

**USO DEL SUELO Y EFECTO SOBRE PROPIEDADES QUÍMICAS, MACROFAUNA EN CULTIVO DE PLÁTANO ANDES CENTRALES****Janneth Molina Rico<sup>1</sup>✉, Alexander Feijó Martínez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad  
Tecnológica de  
Pereira, ✉  
janneth@uniquin  
dio.edu.co

<sup>2</sup> universidad del  
Quindío,

**Palabras clave:**  
Lombrices de  
tierra, Andisoles,  
fauna del suelo.

**RESUMEN**

La crisis del sector cafetero de finales del siglo XX obligó a los propietarios de fincas a buscar alternativas como los pastos y el incremento del monocultivo del Plátano. Los agricultores optaron por cultivos de Plátano como elección primaria en la producción. El objeto de trabajo fue reconocer el efecto del uso del suelo sobre las propiedades químicas y la macrofauna en cultivos de Plátano en Armenia, Quindío. Actualmente el cultivo de Plátano se realiza con diversos usos del suelo que van desde la siembra de una sola especie, en surco continuo y asociados con otras especies. El área de estudio fue Armenia, los suelos seleccionados pertenecen a la Consociación El Cafetal Typic Hapludands. El trabajo se realizó durante 6 meses, el municipio se dividió en un mapa en dos zonas. Luego se seleccionaron al azar 32 fincas (16 zona baja - 16 zona alta) con cuatro tipos de uso por zona. Con el fin de caracterizar cada uno de los usos del suelo, se evaluaron las operaciones del sistema de cultivo. En cada monolito se extrajo la Macrofauna en 0-10 y 10-20 cm de profundidad y en ubicación (Norte-Sur-Centro) para un total de 18 muestras por finca; las variables químicas del suelo se tomó una muestra de 800 g de suelo compuesta por los tres monolitos (N-S-C) de la profundidad 0-10, para un total de 6 muestras por finca. Las variables químicas y biológicas se diferenciaron con el uso del suelo, el análisis de la información diferenció usos del suelo hostil o favorable para la biodiversidad, lo cual es valioso en la planificación del territorio.

**USE OF THE SOIL AND EFFECT ON CHEMICAL PROPERTIES, MACROFAUNA IN CENTRAL ANDES BANANA CULTURE**

**Key words:**  
Earthworms,  
Andisols, soil fauna.

**ABSTRACT**

The crisis in the coffee industry in the late twentieth century forced the landowners to seek alternatives such as pasture and increased Banana monoculture. Coffee Farmers chose the Banana crops as the primary alternative production; The objective of this work was to recognize the effect of the use of soil on the chemical properties and soil macrofauna associated Banana in Armenia, Quindío. Today Banana cultivation is done with various arrangements ranging from planting a single species, mono-specific, continuous groove crops and associated with other species. The study area was Armenia, the selected soils belong to the Consociation El Cafetal Typic Hapludands. The work was carried out for six months, the territory was divided into two zones map. Then randomly they selected 32 farms (16 low area - upper zone 16) with four types of arrangement by area. In order to characterize each of the types of arrangements in Banana cultivation, operations culture system was evaluated and separated in accordance with soil use. In each sampled monolith Macrofauna extracted the 0-10 and 10-20 cm depth and location (North-South-Centre) for a total of 18 samples per farm; for chemical soil variables 800 g sample of soil composed of three monoliths (N-S-C) 0-10 depth, for a total of 6 samples per farm. Chemical and biological variables differed with soil use, analysis of information differed uses of hostile or favorable to soil biodiversity, which is valuable in planning.

**SUELOS  
ECUATORIALES**  
47 (1 y 2): 16-24

ISSN 0562-5351

Rec.: 30.07.2016

Acep.: 09.12.2016

## INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas del siglo XX, se evidencia la crisis del sector cafetero que obligó a los propietarios de fincas a buscar alternativas que se concentraron en la potrerización y en el incremento del monocultivo del Plátano. De acuerdo con Guhl (2004), quien interpretó los cambios del paisaje cafetero entre 1970 y 1997 como efecto de una compleja interacción de factores socioeconómicos, culturales y biofísicos, evidenció que el paisaje se diversificó, el área de café disminuyó y los pastos se convirtieron en otros cultivos, como el Plátano. Entre 1995 y 2004 los problemas fitosanitarios y la crisis Café condujeron al aumento de las coberturas de pastos y cultivos de alimentos (Zúñiga et al. 2003, Zúñiga et al. 2004) con graves impactos en la biodiversidad (Feijoo et al. 2007; 2010) y la degradación de los ecosistemas.

Ante la crisis, los agricultores del Eje Cafetero optaron por cultivos de Plátano y Banano como alternativa primaria en la producción, dada la amplia familiaridad con los sistemas, el conocimiento técnico relacionado con los tipos de arreglos y el uso del suelo. Esta situación condujo a que en ciertas regiones, en nuestro caso de estudio el departamento del Quindío, pasara a ser el segundo departamento en producción para Colombia, con la ocupación de 24194 ha, equivalentes al 20% de las tierras cultivadas en el departamento (Secretaría de Agricultura, 2014).

En la actualidad el cultivo de Plátano se realiza con diversos arreglos que van desde la siembra de una sola especie (mono-específicos, cultivos en surco continuo, asociados) con uso intensivo de productos de síntesis química, o varias especies (cultivos asociados, en arreglo, policultivos) con prácticas tradicionales como utilizar machete en la deshierba o el específico en la desinfección (Murillo 2010). El uso del suelo depende del manejo y la intensidad y por lo tanto evaluar su impacto sobre las propiedades químicas del suelo y la macrofauna se convierte en una opción de investigación importante para determinar (i) cuáles son las variaciones de los tipos de arreglos de la Musácea; (ii) cómo se relaciona el efecto del uso del suelo de los cultivos sobre las propiedades químicas y la macrofauna del suelo, como un aporte al conocimiento que direcciona los procesos de gestión rural.

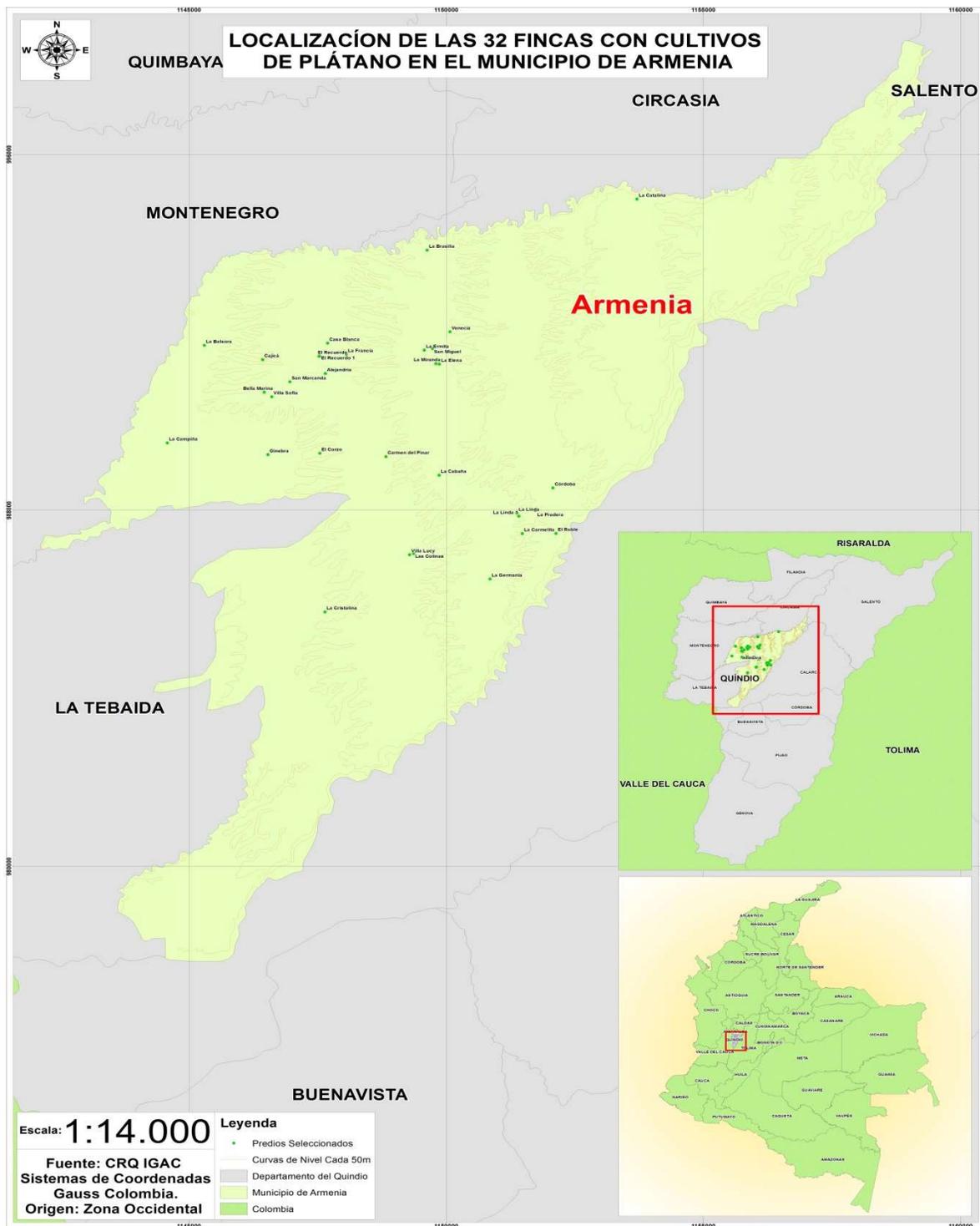
## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Los muestreos se realizaron en el centro-occidente de Colombia en el municipio de Armenia, departamento del Quindío (4° 32' LN – 75° 41' W) (Figura 1), se sitúa entre 1000 a 2000 m.s.n.m, con precipitación entre 2000 mm a 2200 mm y temperatura media anual de 18 a 24 °C y una evapotranspiración de 1100 mm a 1200 mm (IGAG 2010). Los suelos en la región son profundos, bien drenados, fuertemente ácidos, con fertilidad baja, moderadamente superficiales, limitados por fragmentos de roca, bien drenados, fuertemente ácidos, con fertilidad baja. Los suelos seleccionados en éste trabajo pertenecen a la Consociación El Cafetal *Typic Hapludands* (C.R.Q 2014). El estudio se realizó durante 6 meses (2016), el municipio se dividió en un mapa en dos zonas (zona baja, 1160 a 1370 m.s.n.m. y zona alta, 1371 a 1581 m.s.n.m). Luego se seleccionaron al azar 32 fincas productoras de Plátano (16 zona baja - 16 zona alta) con cuatro tipos de usos del suelo por zona.

### Selección de los usos del suelo

El municipio de Armenia ocupa 12129,99 ha y las coberturas agrícolas representan el 69,5% de la superficie, en ésta área los cultivares de Plátano y Banano 25.9% (3.874,30 ha) y 1.38 (167,67 ha) respectivamente (IGAG 2010). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2005) se distinguen cuatro sistemas de cultivo de Plátano y Banano: (i) Plátano tradicional asociado con café tradicional, sin distancias ni trazos definidos, ni fertilización y pocas labores agronómicas; (ii) Plátano asociado con café, en barreras con distancias definidas y manejo agronómico significativo; (iii) Plátano monocultivo con manejo agronómico permanente, seis años de siembra, sin trazo y resiembras frecuentes; (iv) Plátano monocultivo tecnificado, con manejo agronómico, trazo definido y renovación cada 5 a 6 años.



**Figura 1.** Localización de las 32 fincas con cultivos de Plátano con cuatro usos del suelo en Armenia, Quindío.

En el presente trabajo lo denominamos como usos del suelo, por presentar ciertas disposiciones en el tiempo, espacio y poseer estructura interna (vegetación compartida, arquitectura, especies y función al interior del sistema, presencia de sombra) con variaciones en la cantidad y la distribución espacial dentro de las parcelas (Torquebiaua 2000). Con el fin de caracterizar cada uso del suelo en el cultivo de Plátano, se evaluaron las operaciones del sistema de cultivo y se separaron conforme con el uso del suelo de acuerdo con Murillo (2010), se separaron conforme con las prácticas de manejo (métodos empleados). En la desinfección del germinador, colino, hueco en campo para la siembra y control de las enfermedades en la etapa de siembra. También se describieron las limpias y el plateo. En la aplicación de enmiendas durante la etapa de siembra o mantenimiento se detalló con qué tipos de insumos se llevan a cabo y finalmente se precisaron los insecticidas, fungicidas y herbicidas empleados.

### **Muestreo de las variables del suelo**

El muestreo de las propiedades químicas del suelo se realizó con el método del Programa Fertilidad Biológica de Suelos Tropicales (TSBF) (Anderson & Ingram 1993). El suelo fue extraído de un monolito central de  $0,25 \times 0,25 \text{ cm} \times 0,20 \text{ m}$ , más otros dos monolitos  $0,25 \times 0,25 \times 0,10 \text{ m}$  localizados a 10 m norte (N) y sur (S), respectivamente, desde el punto central. Se tomó una muestra de 800 g de suelo compuesta por los tres monolitos (N - C - S) de la profundidad 0-10. Se generó una muestra por punto, para un total de 6 muestras por finca; en cada muestra se evaluaron las variables químicas: p.H, Nitrógeno (N), materia orgánica (M.O), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Fósforo (P), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B) y la Textura.

La biodiversidad de macroinvertebrados (adultos y larvas de, coleópteros, miriápodos, blattodeos, dermápteros, lombrices de tierra), considerados un indicador de la biodiversidad del suelo, se evaluó mediante la misma metodología TSBF (Anderson & Ingram, 1993). Para un total de seis puntos de muestreo y 18 muestras por finca. Las muestras se separaron manualmente y los cuatro primeros grupos se fijaron y conservaron en alcohol al 70%, mientras que las lombrices se fijaron en alcohol al 96%. Con las variables taxonómicas a nivel de orden en cada

unidad de muestreo se construyeron las variables de estudio: abundancia (individuos  $\text{m}^{-2}$ ), biomasa (gramos de peso fresco por  $\text{m}^{-2}$ ).

### **Análisis de la información**

Para el análisis se definieron 4 usos del suelo y 23 variables químicas y biológicas (Tablas 1 y 2). Para determinar si existían diferencias significativas por el uso del suelo en el comportamiento de las variables químicas y biológicas (por separado), se aplicó el análisis de varianza no paramétrico para muestras independientes (prueba de Kruskal-Wallis). Posteriormente se agruparon los registros según variables químicas y biológicas y se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Para éste se incluyó como variable de clasificación los usos del suelo en el cultivo de Plátano: Tradicional arbóreo (TA), Asociado a café (AC), Asociado a frutales (AA) y Monocultivo (MONO). Las variables respuesta fueron: las variables químicas y biológicas del suelo. Con el fin de analizar el efecto uso del suelo sobre las variables edáficas, lo anterior se realizó mediante el empleo del software Infostat versión libre.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Caracterización uso del suelo**

Con respecto al uso del suelo en el cultivo de Plátano en Armenia predomina las asociaciones tradicional arbóreo (TA) y asociado a café (AC) en un 30% cada una, seguido por el monocultivo (MONO) en un 25% y en menor proporción el asociado a frutales (AA) en un 15%. Con respecto al material genético la variedad sembrada es el Dominico – hartón en un 95%, muy similar a lo que sucede a nivel nacional (Herrera & Aristizábal 2003). Los cultivos de Plátano se han establecidos con colinos extraídos del mismo cultivo (Aristizábal 2013), en un 85% y la compra del material por parte de los productores se realiza en un 15%. Con respecto a las distancias de siembra entre planta y planta predomina la distancia de  $2.5 \times 2.5 \text{ m}$  en un 30%, evidenciando que son cultivos de baja densidad, es decir que el número de plantas por ha es alrededor de 1500 ( $\text{p}^*\text{ha}$ ) (Robinson & Galán 2012), y aún prevalecen cultivos tradicionales sin distancias ni trazos definidos en un 25%. En éste panorama los monocultivos con mayor grado de intensificación se siembran en distancias de  $2 \times 3 \text{ m}$  entre planta y

planta en un 22.5% de las fincas y con una densidad de 1666 (p\*ha) aproximadamente.

En la desinfección de los colinos predominan las técnicas químicas, donde se evidencia la disponibilidad en el mercado de diversos productos con diferentes componentes activos, existen agricultores que persisten en el uso del específico, hipoclorito, formol y yodo como desinfectante en un 40%. Para desinfectar el hueco de siembra los agricultores combinaron un insecticida (Carbofuran) con un enmendador de acidez del suelo (Cal dolomita). Al momento de la siembra el 82.5% de los agricultores abonaron con insumos orgánicos como gallinaza, pulpa de café, compost o porquinaza; mientras que en la etapa de mantenimiento el 87.5% de los agricultores utilizaron fertilización química, el 75% mezcló fertilizantes con abonos y un 12.5% tomó la decisión de no fertilizar; el fertilizante más frecuente fue el 46-0-0 (Úrea) con un 37.5%.

En el manejo de la vegetación arvense asociada al campo cultivado, en los procesos de limpiezas se combinaron métodos mecánicos (machete, manual, guadaña) con métodos químicos (herbicidas), con predominio del uso de la guadaña en un 27.5%, y aún prevalece el método manual con un 10%. En el 52.5% de las fincas consideran a las arvenses como limitante del rendimiento y las controlan con herbicida como el Glifosato. Con respecto a las podas en todas las fincas los agricultores desguascan, deshojan y destroncan.

En los cultivos los insecticidas de mayor frecuencia de uso están en las categorías toxicológicas II a la IV, con respecto a los Clorpirifos el Lorsban fue el más empleado con un 27,5% seguido por Carbofuran (Furadan) en un 20%, y finalmente el Endosulfan (Thiodan, Endosulfan) con el 15%; éste último es un producto empleado por los agricultores a pesar de la prohibición de uso en Colombia. Los Clorpirifos se utilizan principalmente para la desinfección del colino y el hueco de siembra y en algunos predios para el control del picudo.

### **Características químicas en los diferentes usos del suelo**

Las características químicas del suelo en cultivos de Plátano variaron significativamente ( $p < 0,05$ ) con respecto al uso del suelo, el pH, %N, %M.O, Ca y

Mn presentaron diferencias significativas en los cuatro usos del suelo evaluados (Tabla 1). Aunque de acuerdo con Robinson y Galán (2012) los cationes más importantes para el suelo en el cultivo de Plátano son el K, Ca, Mg y el P, los cuales no variaron significativamente en los cuatro usos del suelo a excepción del Ca. El K es el elemento más importante en la nutrición del Plátano, los valores oscilaron entre 0,10 y 7,72 ppm en los cuatro usos del suelo; una planta completamente desarrollada contiene mayor cantidad de K que todos los otros elementos minerales combinados (Robinson & Galán 2012, Furcal & Barquero 2013). Con respecto a los microelementos el Zn y el B no presentaron diferencias significativas en los 4 usos del suelo; microelementos fundamentales para la producción de frutos.

**Tabla 1.** Valores promedios de las características químicas de los suelos en 192 muestreos y 4 usos del suelo en cultivos de Plátano en Armenia, Quindío.

Usos del suelo	n	P		Fe		Cu		Zn		Mn		B	
		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm		ppm	
		M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.
Tradicional arbóreo (TA)	48	82,17a	7,71	155,67a	10,82	12,44a	1,01	14,54a	1,34	37,0b	3,08	0,38a	0,02
Asociado café (AC)	48	70,96a	9,02	132,83a	10,39	14,54a	2,05	18,77a	2,60	24,67a	1,92	0,36a	0,02
Asociado frutales (AA)	48	79,73a	5,86	149,46a	7,57	11,67a	0,94	17,13a	2,28	29,77ab	2,27	0,39a	0,01
Monocultivo (MONO)	48	65,27a	6,38	139,46a	8,56	12,71a	1,70	16,65a	2,27	27,90ab	1,97	0,38a	0,01

Usos del suelo	n	p.H		N		M.O		K		Ca		Mg	
				%		%	meq/100g suelo		meq/100g suelo		meq/100g suelo		
		M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.
Tradicional arbóreo (TA)	48	6,1 <sup>b</sup>	0,06	1,49 <sup>a</sup>	0,04	7,46 <sup>a</sup>	0,21	0,99 <sup>a</sup>	0,09	9,11 <sup>ab</sup>	0,63	1,56 <sup>a</sup>	0,09
Asociado café (AC)	48	5,9 <sup>ab</sup>	0,05	1,64 <sup>b</sup>	0,04	8,20 <sup>b</sup>	0,21	0,68 <sup>a</sup>	0,08	9,38 <sup>b</sup>	0,73	1,35 <sup>a</sup>	0,12
Asociado frutales (AA)	48	6,0 <sup>a</sup>	0,09	1,53 <sup>ab</sup>	0,05	7,66 <sup>ab</sup>	0,24	1,31 <sup>a</sup>	0,22	7,74 <sup>a</sup>	0,57	1,58 <sup>a</sup>	0,14
Monocultivo (MONO)	48	5,9 <sup>a</sup>	0,06	1,64 <sup>a</sup>	0,07	8,22 <sup>a</sup>	0,36	0,80 <sup>a</sup>	0,10	8,05 <sup>a</sup>	0,60	1,57 <sup>a</sup>	0,20

n = número de muestreos en el uso; M = promedio de los muestreos por uso; E.E = error estándar.

Valores con letras diferentes presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ).

### Macrofauna en los diferentes usos del suelo

Se colectaron un total de 2587 individuos agrupados en 1523 lombrices, 511 coleópteros, 359 diplópodos, 151 blattodeos y 43 dermapteros.

La abundancia de lombrices fue mayor en el MONO (81 +/-15,99 ind.m<sup>-2</sup>), sin diferencias significativas ( $p > 0,39$ ). En la biomasa de lombrices el valor más alto se halló en AC (13,03 +/- 2,87 g.p.f.m<sup>-2</sup>), también sin diferencias significativas ( $p > 0,17$ ). La abundancia de coleópteros fue mayor en AC (17 +/- 3,9 ind.m<sup>-2</sup>), con diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) entre los usos del suelo. En la biomasa de coleópteros el valor más alto se halló en MONO (13,03 +/- 1,98 g.p.f.m<sup>-2</sup>), con diferencias significativas ( $p < 0,007$ ). La abundancia de diplópodos fue mayor en el uso TA (25 +/-5,63

ind.m<sup>-2</sup>), sin diferencias significativas ( $p > 0,86$ ) entre los usos del suelo. En la biomasa de diplópodos el valor más alto se halló en el uso TA (3,41 +/- 0,62 g.p.f.m<sup>-2</sup>), sin diferencias significativas ( $p > 0,28$ ).

La abundancia de blattodeos fue mayor en el AC (10 +/- 2,47 ind.m<sup>-2</sup>), sin diferencias significativas ( $p > 0,18$ ) entre los usos del suelo. En la biomasa de blattodeos el valor más alto se halló en el uso MONO (2,8 +/- 0,71 g.p.f.m<sup>-2</sup>), con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). La abundancia de dermapteros fue mayor en el uso TA (7 +/- 2,18 ind.m<sup>-2</sup>), sin diferencias significativas ( $p > 0,49$ ) entre los usos del suelo. En la biomasa de dermapteros el valor más alto se halló en el uso MONO (0,68 +/- 0,31 g.p.f.m<sup>-2</sup>), sin diferencias significativas ( $p > 0,08$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Abundancia y biomasa de lombrices, coleópteros, diplópodos, blattodeos y dermápteros en los usos del suelo en cultivos de Plátano en Armenia, Quindío.

Usos del suelo	Lombrices				Coleópteros				Diplópodos			
	Abundancia (ind.m <sup>-2</sup> )		Biomasa (g.p.f.m <sup>-2</sup> )		Abundancia (ind.m <sup>-2</sup> )		Biomasa (g.p.f.m <sup>-2</sup> )		Abundancia (ind.m <sup>-2</sup> )		Biomasa (g.p.f.m <sup>-2</sup> )	
	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.
Tradicional arbóreo (TA)	9,48 <sup>a</sup>	2,06	1,63 <sup>ab</sup>	0,39	3,23 <sup>ab</sup>	0,30	0,54 <sup>ab</sup>	0,1	4,76 <sup>b</sup>	0,93	0,36 <sup>a</sup>	0,1
Asociado café (AC)	11,63 <sup>ab</sup>	2,16	2,52 <sup>bc</sup>	0,52	5,16 <sup>c</sup>	0,63	0,88 <sup>b</sup>	0,14	3,62 <sup>ab</sup>	0,96	0,25 <sup>a</sup>	0,06
Asociado frutales (AA)	16,48 <sup>b</sup>	2,98	3,04 <sup>c</sup>	0,60	2,17 <sup>a</sup>	0,36	0,35 <sup>a</sup>	0,11	2,47 <sup>a</sup>	0,35	0,35 <sup>a</sup>	0,11
Monocultivo (MONO)	11,59 <sup>ab</sup>	2,97	1,15 <sup>a</sup>	0,2	3,70 <sup>b</sup>	0,52	1,04 <sup>b</sup>	0,33	4,68 <sup>b</sup>	1,52	0,20 <sup>a</sup>	0,08

n = número de muestreos en el uso; M = promedio de los muestreos por uso; E.E = error estándar.

Valores con letras diferentes presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ).

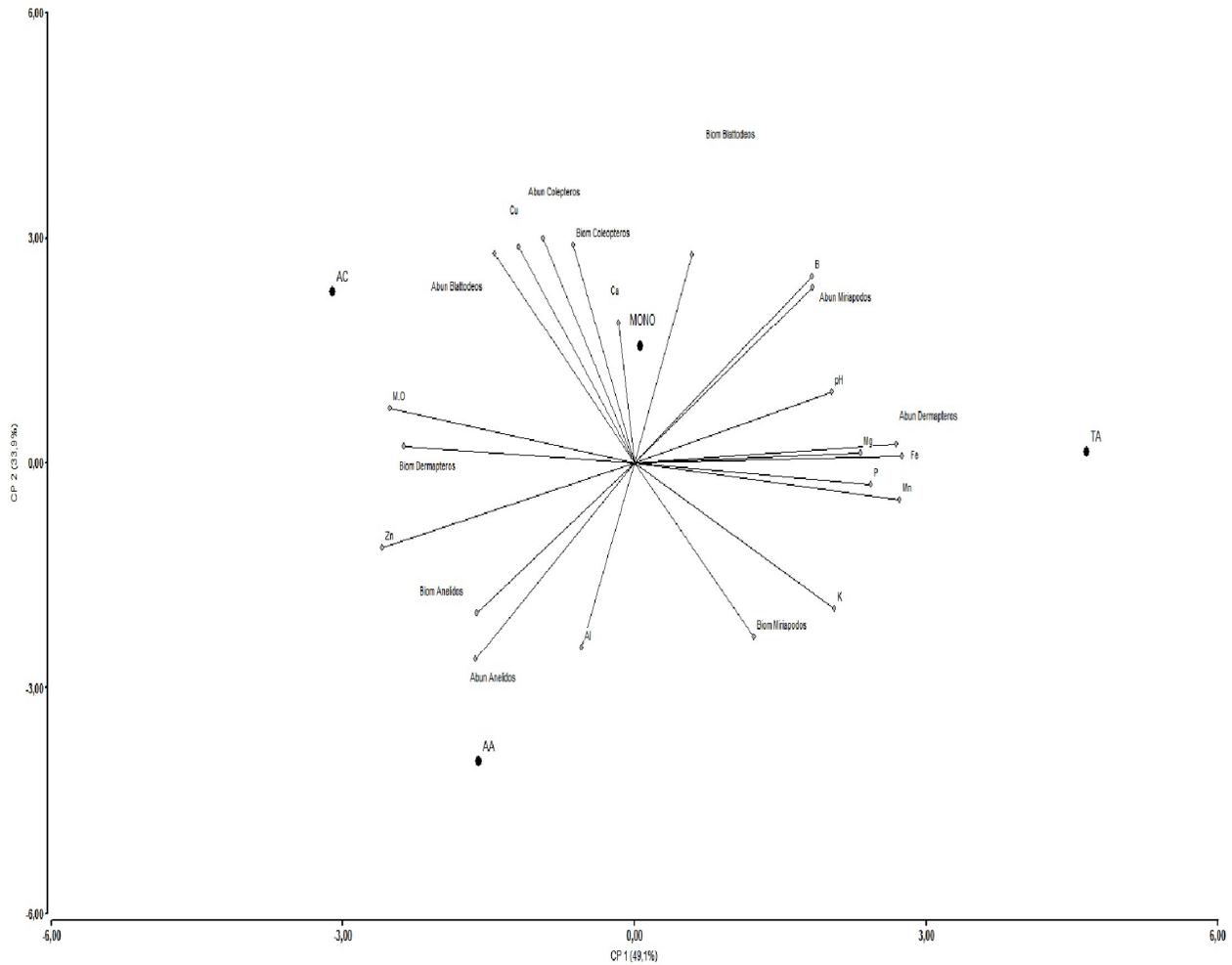
Cabrera et al. (2011) exponen que los macroinvertebrados edáficos generalmente son afectados debido a las alteraciones causadas por los diferentes usos de suelo en los cultivos, lo cual homogeniza la estructura vegetal, y a la vez incrementa el empleo de insecticidas como en el cultivo de Plátano; dicho patrón diferencial sólo se hizo evidente en coleópteros que presentaron diferencias significativas en la abundancia y la biomasa con respecto a los cuatro usos del suelo.

Usos del suelo	Blattodeos				Dermápteros			
	Abundancia (ind.m <sup>-2</sup> )		Biomasa (g.p.f.m <sup>-2</sup> )		Abundancia (ind.m <sup>-2</sup> )		Biomasa (g.p.f.m <sup>-2</sup> )	
	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.	M	E.E.
Tradicional arbóreo (TA)	1,73 <sup>a</sup>	0,32	0,55 <sup>b</sup>	0,12	2,25 <sup>c</sup>	0,63	0,09 <sup>a</sup>	0,03
Asociado café (AC)	2,72 <sup>b</sup>	0,58	0,55 <sup>b</sup>	0,15	1,00 <sup>a</sup>	0,0	2,28 <sup>b</sup>	0,08
Asociado frutales (AA)	1,61 <sup>a</sup>	0,18	0,28 <sup>a</sup>	0,06	1,25 <sup>ab</sup>	0,25	0,27 <sup>b</sup>	0,13
Monocultivo (MONO)	2,19 <sup>ab</sup>	0,34	0,78 <sup>b</sup>	0,18	1,75 <sup>bc</sup>	0,48	0,31 <sup>b</sup>	0,16

En el análisis de componentes principales la componente principal (CP) 1 y 2 explican el 83% de la varianza total. Se evidencia la ordenación de los tratamientos en el plano factorial definido por los dos primeros componentes del análisis de componentes principales (Figura 2). El CP 1 explica el 49,1% de la varianza total. En la parte positiva del

componente se sitúa los usos del suelo TA y MONO, en la parte negativa se dispone los usos AC y AA, siendo los factores de carga más importantes el Mn (0,29), abundancia de dermápteros (0,29), P (0,28) y biomasa de dermápteros (-0,26). Así pues, el primer factor refleja una separación entre los usos

del suelo, al oponer los factores de carga de las variables analizadas.



**Figura 2.** Análisis de Componentes Principales para los diferentes usos del suelo en el plano factorial definido por los dos primeros factores del análisis de componentes principales. Tradicional arbóreo (TA), Asociado café (AC), Asociado frutales (AA), Monocultivo (MONO).

El CP 2 explica el 33,9% de la varianza total. En la parte positiva del componente se sitúa uso del suelo AC. Este tiene como factores de carga más destacados el abundancia coleópteros (0,32), Cu. (0,31), biomasa coleópteros (0,31). El uso del suelo AA se disponen en la parte negativa del CP 2, y los factores de carga principales son la abundancia de anélidos (-0,28) y la biomasa de anélidos con (-0,22).

El análisis de componentes principales permitió visualizar el efecto los cuatro usos del suelo en el cultivo de Plátano sobre las variables químicas y los macroinvertebrados del suelo. Éste análisis permite

diferenciar cuatro patrones: donde el uso TA presenta los valores mayores en: Mg, Mn, P, Fe y la abundancia de dermápteros; el uso MONO presenta los valores mayores en Ca, Cu, biomasa de blattodeos y abundancia y densidad de coleópteros; el uso AC presenta los valores mayores en % M.O., abundancia de blattodeos y diomasa de dermápteros y el uso AA presenta los valores mayores en Zn, y en la abundancia y biomasa de anélidos.

Lo anterior ratifica que los usos del suelo en cultivos de Plátano inciden en la generación de ambientes o nichos que favorecen o limitan las variables químicas del suelo y la proliferación de los

individuos en los agroecosistemas. En este caso, la introducción de prácticas o técnicas culturales evidenció los efectos de los sistemas de manejo de los agroecosistemas sobre las características químicas y biológicas del lugar asociadas con la intervención humana.

### Agradecimientos

Los autores miembros del grupo Gestión en Agroecosistemas Andinos (GATA) de la Universidad Tecnológica de Pereira agradecen a los agricultores productores de Plátano de Armenia por facilitar los predios para la realización del estudio, a los estudiantes del Semillero de investigación Planificación soci ecológica del paisaje por el trabajo de campo, a la Vicerectoría de Investigación e Innovación de la Universidad Tecnológica de Pereira por la financiación del proyecto “Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales en cultivo de plátano, eje cafetero colombiano” y a Colciencias por la financiación del proyecto “Servicios ecosistémicos generados por diversos arreglos del cultivo de plátano en el Eje Cafetero Colombiano”

### REFERENCIAS

- ANDERSON JM, INGRAM J (1993) Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2a Ed. C.A.B. Oxford, 223p.
- ARISTIZÁBAL M (2013) Tipo de almacenamiento del cormo y su efecto en el crecimiento y producción del plátano (*Musa AAB*) Dominico-Hartón. *Acta Agron* 64 (1): 304-311.
- Cabrera GN, Robaina P, León (2011) Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pas. For.* 34 (3): 313-330.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO (CRQ) (2014) Sistema de información geográfico. Consultado Abril 1, 2014. En: <http://200.21.93.53/sigquindioii/VisorGeneral.aspx>
- FEIJOO A, M ZÚÑIGA, QUINTERO H, LAVELLE P (2007) Relaciones entre el uso de la tierra y las comunidades de lombrices en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Pastos y Forra* 30 (2): 235-249.
- FEIJOO A, ZUÑIGA C, QUINTERO H, CARVAJAL A, ORTIZ D (2010) Patrones de asociación entre variables del suelo y usos del terreno en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Acta Zool Mex* 2:151-164.
- FURCAL-BERIGUETE P, BARQUERO-BADILLA A (2013) Respuesta del plátano a la fertilización con P, K y S durante el primer ciclo productivo. *Agron Meso* 24(2): 317-327.
- GUHL A (2004) Café y cambio del paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 – 1997. *Cenicafé* 55(1):29-44.
- HERRERA J, ARISTIZÁBAL M (2003) Caracterización del crecimiento y producción de híbridos y cultivariedades de plátano en Colombia. *INFORMUSA* 12(2): 22-24.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUTÍN CODAZZI (2010). Estudio semidetallado de suelos y zonificación de tierras del departamento del Quindío. Escala 1: 25.000.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (2005) La cadena del plátano en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.
- MURILLO B (2010) Disponibilidad de recursos y tipos de sistemas de cultivo de café y plátano en la cuenca del río La Vieja, Colombia. Tesis M.E. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, (Colombia). 120 p.
- ROBINSON J, GALÁN V (2012) Plátanos y bananas. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, 321p.
- ZÚÑIGA M C, QUINTERO H, FEIJOO A (2003) Trayectoria de los sistemas de cría en un área del piedemonte de Alcalá, Valle del Cauca. *Scientia et Technica* 9: 81-86.
- ZÚÑIGA MC, FEIJOO 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: 291-296.