



## Influencia de los sistemas agroforestales del Proyecto Plantar sobre la macrofauna del suelo.

### Influence of agroforestry systems of the Plantar Project on soil macrofauna

Castellanos González L<sup>1</sup>; González Pedraza A.F<sup>2</sup>; Capacho Mogollón A.E

<sup>1,2</sup> Docente Departamento de Agronomía. Universidad de Pamplona. Grupo de Investigación en GIAS. Vía a Bucaramanga Km1. Pamplona. lclcastell@gmail.com, anagonzalez11@gmail.com

<sup>3</sup> Docente Departamento de Zootecnia. Universidad de Pamplona. Grupo de Investigación en GIAS. Vía a Bucaramanga Km1. Pamplona. aecapacho@unipamplona.edu.co

### Resumen

El proyecto Plantar (Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el Departamento de Norte de Santander) se desarrolló desde en enero de 2018 y a junio de 2019 en los municipios Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua. El objetivo del trabajo fue evaluar la Influencia de 18 sistemas agroforestales del Proyecto Plantar sobre la macrofauna del suelo después de implementados los mismos en los seis municipios. Se compararon las variables de biodiversidad de la macrofauna en dos muestreos (abundancia, Índice de riqueza específica, índice de diversidad de especies de Margalef, índice de equidad de abundancia de Shannon-Wiener e índice de dominancia de Simpson), uno antes de sembrar los cultivos y otro al año de establecidos. Se realizaron análisis descriptivos de las variables estudiadas para las variables de modelos agroecológico. El establecimiento de los cultivos en los sistemas agroforestales tuvo impactos negativos y positivos sobre la macrofauna del suelo, al parecer debido a la heterogeneidad de la cobertura vegetal y del uso de suelo de las parcelas que aportaron los agricultores al proyecto. Al analizar la abundancia de la macrofauna se verifica que esta disminuye en todos los municipios, sin embargo, un análisis más detenido de otras variables como la riqueza y diversidad de especies, la equidad y la dominancia dentro de los modelos y grupos biológicos aportan resultados más favorables que cuando se analiza solamente de la abundancia.

**Palabras clave: Biodiversidad, abundancia, equidad, dominancia, modelos agroecológicos.**

### Abstract

The Plantar project (Strategic Agroecological Development with the use of ICT for the strengthening of promising crops in the Department of Norte de Santander) was

106

developed from January 2018 to June 2019 in the municipalities Arboledas, Convencon, La Playa, La Esperanza, Ocaña and Mutiscua. The research aimed to evaluate the Influence of 18 agroforestry systems of the Plantar Project on the soil macrofauna after their implementation in the six municipalities. The biodiversity variables of the macrofauna were compared in two moments (abundance, Specific wealth index, Margalef species diversity index, Shannon-Wiener index of abundance and Simpson dominance index), one before sowing the crops and another one a year after the established. Descriptive analyzes of the variables studied were carried out for the agroecological models. The establishment of crops in agroforestry systems had negative and positive impacts on soil macrofauna, apparently due to the heterogeneity of the vegetation cover and land use of the plots that the farmers contributed to the project. When analyzing the abundance of the macrofauna, it is verified that this decreases in all municipalities, however, a more detailed analysis of other variables such as species richness and diversity, equity and dominance within the models and biological groups provide more results. favorable than when analyzing only abundance.

**Key words: Biodiversity, abundance, equity, dominance, agroecological models**

### **Introducción**

De acuerdo a la talla del animal adulto y su forma de vida, existe una clasificación primaria de la fauna del suelo que la divide en microfauna, mesofauna y macrofauna (Fragoso et al., 2001). la macrofauna está compuesta por invertebrados que poseen una longitud igual o mayor de 10 mm y un ancho de cuerpo mayor de 2 mm, por lo que se pueden detectar a simple vista. Vive también dentro del suelo o inmediatamente sobre él y reúne esencialmente a las lombrices de tierra, moluscos, cochinillas, milpiés, ciempiés arácnidos y diversos insectos.

La fauna edáfica se puede separar en los grupos funcionales de detritívoros, fungívoros, herbívoros, depredadores y omnívoros, según su hábito alimentario y su contribución al funcionamiento multitrófico del ecosistema (flujos de energía y mejoramiento de la calidad del suelo) (Barnes et al., 2014).

La transformación de los ecosistemas naturales con fines agrícolas resulta en un impacto directo sobre las comunidades vegetales y la estructura física del suelo. En el suelo, provoca cambios negativos en la composición y la estructura de la fauna que lo habita, así como en el funcionamiento de este recurso y en general del ecosistema. Diversos autores enfatizan sobre la relación directa entre la eliminación de los invertebrados edáficos y la disminución de la estabilidad y fertilidad del suelo. Las variaciones ocurridas en estas comunidades dependen en primera instancia del cambio y la intensidad del uso de la tierra, que a su vez condicionan factores

107

edáficos determinantes para la edafofauna, tales como la temperatura, la humedad, la textura, el estatus nutricional y el contenido de materia orgánica (Ruiz et al., 2008).

La investigación sobre modelos agroecológicos con cultivos asociativos para evitar el impacto de la agricultura sobre el medio ambiente ha aumentado durante la década reciente, especialmente en Francia, Dinamarca y Suecia. En un periodo de 10 años fue realizado un extenso estudio para integrar y analizar una amplia cantidad de datos (Bedoussac et al., 2015).

El proyecto Plantar (Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el Departamento de Norte De Santander) sigue las tendencias internacionales, nacionales y municipales arriba señalados, tiene como objetivo general elaborar modelos agroecológicos para el desarrollo sostenible y la competitividad de los cultivos promisorios haciendo uso de TIC en seis municipios de este Departamento: Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua. El proyecto está financiado por la Gobernación del Norte de Santander y lo opera la Universidad de Pamplona. Se inició en enero de 2018 y tuvo una duración de 18 meses.

### **Metodología**

Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron seis municipios del Departamento Norte de Santander; Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua . En cada municipio se seleccionaron 15 fincas y sus familias para posteriormente establecer tres modelos agroecológicos (sistemas agroforestales).

La recolección de macrofauna en cada uno de los predios se realizó por medio de levantamiento de tres monolitos de 30 cm de largo por 30 ancho y 30cm de profundidad, estos se tomaron con ayuda del Palín, lo cual permite tener una mayor facilidad a la hora de sacar la muestra para su revisión, para un total de 45 monolitos/ municipio.

Los monolitos se tomaron de manera aleatoria en cada uno de los predios, asegurando cubrir las coberturas más representativas de los mismos, siendo la vía de conocimiento más asertiva para la identificación de la fauna asociada a las particularidades de los suelos.

En cada monolito se realizó la recolecta de fauna, estos se recolectaron de manera segmentada, revisando con lupa fragmentos del monolito de 10 cm aproximadamente en bandejas de color blanco, lo que permite que los artrópodos, anélidos y entre otros taxones encontrados contrasten aún más y facilite su recolecta con las pinzas entomológicas, cada individuo se almaceno en frascos de tapa rosca con alcohol al 70%, los cuales fueron debidamente marcados y

108

etiquetados, asegurando la fiabilidad de los datos para las posteriores identificaciones taxonómica y análisis estadísticos.

Posterior a la recolección, se realizó la revisión del material biológico, donde se cambió el alcohol, para reducir el deterioro de los ejemplares recolectados en caso de que estos tuvieran tierra o cualquier material orgánico deteriorante, estas muestras se revisaron con el taxónomo quien determino lo recolectado hasta la menor categoría taxonómica, esto se realizó con ayuda del estereoscopio y claves dicotómicas como (Carvalho, 1972) para Miridos, (Mound y Geoffrey, 1998) para Thysanoptera, (Amett y Thomas, 2000), (Castañeda et al., 2007) para Coleoptera, (Triplehorn & Johnson, 2005) para corroboración y demás individuos recolectados Para determinar los patrones de distribución de especies encontradas en cada predio, se elaboraron curvas de rango de abundancia.

Seguidamente, con los datos de abundancia y riqueza se calcularon algunos de los índices de biodiversidad recomendados por (Moreno, 2001) y ampliamente utilizados en estudios de diversidad y composición de especies como:

- Índice de Riqueza específica: S
- Índice de diversidad de especies de Margalef=  $D_{Mg} = (S-1) / \ln(N)$ .
- Índice de equidad de abundancia: (Shannon-Wiener)  $H' = - \sum (p_i) \ln(p_i)$
- Índice de dominancia de Simpson (D) =  $\sum p_i^2$

Siendo,

N= número total de individuos de todas las especies.

S= número de especies identificadas.

$p_i$ = proporción de la abundancia de una especie i, en relación al total de individuos de todas las especies.

Para la determinación de la influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables biológicas del suelo, se realizó un segundo muestro después de establecidos los cultivos en cada uno de los modelos, siguiendo la misma metodología descrita anteriormente

La información obtenida, se comparó con el primer muestreo en lo relacionado a los siguientes índices de biodiversidad o variables por finca y municipio: Abundancia, índice de riqueza específica, índice de diversidad de especies de Margalef, índice de equidad de abundancia e Índice de dominancia de Simpson. Se realizaron análisis descriptivos de las variables estudiadas a nivel de modelos agroecológicos y de municipios.

### **Resultados y discusión**

A continuación, se realiza una comparación de la situación de la macrofauna del suelo antes después de implementados los modelos agroecológicos por municipio.

109

En el municipio Arboledas, se encontró que antes de implementar los modelos, la especie más abundante fue *Solenopsis* sp.1 con 117 individuos (5,45%) seguida de *Megalomymex* sp.1 con 111 individuos (5,17%) y luego de implementados se hubo una variación, ya que encontró como especie más abundante a *Termitermes* sp1 con 143 individuos (12,98%) seguida de *Lumbricus* sp. con 77 individuos (7%).

Se observó una disminución en la abundancia de individuos, la riqueza específica y la diversidad de especies de Margalef en los tres modelos una vez se implementaron los mismos. En cuanto a la equidad de Shannon, disminuyó en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz), mientras que en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol) aumentó. Finalmente, la dominancia de Simpson, aumentó en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz), mientras que en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol) disminuyó ligeramente (Tabla 1).

Tabla 1. Índices de biodiversidad global de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Arboledas, Norte de Santander.

	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M)		Modelo 3 (CE-A-F)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Macrofauna	2018	438	923	387	295	277
Abundancia (N)	929	438	923	387	295	277
Riqueza específica (S)	70	39	99	44	33	23
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	10,24	6,41	14,49	7,38	5,80	4,08
Equidad de Shannon-Wiener (H')	3,66	3,14	4,01	2,93	2,94	3,19
Dominancia (Simpson)	0,037	0,07	0,02	0,07	0,07	0,06

Fuente: Elaboración propia

En Convención se cuantificó una abundancia total de 731 individuos en el año 2018 (estado inicial) mientras que en el año 2019 disminuyó a 376 individuos. En la mayoría de las fincas este valor disminuyó notablemente con excepción de las fincas 1 del modelo 1 CE-L-M, la Finca 9 del Modelo 2 CE-A-M/F y la Finca 14 del modelo 3 CE-C-P. En 11 de los 15 predios en estudio disminuyó la abundancia de la macrofauna

DE forma general la abundancia de especies (N) en los tres modelos (Cedro-Limón Tahití-Maíz Puyita, Cedro-Aguacate Choquette-Maíz Puyita/Frijol Rosado y Cedro-Cacao-Plátano Hartón) disminuyó entre los años de observación (2018 y 2019), caso contrario con la riqueza específica que en el año 2019 se encontró que dicho indicador aumentó con relación al 2018 en los tres modelos agroecológicos. El índice de diversidad de especies de Margalef y equidad de Shannon-Wiener presentan un aumento del año 2019 con relación al 2018. Por último, el índice de dominancia de Simpson, resultó mayor para los 3 modelos agroecológicos en el año 2018 en relación con el año 2019 (Tabla 2).

110

Tabla 2. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Convención, Norte de Santander

	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M/F)		Modelo 3 (CE-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Macrofauna	264	144	264	144	192	92
Abundancia (N)	264	144	264	144	192	92
Riqueza específica (S)	42	55	42	56	33	38
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	7,353	10,866	7,3	11,130	6,087	8,183
Equidad de Shannon-Wiener (H')	3,358	3,673	3,214	3,526	3,312	3,373
Dominancia (Simpson)	0,072	0,034	0,088	0,046	0,070	0,043

Fuente: Elaboración propia

En la abundancia total de la macrofauna de la Esperanza alcanzó 1009 individuos antes en 2018 y 309 individuos en 2019, luego de establecidos los Modelos Agroecológicos, con un valor medio de 67,26 individuos por finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 20,60 luego de establecidos, observándose amplias diferencias entre el número de individuos, antes y después de establecidos los Modelos Agroecológicos. desviación estándar= 132,44 antes de implementar el modelo y 48,78 luego de establecido.

También fue drástica la disminución en algunas especies, por ejemplo, la abundancia más alta antes de establecer los modelos era para *Atta* sp., 264 individuos, la cual disminuyó a cero después de establecidos los mismos. Igualmente sucedió con *Scolopendromorpha* sp., que de 74 pasó a cero después de establecido los cultivos.

Dentro de cada modelo agroecológico hubo una disminución de la abundancia. Al analizar los índices de riqueza de especies por modelo se evidenció que los índices disminuyeron ligeramente después de establecer los cultivos. Así, según el índice Diversidad de especies de Margalef se mantuvieron muy similares en los modelos AB-A-M y AB-L-M, con ligera disminución en el modelo A-C-P. El índice de Shannon-Wiener siembre aumentó ligeramente en todos los modelos excepto en el A-C-P., pero los valores quedaron siempre por debajo de 3 lo que indica una equidad baja. El índice de Simpson también se incrementó ligeramente excepto en el modelo A-C-P, pero no alcanzaron el valor 1 por lo que se considera una dominancia baja (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Esperanza, Norte de Santander

	Modelo 1 (AB-A-M)		Modelo 2 (AB-L-M)		Modelo 3 (AB-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	355	107	315	112	339	90

Riqueza específica (S)	73	58	65	56	79	55
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	12,4	12,4	11,29	11,87	13,560	12,41
Equidad de Shannon-Wiener (H')	1,512	1,584	1,503	1,584	1,514	1,452
Dominancia (Simpson)	0,765	0,7898	0,7616	0,7894	0,757	0,7365

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la abundancia de las fincas del municipio La Playa, se observaron 1011 antes de establecerse los modelos agroecológicos y 650 luego de establecidos, con un valor medio de 67,4 individuos por predio antes y un valor medio de 43,3 después. En 11 de los 15 predios en estudio disminuyó la abundancia de la macrofauna. En el tercer modelo conformado por Forestal – Maíz – Brevo, se presentó una disminución de individuos en todos los predios, siendo más significativa en el uno.

Se observó una disminución en el número de especies en los tres modelos después de su implementación. En la riqueza específica en los modelos Roble–Aguacate–Maíz y Roble – Brevo – Maíz aumentó levemente, mientras que el modelo Roble – Aguacate – Frijol presentó una disminución en este indicador. En la diversidad de especies, los tres modelos presentaron un aumento significativo, mientras que, en la equidad de Shannon, los modelos Roble – Aguacate – Maíz y Roble–Brevo– Maíz aumentaron sustancialmente y por el contrario, el modelo Roble–Aguacate – Frijol registró una disminución. Para la dominancia de Simpson, el modelo Roble – Aguacate–Frijol aumentó de manera significativa mientras que los otros dos modelos registraron una disminución, cumpliéndose lo planteado por Moreno (2001) que generalmente la equidad es inversamente proporcional a la dominancia (Tabla 4).

Tabla 4. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio La Playa

	Modelo 1 (R-L-M)		Modelo 2 (R-A-F)		Modelo 3 (R-B-M)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	311	189	322	254	378	204
Riqueza específica (S)	68	45	62	72	48	70
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	11,85	8,48	11,85	8,48	8,09	13,16
Equidad de Shannon-Wiener (H')	3,58	2,48	3,37	3,66	3,22	3,72
Dominancia (Simpson)	0,05	0,24	0,07	0,05	0,06	0,04

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la abundancia en Mutiscua se contabilizaron 931 antes de establecer el modelo agroecológico en las fincas y 369 luego de establecer el modelo, con un

112

valor medio de 62,1 individuos/finca antes y 24,6 después de establecido los modelos. En 14 de los 15 predios en estudio disminuyó la abundancia de la macrofauna.

La riqueza específica (S) también disminuyó en los tres modelos, pero en alrededor de 19 especies en el modelo Aliso-Ciruelo-Zanahoria. El índice de diversidad de especies de Margalef ( $D_{Mg}$ ) disminuyó en todos los modelos. El índice de equidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) disminuyó en todos los modelos, mientras que el índice de dominancia (Simpson) por su parte con valores muy bajos aumentó en todos los modelos, cumpliéndose lo planteado por Moreno (2001) que plantea que generalmente cuando la equidad es alta la dominancia es baja (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander

	Modelo 1 (A-C-M)		Modelo 2 (A-C-Z)		Modelo 3 (A-C-TA)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	116	105	348	183	348	183
Riqueza específica (S)	39	36	49	30	34	26
Diversidad de especies de Margalef ( $D_{Mg}$ )	7,99	7,52	8,20	5,57	5,92	5,69
Equidad de Shannon-Wiener ( $H'$ )	3,21	3,11	3,41	2,61	3,04	2,84
Dominancia (Simpson)	0,06	0,07	0,05	0,11	0,06	0,08

Fuente: Elaboración propia

En las fincas de Ocaña de 613 individuos en el año 2018, la abundancia de la macrofauna disminuyó a 400 individuos en 2019. En 11 de las 15 fincas este indicador disminuyó.

La riqueza (S) y el índice de diversidad de Margalef disminuyeron en los tres modelos evaluados en el año 2019 con respecto al 2018, es decir, que la macrofauna fue muy sensible a los cambios generados durante ese primer año de implementación de los modelos. El índice de equidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) tuvo un aumento importante en el modelo NC-A-M en el 2019 con respecto al 2018 mientras que en los modelos NC-C-P y NC-A-F disminuyó a la mitad en el año 2019. El índice de dominancia (Simpson) por su parte, contrariamente tuvo un aumento importante en el modelo NC-A-M y NC-A-F mientras que en NC-C-P disminuyó (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Ocaña, Norte de Santander

	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M/F)		Modelo 3 (CE-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	241	106	302	75	242	220
Riqueza específica (S)	58	40	56	32	56	30



Diversidad de especies de Margalef (DMg)	10,57	8,57	9,807	7,31	10,20	5,56
Equidad de Shannon-Wiener (H')	3,427	8,599	3,346	1,753	3,667	1,315
Dominancia (Simpson)	0,052	3,115	0,055	0,030	0,041	0,573

Fuente: Elaboración propia

Los agricultores aportaron al proyecto parcelas de 2 ha en cada finca, estas podían tener diferentes usos de suelo, y en muchos casos estaban destinadas a potreros o eran áreas de barbecho en transición hacia un bosque natural donde en cierta medida había un equilibrio natural con alta abundancia inicial de la macrofauna como Arboledas 2147 individuos (Tabla 7) y pero con el mayor coeficiente de variación entre las fincas y fue uno de los municipios que tuvo las mayores afectaciones.

Tabla 7. Estadística descriptiva de la abundancia de ejemplares de la macrofauna del suelo en los municipios del Proyecto Plantar

macrofauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Abundancia	2147	731	1009	1011	931	785
Promedio / finca	143,13	48,73	67,27	67,4	62,07	52,33
Mínimo	17	18	23	25	18	18
Máximo	433	103	128	128	150	127
Coeficiente de variación (%)	92,53	54,70	45,87	37,18	55,10	50,65

Fuente: Elaboración propia

De igual forma puede observarse que los municipios como Arboledas y Ocaña con la mayor riqueza específica en general, mayor biodiversidad y mayor equidad relativos al inicio (Tabla 8), pues mostraron estos indicadores desfavorecidos en todos los modelos agroecológicos, lo que reafirma que donde había mayor equilibrio fue donde más variaron los indicadores con el establecimiento de los modelos agroecológicos.

Tabla 8- Indicadores de biodiversidad de la macrofauna por municipio

Indicadores macrofauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Riqueza	156	119	99	115	86	121
Diversidad	20,20	17,89	14,17	16,48	12,43	18,00
Dominancia	0,02	0,04	0,10	0,04	0,03	0,03
Equidad	4,29	3,85	3,18	3,86	3,86	3,93

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados globales en las 15 fincas de cada municipio al inicio indica que las comunidades de la macrofauna presentaban una diversidad alta por el índice de Margalef y de media a alta acuerdo a lo establecido por Medrano et al. (2017), quienes proponen como otro indicador de la diversidad al índice de Shannon-Wiener, el cual normalmente varía de 1 a 5, e interpretan a valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3,5 media y superiores a 3,5 como diversidad alta, en tanto que un valor  $<0,17$  en el índice de Simpson indica una dominancia baja, calificación aplicable para todos los municipios del proyecto. Al final del proyecto presentaron la dominancia por debajo de este valor, favorable al agroecosistema todos los modelos agroecológicos de Arboledas, Convención y Mutiscua, dos de la Playa y uno de Ocaña.

También la disminución de la abundancia de la macrofauna pudiera explicarse porque el primer muestreo en todos los municipios se realizó en el mes de abril 2018 y el segundo en febrero de 2019, que coincidió con un periodo de fuerte verano en casi todos los municipios ya que Tapia et al. (2019) encontró diferencia significativa en la densidad poblacional de las especies entre los dos periodos de muestreo, indicando que la estacionalidad de la pluviosidad puede afectar la densidad de la macrofauna del suelo dependiendo del periodo de muestreo. Sin embargo, en una investigación realizada en Brasil durante la época de seca, se encontró una alta densidad de la macrofauna del suelo, mediada por el alto número de insectos sociales recolectados (Amazonas et al., 2018), por lo que el hábito de la especie de macrofauna debe ser tenida en cuenta en las comparaciones.

Los presentes resultados no se alejan de otros donde a pesar de que la abundancia de la macrofauna fue mucho mayor en el ambiente clímax (selva) con relación al ambiente más degradado (cultivo), la relación abundancia-riqueza fue similar en ambos sistemas (Mancilla et al., 2017)

### **Conclusiones**

El establecimiento de los cultivos en los sistemas agroforestales tuvo impactos negativos y positivos sobre la macrofauna del suelo, al parecer debido a las heterogeneidades de la cobertura vegetal y del uso de suelo de las parcelas aportaron los agricultores al proyecto, disminuyendo la abundancia de las especies en todos los modelos agroecológicos.

Favorecieron la riqueza, la biodiversidad y la equidad de especies cuatro modelos agroecológicos: Cedro-Limón-Maíz, Cedro-Aguacate- Maíz y Cedro-Cacao-Plátano de Convención y en el modelo Roble-Brevo-Maíz de La Playa, de igual forma la biodiversidad y la equidad en los modelos Abarco-Aguacate-Maíz y Abarco,-Cacao-



115

Plátano de Esperanza, la riqueza y la equidad en el de Roble-Aguacate-Frijol de La Playa y la riqueza específica del modelo Nogal cafetero-Aguacate-Maíz de Ocaña. En los modelos Abarco-Cacao-Plátano de La Esperanza, el de Roble -Limon Maiz de la Playa y Nogal cafetero-Cacao-Plátano y Nogal cafetero-Aguacate-Frijol de Ocaña. así como los seis modelos agroecológicos de Mutiscua y Arboledas se vieron disminuidos los índices de riqueza, de biodiversidad y de equidad de especies con la intervención de los modelos agroecológicos.

### Referencias bibliográficas

Amazonas NT, RAG Viani, MGA Rego, FF Camargo, RT Fujihara, OA Valsechi. 2018. Soil macrofauna density and diversity across a chronosequence of tropical forest restoration in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 78(3): 449-456. DOI:10.1590/1519-6984.169014..

Amett, R., & Thomas, M. (2000). *American beetles Achostemata, Myxophaga, Adepaga Polyphaga: Staphyliniformia*. Nort America: CRC Press.

Barnes, A.D., M. Jochum, S. Mumme, N. F. Haneda, A. Farajallah, T. H. Widarto, U. Brose. 2014. Consequences of tropical land use for multitrophic biodiversity and ecosystem functioning. *Nature Communications* 5: 5351.

Bedoussac, L., Journet E.-P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E. S., ... Justes E. (2015). Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legumes in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-014-0277-7>.

Carvalho, J. (1972). Mirideos Neotropicales CXLVI: Genero Monalonion H-S., 1853. Hemiptera). *Museu Nacional, Rio de Janeiro GB*.

Castañeda, A., Valdez, J., Equihua, A., Gonzales, H., Romero, J., Solis, J., y Fragoso, C., P. Reyes-Castillo y P. Rojas. 2001. La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) Número especial 1: 1-10.

Mancilla, R.F., Rangel, L.J, Falcón, A.; Gamboa, J., Valdez, J. D. (2017) Riqueza y abundancia de la macrofauna epigea en cuatro sistemas tropicales del estado de Chiapas, México *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 33, (3), 464-471-

Medrano, M.de J., Hernández, F.J., Corral, S., Nájera, J.A. (2017). Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(40), 57-68. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v8n40/2007-1132-remcf-8-40-00057.pdf>

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Ed. GORFI. Zaragoza, 86 p



116

Mound, L., y Geoffrey, K. (1998). *Thysanoptera an identification guide second edition*. London UK: Cab International.

Ruiz, N., P. Lavelle y J. Jiménez. 2008. *Soil Macrofauna Field Manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma, Italy, 100 pp.

Tapia, S.C.; Pinto, C.A., Candre, A., Asencio, C., Cuellar, R., Waldez, F. (2019) Caracterización de la macrofauna del suelo en fragmentos forestales en el municipio de Leticia, Amazonía colombiana. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 11, (1), 13. DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n1.2019.690>

Triplehorn, C., y Johnson, N. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects 7 Edition* . USA: Thomson Brooks.

\*Para citar este artículo: Castellanos González L; González Pedraza A.F;Capacho Mogollón A.E. Influence of agroforestry systems of the Plantar Project on soil macrofauna..Revista Bistua. 2019.17(3):105-116.

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Leónides Castellanos González. . Universidad de Pamplona. Grupo de Investigación en GIAS. lclcastell@gmail.com,

Recibido: Noviembre 02 de 2018

Aceptado: Febrero 02 de 2019