



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Evaluación de la mesofauna edáfica en sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) bajo manejo convencional y en transición, municipio de Andes, Antioquia

*Evaluation of soil mesofauna in the coffee production systems (*Coffea arabica* L.), under conventional management and in transition, municipality of Andes, Antioquia*

ROBAINA RODRÍGUEZ, Nayla¹; MÁRQUEZ GIRÓN,
Sara María²; RESTREPO, Luis Fernando³

^{1,2,3} Escuela de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia, ¹ nayla.robaina@gmail.com;
² saramariamarquezg@gmail.com; ³ frbstatistical@gmail.com.

Eje temático: Manejo agroecológico de los agroecosistemas y agricultura orgánica.

Resumen

La biodiversidad funcional de plantas, insectos y animales de los sistemas cafeteros del suroeste antioqueño, ofrecen múltiples servicios ecosistémicos que le dan prosperidad al territorio. Esta investigación evaluó los grupos funcionales de la mesofauna edáfica, en sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L), bajo manejo convencional y en transición. La Metodología consistió en un muestreo aleatorio estratificado por sistema de la mesofauna. Simultáneamente, se evaluó el estado de las propiedades físicas y químicas del suelo. Los análisis estadísticos, se llevaron a cabo por métodos multivariados de componentes principales. Los Resultados evidencian la mayor abundancia y composición funcional en el orden Transición II (Utilización de insumos orgánicos)>Transición I (Racionalización de insumos sintéticos)>Convencional (Utilización de insumos químicos). En conclusión, la fertilidad del suelo, es mayor en los sistemas de producción sostenibles que en los convencionales.

Palabras claves: Biodiversidad, Café, convencional, mesofauna edáfica, transición.

Abstract

The biodiversity functional of plants, insects and animals of those systems coffee of the Southwest Antioquia offers multiple services ecosystem that give prosperity to the territory. This research assessed the functional groups of soil mesofauna, in the coffee production systems (*Coffea arabica* L), under conventional management and in transition. The methodology consisted a random sampling stratified by system of the mesofauna. At the same time, the state of the physical and chemical properties of the soil was evaluated. The statistical analysis was carried out by multivariate methods of the main components. The results evidence the greater abundance and functional composition in the Transition II (Use of organic inputs)> Transition I (Rationalization of synthetic inputs) > Conventional (Use of chemical inputs) order. In conclusion, the soil fertility is greater in the sustainable production systems than in the conventional systems.

Keywords: Biodiversity, Coffee, conventional, soil mesofauna, transition.

Introducción

Desde los inicios de la agricultura, el componente suelo se ha considerado un pilar indispensable en el equilibrio de los agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2008).



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



En los sistemas cafeteros de Colombia, los suelos están siendo amenazados por el modelo de producción convencional, cuyo manejo ha generado pérdida de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, aspectos que impiden que este recurso no pueda alcanzar las condiciones de infiltración, contenidos de humedad, aireación, porosidad, estabilidad estructural, densidad y temperaturas apropiadas, que en conjunto favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas (Morell y Hernández, 2008).

Los suelos del suroeste antioqueño, se caracterizan por presentar un horizonte superficial orgánico de color oscuro y de textura arcillosa cuyo principal Material parental son las cenizas volcánicas (Andes, 2016).

La fertilidad de estos suelos se ve afectada por factores como la deforestación, las quemadas, el uso de agroquímicos, el monocultivo y la explotación minera. Tales factores antrópicos degradan los suelos, contaminan las fuentes de agua, disminuyen la biodiversidad endémica y provocan la disminución productiva del café, al mismo tiempo generan impactos negativos desde el punto de vista económico y social en la población de bajos recursos (Andes, 2016).

Ante esta problemática, el incremento de la biodiversidad, es la clave a seguir, para mantener en constante equilibrio los procesos ecológicos que se dan lugar entre el café y el ambiente e incrementar las múltiples interacciones arriba y debajo del suelo (Nicholls *et al.*, 2016).

Los grupos funcionales de la mesofauna edáfica al presentar susceptibilidad ante los factores edafoclimáticos y los efectos de manejo, constituyen bioindicadores del estado de fertilidad y calidad de los suelos (Socarrás, 2016).

Por tanto, la presente investigación, se realizó con el propósito de evaluar los grupos funcionales de la mesofauna edáfica en los sistemas cafeteros bajo manejo convencional y en transición.

Metodología

El estudio se llevó a cabo en el corregimiento Santa Rita del municipio de Andes, Antioquia. Este se localiza al suroeste de la cabecera municipal, a unos 12,1 km. Se encuentra a 5° 39' 13" de Latitud Norte y 75° 53' 37" de Longitud Oeste. Presenta un clima templado tropical húmedo y corresponde a las zonas de vida de bosque húmedo premontano. Las condiciones climáticas muestran una temperatura media aproximada entre 18°C y 24°C y un promedio anual de lluvias entre 1000 y 2000 mm (Andes, 2016).



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Los sistemas cafeteros fueron sometidos a un flujo de criterios de selección, correspondientes al tamaño del predio, tenencia de la tierra, experiencia productiva, grado de formación, participación comunitaria, disponibilidad de agua, articulación producción-comercialización, presencia de otras actividades productivas y franja altitudinal que poseen. La Metodología que se utilizó fue adaptada de Sarandón y Flores (2014). Al culminar el proceso de selección, sólo 13 fincas quedaron elegidas.

Las fincas cafeteras se encuentran asentadas en las veredas de San Gregorio, La Soledad, La Clara y Egipto, sobre una franja altitudinal entre 1700 y 2000 m.s.n.m. Los suelos de los sistemas cafeteros se han desarrollado a partir de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias con depósitos de cenizas volcánicas. Presentan una textura de suelos francos arenosos y arcillosos en algunos casos con alto contenido de minerales y un pH fuertemente ácido. Son muy profundos, con un horizonte superficial orgánico - mineral de color oscuro y por debajo de este se manifiesta otro de color pardo amarillo o rojizo, de buen drenaje, baja retención de humedad y de apariencia cascajosa. La materia orgánica y el contenido de nutrientes, varía según el tipo de manejo (IGAC, 2007).

Los sistemas de estudio, pertenecen a productores con más de 20 años en la producción del cultivo de café, ya sea por exposición solar o bajo sombrío asociado a diversas especies de pancoger, frutales y maderables. El diseño experimental de la investigación, consistió de la división de los sistemas cafeteros, en tres zonas de acuerdo al grado de la pendiente que corresponden a la parte alta, media y baja. En estas, se aplicó un muestreo aleatorio estratificado de la mesofauna, así como de las características físicas y químicas del suelo. Los criterios de selección de las plantas de café muestreadas corresponden a: Dosel, edad, estado vegetativo, cobertura asociada e inclinación topográfica. Los métodos estadísticos multivariados empleados corresponden a los análisis de componentes principales, MANOVAS y análisis biplot y discriminante. Los paquetes estadísticos empleados fueron el SAS UNIVERSITY EDITION, XLSTAT 2015, 2016.

El muestreo, extracción y proceso de identificación de la mesofauna, se realizó siguiendo las bases metodológicas de varios autores (Brusca y Brusca, 2003; Wolff, 2006; Krantz y Walter, 2009.).

Resultados y Discusión

La composición taxonómica y funcional de las comunidades de la mesofauna, arrojó importantes Resultados (Tabla 1).



Tabla 1. Composición taxonómica y funcional de la mesofauna edáfica

Phylum	Subphylum	Clase	Sub-clase	Orden (Suborden)	Familia	Grupo Trófico
				<i>Oribatida/ Cryptostigmata</i>	-	Detritívoros
	<i>Cheliceriforme</i>	<i>Chelicerata</i>	<i>Arachnida</i>	<i>Mesostigmada</i>	<i>Gamasidae</i> <i>Uropodidae</i>	Depredadores Detritívoros
				<i>Astigmata</i>	-	Fungívoros
				<i>Prostigmata</i>	-	Depredadores
					<i>Onychiuridae</i> <i>Hypogastruridae</i> <i>Neanuridae</i> <i>Isotomidae</i> <i>Entomobryidae</i> <i>Paronellidae</i> <i>Sminthuridae</i> <i>Dicyrtomidae</i>	Detritívoros
<i>Arthropoda</i>		<i>Entognatha</i>	-	<i>Collembola (Symphypleona, Poduromorpha y Entomobryomorpha)</i>		
	<i>Hexapoda</i>		-	<i>Diplura</i>	<i>Japygidae</i>	Detritívoros
		<i>Insecta</i>	<i>Pterygota</i>	<i>Psocoptera</i>	-	Detritívoros

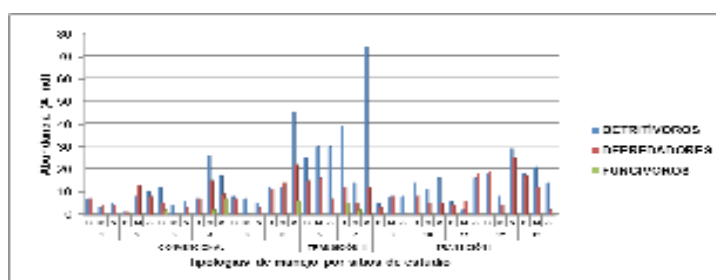


Figura 1. Abundancia y Composición funcional de la mesofauna edáfica en los sistemas cafeteros.

Sistemas cafeteros: 1-El Pedregal; 2-La Loma; 3-Esperanza J; 4-El Zapote; 5-La Cecilia; 6-La Esperanza L; 7-La Dalia; 8-La Cumbre; 9-San Juan; 10-La Isabela; 11-La Aurora; 12-El Progreso; 13-La Quinta.

La abundancia y el análisis trófico de la mesofauna, exhibió variaciones en las zonas de la pendiente y por tipologías de manejo (Figura 1). Estos grupos, expresaron capacidades diferentes en la regulación de los procesos edáficos. La composición funcional,



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



alcanzó los mayores valores de detritívoros y depredadores en la tipología en Transición II, seguidos de los sistemas en Transición I. Los detritívoros, representados en su mayoría por oribátidos y colémbolos, son artrópodos exigentes a la alimentación, por tanto requieren sistemas con buena cantidad de hojarasca compuesta por residuos de plantas y animales en descomposición y adecuadas condiciones de humedad y temperatura para desarrollarse y lograr su reproducción. Condiciones óptimas, que sólo se encontraron en estos sistemas. La abundancia de los depredadores está dada por la relación directa con sus presas, o sea estados inmaduros de oribátidos y colémbolos, de ahí las altas poblaciones observadas (Chocobar, 2010; Socarrás, 2013; Socarrás e Izquierdo, 2014).

Por otra parte, los sistemas Convencionales, presentaron la menor población de detritívoros, depredadores y fungívoros con respecto a los otros sistemas. Los grupos de detritívoros estuvieron mayormente representados por la presencia de psicópteros, insectos del medio edáfico que son capaces de recolonizar los sistemas más perturbados, en este caso debido a la poca cobertura y a los procesos erosivos que se originan en la pendiente por prácticas inadecuadas. Los depredadores alcanzaron sus máximos valores por la voracidad de gamasinos y prostigmados, mientras que los fungívoros, por su parte, se vieron bien representados por los astigmados, que encontraron condiciones apropiadas de alimentación, gracias al carácter ácido del suelo, y al desbalance de nutrientes, que se presenta en estos sistemas (Gulvik, 2007; Socarrás y Robaina, 2011; Socarrás, 2016).

Los análisis descriptivos y comparativos indican diferencias significativas, entre la zona alta con respecto a la media y baja para la variable detritívoros para ($p < 0.05$).

Estos Resultados evidencian, que los detritívoros de la mesofauna encuentran más alimentos y refugio en las partes altas de la pendiente, debido a que existe mayor contenido de hojarasca y poca perturbación antrópica, de ahí su mayor establecimiento en esta zona con respecto a los otros grupos (Tabla 2).



Tabla 2. Análisis descriptivo y comparativo de los grupos funcionales de la mesofauna edáfica en los sistemas cafeteros.

SISTEMAS	Zonas	GRUPOS FUNCIONALES DE LA MESOFAUNA		
		DETME (LE)	DEPME (LE)	FUNGME (LE)
Convencionales	Baja	7.8±4.0 a (a)	6.3±3.2 a (a)	0.3±0.8 a (a)
	Media	10±8.4 a (b)	7.6±7.1 a (a)	0.3±0.8 a (a)
	Alta	15±15.5 a (b)	8±7.2 a (a)	2.1±3.3 a (a)
Transición I	Baja	12±6.3 a (a)	10±7.4 a (a)	0±0 a (a)
	Media	10±6.9 a(b)	7±3.1 a (a)	0±0 a (a)
	Alta	17±7.6 a (b)	10±10 a (a)	0±0 a (a)
Transición II	Baja	32±9.8 b (a)	13±2.1 a (a)	2.5±3.5 a (a)
	Media	22±11.3 b (a)	10.5±7.7 a (a)	1±1.4 a (a)
	Alta	52±31.1 a (a)	9.5±3.5 a (a)	0±0 a (a)

Letras distintas indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$). Los grupos funcionales están conformados por los DETME - Detritívoros, DEPME - Depredadores, FUNGME – Fungívoros. LE- Indica el análisis de las letras estadísticas entre sistemas de manejo.

Con respecto a los sistemas cafeteros, la zona alta mostró diferencias entre el sistema Transición II, respecto a Transición I y Convencional, lo mismo sucedió en la zona media. Estas diferencias significativas de los análisis descriptivos y comparativos de la mesofauna, se deben, a que los sistemas en Transición II, son sistemas que simulan la biodiversidad funcional de un bosque y existe un equilibrio de todos los componentes que nutren el cultivo de café y disparan las poblaciones de la mesofauna. Los otros sistemas, al estar en contacto con procesos erosivos y presentar un desbalance en las propiedades físicas y químicas del suelo, siempre van a presentar un factor que frene y desequilibre, el normal establecimiento de los artrópodos de la mesofauna (Socarrás y Robaina, 2011).

Por otra parte, en la evaluación estadística Biplot, se observó que los grupos funcionales depredadores y detritívoros, están más asociadas con la humedad y la curva de retención de la humedad en el punto de capacidad de campo, los sistemas Convencionales, Transición I y II, se aprecian escalonados, lo que evidencia el efecto del sistema (Figura 2).



Por su parte, el análisis discriminante de la mesofauna, muestra una diferenciación en las unidades evaluadas asociadas con el sistema de Transición II. A pesar de la cercanía del sistema Transición I y el Convencional, se ven las observaciones definidas en el análisis (Figura 2). Los Resultados, muestran que los detritívoros y los depredadores están directamente relacionados con la humedad que exista en el suelo. Este factor es indispensable, ya que los detritívoros son susceptibles y si existe adecuada humedad, estos artrópodos podrán penetrar en las capas profundas del perfil del suelo, en busca de más alimentos, lo que acelera la formación del humus. Las condiciones propicias que se generan, le permiten construir sus nidos, le ofrece calidad de los residuos vegetales que van a descomponer. Mientras que los depredadores se estimulan por la presencia de tantos detritívoros para alimentarse, en un medio rico en nutrientes, con la humedad adecuada para reproducirse libremente (Socarrás e Izquierdo, 2014; Socarrás, 2016)

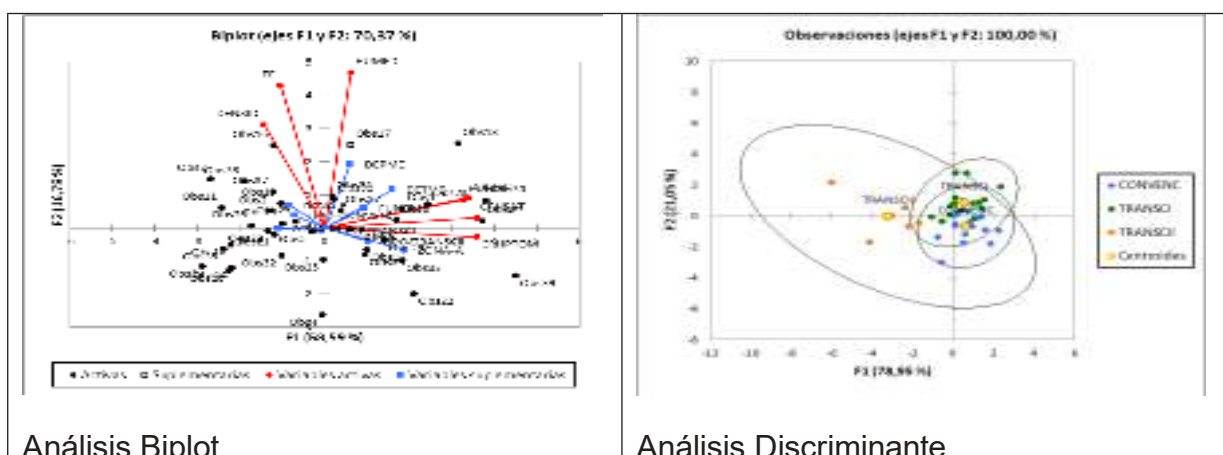


Figura 2. Análisis multivariado de la mesofauna edáfica en los sistemas cafeteros.

Conclusión

Se determinaron los grupos funcionales de la mesofauna edáfica en los sistemas cafeteros del municipio de Andes. Desde el enfoque agroecológico, estos contribuyen a fomentar procesos importantes en el agroecosistema, para el rediseño arriba y debajo del suelo de los sistemas cafeteros en el proceso de conversión. La mayor abundancia de detritívoros (Indicadores de fertilidad y estabilidad), se reportó en los sistemas en Transición I y II, mientras los depredadores y fungívoros (Indicadores de perturbación e inestabilidad), se incrementaron en los sistemas convencionales. Los análisis estadísticos por zonas de la pendiente y tipologías de manejo de los sistemas cafeteros, en interacción directa con las propiedades físicas y químicas del suelo, exhiben la mayor estabilidad y fertilidad del suelo en el orden Transición II > Transición I > Convencionales, siendo los últimos, los sistemas más perturbados, lo que los hace más propensos a la



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecosistemas
e Agricultura Orgânica



degradación progresiva de los suelos. Esta investigación demuestra una vez más la importancia de profundizar en las interacciones de bioindicadores edáficos para garantizar la calidad y fertilidad del suelo, así como el incremento de la biodiversidad hacia sistemas autosostenibles y resilientes.

Referencias bibliográficas

Altieri, M.A y Nicholls, C.I. (2008). Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. Universidad de California, Berkeley, 1 - 16.

Andes (2016). Plan Básico de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Andes. Temas: Geomorfología, Geografía y ecología, Usos de la tierra, Zonas de vida, Tipos de suelos. Obtenido el 1 de Marzo del 2016, desde: <http://www.andes-antioquia.gov.co/index.shtml>.

Brusca, R. and G. J. Brusca. (2003). Invertebrates. 2da Edición. 966 p.

Chocobar, E.A. (2010). Edafofauna como indicador de la calidad en un suelo Cumulic Phaozem sometido a diferentes sistemas de manejos en un experimento de larga duración. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias, Especialista en Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 63 p.

Gulvik, M.E. (2007). Mites (acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review. Polish Journal of Ecology, 55 (3): 415-440.

IGAC (2007). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Antioquia. 2. ed. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 595-599.

Krantz, G. W. & Walter, D. E. (Eds.) (2009). A manual of Acarology. 2 ed. Lubbock, TX, USA: Texas Tech University Press.

Morell, F. y Hernández, A. (2008). Degradación de las propiedades agrobiológicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados por la influencia antrópica y su respuesta agroproductiva al mejoramiento. Agronomía Tropical. Vol. 58 (4):3-15.

Nicholls, C.I., Altieri, M.A., Vázquez, L. (2016). Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. J Ecosys Ecograph S5: 010, 8 p.

Sarandón, S.J. y Flores, C.C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 375-410.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Socarrás, A e Izquierdo I. (2014). Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. Pastos y Forrajes. Vol. 37 (1):47-54.

Socarrás, A. & Robaina, N. (2011). Mesofauna edáfica en diferentes usos de la tierra en la Llanura Roja de Mayabeque y Artemisa, Cuba. Pastos y Forrajes. 34 (3):347-358 p.

Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. Pastos y Forrajes, Vol. 36(1): 5-13.

Socarrás, A. (2016). Variación de los componentes de la mesofauna edáfica en una finca con manejo agroecológico. Revista Pastos y Forrajes, Vol. 39 (1), 41-48.

Wolff, M.E (2006). Insectos de Colombia. Guía básica de familias. Laboratorio de Colecciones Entomológicas - GIEM. Universidad de Antioquia, 230 p.