting the nutrient availability and limiting its use. Sociocultural characteristics are varied at the farm level, however the evaluation suggests that there are key elements that can affect the continuity and sustainability of the production process, such as: the number of people working in the system, the replacement generation, the aging population, the low management capacity in terms of not keeping records, low institutional support and low participation in governance spaces.

Key Words: agroecology indicators, soil quality, production units, Amazon.

Introducción.

La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), comprende el 2 % de la cuenca del río Amazonas, con una extensión territorial de 116.441 Km². Representa en superficie la región natural más grande del Ecuador con aproximadamente el 45 % del territorio Nacional (Nieto y Caicedo, 2012). Por sus bosques naturales y la extraordinaria biodiversidad constituye un ecosistema de gran interés local y global (Martín y Pérez, 2009). Este

Introduction

The Ecuadorian Amazon Region (EAR) comprises 2% of the Amazon basin with a territorial expansion of 116.441 Km². In respect to surface area, it is the largest natural region in Ecuador being approximately 45% of the nation's territory (Nieto and Caicedo, 2012). Due to its natural forests and extraordinary biodiversity it's an ecosystem of great local and global interest (Martín and

contexto, se han venido estableciendo sistemas ganaderos, destinando un 31 % de la superficie amazónica a la producción de pasto, donde el 70 % de dicha área es cultivada como monocultivo. Todo ello, representa altas tasas de deforestación, expansión de la frontera agropecuaria, con impactos sobre la biodiversidad y conservación de los recursos naturales (MAGAP, 2012). La provincia de Pastaza como parte de esta región, no está exenta de los conflictos que se generan entre la conservación del entorno y la reducción de la capacidad de los ecosistemas de ofrecer sus servicios ambientales (Vargas *et al.*, 2013). Al respecto se ha señalado que el ritmo de explotación del bosque se efectúa de manera arbitraria sin técnicas forestales adecuadas, trayendo como consecuencia la pérdida de especies forestales de gran valor (Martín y Pérez, 2009).

Desde la perspectiva del manejo sustentable y agroecológico, cualquier sistema de producción a desarrollar en la Amazonía debe estar fundamentado en usos compatibles con el bosque ya que más de la mitad del territorio (52,7 %) tiene potencial para dicho uso (Nieto y Caicedo, 2012). Las condiciones de clima extremadamente lluvioso, con suelos poco fértiles y susceptibles al lavado de nutrientes y a la erosión, explica-

Pérez, 2009). In this context livestock systems have been established, allocating 31% of the amazon area to grass production, where 70% of said land is monoculture. This leads to high deforestation rates, expansion of the agricultural frontier, thus affecting the conservation of biodiversity and natural resources (MAGAP, 2012). Pastaza province, being part of this region, is not exempt from the conflicts that arise between environment conservation and the reduction of ecosystems' capacity to provide their environmental services (Vargas *et al.*, 2013). It has been pointed out that the rate of forest exploitation is carried out in an arbitrary fashion without adequate forestry techniques, consequently resulting in the loss of forest species of great value. (Martín and Pérez, 2009).

From the perspective of sustainable agroecological management, any production system to be developed in the Amazon must be grounded on uses compatible with the forest since more than half the territory (52.7 %) has the potential for it (Nieto y Caicedo, 2012). Conditions such as extremely rainy weather, low fertility soil susceptible to erosion and nutrient leaching explain the limited capacity of the region for traditional agricultural activities. However, the

rían la poca aptitud de la región para actividades agropecuarias tradicionales, pero sí para sistemas productivos análogos al bosque o para sistemas conservacionistas.

Bajo este marco de referencia, el objetivo de este estudio consistió en caracterizar socio-ambientalmente Unidades Producción Agropecuaria (UPAs) localizadas en la provincia de Pastaza y Napo, región amazónica ecuatoriana como base para su manejo agroecológico.

Materiales y métodos

Localización y generalidades del área de estudio

El área de estudio se localizó en las provincias Napo (cantones Archidona y Tena) y Pastaza (cantones Pastaza, Arajuno, Santa Clara y Mera). De acuerdo al Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental, el área de estudio en las dos provincias corresponden a la forma de vida “Bosque siempreverde piemontano” (sector cordillera oriental de los Andes), Ministerio del Ambiente del Ecuador (2012). Con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 2500 a 4000 mm distribuidas durante todo el año (Martín y Pérez, 2009). La temperatura anual promedio en la mayoría de la

region is able to sustain forest production systems or conservation systems.

Under this framework, the goal of this study consisted in socio-environmentally characterizing Agricultural Production Units (APUs) located in the Pastaza and Napo provinces in the Ecuadorian Amazon, as a foundation for its agroecological management.

Materials and Methods.

Location and Generalities Concerning the Area Studied.

The area studied is located in the provinces of Napo (cantons of Archidona and Tena) and Pastaza (cantons of Pastaza, Arajuno, Santa Clara and Mera). According to the Ecosystem Classification System of Continental Ecuador, the area studied in both provinces belongs to the “Montane evergreen forest” ecosystem, Eastern Andean Highlands sector (Ecuadorian Ministry of Environment, 2012). With average annual precipitation between 2500 and 4000 mm distributed throughout the year (Martín and Pérez, 2009). The annual average temperature in most of the Pastaza Province is between 24 and

provincia de Pastaza oscila entre 24 y 28 °C y una humedad relativa cercana al 80 %. En el caso de la provincia de Napo, el tipo de clima es más variado, oscilando desde ecuatorial de alta montaña a ecuatorial mesotérmico mesohúmedo y megatérmico lluvioso. Las precipitaciones medias anuales varían desde un mínimo de 1250 a un máximo de 5000 mm, igualmente distribuida en el año y una temperatura que puede oscilar entre 24 y 28 °C.

Suelos y Vegetación

Los suelos de la provincia de Pastaza y Napo pertenece al orden Inceptisol (78,6 %), seguido por el Entisol, Histosol y Molisol en una pequeña proporción (ECORAE, 2002). Dicho orden, se muestra con dos subórdenes Andepts y Tropepts, en donde los Andepts se han desarrollados a partir de cenizas volcánicas; suelos bien drenados con alta retención de humedad y materia orgánica, pH generalmente ácido y fertilidad variable.

La vegetación comprende una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde zonas arbustivas hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. Las especies vegetales características de este bosque son: *Iriartea deltoidea*,

28 °C with a relative humidity close to 80%. In the case of Napo, climate is varied, ranging from equatorial high mountain to equatorial humid mesothermal and rainy megathermal. Average annual rainfall ranges from a low of 1250 to a maximum of 5000 mm, equally distributed throughout the year, and temperature is between 24 and 28 °C.

Soil and Vegetation.

Soils in the Pastaza and Napo provinces belong to the order Inceptisols (78.6 %), followed by Entisols, Histosols and Mollisols in small proportion (ECORAE, 2002). This order is present with two suborders: Andepts and Tropepts, where Andepts have developed from volcanic ash; well-drained soils with high moisture and organic matter retention, generally acidic pH and variable fertility.

Vegetation comprises a wide range of biomasses with varied physiognomic and environmental characteristics ranging from shrubby areas to areas covered by natural forests. Plant species distinctive to this forest are: *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* and *Ceroxylon* sp. (*Arecaceae*); *Otoba glycyarpa*

Oenocarpus bataua y *Ceroxylon* sp. (Arecaceae); *Otoba glycyarpa* (Myristicaceae); *Leonia glycyarpa* (Violaceae); *Clarisia racemosa* (Moraceae); *Ceiba pentandra* y *Gyranthera* sp. (Bombacaceae), *Caryodendron orinocense* (Euphorbiaceae), *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae); *Ruagea glabra* (Meliaceae); *Remigia* sp. (Rubiaceae) (Lozano *et al.*, 2013).

Selección de Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) y medición de indicadores.

Para la caracterización socio-ambiental se aplicó la propuesta sugerida por Bravo, (2014), mediante una metodología participativa, usando 25 indicadores, 13 ambientales y 12 socio-culturales. Dicha metodología se basa en la evaluación del desempeño del agroecosistemas de acuerdo a dimensiones ambientales, socio-culturales, económicas y políticas y representa una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas propuestas por Bravo, (2011); Masera *et al.*, (2000) y Brink *et al.*, (1991). Para esta investigación se realizó un trabajo de campo y se aplicó una encuesta a una población de 30 UPAs, seleccionadas en base a los usos de tierra más representativos y localizadas en dos zonas de trabajo: i) la Provincia de Pastaza donde se ubicaron las UPAs cuya actividad

(Myristicaceae); *Leonia glycyarpa* (Violaceae); *Clarisia racemosa* (Moraceae); *Ceiba pentandra* and *Gyranthera* sp. (Bombacaceae), *Caryodendron orinocense* (Euphorbiaceae), *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae); *Ruagea glabra* (Meliaceae); *Remigia* sp. (Rubiaceae) (Lozano *et al.*, 2013).

Selecting Agricultural Production Units (APUs) and Measuring of Indicators.

The proposal suggested by Bravo (2014) was applied to carry out the socio-environmental characterization, through a participatory methodology using 25 indicators, 13 environmental and 12 socio-culturals. This methodology is based on the performance evaluation of agro-ecosystems according to environmental, socio-cultural, economic and political dimensions and it represents a combination of quantitative and qualitative techniques proposed by Bravo, (2011); Masera *et al.*, (2000) y Brink *et al.*, (1991). For this study, field work was carried out and a survey was done to a population of 30 APUs selected according to their most representative uses of land and located in two work zones: i) Pastaza Province, where APUs whose main

principal son los sistemas ganaderos y ii) Provincia de Napo, cuyas fincas están dedicadas principalmente a la siembra de Cacao (Figura 1).

activity is livestock systems were located and ii) Napo Province, whose farms engage mainly in growing Cocoa (Figure 1).

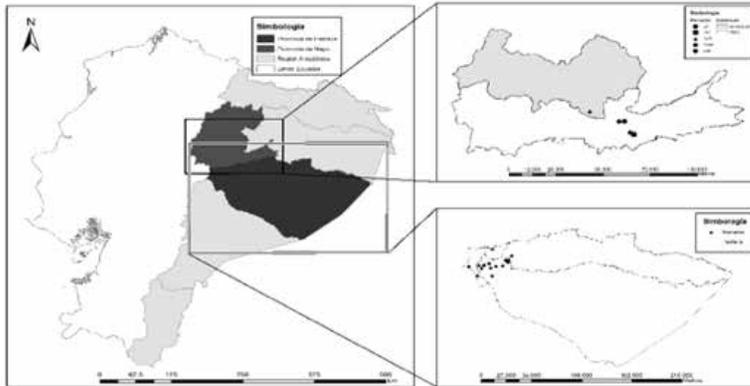


Figura 1. Ubicación relativa de las localidades y (UPAs) muestreadas, para la Provincia de Napo y Pastaza.

Toda la información de la encuesta fue categorizada y codificada para luego ser agrupada en un modelo de banco simple de datos que sirvió para levantar indicadores. Todo ello, se complementó con evaluaciones en campo de otros parámetros ambientales usando metodologías sencillas (Hernández-Hernández *et al*, 2011). Al respecto, dentro de esta dimensión se evaluó la calidad del suelo mediante algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, entre ellos: a) color, b) textura estimada organolépticamente por el método de la cinta, c) estructura descrita morfológicamente usando una tabla de referencia (Granular, laminar ó blocosa), d) resistencia a la penetración para medir el proceso de

All survey information was categorized and coded to be then grouped into a simple database model used to obtain indicators. This was complemented by field assessment of other environmental parameters using simple methods (Hernández-Hernández *et al*, 2011). In regard to this, soil quality was assessed according to some physical, chemical and biological parameters, among them: a) Color, b) Texture organoleptically estimated using the ribbon test, c) Structure morphologically described using a reference table (Granular, platy or blocky), d) Penetration resistance to measure the compaction process using an impact penetrometer (Nacci

compactación con un penetrómetro de impacto (Nacci y Pla, 1991), e) erosión del suelo mediante la presencia o ausencia de surquillos, cárcavas, f) materia orgánica (MO) estimada por la reacción del suelo al peróxido de hidrógeno (agua oxigenada al 30%), g) condición de acidez del suelo; midiendo el pH con tiras tornasol en una mezcla suelo: agua destilada (1:2).

Caracterización Socio-Ambiental de las UPAs

Las características socio-ambientales se obtuvieron mediante un análisis de distribución de frecuencia porcentual de los indicadores evaluados con base a la información primaria recopilada de las encuestas, entrevistas y de la información medida directamente en campo. Todo ello permitió el análisis del comportamiento de las UPAs, la cual fue representada a través de técnicas gráficas del porcentaje de frecuencias de cada uno de los indicadores.

Resultados y discusión

Características Ambientales de las UPAs

El tamaño de las UPAs para las zonas evaluadas se muestra en la Figura 2a. Se aprecia que el mayor porcentaje (53 %) presenta un rango

and Pla, 1991), e) Soil erosion due to presence or absence of rills, gullies, etc., f) Organic matter (OM) estimated through soil reaction to hydrogen peroxide (30% oxygenated water), g) Soil acidity; measuring pH with litmus paper strips in a mixture of soil distilled water (1:2)

Socio environmental characterization of APUs.

Socio-environmental characteristics were obtained analyzing a percentage frequency distribution of indicators evaluated based on primary data collected from surveys, interviews and data measured in situ. This allowed to analyze the behavior of the APUs, which was presented using graphical techniques of the percentage frequency for each indicator.

Results and Discussion.

Environmental Characteristics of APUs.

APUs sizes for the assessed zones is shown in Figure 2a. It is seen that the largest percentage (53 %) presents a range between 21 and 50 hectares, followed by 16.70% having a size less than 21 hectares (11–20

que osciló entre 21 y 50 hectáreas, seguido por un 16,70 % con tamaño inferior a 21 hectáreas (11 a 20 ha) y con un bajo porcentaje de predios menores de 10 ha. Estos resultados coinciden con los de Nieto y Caicedo (2012), quienes reportan para la RAE un 53,8% con tamaños de predios entre 10 a 50 ha. Este tamaño ofrece un espacio adecuado para la combinación e integración de actividades productivas agropecuarias, combinadas con parcelas forestales y hasta áreas de reserva, que puede garantizar a los agricultores ingresos suficientes, para satisfacer las necesidades de sus familias. Para ello, el enfoque agroecológico pueden aportar las bases ecológicas para avanzar hacia un proceso de transición de una agricultura o ganadería altamente degradativa hacia sistemas sostenibles.

El número de prácticas agroecológicas utilizadas (Figura 2b) muestra, que un 60 % aplican entre 2 y 3 tipos de prácticas, entre ellas: coberturas, pastizal con árboles, cacao agroforestal, asociación de cultivos, biocarbono, leguminosas fijador de nitrógeno, cultivos intercalados, integración ganadería-agricultura. Estas prácticas cumplen un papel multifuncional dentro de las UPAs ya que protegen al suelo ontra la erosión, aportan materia orgánica y nutriente al suelo, mejorando la fertilidad.

ha) and a low percentage of farms less than 10 ha in size. These results agree with those of Nieto and Caicedo (2012), who report that farms with size between 10 and 50 ha. comprise 53.8% of the AER. This size provides an adequate space for the combination and integration of agricultural production activities, combined with woodlots and even reserved areas which can guarantee farmers sufficient income to meet their family's needs. For this, the agroecological approach can provide the ecological basis to go from highly degradative agriculture and livestock towards sustainable systems.

The number of agroecological practices used (Figure 2b) shows that 60% applies between 2 and 3 types of practices, including: Cover crops, pastures with trees, cocoa agroforestry, crop mixing, biocarbon, nitrogen fixing legumes, intercropping, agriculture-livestock integration. These practices fulfill a multifunctional role within APUs as they protect soil against erosion, and provide organic matter and nutrients to the it, increasing fertility.

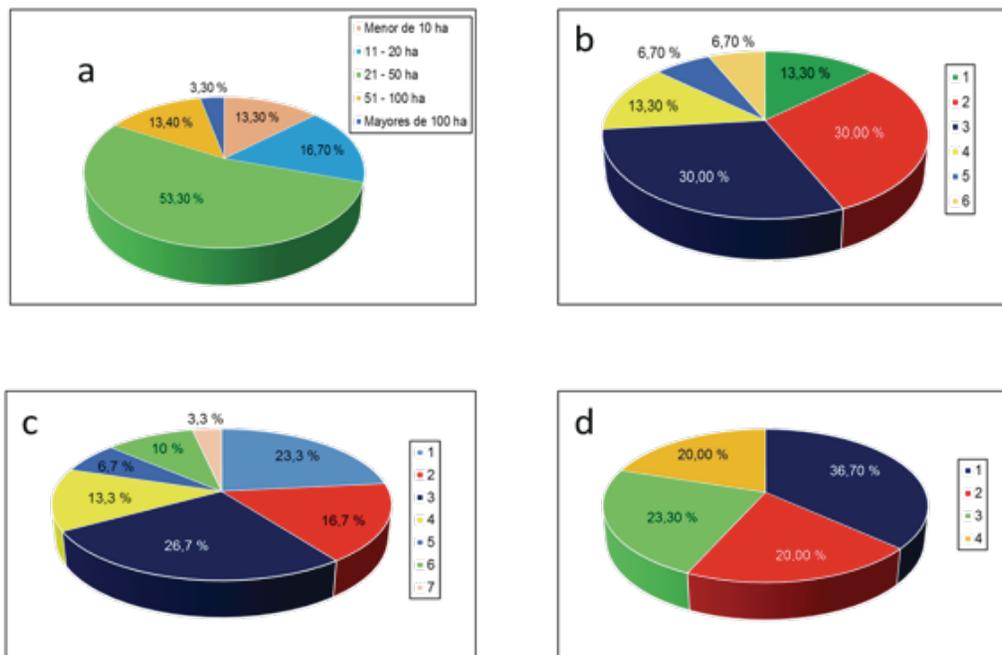


Figura 2. a) Representación de las (UPAs), de acuerdo a su tamaño; b) número de prácticas agroecológicas, c) número de cultivos y d) número de actividades productivas en las zonas bajo estudio. (Fuente: Investigación de campo).

Los resultados de diversas investigaciones sugieren que en la medida que se incrementan las prácticas agroecológicas se producen una mayor resistencia a los eventos climáticos al traducirse en menor vulnerabilidad y mayor sostenibilidad a largo plazo (Altieri y Nicholls, 2013).

Cuando se representó el número de cultivos (Figura 2c), se pudo apreciar que alrededor del 27% de las UPAs siembran al menos tres cultivos, sin embargo al sumar los porcentajes de fincas con más de tres cultivos este se eleva a un 70%. Para la zona de Pastaza, la mayor proporción se corresponde con pasturas

Results from several studies suggest that as agroecological practices increase, greater resistance to climatic events develops from reduced vulnerability and greater long-term sustainability. (Altieri and Nicholls, 2013)

When the number of crops was displayed (Figure 2c) it could be seen that around 27% of APUs grow at least three crops, however, adding the percentage of farms growing more than three crops this percentage rises to 70%. In Pastaza, the greatest proportion corresponds to pastures (Gramalote, Dallis, Alemán,

(Gramalote, Dallis, Alemán, Miel, Maní Forrajero, Mulato, Marandú), caña de azúcar, guayaba, plátano, naranjilla, entre otros. No obstante, para la provincia de Napo los principales cultivos sembrados son cacao, yuca, plátano, guayusa, caña de azúcar y algunas pasturas (Mulato, Marandú, Dallis). Estos resultados reflejan las altas posibilidades que presentan ambas regiones para la producción de una amplia diversidad de cultivos que pueden ayudar a mejorar y diversificar los ingresos de grupo familiar.

En consideración al número de actividades productivas (Figura 2d) se encontró que el 43,3 % de la UPAs ejecutan más de 4 actividades, lo cual les proporciona una mayor estabilidad y minimiza los riesgos ante cualquier estrés que puedan ser sometidas las unidades de producción, en correspondencia con lo señalado por (Altieri y Nicholls, 2013). Por otra parte, el 36,70 % realizan una sola actividad productiva, bien sea relacionada con la ganadería o con la agricultura, mientras que un 20 % de las UPAs realizan dos actividades de manera conjunta. Las actividades productivas tipificadas fueron muy variadas, entre las cuales podemos citar: agroecosistemas ganaderos de leche o carne, cría de otras especies pecuarias (aves de corral, ganado porcino, peces), agricultura (Sistemas agroforestales con cacao, caña de

Miel, Maní Forrajero, Mulato, Marandú), sugar cane, guava, plantain, naranjilla, etc. However, in Napo Province the main crops grown are cocoa, cassava, plantain, guayusa, sugar cane and some pastures (Mulato, Marandú, Dallis). These results show the great opportunities that both these regions present for the production of a wide array of crops which can help improve and diversify families' income.

Concerning the number of production activities (Figure 2d) it was found that 43.3% of APUs carry out more than 4 activities, which provides greater stability and minimizes risks against any stress that APUs may be subjected to, according to that indicated by (Altieri and Nicholls, 2013). On the other hand 36.70% carry out only one production activity, be it related to agriculture or livestock, while 20% of APUs perform two activities simultaneously. The categorized production activities varied considerably, among them we can mention: Livestock agroecosystems for milk or meat production, breeding of other livestock species (poultry, swine, and fish), agriculture (Agroforestry systems based on cocoa, sugar cane, plantain,

azúcar, plátano, yuca, entre otros), forestal (maderables) y la integración de la Ganadería-Agricultura-Forestal. La integración de diversas actividades productivas promovidas desde el enfoque agroecológico, constituye una de las principales vías para el desarrollo de sistemas sustentables. Por ejemplo, con miras hacia una ganadería sostenible en la Amazonía, las UPAs deben ser diseñadas y estructuradas de manera integral, cuyo sistema incorpore el uso de árboles y cultivos de pastos como alternativas de intensificación para proteger los recursos naturales (suelo, vegetación, agua) y adaptarse al cambio climático (Grijalva *et al.*, 2013).

Los parámetros relacionados con el recurso suelo se muestran en la Figura 3. El comportamiento textural en campo (Figura 3a y 3b), mostró que en su mayoría los suelos para el horizonte superficial (0-10 cm) presentaron clases texturales categorizadas como finas, con un 70 % de suelos Arcillosos (A), seguido de Arcillo arenoso (Aa), Arcillo-Limosos (AL) y un bajo porcentaje Franco Arcillo arenoso (FAa). Para la segunda profundidad (10-30 cm), se observó que un 53 % presentó texturas totalmente arcillosas (A). Cabe destacar, que suelos con predominancia de materiales finos principalmente limo y arcilla, le confiere una alta susceptibilidad a distintos procesos de degrada-

cassava, etc.), forestry (timber) and integration of forestry agriculture livestock. Integration of different productive activities promoted by an agroecological approach, constitutes one of the main ways towards the development of sustainable systems, for example, to achieve sustainable livestock in the Amazon, APUs must be designed and structured in a comprehensive way, whose system incorporates the use of trees and pastures as intensification alternatives to protect natural resources (soil, vegetation, water) and adapt to climate change (Grijalva *et al.*, 2013).

Parameters related to soil resources are shown in Figure 3. Field textural behavior (Figure 3a and 3b) showed that in their surface horizon (0–10 cm), most soils presented textural classes categorized as fine, with 70% being clay soil (A), followed by sandy clay (Aa), sandy silt (AL) and a low percentage of sandy clay loam (FAa). In the next depth level (10–30 cm) it could be observed that 53% presented completely clay texture (A). It's worth noting that soils with a predominance of fine materials, mainly silt and clay, provide a high susceptibility to various physical degrada-

ción física, tales como erosión, compactación, sellado y encostrado superficial (Pla, 2010). Si los atributos edáficos, se combinan con las características climáticas de la zona, con un paisaje agrícola de topografía irregular con altas pendientes, dependiendo del manejo usado se pueda magnificar o reducir los procesos de degradación (Bravo *et al.*, 2008; Pla, 2010). Por tanto, se refuerza la idea que estos suelos deben estar siempre bajo protección y es aquí donde los sistemas agroforestales cumplen un papel multi- funcional (Vallejo, 2012) y representan los sistemas de uso de la tierra más análogo al uso potencial de la zona como es el bosque (Nieto y Caicedo, 2012).

La evaluación de la estructura del suelo (Figura 3c y 3d), mostró que el 96,70 % de las fincas estudiadas presentan en el horizonte superficial una estructura de tipo granular, sin embargo ese efecto se invierte para el segundo horizonte donde el 93.3 % registró un tipo de estructura blocosa.

Probablemente estos resultados están relacionados a las características de la Amazonía cuyo uso potencial es principalmente de Bosque, lo cual durante años ha proporcionaron gran cantidad de biomasa. En el bosque primario la biomasa total (aérea y subterránea)

tion processes, such as erosion, compaction, sealing, and crusting (Pla, 2010). If soil attributes are combined with the area's environmental characteristics and an agricultural landscape of irregular topology with steep slopes, depending on the management degradation processes could be amplified or reduced (Bravo *et al.*, 2008; Pla, 2010). Therefore stressing the idea that soils must always be protected, and it is here where agroforestry systems fulfill a multifunctional role (Vallejo, 2012) and represent land use most similar to the area's potential use such as the forest (Nieto and Caicedo, 2012).

Evaluation of soil structure (Figure 3c and 3d) showed that 96.70% of studied farms present a granular structure in their surface horizon however, this effect is reversed in the second horizon where 93.3% presented a blocky structure.

It is possible that these results are related to Amazon traits whose potential use is above all forestal, which for years has provided large amounts of biomass. In the primary forest, total biomass (aerial and underground) constitutes

constituyen el componente más importante para el almacenamiento de carbono orgánico (Jadan *et al.*, 2012). Por tanto, el establecimiento de los agroecosistemas ganaderos en la zona de Pastaza, se caracterizan por la presencia de árboles dispersos un fuerte componente de pasto (Gramalote, *Axonopius scopiarus*).

the most important component for organic carbon storage (Jadan *et al.*, 2012). Therefore, the establishment of livestock agroecosystems in the Pastaza area is characterized by the presence of sparse trees and a strong component of grass (Gramalote, *Axonopius scopiarus*).

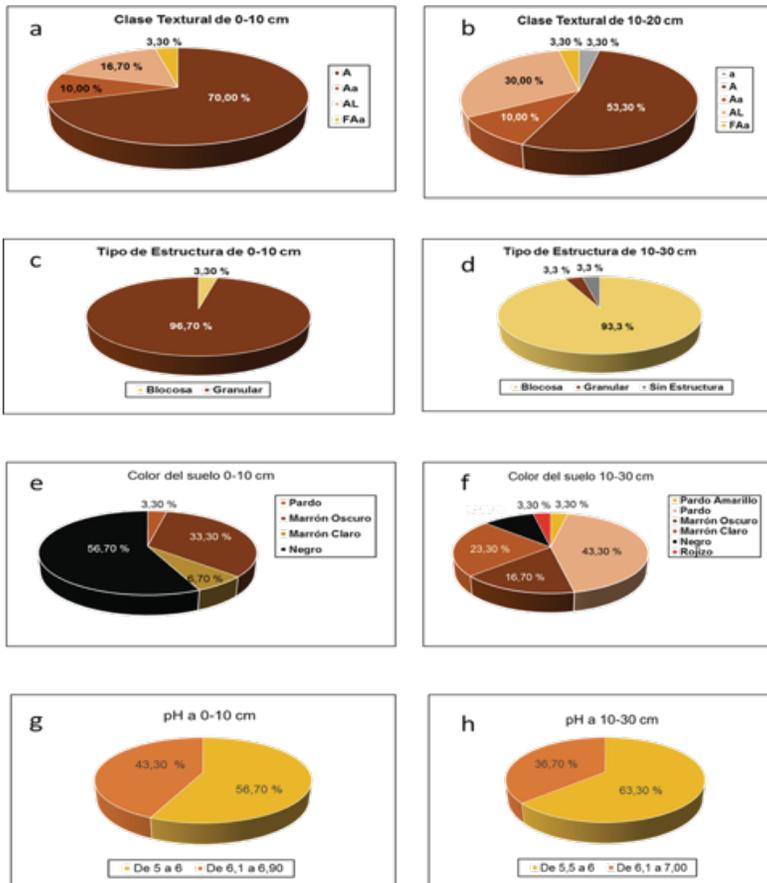


Figura 3. Distribución de parámetros de suelo (textura, estructura, pH, Color) a dos profundidades (0-10 y 10-30 cm) de las (UPAs) en la zona bajo estudio. (Fuente: Investigación de campo).

Este tipo de sistema genera gran cantidad de biomasa, protección permanente del suelo y aportan una gran cantidad de materia orgánica (López *et al.*, 1992, Vargas *et al.*, 2013), mejorando las características físicas del suelo, la cual se manifiesta en la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo.

El color es otras de las características morfológicas importantes, constituye la más obvia, fácil de determinar y permite identificar distintas clases de suelos. Cuando se representó las muestras analizadas en campo para los distintos predios y el horizonte superficial (Figura 3e), se obtuvo una mayor proporción de suelos negros (56.70 %) y pardos (33.30 %), ambos considerados como óptimos. Por ejemplo, el color negro ha sido asociado con niveles altos de materia orgánica en el suelo, condiciones de buena fertilidad, en especial presencia de cationes tales como el Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} y también se asocia al mejoramiento de las condiciones físicas del suelo, mejorando su estructura y la actividad biológica (Gardi *et al.*, 2014). Para el horizonte subsuperficial, la situación es diferente y empiezan a predominar colores pardos (43,30 %) y marrón claro (23.30 %) que en suma se corresponden con los colores que ocupan más del 50% del volumen del suelo (Figura 3f).

This type of system generates a great amount of biomass -permanent protection of soil- and provides large quantities of organic matter (López *et al.*, 1992, Vargas *et al.*, 2013), improving soil physical attributes, which manifests itself through the modification of the soil structure and pore space distribution.

Color is another one of the important morphological characteristics, it's the most obvious, easy to determine and allows the identification of different types of soils. When field-tested samples were displayed for different lands and surface horizons (Figure 3e) a greater proportion of black (56.70 %) and brown (33.30 %) soils, both considered optimal, was obtained. For example, black color has been associated with the presence of high levels of organic matter within the soil -conditions of good fertility- especially the presence of cations such as Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} and it is also associated with the improvement of soil physical conditions, enhancing its structure and biological activity (Gardi *et al.*, 2014). Concerning subsurface horizons the situation is different, and brown (43.30 %) and light brown (23.30 %) colors begin to dominate, in total making up more than 50% of

El pH del suelo, representa uno de los parámetros más importantes que influyen en su fertilidad, está relacionado con la disponibilidad de nutrientes, la presencia de microorganismos y de elementos tóxicos (aluminio y manganeso). De acuerdo a los análisis realizados en campo y reforzado en laboratorio, es evidente que predominan suelos ácidos en ambas profundidades (Figura 3g y 3h), oscilando de fuertemente ácido (56.70 %- 63.30 %) a ligeramente ácido (36.70 a 43.30 %). Todo ello, hace que en la fracción de intercambio predominan principalmente elementos como el hierro y el aluminio producto del proceso de ferralitización que se ve favorecido en condiciones amazónicas por las altas precipitaciones y donde se han lavado las bases cambiables como el calcio, magnesio, (Custode y Sourdat, 1986). En términos prácticos, significa que cualquier cambio de uso de la tierra que implique la intervención del Bosque para la siembra de cultivos bajo un esquema convencional, requerirá de la aplicación de fertilizante para obtención de ciertos niveles de producción. Desde la perspectiva agroecológica, se propone que un cambio de uso de la tierra necesariamente debe estar orientado a sistemas agroforestales que protejan al suelo, que aporten biomasa y fomenten el reciclaje.

soil volume (Figure 3f).

Soil pH represents one of the most important parameters that influence fertility. It is associated with nutrient availability, presence of microorganisms and toxic elements (Aluminum and manganese). According to field analysis and reinforced in the laboratory, it is evident that acidic soils dominate at both depths (Figure 3g and 3h), ranging from strongly acidic (56.70 % – 63.30 %) to slightly acidic (36.70 a 43.30 %). All this makes the transition horizon have a predominance of elements such as iron and aluminum, resulting from a process of ferralitization favored by conditions of high rainfall and where exchangeable bases such as calcium and magnesium have been washed away (Custode and Sourdat, 1986). In practical terms it means that any change in land use involving intervention of the forest for the cultivation of crops under a conventional scheme will require the application of fertilizers to obtain certain production levels. It is proposed from an agroecological perspective that a change in land use must necessarily be directed towards agroforestry systems that protect the soil, provide biomass and promote recycling

procesos relacionados con el suelo como compactación, erosión y la actividad biológica se muestran en la Figura 4. El proceso de compactación evaluado a través de la resistencia a la penetración en el horizonte superficial (Figura 4a) exhibió que el mayor porcentaje (36,30 %) se obtuvo entre los 80 a 150 KPa, mientras que el menor (29.90 %) presentó un de 251 a 600 KPa. Para el segundo horizonte (Figura 4b) el mayor porcentaje (46.60 %) se obtuvo en el rango de 151 a 250 KPa, y el menor (16,60 %) con un rango de 251 a 650 KPa. Indistintamente de la profundidad la resistencia a la penetración es considerada baja, estando por debajo del límite señalado como crítico (1000 KPa), lo cual indica que no existen problemas de compactación. La baja resistencia a la penetración del suelo está muy relacionada con el alto contenido de humedad cercanos a saturación debido a la lluvia permanentes característica de esta zona, a la baja densidad aparente del suelo asociada al alto contenido de materia orgánica (Bravo, 2014). También ayuda el tipo de manejo que se lleva a cabo en las UPAS agropecuarias evaluadas.

En los sistemas ganaderos se utiliza el pasto gramalote cuya característica es que genera gran cantidad

Characterization of some processes related to soil, such as compaction, erosion and biological activity are shown in Figure 4. Evaluation of compaction process through penetration resistance in the surface horizon (Figure 4a) showed that the greatest percentage (36.30%) was obtained between 80 and 150 KPa, whereas the lowest (29.90 %) exhibited 251 – 600 KPa. For the second horizon (Figure 4b) the greatest percentage (46.60 %) was obtained in the range 151 – 250 KPa, and the lowest (16.60 %) in the range 251 – 650 KPa. Irrespective of depth, penetration resistance is considered low, being below the limit considered critical (1000 KPa) which suggests there are no compaction problems. Low soil penetration resistance is intimately related to the high humidity content close to saturation level due to permanent rains typical of this area, and low apparent density of soil associated to the high content of organic matter (Bravo, 2014). The type of management taking place in the studied agricultural APUs also helps.

Gramalote grass is used in livestock systems. Its main attributes

de biomasa, posee un sistema radical abundante y unos tallos muy leñosos. Además es un pasto que cubre completamente el suelo, y está bien anclado hasta incluso después de haber sido pastoreado. Todo ello, junto con el manejo del ganado bovino tipo “sogueo” no permite que el animal pise directamente el suelo cuando está pastando, minimizando los riesgos de compactación (López *et al.*, 1992).

Los sistemas agrícolas asociados al cacao en su mayoría se manejan con un criterio agroforestal tipo Chakra, el cual es definido como un espacio productivo ubicado dentro de la finca, manejado por la familia bajo un enfoque orgánico y biodiverso, valorando el conocimiento ancestral. En estos sistemas el cacao se siembra junto con una gran diversidad de árboles o especies forestales (frutales, maderable, medicinales, ornamentales y artesanales) y con cultivos de ciclo corto en asociación como yuca, plátano, frijol, maní, maíz, papa china, entre otros (Torres *et al.*, 2014; Jadan *et al.*, 2012).

are: generation of large amounts of biomass, an abundant root system and tall woody stems. Furthermore this grass covers the soil completely and it is deeply rooted even after being grazed. This, together with cattle roping prevents the animal from stepping directly on the soil while it is grazing reducing the risk of compaction. (López *et al.*, 1992).

Cocoa-related agricultural systems are mostly run under an agroforestry criterion called “Chakra”, which is defined as a production space located within the farm, managed by the family following an organic and biodiverse approach valuing ancestral knowledge. In these systems cocoa is planted alongside a variety of trees or forest species (fruit, timber, medicinal, ornamental and some used for crafting) and with companion short-cycle crops, including cassava, plantain, beans, peanuts, corn, taro, etc. (Torres *et al.*, 2014; Jadan *et al.*, 2012).

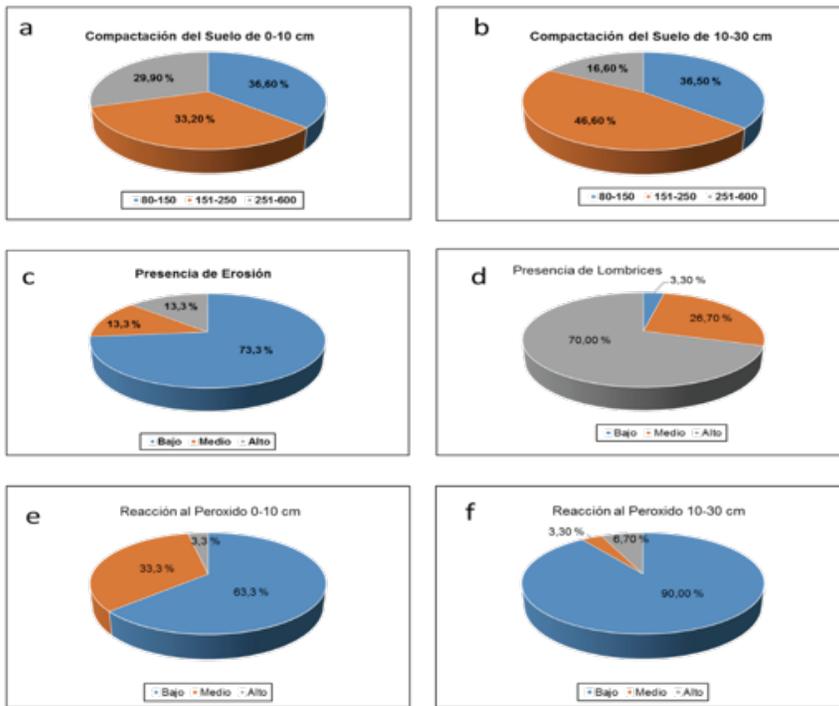


Figura 4. Estimación de algunos procesos del suelo (compactación, erosión, actividad biológica) de las (UPAs) en la zona bajo estudio. (Fuente: Investigación de campo).

Esta gran diversidad de cultivos sembrados en un mismo espacio, desde la perspectiva de manejo del suelo contribuye al reciclaje de nutrientes, mejoramiento de la materia orgánica y la protección permanente del suelo, evitando la erosión. En las Figuras 4c y 4d, se observa que el 73,33 % de las fincas no mostraron evidencias de erosión, y 13,30 % presentó de moderadas a bajas. Como se ha venido señalando, el manejo con gramalote descrito para la zona ha contribuido a minimizar la erosión del suelo, lo cual es muy importante en ambientes donde las condiciones climáticas son muy agresivas y se

This great diversity of crops planted in the same space, from a perspective of soil management, contributes to nutrient recycling, improvement of organic matter and permanent protection of soil, avoiding erosion. In Figures 4c and 4d it can be seen that 73.33 % of farms presented no evidence of erosion and 13.30 % presented moderate to low erosion levels. As it has been pointed out the use of Gramalote as described for the area has contributed to minimize soil erosion, which is very important for environments under harsh climatic conditions combined with an

combinan con un paisaje agrícola con una conformación topográfica irregular y fuertes pendientes (López *et al.*, 1992). Sin embargo, cuando se realiza un manejo con alta presión de pastoreo con el reemplazo de gramalote por pastos de ciclo corto como Dallis, kikuyo amazónico, pasto elefante, entre otros (López *et al.*, 1992), se pueden activar procesos de erosión intensos, que llevan a la degradación del suelo y finalmente, a largo plazo, la disminución de la productividad del agroecosistema (Bravo, 2011; Gliessman, 2007). En estos casos se comienzan a observar evidencias del proceso de erosión, que se favorece por el paisaje agrícola ya señalado, y muestra la fragilidad de estos suelos.

La actividad biológica medida por la presencia de lombrices es alta ya que cerca del 96 % de la fincas mostraron una presencia que osciló de alta a moderada. Sin embargo, esto contrasta con la pruebas de reacción al peróxido para evaluar actividad biológica donde solo un 33 % mostraron una baja actividad, la cual disminuye con la profundidad. Probablemente, la metodología en algunas situaciones como por ejemplo en suelos muy húmedos no es tan eficiente, ya que estos resultados se contrastan con la alta actividad biológica medida a través de la respiración basal y edáfica donde la mayoría de las UPAs

agricultural landscape of irregular topographic conformation and steep slopes (López *et al.*, 1992). However, performing a management of high grazing pressure replacing Gramalote with short-cycle crops like Dallis, amazonian kikuyu, elephant grass, etc. (López *et al.*, 1992), may activate intense erosion processes which leads to soil degradation and finally, long-term reduction of the agroecosystem's productivity (Bravo, 2011; Gliessman, 2007). In these cases evidence of the erosion process, favored by the mentioned landscape, can be observed, and it shows the frailty of these lands.

Biological activity -measured by presence of worms- is high given that 96 % of farms displayed a presence ranging from high to moderate. However, this contrasts with peroxide reaction tests used to assess biological activity where only 33 % showed low levels of activity and decreases with depth. Probably, methods used in some circumstances such as in very wet soils are not so efficient since these results contrast the high biological activity measured through basal and soil respiration where most APUs displayed high rates of respiration (Data not shown).

mostraron altas tasas de respiración (datos no mostrados).

Características Socio-Culturales de las UPAs

En general, los indicadores socio-culturales evaluados tienen características cualitativas que no dejan de ser importantes para categorizar la sustentabilidad y probablemente tienen mucho efecto en la aplicación de nuevas tecnologías, programas de ayuda, prácticas de mantenimiento, entre otros. En este sentido, en relación al indicador acompañamiento institucional permanente, del total de fincas encuestadas se obtuvo que un 53,3 % se sienten permanentemente acompañadas, mientras que un 46,7 % solo recibe visitas esporádicas o no las reciben (Figura 5a). Las principales instituciones del estado relacionadas con las UPAs estudiadas son el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Agrocalidad, Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y pecuaria (INIAP). Sin embargo, existen otras instituciones que podrían apoyar el proceso productivo mediante investigaciones aplicadas como el caso de las Universidades, trabajando de manera integrada con los ganaderos,

Socio-cultural Characteristics of APUs.

In general, assessed socio-cultural indicators have qualitative traits important to categorize sustainability, and probably greatly affect the implementation of new technologies, aid programs, maintenance practices, etc. In this sense, concerning the “Permanent institutional support” indicator, of all surveyed farms was obtained that 53.3% consider themselves permanently supported, while 46.7% receive only sporadic visits or don't receive them at all (Figure 5a). The main Government institutions relevant to the studied APUs are: Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fishing (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca – MAGAP), Agrocalidad, Ecuador's Ministry of Environment (Ministerio del Ambiente del Ecuador – MAE) and the National Institute for Agricultural and Livestock Research (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y pecuaria – INIAP). However, there are other institutions that could support the production process through applied research such as Universities working together with

agricultores e instituciones del estado responsables de la ejecución de políticas públicas dirigidas al sector agropecuario.

Las encuestas reflejan que los ganaderos u agricultores en muchas ocasiones se sienten más acompañados por los programas que realizan los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD, Provinciales o Parroquiales), relacionado con la actividad agropecuaria, pero reconocen que no son suficientes para impulsar todo el proceso productivo. Esto podría ayudar a compensar las necesidades en cuanto al tema de capacitación reflejadas en los resultados obtenidos en la encuesta (Figura 5b). Al respecto, si bien, una mayoría ha recibido algún tipo de capacitación (56,7 %) en algún tema sobre aspectos productivos (manejo de la ganadería, sanidad animal, podas, fertilización, etc), no existe un seguimiento para poder medir el éxito del proceso de aprendizaje.

Por otro lado, los resultados reflejan que un alto porcentaje no ha recibido capacitación (43,3 %), en donde las universidades e instituciones de investigación podrán cumplir un papel importante mediante los departamentos de vinculación comunitaria y en temas definidos de acuerdo a las necesidades de los

stockbreeders, farmers and government institutions responsible for the execution of public policies for the agriculture and livestock sector.

Surveys indicate that stockbreeders and farmers in many occasions feel better supported by programs carried out by local governments (Gobiernos Autónomos Descentralizados – GAD) in relation to agricultural activities but they are aware these are not enough to further the entire production process. This could help to make up for the needs concerning training as shown in the results from surveys (Figure 5b). In this regard, although a majority has received some sort of training (56.7 %) in relation to production aspects (livestock handling, animal health, pruning, fertilization, etc.) there is no monitoring to measure the success of the learning process.

On the other hand, results show that a large percentage has received no training (43.3 %), where universities and research institutions could play an important role through their departments of community engagement in topics specified according to the needs of farmers and stockbreeders and subject to each

agricultores, ganaderos, y en función del potencial de cada institución. En este punto, es fundamental que en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) se integren todas las instituciones de manera que cada una pueda poner su potencial en pro del desarrollo de la región. El reto de las instituciones es la definición de tecnologías apropiadas para la producción agrícola y pecuaria, lo cual brinda oportunidad de incursionar en la investigación y aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), específicas para la Amazonía, que es un tema que facilita la producción limpia y garantiza las mejores opciones de mercado de los productos (Nieto y Caicedo, 2012). Los temas de capacitación no solo deberían estar dirigidos a considerar aspectos técnicos, sino reforzar otros temas relacionados con el área ambiental (manejo de los residuos sólidos). Tal como lo reflejan las fincas evaluadas (Figura 5c) un 76,7 % no recolecta, ni reusa, con lo cual se está perdiendo un recurso que puede ser utilizado para generar insumos que contribuyan en el proceso productivo y no generen focos de contaminación.

Otro de los temas que debe ser enfatizado dentro de cualquier proceso de capacitación es el relacionado con la gestión de la finca (Figura 5d),

institution's potential. At this point it is essential that all institutions integrate in the Ecuadorian Amazon Region (EAR) in such a way that each of them can use their potential to advance the development of the region. The challenge institutions are facing is one of determining technologies appropriate for livestock and agriculture production. This provides an opportunity to engage in the research and application of Good Agricultural Practices (GAP) specific for the Amazon, which facilitates clean production and guarantees best market choices for products (Nieto and Caicedo, 2012). All topics concerning training should not be directed to consider only technical aspects, but to reinforce topics related to the environmental area (Soil waste management). Studied farms show (Figure 5c) that 76.7 % neither collect nor reuse, leading to the loss of resources useful to the elaboration of inputs to contribute in the production process and not generate pollution sources.

Another topic that needs to be stressed within any training process is farm management (Figure 5d) where a large majority (83.3 %) don't keep

en donde la gran mayoría (83.3 %) no lleva ningún tipo de registro de la unidad de producción (cuentas de gastos, ventas y utilidades por la actividad) y solo un 16, 7 % anota algunas cosas. Estos resultados coinciden por lo señalado por Nieto y Caicedo, (2012) para la región Amazónica, quienes encontraron que el 86 % de los productores encuestados indicaron no llevar ningún tipo de registros, mientras que apenas el 14 % de ellos manifestaron llevar algún tipo de cuentas. Estos autores, destacan la necesidad de capacitación a los productores de la RAE, para que por lo menos tengan un plan de cuentas simple sobre su actividad, especialmente aquellos cuyo nivel de actividad es la producción para el mercado o el procesamiento. Sin embargo, un 93.3 % de los encuestados está dispuesto a incluir nuevas prácticas que mejoren el proceso productivo (Figura 5e). Todo ello se refuerza con el tiempo de dedicación de los productores a su finca (Figura 5f) con un 66.7 % y por el alto sentido de identificación (80 %) que tiene con su unidad de producción agropecuaria (Figura 5g).

Desde la perspectiva de la sustentabilidad existe un indicador social que le puede dar continuidad o no al conjunto de actividades de la UPA, que es el tema de generación de

records about the production unit (Expense accounts, sales, and profits obtained per activity) and only 16.7 % record something. These results agree with those proposed by Nieto and Caicedo, (2012) for the Amazon Region. They found that 86% of the surveyed producers admitted to not keeping records, while only 14% said to keep any kind of accounts. These authors highlight the need to train producers in the AER so that they have at minimum a simple account plan for their activities, especially those whose activity level is that of market-oriented production or processing. However, 93.3 % of farmers surveyed agreed to implement new practices to improve the production process (Figure 5e). This is reinforced by the amount of time dedicated by farmers to their farms (Figure 5f) with 66.7% percent, and by the high sense of self-identification (80 %) they feel towards their production unit.

From a sustainability perspective there is a social indicator that can give or not continuation to the set of activities in the APU, this indicator being the replacement generation (Figure 5h). Results show that 53.3 % of farms have a replacement genera-

relevo (Figura 5h). Los resultados muestran que un 53.3 % de las fincas cuenta con generación de reemplazo, mientras que un (46.7 %) no cuenta con relevo que pueda sustituir cualquier ausencia temporal o total de grupo familiar. Esta situación junto con el envejecimiento de la población rural constituye un tema prioritario para la definición de políticas públicas ya que de ello depende la continuidad de las actividades agropecuarias.

En la agricultura familiar, los niños y los jóvenes cumplen importantes roles sociales y económicos, pero desde el enfoque generacional como señala Espíndola, (2011) considerar a los niños y jóvenes sólo como el futuro de una comunidad, esperando a que llegue el momento en que puedan o deban actuar, puede ser poco acertado. En base a ello, para la región amazónica si se tiene en cuenta las condiciones de incertidumbre en las que se encuentran los espacios rurales, con bajos rendimientos, degradación, pérdidas de recursos y algunos conflictos sociales, se debe mirar la voluntad política que existe en la actualidad relacionado con la Agenda de Transformación Productiva para el Amazonía (ATPA)

tion, while (46.7 %) does not possess any replacement that could substitute a temporary or total absence of the family unit. This situation together with the aging of the rural population constitutes a priority issue for the determination of public policy as the continuation of agricultural and livestock activities depends on this.

In family farming children and young people play important social and economic roles. But from a generational approach as pointed by Espíndola, (2011) to consider them only as a community's future waiting for the right time in which they can or should act may be unwise. On this basis, for the Amazon region, if considering the uncertain conditions many rural areas are subject to, with low yield, degradation, loss of resources and social conflicts, one has to look at the current political will in regard to the Agenda for the Productive Transformation of the Amazon (Agenda de Transformación Productiva para la Amazonía – ATPA)

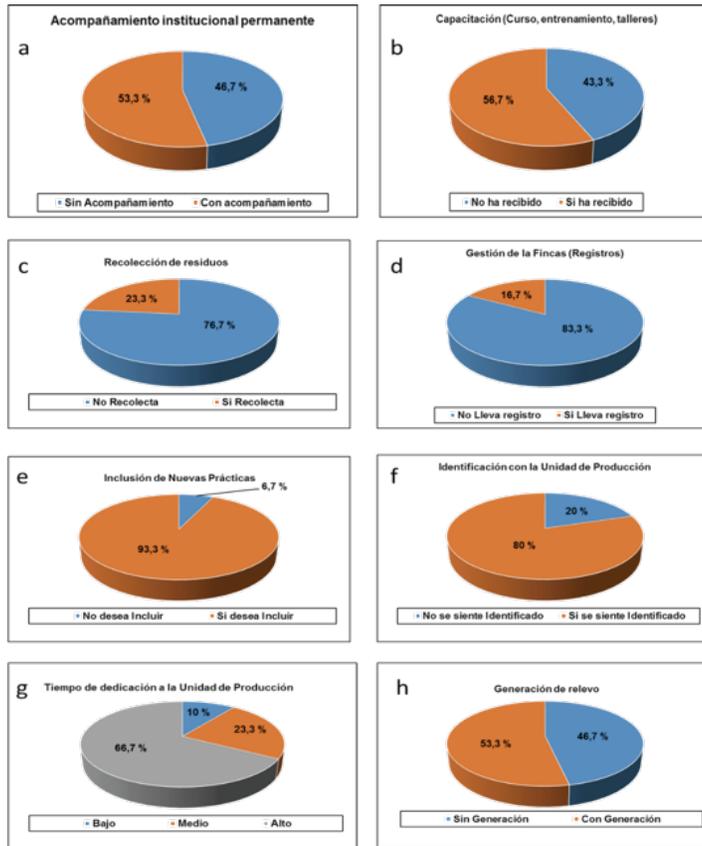


Figura 5. Distribución del porcentaje de respuesta de los indicadores socioculturales de las UPAs en la zona bajo estudio. (Fuente: Investigación de campo).

Conclusiones

Las características ambientales de la UPAs están definidas tanto por la fragilidad del ecosistema amazónico y las prácticas de manejo aplicadas que pueden mejorarlo o degradarlo. La calidad del recurso está marcada por texturas finas arcillosas, con estructura granular en el horizonte superficial, alto contenido de materia orgánica, baja compactación, ácidos, de baja fertilidad, lo cual afecta la disponibilidad de nutrientes y limita su uso. Las caracte-

Conclusions

APUs' environmental characteristics are defined by the frailty of the Amazonian ecosystem and the management practices applied that can improve or deteriorate it. Resource quality is marked by fine textured clay with granular structure in the surface horizon, high organic matter content, low compaction, acids, and low fertility which affects nutrient availability and limits its use. Socio-cultural characteristics are heterogeneous at the farm level, with

rísticas socioculturales son muy heterogénea a nivel de finca, con varios puntos que pueden afectar la continuidad del proceso productivo como: el número de personas incorporadas en el sistema, la generación de relevo, el envejecimiento de la población, la baja capacidad de gestión en términos de no llevar registros, el bajo apoyo institucional y la baja participación en espacios de gobernanza. Finalmente, la información levantada constituye un aporte valioso como base para el plan de manejo sostenible a nivel de finca, enmarcado dentro de la agenda de transformación productiva del Amazonía.

Agradecimientos:

Los autores agradecen a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENESCYT), al Ministerio de la Coordinación para el Empleo y competitividad (MCPEC), a la Universidad Estatal Amazónica (UEA) por todo el apoyo en la ejecución del proyecto Prometeo y a todos los productores y productoras de las provincias de Napo y Pastaza que participaron en el proceso de esta investigación.

several elements capable of affecting the continuation of the production process, including: The amount of people involved in the system, the replacement generation, population aging, poor management capacity in terms of not keeping records, low institutional support and low participation in government spaces. Finally, the information obtained constitutes a valuable contribution as a foundation for the sustainable management plan at farm-level, forming part of the agenda for the productive transformation of the Amazon.

Acknowledgements:

The authors would like to thank the following Government institutions: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENESCYT), Ministerio de la Coordinación para el Empleo y competitividad (MCPEC), Universidad Estatal Amazónica (UEA) for their support during the execution of the Prometeo Project and to all the producers in the Pastaza and Napo provinces who participated in this research.

Literatura citada

- Altieri M.A., Nicholls C.I. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8(1): 7-20.
- Bravo, C. 2014. Caracterización del recurso suelo como base para la conversión agroecológica de áreas bajo pastizales a agroecosistemas sostenibles de Cacao y Ganadería en la región amazónica: Caso Pastaza y Napo. Proyecto Prometeo-Universidad Estatal Amazónica. Secretaria de ciencia y tecnología (SENESCYT). Informe final Prometeo.
- Bravo, C., Lozano, Z., Hernández-Hernández, R. M., Cánchica, H., González, I. 2008. Siembra directa como alternativa agroecológica para la transición hacia la sostenibilidad de las sabanas. *Acta Biológica*. 28 (1):7-26.
- Brink-Ten B, Hosper SH, Colin F (1991) A quantitative method for description and assessment of ecosystems: the AMOEBA-approach. *Marine Pollution Bulletin* 23:265-270.
- Custode, E y Sourdat M. 1986. Paisajes y suelos de la Amazonía ecuatoriana: entre la conservación y la explotación. *Revista del Banco Central del Ecuador* 24: 325-339.
- ECORAE, 2002. El papel de ECORAE en la Región Amazónica Ecuatoriana. Un ejemplo de la crisis de gobernabilidad democrática del Ecuador. 237 p.
- Espíndola D (2011) Los Jóvenes: garantía de sostenibilidad en el campo. *Revista Agroecológica* 27 (1):5-8.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñoz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. (eds), 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 pp
- Gliessman, S. R. 2007. *Agroecology. The ecology of sustainable food system. Second Edition.* Taylors & Francis Group. New York. United Sated. 384 pp.
- Hernández-Hernández RM, Morros M, Bravo C, Lozano Z, Herrera P, Ojeda A, Morales J, Birbe B (2011). La integración del conocimiento local y científico en el manejo sostenible de suelos en agroecosistemas de sabanas. *Interiencia*. 36 (2): 104-112.
- Jadán O., Torres B and Sven G. 2012. Influencia

- cia del uso de la tierra sobre el almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología* 1(3): 173-185.
- Lozano, P., B. Torres & X Rodríguez. 2013. *Investigación vegetal en Ecuador: Muestreo y herramientas geográficas*. Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. 158 pp.
- MAGAP 2012. Pastaza: Superficie por categorías de uso de suelo. Serie histórica 2000-2011. MAGAP-CGSIN. Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales.
- Martin, N J. y G, Pérez. 2009. Evaluación agroproductiva de cuatro sectores de la Provincia de Pastaza en la Amazonía Ecuatoriana. *Cultivos Tropicales* 30: 5-10
- Masera, O; Astier M, López-Ridaura S (2000) *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. El Marco de evaluación MEMSIS.109 p.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Retrieved from http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/LEE_NNDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.
- Nacci S, Pla I (1991) *Técnicas y equipos desarrollados en el país para evaluar propiedades físicas de los suelos*. Maracay. Fondo Nacional de Inve-
- gaciones Agropecuarias, Serie B, N° 17. 40 p.
- Nieto, C. y C.C. Vargas. 2012. El desarrollo rural de la región Amazónica Ecuatoriana, RAE, no se basará únicamente en producción agropecuaria: un análisis reflexivo que lo sustenta. INIAP. Quito-Ecuador. 158 p.
- Pla, I, 2010. Medición y evaluación de propiedades físicas de los suelos: dificultades y errores más frecuentes. *Propiedades Mecánicas. Suelos Ecuatoriales* 40 (2):75-93.
- Torres Bolier, Oswaldo Jadán Maza, Patricia Aguirre, Leonith Hinojosa and Sven Günter. (2014). Contribution of Traditional Agroforestry to Climate Change Adaptation in the Ecuadorian Amazon: The Chakra System. In: Leal Filho Walter (Ed.), *Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1973-1994 pp.
- Vallejo, V.E., Roldán, F., Arbeli, Z., Terán, W., Lorenz, N., & Dick, R.P. 2012. Effect of land management and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC trees on soil microbial community and enzymatic activities in silvopastoral systems of Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 150, 139-148.
- Vargas-Burgos, JC, Benítez D; Ríos S; Torre A; Navarrete H; Andino M y Quinteros, R. 2013. Ordenamiento de razas bovinas en los ecosistemas amazónicos. Estudio de caso provincia de Pastaza. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 2(3): 133-146.