

Relaciones entre el uso de la tierra y las comunidades de lombrices en la cuenca del río La Vieja, Colombia*

Relationships between land use and the earthworm communities in the basin of La Vieja river, Colombia

A. Feijoo¹, María C. Zúñiga¹, H. Quintero² y Patrick Lavelle³

¹ Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales. A.A 097. Colombia
E-mail: afeijoo@ambiental.utp.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237. Colombia

³ Centre IRD Ile de France, 32, rue H. Varagnat F- 93143 Bondy Cedex, Francia

Resumen

En la cuenca del río La Vieja, Colombia se muestrearon las comunidades de lombrices de tierra desde el nivel de la parcela hasta el paisaje, con el fin de describir y predecir las condiciones de los agroecosistemas en seis ventanas de 1 km², con 16 puntos de muestreo y 96 monolitos ubicados a 200 m de distancia; se utilizó el método del Programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) en 51 fincas y 24 usos de la tierra. Para analizar la influencia de la actividad humana se evaluó las diferencias en abundancia y número de especies a nivel del paisaje, a través del análisis de correspondencia (AC) con la interacción de variables para encontrar especies indicadoras y grupos de especies que caracterizaron los usos del terreno. Se encontraron 31 especies de lombrices de tierra situadas en cuatro familias y 12 géneros, de las cuales 15 son nativas, nueve exóticas y siete desconocidas. Las especies pertenecen a las categorías ecológicas epígeas (21) y endógeas (10), la mayoría de ellas (14) habitan las capas de 0-20 cm, con una distribución promedio vertical a 7,5 cm de profundidad. Los valores de abundancia de lombrices permitieron separar usos de la tierra conservados *versus* degradados con especies de lombrices indicadoras de cambio. Se concluye que las lombrices de tierra son bioindicadores estables para monitorear la presión humana por el efecto de la introducción de usos del terreno.

Palabras clave: *Lumbricidae*, uso múltiple de la tierra

Abstract

In the basin of La Vieja river, Colombia, the earthworm communities were sampled from the plot to the landscape level, in order to describe and predict the conditions of the agroecosystems in six windows of 1 km², with 16 sampling points and 96 monoliths located at 200 m from each other; the method of the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) Program was used in 51 farms and 24 land uses. In order to analyze the influence of the human activity the differences in abundance and number of species were evaluated at landscape level, through the correspondence analysis (CA) with the interaction of variables to find indicator species and groups of species that characterized the land uses. Thirty one earthworm species were found, belonging to four families and 12 genera, from them, 15 were native, 9 exotic and 7 unknown. The species belong to the following ecological categories: epigeal (21) and endogeal (10) and most of them (14) inhabit the 0-20 cm soil layers with an average vertical distribution at 7,5 cm of depth. The abundance values of the earthworms permitted the separation of land uses into conserved and degraded with earthworm species indicators of change. It is concluded that earthworms are stable bioindicators for monitoring human pressure due to the effect of introduction of land uses.

Key words: *Lumbricidae*, multiple land use

* Trabajo presentado en el IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. 2006

Introducción

La perturbación de las selvas tropicales andinas para establecer sistemas de cultivos intensivos ha roto muchos ciclos, lo que ha deteriorado la cobertura vegetal del suelo y ha reducido la diversidad en muchas áreas (Hoffmann y Greef, 2003). La región Andina colombiana representa el 27% del área del país y paulatinamente ha sido transformada por los asentamientos humanos. El paisaje del Eje Cafetero colombiano no ha estado exento a estos procesos; el hombre ha introducido diversos arreglos resultantes de la adopción de sistemas de cultivo y de cría. A partir de 1920 los emigrantes transformaron las laderas en tierras arables y pastos. Después de 1940, al extenderse los cultivos de caña de azúcar, algodón, soya y maíz por los valles, los ganaderos se retiraron hacia las laderas de los suelos volcánicos frágiles, lo que incrementó la demanda sobre la tierra con consecuencias en la erosión (Feijoo, 2001).

En los 90's, el incremento en las áreas para monocultivo se hizo a expensas del pastizal, el huerto habitacional y los monocultivos de maíz-fríjol, yuca y plátano, lo cual afectó la producción de alimentos y el pancoger. Los relictos de selva disminuyeron y se maximizaron los espacios para el cultivo de café, dejando solo la franja de protección del nacimiento; la guadua que se asociaba con el cafetal, se dejó solo en las franjas del nacimiento o se redujo a pequeños parches. Entre 1995 y el 2002, los problemas sanitarios y la crisis en el mercado obligaron a los agricultores a disminuir el cafetal de la variedad Colombia y aumentar los monocultivos como el maíz y el fríjol; el pastizal se volvió a considerar como una alternativa para el mantenimiento de los animales con la introducción de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) (Zúñiga, Quintero y Feijoo, 2003; Zúñiga, Feijoo y Quintero, 2004).

Algunos agricultores-criadores se resistieron a participar de las oleadas que proponían los cambios y conservaron las variedades de café con sombrero, que se mantienen marginalmente y asociadas con algunos cultivos de pancoger (yuca, plátano), frutales y cítricos, y en ocasiones aislados

Introduction

The disturbance of the Andean tropical primeval forests to establish intensive cropping systems has broken many cycles, which has deteriorated the plant cover of the soil and has reduced diversity in many areas (Hoffmann and Greef, 2003). The Colombian Andean region represents 27% of the area of the country and it has been progressively transformed by human settlements. The landscape of the Colombian Coffee Production Axis has not been free from these processes; man has introduced diverse arrangements resulting from the adoption of cropping and rearing systems. Since 1920 the emigrants transformed the mountainsides into arable lands and pasturelands. After 1940, when the sugarcane, cotton, soybean and corn crops were extended over the valleys, the livestock producers withdrew towards the mountainsides of fragile volcanic soils, which increased the demand of land with consequences in the erosion (Feijoo, 2001). In the 90's, the increase of areas for monocrop was made at the expense of the pastureland, the vegetable garden and the corn, bean, cassava and banana monocrops, which affected the production of foodstuffs and temporary crops. The forest remnants decreased and the spaces for the cultivation of coffee were maximized, leaving only the stretch of germination protection; the guadua that was associated to the coffee crops was only left in the germination patches or reduced to small patches. Between 1995 and 2002, the sanitary problems and the market crisis forced farmers to reduce the coffee crops of the Colombia variety and increase such monocrops as corn and bean; the pastureland was considered again as an alternative for the maintenance of the animals with the introduction of *Cynodon nlemfuensis* (Zúñiga, Quintero and Feijoo, 2003; Zúñiga, Feijoo and Quintero, 2004).

Some farmers-breeders were reluctant to participate in the surges that proposed the changes and conserved the coffee varieties with shade, which are marginally maintained and associated to some temporary crops (cassava, banana), fruit trees and citrus fruits, and sometimes isolated

árboles maderables (nogal cafetero y laurel). Ellos también conservaron o aumentaron los relictos de vegetación secundaria a orillas de quebradas, riachuelos o nacimientos, dándole importancia al mantenimiento de los que han perdido el caudal, y la poca agua que emana de nacimientos, lo cual les ha permitido mantenerse a través del tiempo y soportar los cambios propuestos por instituciones de carácter gubernamental y organizaciones no gubernamentales (Zúñiga *et al.*, 2003; Zúñiga *et al.*, 2004).

Estos arreglos espaciales de las unidades de uso del terreno ejercieron efectos en los procesos y las composiciones bióticas (Hesperger, 2006) y estuvieron mediados por las condiciones socioculturales de las comunidades humanas asentadas en dichos espacios. Además, en ocasiones las actividades antrópicas crearon interferencias benéficas que rompieron la continuidad y posibilitaron el establecimiento de refugios críticos de biodiversidad en pequeños espacios con características especiales (Feijoo, Quintero y Frago, 2007).

Este panorama exige la construcción de indicadores para evaluar la biodiversidad en áreas del paisaje con formas de manejo agrícola diversas. Ello implica hacer visibles los efectos y tener en cuenta las condiciones ambientales naturales (geológicas y climáticas), las condiciones antropogénicas (prácticas de manejo específicas, fragmentación del hábitat), los procesos ecológicos, los factores socioeconómicos, y las redes de actores asociados, productores agrarios y consumidores.

Para lograr el propósito mencionado se requieren mediciones en la escala espacial a largo plazo, y como parte de estas evaluaciones se propuso analizar uno de los componentes: las interacciones entre los usos de la tierra y las lombrices de tierra. En la actualidad muchas evidencias señalan a las lombrices como organismos claves en los procesos de circulación de los nutrientes en los agroecosistemas. Sin embargo, se nota la ausencia de investigaciones en paisajes del neotrópico asociadas con usos del terreno y la supremacía de los trabajos relacionados con especies exóticas, especialmente

wood trees (walnut tree, coffee and laurel). They also conserved or increased the remnants of secondary vegetation in the shores of creeks, streams or sources, giving importance to the maintenance of those that have lost their flow, and the little amount of water that emanates from the sources, which has allowed them to be maintained through time and stand the changes proposed by government institutions and non-government organizations (Zúñiga *et al.*, 2003; Zúñiga *et al.*, 2004).

These spatial arrangements of the land use units exerted effects on the biotic processes and compositions (Hesperger, 2006) and were mediated by the sociocultural conditions of the human communities settled in such spaces. In addition, sometimes the anthropic activities created beneficial interferences that broke the continuity and allowed the establishment of critical biodiversity refuges in small spaces with special characteristics (Feijoo, Quintero and Frago, 2007).

This scenario demands the construction of indicators for evaluating biodiversity in areas of the landscape with diverse agricultural management forms. This implies making the effects visible and taking into consideration the natural environmental (geological and climatic) conditions, the anthropogenic conditions (specific management practices, habitat fragmentation), the ecological processes, the socioeconomic factors and the networks of associated shareholders, agricultural producers and consumers.

In order to achieve the above-mentioned purpose long-term measurements are required in the spatial scale, and as part of these evaluations the analysis of one of the components was proposed: the interactions between the land uses and earthworms. Currently much evidence points out the worms as key organisms in the processes of nutrient circulation in the agroecosystems. However, there is absence of studies in landscapes of the neotropics associated to land uses and the supremacy of works related to exotic species, mainly *Lumbricidae* (Parmelle, Bohlen and Blair, 1998; Lavelle, Brussaard and Hendrix, 1999). A part of those studies was

lumbrícos (Parmelle, Bohlen y Blair, 1998; Lavelle, Brussaard y Hendrix, 1999). Una parte de esas investigaciones se relacionaron con la introducción de lombrices en los suelos del trópico, o buscaban comprobar las hipótesis relacionadas con el ecosistema *versus* la intervención para generar formas de manipulación de los procedimientos biológicos y de los recursos para mantener y mejorar la fertilidad (Lavelle, Pashanasi, Charpentier, Gilot, Rossi, Derovard, Andre, Ponge y Bernier, 1998).

El presente estudio forma parte de un proyecto de investigación multidisciplinario titulado "Evaluación del aporte de algunos servicios ambientales en fincas de la cuenca del río La Vieja", en el cual se evaluó la estructura de las comunidades de lombrices de tierra desde el nivel de la parcela hasta el paisaje, para describir y predecir las condiciones de los agroecosistemas y valorar los efectos de las prácticas agrícolas (uso de plaguicidas, introducción de monocultivo, ausencia de coberturas superficiales y presencia o falta de sombra). Se propuso como hipótesis que si el uso de la tierra afecta la estructura y la composición de las comunidades de lombrices, entonces la lectura de algunos elementos del paisaje permitirá evaluar el efecto, con el fin de detectar indicadores de degradación o regeneración de ambientes.

Metodología

El trabajo se realizó en el municipio de Alcalá, situado en el norte del Valle del Cauca entre las coordenadas 75° 51' 31.77" W, 4° 43' 13.80" N y 75° 42' 18.97" W, 4° 39' 0.38" N (fig. 1). Limita por el norte con el municipio de Ulloa, por el oriente y por el sur con el departamento del Quindío (con Filandia y Quimbaya, respectivamente), y por el occidente con Cartago. Se sitúa a 25 km de Pereira y a 212 km de Cali, y está atravesado por las quebradas Barbas, San Felipe y Los Ángeles; comprende zonas montañosas de la Cordillera Central entre 800 y 1 600 msnm. Se diferencian los pisos térmicos cálido y medio; el clima de la zona es bimodal con dos temporadas secas (diciembre-febrero y junio-agosto) y dos lluviosas (marzo-mayo y septiem-

related to the introduction of earthworms in the soils of the tropic, or they aimed to test the hypotheses related to the ecosystem *versus* intervention to generate ways for manipulating the biological procedures and the resources in order to maintain and improve fertility (Lavelle, Pashanasi, Charpentier, Gilot, Rossi, Derovard, Andre, Ponge and Bernier, 1998).

This study is part of a multidisciplinary research project entitled "Evaluation of the contribution of some environmental services in farms of the La Vieja river basin", in which the structure of the earthworm communities was evaluated from the plot to the landscape level, to describe and predict the conditions of the agroecosystems and appraise the effects of the agricultural practices (use of pesticides, introduction of monocrop, absence of surface covers and presence or absence of shade). It was proposed as hypothesis that if the land use affects the structure and composition of the earthworm communities, then the reading of some landscape elements will allow to evaluate the effect, in order to detect indicators of environment degradation or regeneration.

Methodology

The work was carried out in the Alcalá municipality, located in the northern area of the Cauca Valley between the coordinates 75° 51' 31.77" W, 4° 43' 13.80" N and 75° 42' 18.97" W, 4° 39' 0.38" N (fig. 1). To the North its limits are the Ulloa municipality, to the East and South the Quindío department (with Filandia and Quimbaya, respectively), and to the West, Cartago. It is located 25 km away from Pereira and 212 km away from Cali, and it is crossed by the Barbas, San Felipe and Los Ángeles creeks; it comprises mountainous areas of the Cordillera Central between 800 and 1 600 m above sea level. The hot and warm thermal floors are differentiated; the climate of the zone has two dry seasons (December–February and June–August) and two rainy seasons (March–May and September–November), with temperatures from 18 to 22°C and average annual rainfall of 1 300 mm (Zúñiga *et al.*, 2003).

The soils of the Alcalá municipality are constituted by volcanic ashes; have slightly acid

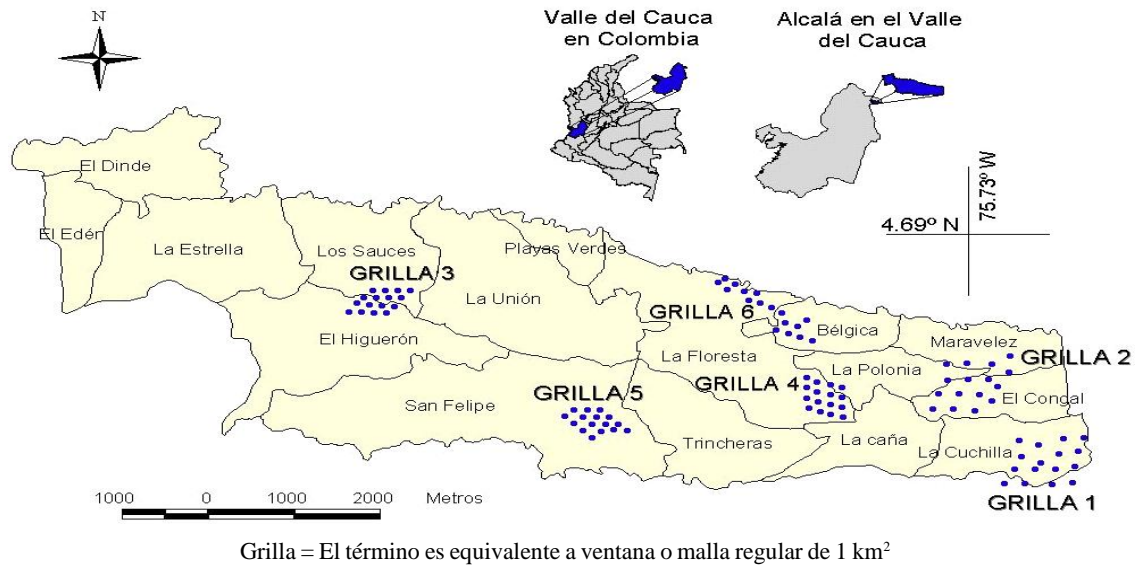


Fig. 1. Situación geográfica de seis grillas o ventanas y 96 puntos de muestreo en el municipio de Alcalá.
 Fig. 1. Geographical situation of six windows and 96 sampling points in the Alcalá municipality.

bre-noviembre), con temperaturas que van desde 18 hasta 22°C y una precipitación promedio de 1 300 mm anuales (Zúñiga *et al.*, 2003).

Los suelos del municipio de Alcalá están constituidos por cenizas volcánicas; presentan pH ligeramente ácido, textura gruesa a mediana y buen drenaje. La mayor parte del territorio está compuesto por colinas y terrazas, y el relieve corresponde a un abanico fluvio glacial disectado, transversal, con una serie de ondulaciones y pendientes en los flancos que varían entre el 20 y 70% (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2003-2011). El municipio de Alcalá posee cinco unidades de suelos: Unidad Modín (Mo), Unidad La Estrella (LE3), Unidad Malabar (MB2 Y MB3), Unidad Mixta (MB2, MB3 y CH2) y Unidad Chinchina (CH2).

Los suelos son profundos, de textura franca a franca arenosa; presentan un buen espesor de materia orgánica, con un alto contenido de nitrógeno orgánico total, bajo en fósforo y en bases, y una alta capacidad de intercambio; la estructura es en bloques angulares y subangulares con una alta estabilidad estructural y resistentes a la erosión. El color es negro a pardo amarillento. La consistencia en húmedo es friable, no plástica y de ligeramente pegajosa a no pegajosa; la pre-

pH; gross to medium texture and good drainage. Most of the territory is composed by hills and terraces and the relief corresponds to a transversal, dissected fluvial-glacial range, with a series of undulations and slopes in the flanks that vary between 20 and 70% (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2003-2011). The Alcalá municipality has five soil units: Modín Unit (Mo), La Estrella Unit (LE3), Malabar Unit (MB2 and MB3) the Mixed Unit (MB2, MB3 and CH2) and Chinchina Unit (CH2).

The soils are deep, from loamy to sandy loam texture; they show good thickness of organic matter, with a high content of total organic nitrogen, low phosphorus and bases content, and high exchange capacity; the structure is in angular and sub-angular blocks with high structural stability and resistant to erosion. The color is black to yellowish brown. The consistency under humid conditions is friable, non plastic and from slightly sticky to non sticky; the presence of pores is abundant along the profile and their size is fine (Feijoo, A. *et al.*, unpublished data).

Sampling of the earthworm communities

The earthworm samplings were carried out between November 1st and December 20th, 2004,

sencia de poros es abundante a lo largo del perfil y su tamaño fino (Feijoo, A. *et al.*, datos sin publicar).

Muestreo de las comunidades de lombrices de tierra

Los muestreos de lombrices se hicieron entre el 1ero. de noviembre y el 20 de diciembre de 2004, de manera aleatoria, a nivel local y del paisaje. Se escogieron con el GPS seis grillas de 1 km² con diferentes usos de la tierra y en cada una se ubicaron 16 puntos distribuidos cada 200 m, para un total de 96 monolitos muestreados en las zonas alta, media y baja del municipio de Alcalá (fig. 1). En cada punto se utilizó el método del Programa Fertilidad Biológica de Suelos Tropicales (FBST), para lo cual se abrió una zanja de 30 cm alrededor del monolito (de 0,25 x 0,25 x 0,3 m de profundidad) y se colectaron los oligoquetos en capas cada 10 cm, desde 0-10 hasta 20-30 cm de profundidad. Los animales se identificaron hasta el nivel de género o especie y se cuantificó la abundancia (individuos por metro cuadrado), la biomasa (gramos de peso fresco por metro cuadrado) y la riqueza de especies (número de especies por uso de la tierra por ventana); posteriormente los datos de abundancia y biomasa se extrapolaron a metros cuadrados. Se midieron y agruparon los puntos de muestreo en diferentes escalas del paisaje para evaluar el efecto del uso de la tierra en los agroecosistemas a nivel de microhábitat, hábitat y el paisaje, con la descripción de la historia del uso de la tierra.

Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza para comprobar el efecto de la transformación de los usos de la tierra con las pruebas de comparaciones múltiples. Para reducir la dimensionalidad de la información de 10 variables y 24 usos de la tierra, se realizaron análisis de componentes principales (ACP) y de correspondencia (AC), con el fin de agrupar los agroecosistemas con características similares o disímiles y establecer posibles parámetros que permitieran ordenar los usos en escala del paisaje; para ello se utilizaron los programas SPSS y ADE4.

randomly, at local and landscape level. Six 1 km² windows with different land uses were selected by means of the GPS and in each one 16 points distributed every 200 m were located, for a total of 96 monoliths sampled in the high, medium and low zones of the Alcalá municipality (fig. 1). In each point the method of the Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) Program was used, for which a 30 cm ditch was opened around the monolith (0,25 x 0,25 x 0,3 m deep) and the oligochaeta were collected in layers every 10 cm, from 0-10 to 20-30 cm of depth. The animals were identified until the genus or species level and the abundance (individuals per square meter), biomass (grams of fresh weight per square meter) and species richness (number of species per land use per window) were quantified; afterwards the abundance and biomass data were extrapolated to square meters. The sampling points in different landscape scales were measured and grouped in order to evaluate the effect of land use on agroecosystems at the micro-habitat, habitat and landscape levels, with the description of the land use history.

Analysis of the information

A variance analysis was carried out in order to test the effect of the transformation of land uses with the multiple comparison tests. For reducing the dimensionality of the information of 10 variables and 24 land uses, main component analyses (MCA) and correspondence analyses (CA) were carried out, with the objective of grouping the agroecosystems with similar or dissimilar characteristics and establishing possible parameters that would allow to order the uses in landscape scale; for that the SPSS and ADE4 programs were used.

Results

Earthworm communities

31 species were found, 16 were included in the Glososcolecidae family (*Martiodrilus*, *Glossodrilus*, *Onychochaeta*, *Aptodrilus*, *Andiodrilus*, *Thamnodrilus*, *Periscolex* and *Pontoscolex*), five in Megascolecidae (*Amyntas*,

Resultados

Comunidades de lombrices de tierra

Se encontraron 31 especies; 16 se situaron en la familia Glososcolecidae (*Martiodrilus*, *Glossodrilus*, *Onychochaeta*, *Aptodrilus*, *Andiodrilus*, *Thamnodrilus*, *Periscolex* y *Pontoscolex*), cinco en Megascolecidae (*Amyntas*, *Polypheretima*), tres en Acanthodrilidae (*Dichogaster*), una en Lumbricidae y las restantes se presentan como Desconocidas por no haberse encontrado adultos o por presentar estructuras poco visibles, difusas o no comparables (tabla 1). De las anteriores, 15 son nativas, nueve exóticas y siete desconocidas. Las especies pertenecen a las categorías ecológicas epigeas (21) y endógeas (10), la mayoría de ellas (14) habitan las capas de 0-20 cm, con una distribución promedio vertical a 7,5 cm de profundidad.

En los usos predominaron las categorías ecológicas epigeas (21 especies), que moran en o debajo del mantillo y en ocasiones ocupan la rizosfera a 5 cm de profundidad del suelo, y endógeas (10) cavadoras, que en las temporadas de lluvias migran hacia la superficie sin salir del suelo, excepto *Martiodrilus heterostichon* que en ocasiones lo hace.

Las especies que predominaron en los 96 muestreos fueron las exóticas *Pontoscolex corethrurus* y *Onychochaeta elegans*, seguidas por las nativas *Glossodrilus saiya* y *Martiodrilus murindo*, con 18, 12, 12 y 11 muestreos, respectivamente; mientras que 14 especies sólo se encontraron en un muestreo (fig. 2).

Relación entre los usos de la tierra y las especies de lombrices

Los relictos de selva se caracterizaron como los usos de mayor riqueza de especies (14), seguido por los pastizales (13), barbecho (12), café variedad Colombia (12) y mezclas de café con plátano (11) (fig. 3). También hubo diferencias en el número de muestreos por uso; la mayoría se realizaron en agroecosistemas tales como café variedad Colombia (21), pastizales (18) y café con plátano; mientras que en ecosistemas ricos en especies tales como relictos de selva y el bar-

Polypheretima), three in Acanthodrilidae (*Dichogaster*), one in Lumbricidae and the rest are presented as unknown because no adults were found or because they showed little visible, diffuse or non comparable structures (table 1). From the above-mentioned species, 15 are native, 9 exotic and 7 unknown. The species belong to the ecological categories epigeal (21) and endogeal (10), most of them (14) inhabit the 0-20 cm layers with an average vertical distribution at 7,5 cm of depth.

In the uses there was predominance of the ecological categories epigeal (21 species) that dwell in or below the humus and sometimes occupy the rhizosphere at 5 cm of soil depth, and endogeal (10) diggers which in the rainy seasons migrate towards the surface without leaving the soil, except *Martiodrilus heterostichon* which sometimes does.

The species that predominated in the 96 samplings were the exotic *Pontoscolex corethrurus* and *Onychochaeta elegans*, followed by the native *Glossodrilus saiya* and *Martiodrilus murindo*, with 18, 12, 12 and 11 samplings, respectively; while 14 species were found only in one sampling (fig. 2).

Relationship between the land uses and earthworms

The forest remnants were characterized as the uses with higher richness of species (14), followed by the pasturelands (13), fallow land (12), coffee variety Colombia (12) and coffee and banana trees mixed (11) (fig. 3). There were also differences in the number of samplings per use; most were carried out in agroecosystems such as coffee variety Colombia (21), pasturelands (18) and coffee with banana trees; while in the ecosystems rich in species such as forest remnants and the fallow land less samplings were performed (8). Likewise, the latter showed the highest number of native species as compared to pasturelands and coffee plantations where the exotic species predominated (table 1).

Of the 24 land uses sampled in the six windows it was found that those agroecosystems

Tabla 1. Familias y especies de lombrices en los usos de la tierra de la cuenca del río La Vieja.
Table 1. Earthworm families and species in the land uses of the La Vieja river basin.

| Familia-especie | Categoría | N/E | DPV | Biomasa (g) |
|---|-----------|---------|-------------|-------------|
| GLOSSOSCOLECIDAE | | | | |
| <i>Martiodrilus (M.) heterostichon</i> (Schmarda, 1861) | Endógea | Nativa | 17,7 (0,7) | 22,1 |
| <i>Martiodrilus (Maipure) murindo</i> (Righi, 1995) | Epígea | Nativa | 6,9 (0,8) | 1,2 |
| <i>Martiodrilus</i> sp 1 | Endógea | Nativa | 6,2 (0,7) | 9,1 |
| <i>Martiodrilus</i> sp 2 | Epígea | Nativa | 8,3 (0,5) | 4,5 |
| <i>Martiodrilus</i> sp 3 | Epígea | Nativa | 3,4 (0,2) | 3,8 |
| <i>M. (Maipure) ecuadoriensis</i> (Michaelsen, 1900) | Epígea | Nativa | 5,2 (0,1) | 2,4 |
| <i>Pontoscolex corethrurus</i> , (Muller, 1856) | Endógea | Exótica | 6,0 (0,97) | 0,8 |
| <i>Glossodrilus saija</i> (Rigui, 1995) | Endógea | Nativa | 6,9 (0,8) | 0,01 |
| <i>Glossodrilus griseus</i> (Zicsi y Feijoo, 1994) | Endógea | Nativa | 10,0 (0,67) | 1,3 |
| <i>Thamnodrilus</i> sp 1 | Endógea | Nativa | 9,44 (2,1) | 0,01 |
| <i>Periscolex</i> sp 1 | Epígea | Nativa | 5,5 (0,5) | 0,5 |
| <i>Thamnodrilus</i> sp 2 | Epígea | Nativa | 6,3 (0,65) | 3,2 |
| <i>Aptodrilus fuhrmanni</i> (Michaelsen, 1910) | Epígea | Nativa | 5 (?) | 6,5 |
| <i>Andiodrilus</i> sp 1 | Epígea | Nativa | 9,4 (0,9) | 3,9 |
| <i>Andiodrilus</i> sp 2 | Endógea | Nativa | 12,3 (0,7) | 5,1 |
| <i>Onychochaeta elegans</i> (Cognetti, 1905) | Endógea | Exótica | 7,5 (0,69) | 3,2 |
| MEGASCOLECIDAE | | | | |
| <i>Amyntas gracilis</i> (Kinberg, 1867) | Epígea | Exótica | 5,0 (0,9) | 1,8 |
| <i>Polypheretima elongata</i> (Perrier, 1872) | Endógea | Exótica | 8,5 (0,9) | 10,3 |
| <i>Perionix escavatus</i> (Perrier, 1872) | Epígea | Exótica | 3,0 (0,2) | 1,6 |
| Gen Desconocido sp 2 | Epígea | Exótica | 3,8 (0,9) | 2,7 |
| Gen Desconocido sp 3 | Epígea | Exótica | 3,5 (0,6) | 1,9 |
| LUMBRICIDAE | | | | |
| Gen.x sp 1 | Epígea | ? | 5,0 (0,9) | 0,4 |
| ACANTHODRILIDAE | | | | |
| <i>Dichogaster annae</i> (Horst, 1893) | Epígea | Exótica | 5,0 (0,9) | 0,3 |
| <i>Dichogaster medellina</i> (Michaelsen, 1913) | Epígea | Nativa | Madera | 0,7 |
| <i>Dichogaster baloui</i> (Michaelsen, 1891) | Epígea | Exótica | mantillo | 0,4 |
| FAMILIAS DESCONOCIDAS | | | | |
| Desconocida sp 1 | Epígea | ? | 5,0 (0,9) | 1,2 |
| Desconocida sp 2 | Epígea | ? | 3,7 (0,4) | 3,1 |
| Desconocida sp 3 | Endógea | ? | 5,9 (0,9) | 5,2 |
| Desconocida sp 4 | Epígea | ? | Mantillo | 2,7 |
| Desconocida sp 5 | Epígea | ? | Mantillo | 3,1 |
| Desconocida sp 6 | Epígea | ? | 7,1 (0,9) | 2,1 |

N/E = Nativa/exótica; DPV= Distribución promedia vertical; ()=error estándar

becho se hicieron menos cateos (8). Así mismo, estos últimos presentaron el mayor número de especies nativas comparado con pastizales y cafetales donde predominaron las especies exóticas (tabla 1).

De los 24 usos de la tierra muestreados en las seis ventanas, se encontró que aquellos agrosistemas con sombra presentaron los valores más altos de abundancia (café cítrico, café

with shade showed the highest values of abundance (coffee citrus fruits, coffee with shade and fruit trees); while the associated systems of coffee with guadua and wood trees showed the lowest values. In the agroecosystems with intensive cultural practices (application of chemical synthesis inputs) and crops in rows, such as coffee mixed with citrus fruits, only one earthworm species predominated (*P. corethrurus*)

Pasto:

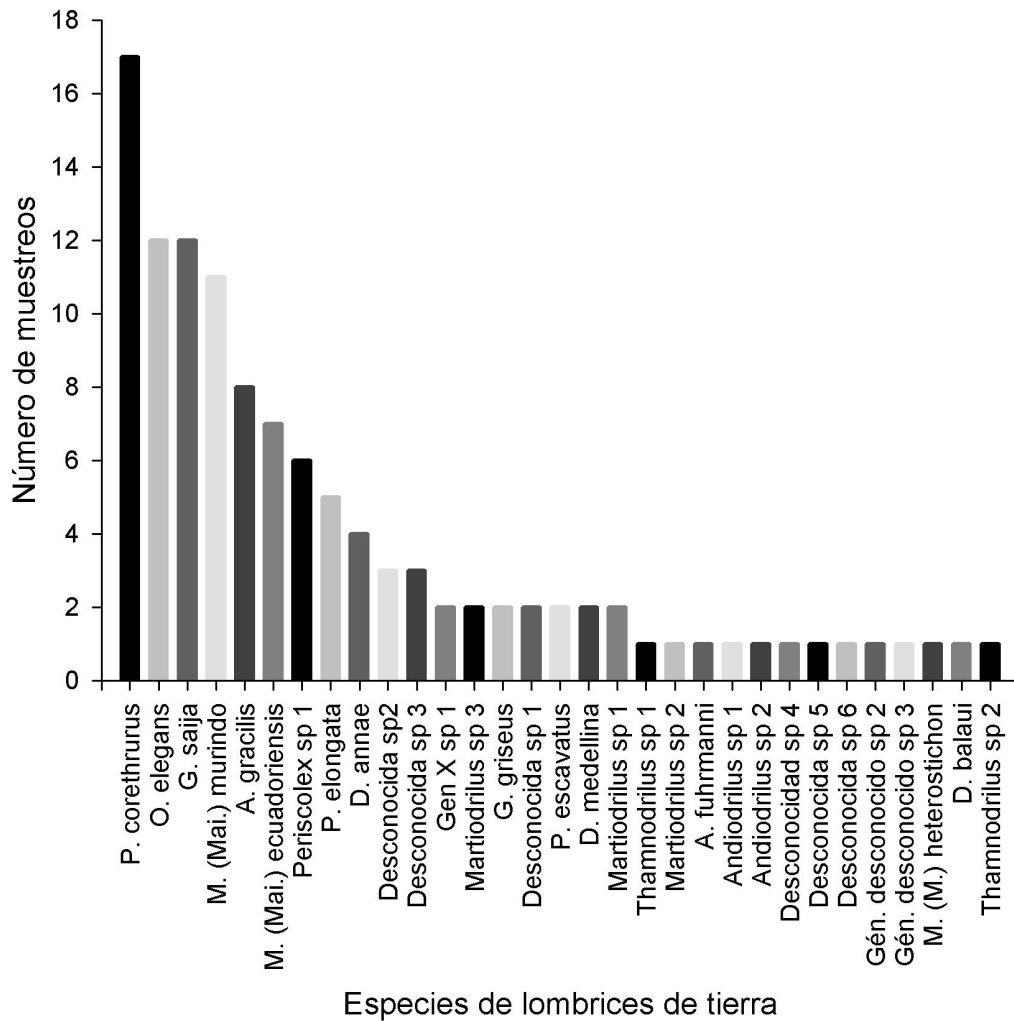


Fig. 2. Relación entre las especies de lombrices de tierra y los 96 monolitos en un área de la cuenca del río La Vieja.

Fig. 2. Relationship between the earthworms and the 96 monoliths in an area of the La Vieja river basin.

con sombra y frutales); mientras que los sistemas asociados de café con guadua y árboles maderables mostraron los valores más bajos. En los agroecosistemas con prácticas culturales intensivas (aplicación de insumos de síntesis química) y cultivos en surco, como café mezclado con cítricos, predominó una sola especie de lombriz (*P. corethrus*) con valores que superaron los 750 individuos/m² (fig. 4).

El análisis de varianza para la abundancia mostró que hubo diferencias altamente significativas entre los usos de la tierra relicto de selva, pastizales, café variedad Colombia y el guadual

with values that exceeded 750 individuals/m² (fig. 4).

The variance analysis for the abundance showed that there were significant differences among the land uses forest remnant, pasturelands, coffee variety Colombia and the guadua (*G. angustifolia*) plantation (table 2). This permitted to group the agroecosystems that indicate strong degradations with intensive crops and high use of agrochemical products, the pasturelands without trees for shade and those that include highly conserved environments, such as traditional coffee crops, forest remnants and fallow lands (fig. 5).

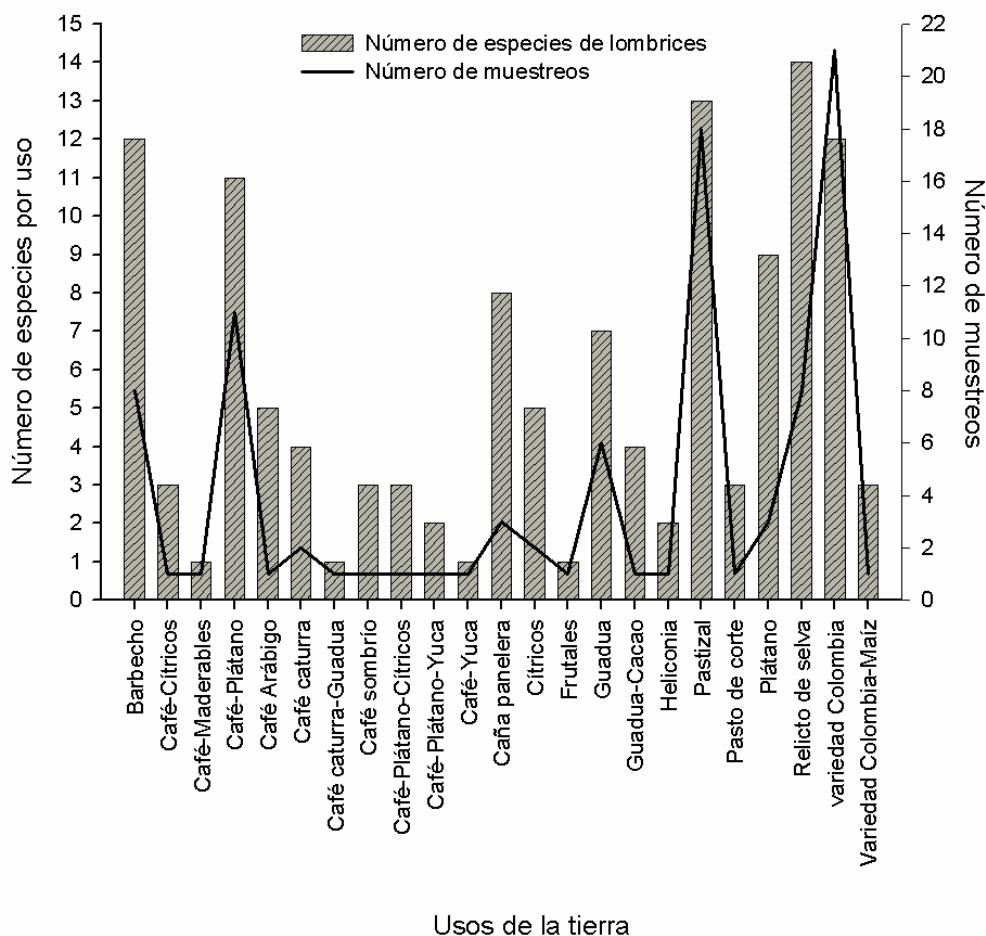


Fig. 3. Número de especies y muestreos en los usos de la tierra de un área de la cuenca del río la Vieja.
 Fig. 3. Number of species and samplings in the land uses of an area of the La Vieja river basin.

(*G. angustifolia*) (tabla 2). Esto permitió agrupar los agroecosistemas que indican fuertes degradaciones con cultivos intensivos y alto uso de agroquímicos, los pastizales sin árboles para sombra y los que incluyen ambientes altamente conservados como cultivos tradicionales de café, relictos de selva y barbechos (fig. 5).

Discusión

La metodología de las seis grillas permitió identificar el mayor número de especies de lombrices encontrado para Colombia a nivel del paisaje (32 en un área de 6 km²), comparado con otros estudios de mayor escala (Feijoo, Knapp, Lavelle y Moreno, 1999; Feijoo, 2001; Feijoo, Quintero, Frago y Moreno, 2004; Feijoo, Zuñiga y Camargo, 2005; Feijoo *et al.*, 2007).

Discussion

The methodology of the six windows allowed to identify the highest number of earthworm species found for Colombia at landscape level (32 in a 6 km² area), in comparison with other lower scale studies (Feijoo, Knapp, Lavelle and Moreno, 1999; Feijoo, 2001; Feijoo, Quintero, Frago and Moreno, 2004; Feijoo, Zuñiga and Camargo, 2005; Feijoo *et al.*, 2007).

This work makes contributions by identifying some key species, such as *P. corethrurus* and *O. elegans*, and *Glossodrilus saiya* and *M. (Mai.) murindo*, as indicators of highly disturbed environments (crops with use of chemical synthesis agricultural inputs or pasturelands without shade), after the introduction of the intensive system that causes the change in the

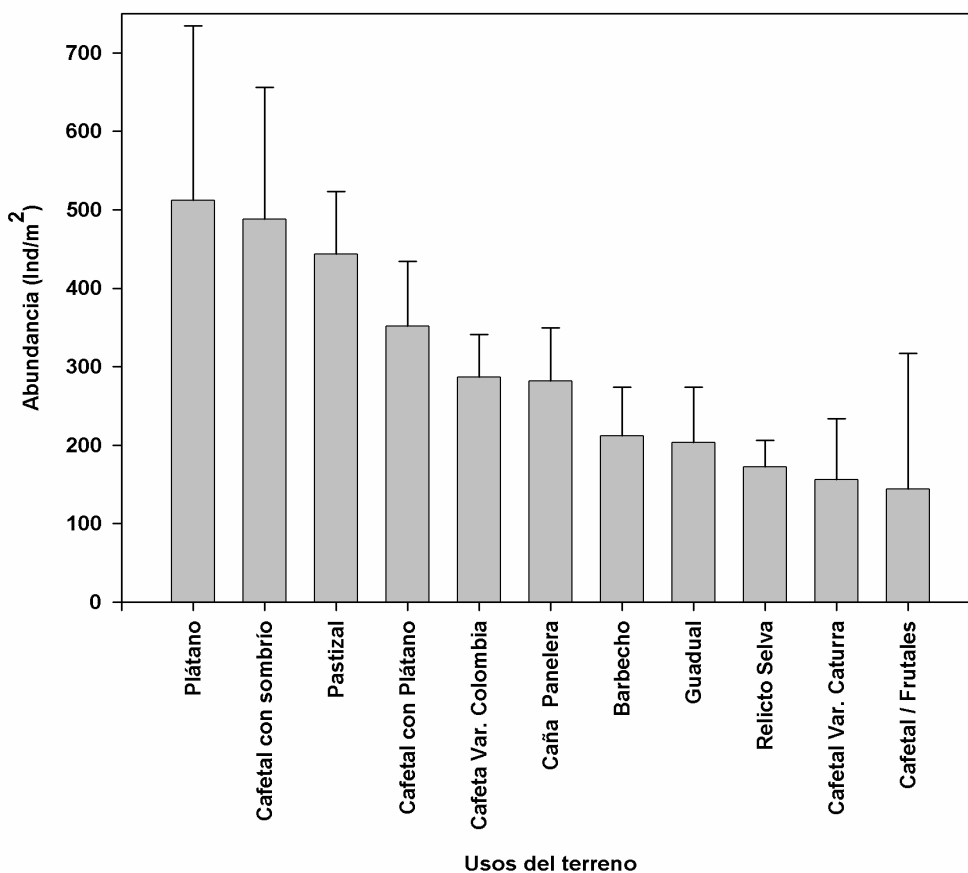


Fig. 4. Abundancia de lombrices en algunos usos muestreados en seis grillas de un área de la cuenca del río La Vieja (la barra indica la desviación estándar).

Fig. 4. Abundance of earthworms in some uses sampled in six windows of an area of the La Vieja river basin.

Tabla 2. Prueba de comparaciones múltiples para usos de la tierra con la variable abundancia.
Table 2. Test of multiple comparisons for land uses with the variable abundance.

| (I) Uso de tierra | (J) Uso de tierra | Error típico | NS | Intervalo de confianza al 95% | |
|-------------------|-------------------|--------------|--------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Guadua | Pastizal | 1,7813 | 0,320 | -8,660 | 1,257 |
| | Relicto de selva | 1,9782 | 0,937 | -2,669 | 5,028 |
| | Variedad Colombia | 1,8441 | 0,571 | -6,802 | 1,643 |
| Pastizal | Guadua | 1,7813 | 0,320 | -1,257 | 8,660 |
| | Relicto de selva | 1,5461 | 0,002* | 1,095 | 7,667 |
| | Variedad Colombia | 1,3702 | 0,996 | -3,698 | 4,942 |
| Relicto de selva | Guadua | 1,9782 | 0,937 | -5,028 | 2,669 |
| | Pastizal | 1,5461 | 0,002* | -7,667 | -1,095 |
| | Variedad Colombia | 1,6180 | 0,003* | -6,093 | -0,25 |
| Variedad Colombia | Guadua | 1,8441 | 0,571 | -1,643 | 6,802 |
| | Pastizal | 1,3702 | 0,996 | -4,942 | 3,698 |
| | Relicto de selva | 1,6180 | 0,003* | 0,425 | 6,093 |

Basado en las medias observadas. * La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05
NS: Nivel de significación

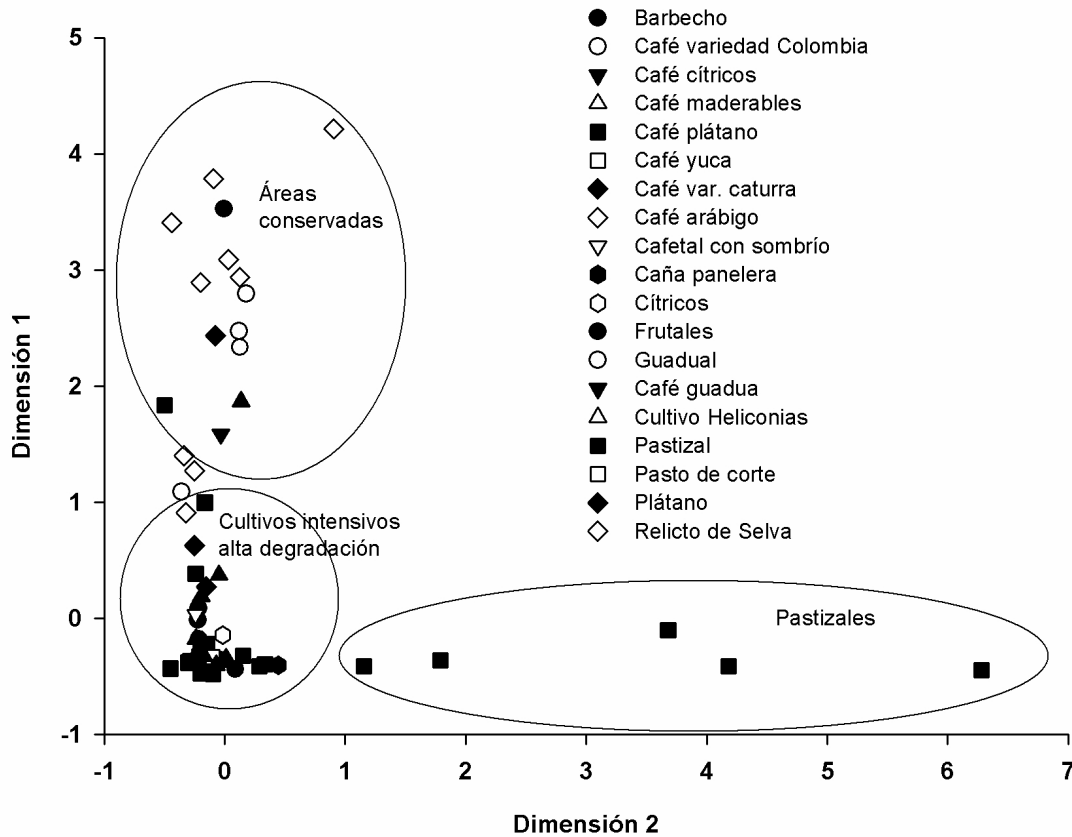


Fig. 5. Separación de usos de la tierra por el gradiente de perturbación en un área de la cuenca del río La Vieja.
Fig. 5. Separation of land uses by the disturbance gradient in an area of the La Vieja river basin.

Este estudio hace aportes al identificar algunas especies claves, tales como *P. corethrurus* y *O. elegans*, y *Glossodrilus saiya* y *M. (Mai.) murindo*, como indicadoras de ambientes altamente perturbados (cultivos con uso de agroinsumos de síntesis química o pastizales carentes de sombra), después de la introducción del sistema intensivo que ocasiona el cambio en la composición y estructura, por la falta de coberturas que regulen la humedad del suelo y el pH, y conserven las fuentes alimentarias de las comunidades de animales (Curry, 1998; Scheu, Albers, Alpei, Buring, Klages, Migge, Platner y Salomon, 2003; Rätty y Huhta, 2004).

La evaluación del impacto del uso de la tierra en el cambio en la biodiversidad, en el contexto de los cambios globales de los escenarios, es una tarea importante e implica tomar aspectos de la diversidad tales como la composición, la estruc-

composition and structure, due to the lack of covers which regulate the soil moisture and pH and conserves the feeding sources of the animal communities (Curry, 1998; Scheu, Albers, Alpei, Buring, Klages, Migge, Platner and Salomon, 2003; Rätty and Huhta, 2004).

The evaluation of the impact of land use on the change in biodiversity, in the context of the global scenario changes is an important task and implies considering aspects of diversity such as composition, structure and function (Zebisch, Wechsung and Kenneweb, 2004). This study generated the first part of the required information and made emphasis on the composition according to the structure and the changes of the agroecosystems in the landscape. The variation of the species richness could be observed at spatial level, expressed by patches that show low levels of species and others that conserve abundant resources.

tura y la función (Zebisch, Wechsung y Kenneweb, 2004). Este estudio generó la primera parte de la información requerida e hizo énfasis en la composición de acuerdo con la estructura y los cambios de los agrosistemas en el paisaje. Se pudo observar la variación de la riqueza de especies a nivel espacial, expresada por parches que muestran bajos niveles de especies y otros que conservan abundantes recursos.

Esto demuestra que no todos los sistemas se pueden calificar de igual manera y que a pesar de contar con abundantes bases de datos (con masivas caracterizaciones a nivel de cuencas para Colombia y Latinoamérica), son muy pocos los trabajos que hacen énfasis en las interacciones; por lo tanto, se requiere aunar esfuerzos con el objetivo de trabajar en los archivos para demostrar la sensibilidad de los atributos de la biodiversidad, desde el nivel del ecosistema hasta los cambios del uso de la tierra en la escala regional o local.

La complejidad de la información relacionada con la composición de las especies y los factores involucrados en las actividades de las fincas, permiten afirmar que no es posible construir un solo indicador coherente con las diversas situaciones del paisaje para explicar las fluctuaciones de la diversidad (Duelli y Obrist, 2003). Sin embargo, los registros obtenidos en este trabajo permitieron seleccionar especies indicadoras estrechamente relacionadas con las actividades agrícolas. Estas pueden proveer información acerca de la intensidad del uso y la presión del sistema finca en el ambiente biótico.

Se requiere correlacionar los procesos y la dinámica a nivel del paisaje con las actividades agrícolas, las formas de manejo, las áreas construidas, las cualidades del suelo, los registros de biomasa, el carbono, el nitrógeno, las áreas de los usos del suelo y la abundancia de lombrices, para comenzar a diseñar una matriz que posibilite evaluar las interacciones e introducir los conceptos de sistemas humanos para calificar y organizar los pronósticos que planifiquen el uso del terreno.

Conclusiones

Los sistemas montañosos andinos se caracterizan por su fragilidad y susceptibilidad a la

This shows that not all the systems can be equally qualified and in spite of having many databases (with massive characterizations at basin level for Colombia and Latin America), there are very few works making emphasis on the interactions; thus, it is necessary to gather efforts with the objective of working in the files in order to show the sensitivity of the attributes of biodiversity, from the level of ecosystem to the changes of land use in the regional or local scale.

The complexity of the information related to the composition of the species and the factors involved in the farm activities, allow to state that it is not possible to build only one indicator coherent with the diverse situations of the landscape to explain the diversity fluctuations (Duelli and Obrist, 2003). Nevertheless, the records obtained in this work permitted to select indicator species closely related to the agricultural activities. They can provide information regarding the intensity of the use and pressure of the farm system on the biotic environment.

To correlate the processes and dynamics at the landscape level with the agricultural activities, management forms, constructed areas, soil qualities, biomass records, carbon, nitrogen, soil use areas and earthworm abundance, is required in order to start to design a matrix that allows to evaluate the interactions and introduce the concepts of human systems to qualify and organize the predictions that plan the land use.

Conclusions

The Andean mountainous systems are characterized by their fragility and susceptibility to the anthropogenic degradation; however, some traditional cultivation systems – pasturelands and coffee plantations – are propitious environments for the conservation of biodiversity, the recolonization and natural multiplication of the species and, besides, have permitted the formation of biogeographical islands or critical refuges, that make it necessary to understand the different models emerged from the landscape transformation. Thus, the term “indicator” is one that requires involving different factors and va-

degradación antropogénica; sin embargo, algunos sistemas tradicionales de cultivo –pastizales y cafetales– son ambientes propicios para la conservación de la biodiversidad, la recolonización y la multiplicación natural de las especies y, además, han permitido la formación de islas biogeográficas o refugios críticos, que hacen necesario comprender los diferentes modelos surgidos a partir de la transformación del paisaje. Por lo tanto, el término ‘indicador’ es un referente que requiere involucrar diferentes factores y variables para comprender la complejidad del paisaje y la diversidad de las interacciones a nivel local.

Agradecimientos

A la Universidad Tecnológica de Pereira y a Colciencias por financiar la realización del proyecto “Evaluación del aporte de algunos servicios ambientales en fincas de la cuenca del río La Vieja”, código 1110-13-13943; a los miembros del grupo Gestión en Agroecosistemas Tropicales Andinos (GATA) por su apoyo; al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) por su colaboración en el análisis de las muestras de suelo; y a los propietarios de los predios en los que se realizaron los muestreos por facilitar los sistemas productivos para llevar a cabo el estudio.

Referencias bibliográficas

- Curry, J.P. 1998. Factor affecting earthworm abundance in soils. In: Earthworm ecology. (Edwards, C.A., ed.). St Lucie Press, London. p. 37
- Duelli, P. & Obrist, M.K. 2003. Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98:87
- Feijoo, M.A. 2001. Impacto del uso de la tierra en áreas de laderas sobre comunidades de macrofauna del suelo (Caldono, Cauca, Colombia). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 212 p.
- Feijoo, M.A.; Knapp, E.B.; Lavelle, P. & Moreno, A. 1999. Quantifying soil macrofauna in a Colombian watershed. *Pedobiologia.* 43:513
- Feijoo, M.A.; Quintero, H. & Fragoso, C. 2007. Earthworm communities in forest and pastures of the Colombian Andes. *Caribbean Journal of Science* (En prensa)
- Feijoo, M.A.; Quintero, H.; Fragoso, C. & Moreno, A. 2004. Patrón de distribución y listado de espe-

riables to understand the complexity of the landscape and the diversity of the interactions at local level.

Acknowledgements

To the Technological University of Pereira and Colciencias for financing the execution of the project «Evaluation of the contribution of some environmental services in farms of the La Vieja river basin», code 1110-13-13943; to the members of the group Management in Andean Tropical Agroecosystems (GATA) for their support; and to the International Center of Tropical Agriculture (CIAT) for their collaboration in the analyses of the soil samples; and to the owners of the farms in which the samplings were carried out for providing the productive systems to perform the study.

--End of the English version--

- cies de las lombrices de tierra (Annelida, *Oligochaeta*) en Colombia. *Acta Zoológica Mexicana.* 20 (2):197
- Feijoo, M.A.; Zúñiga, M.C. & Camargo, J.C. 2005. Signs to detect regeneration and degradation of agroecosystems in the coffee growing region of Colombia. *Livestock Research for Rural Development.* 17 (3)
- Hersperger, A.M. 2006. Spatial adjacencies and interactions: Neighborhood mosaics for landscape ecological planning. *Landscape and Urban Planning.* 77:227
- Hoffmann, J. & Greef, J.M. 2003. Mosaic indicators – theoretical approach for the development of indicators for species diversity in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98:387
- Lavelle, P.; Brussaard, L. & Hendrix, P. 1999. Earthworms management in tropical agroecosystems. Cabi Publishing, New York. 300 p.
- Lavelle, P.; Pashanasi, B.; Charpentier, F.; Gilot, C.; Rossi, J.P.; Derouard, L.; Andre, J.; Ponge, J.F. & Bernier, N. 1998. Large-scale effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics. In: Earthworm ecology. (Edwards, C.A., Ed.). St Lucie Press, London. p. 103
- Parmelle, R.W.; Bohlen, P.J. & Blair, J.M. 1998. Earthworm and nutrient cycling processes: integrating across the ecological hierarchy. In: Earthworm ecology. (Edwards, C.A., Ed.). St Lucie Press, London. p. 123

- Räty, M. & Huhta, V. 2004. Earthworm communities in birch stands with different origin in Central Finland. *Pedobiologia*. 48:283
- Scheu, S.; Albers, D.; Alpei, J.; Buring, R.; Klages, U.; Migge, S.; Platner, C. & Salomon, J.A. 2003. The soil fauna community in pure and mixed stands of beech and spruce of different age: trophic structure and structuring forces. *Oikos*. 10:225
- Zebisch, M.; Wechsung, F. & Kenneweb, H. 2004. Landscapes response functions for biodiversity -assessing the impact of land- use changes at the county level. *Landscape and Urban Planning*. 67:157
- Zúñiga, M.C.; Feijoo, M.A. & Quintero, H. 2004. Diseño de una propuesta metodológica para interpretar el huerto habitacional en un área del Valle del Cauca. *Scientia et Technica*. 10 (25):291
- Zúñiga, M.C.; Quintero, H. & Feijoo, M.A. 2003. Trayectoria de los sistemas de cría en un área del piedemonte de Alcalá, Valle del Cauca. *Scientia et Technica*. 9 (23):81

Recibido el

Aceptado el 17 de abril del 2007

VI ENCUENTRO DE EDITORES DE REVISTAS CIENTÍFICAS

Del 13 al 15 de noviembre de 2007

El Instituto de Ciencia Animal, perteneciente al Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, convoca al VI Encuentro de Editores de Revistas Científicas los días 13, 14 y 15 de noviembre del año 2007. Este encuentro está organizado por el Consejo Editorial de la Revista Cubana de Ciencia Agrícola y su versión en inglés, Cuban Journal of Agricultural Science.

Esta reunión dará continuidad a los temas abordados en los encuentros anteriores que comenzaron a celebrarse sistemáticamente desde 1996. Este VI Encuentro coincide con el Aniversario XL de la edición ininterrumpida de la Revista Cubana de Ciencia Agrícola, considerada de corriente principal, de impacto y evaluada de revista certificada por la Academia de Ciencias de Cuba.

Temáticas:

- Evaluación de publicaciones.
- Normas editoriales.
- Redes de revistas científicas.
- Visibilidad e impacto de las publicaciones.
- Funciones del editor, los árbitros y el Consejo Editorial.
- Comercialización, divulgación e intercambio.
- Sistemas de arbitraje.
- Escritura del artículo científico y su ética.

Contacto:

Dr. Rafael S. Herrera García
 Presidente del Comité Organizador
 E-mail: rcca@ica.co.cu

I Congreso Cubano de Desarrollo Local

16 al 19 de octubre y del 14 al 16 de noviembre del 2007

Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba



El Congreso incluye los siguientes eventos independientes:

Taller de Agricultura Sostenible

Coordinador: Dr.C. Juan José Silva Pupo E-mail: jjsilva@udg.co.cu

Temáticas: Biotecnología Vegetal, Agricultura Sostenible y Biodiversidad Vegetal

Fecha: 16 al 19 de octubre

VI Conferencia de Producción y Sanidad Animal

Coordinador: Dr.C Ismael Leonard Acosta E-mail: leonard@udg.co.cu

Temáticas: Producción Animal, Enseñanza e informatización de la medicina veterinaria, Patología, clínica y terapéutica veterinaria, Desastrológica veterinaria, Enfermedades infecto-contagiosas de los animales domésticos, Enfermedades parasitarias y zoonóticas.

Fecha: 16 al 19 de octubre del 2007

III Taller de Gestión y Administración de Empresas

Coordinador: Dr.C Angel Pérez Bello E-mail: perezb@udg.co.cu

Temáticas: Desarrollo estratégico de las organizaciones, Gestión empresarial, Economía-Sociedad.

Fecha: 16 al 19 de octubre del 2007

I Taller de Desarrollo Local

Coordinador: Dr.C Arisbel Leyva Remón. E-mail: arisbel@udg.co.cu

Temáticas: Desarrollo económico local, Actores e instituciones locales, Papel de los gobiernos en la gestión del desarrollo local.

Fecha: 16 al 19 de octubre del 2007

I Taller de Educación Superior

Coordinador: Dr.C José Sariol Bonilla. E-mail: sariol@udg.co.cu

Temáticas: Perspectivas de la Educación Superior. Pedagogía y Didáctica de la Educación Superior. Gestión de la Educación Superior. Software Educativo

Fecha: 16 al 19 de octubre del 2007

III Conferencia Internacional de las Ciencias Básicas y Aplicadas CICBAP 2007

Coordinador: Dr.C Mario Otero Fernández E-mail: otero@udg.co.cu

Temáticas: Química Biológica, Química Ambiental, Informática y Matemática Aplicada, Biofísica, Gestión de la Calidad ISO 9000.

Fecha: 14 al 16 de noviembre del 2007

CONTACTO:

Presidente: Dr.C Antonia María Castillo Ruiz