



## **A1-289 Resiliencia de la biodiversidad natural frente a las prácticas de manejo en sistemas productivos de aguacate**

Mateo Barrera Betancourth, Universidad Nacional de Colombia, [mababe@unal.edu.co](mailto:mababe@unal.edu.co)  
Darío A. Castañeda Sánchez, Universidad Nacional de Colombia, [dacasta4@unal.edu.co](mailto:dacasta4@unal.edu.co)  
León D. Vélez Vargas, Universidad Nacional de Colombia, [ldvelez@unal.edu.co](mailto:ldvelez@unal.edu.co)

### **Resumen**

Las labores antrópicas sobre los sistemas productivos ocasionan deterioros ambientales y pérdidas de la capacidad de los sistemas para enfrentar perturbaciones externas, pero la biodiversidad se presenta como estrategia para mitigar estos efectos y generar resistencia en pro de la eficiencia del sistema, por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la resiliencia de la biodiversidad en plantas acompañantes, frente a las prácticas de manejo en sistemas productivos de aguacate en la Cuenca del Río Negro de Antioquia – Colombia. Se encontró que los sistemas productivos de aguacate, presenta alta diversidad de plantas acompañantes reportando valores de Shannon de 2.26 para el manejo mecánico (MM) y 2.69 para manejos mixtos (MMx), mientras que el índice de Simpson, los valores medios encontrados fueron 0.85 para las MM y 0.87 para los MMx. Lo que sugiere una condición de resiliencia natural propia para los sistemas productivos aguacateros de la cuenca.

**Palabras-clave:** Biodiversidad; Indicadores; Resistencia.

**Abstract:** The anthropic labors on the productive systems they cause deteriorations environmental and losses of the capacity of the systems to face external disturbances, but the biodiversity appears as strategy to mitigate these effects and to generate resistance in favor of the efficiency of the system, therefore, the objective of this study was to evaluate the resilience of biodiversity in companion planting, versus management practices in avocado production systems in the Black River basin of Antioquia - Colombia.. It was found that the productive systems of avocado, he presents high diversity of plants accompanists bringing values of Shannon of 2.26 for the mechanical managing (MM) and 2.69 for mixed managing (MMx), whereas Simpson's index, the average opposing values were 0.85 for the MM and 0.87 for the MMx. What native suggests a condition of resilience own for the productive in avocado systems of the basin.

**Keywords:** biodiversity; Indicators; strength.

### **Introducción**

La agricultura, se basa en un número cuantificable de especies que se desarrollan en lugares manipulados por el ser humano, dentro de una misma unidad biogeoestructural (Agroecosistemas). Dentro de las labores del ser humano, se encuentra el manejo de las plantas acompañantes, que en la mayoría de los casos, se ha limitado a las aplicaciones de herbicidas, siendo esta estrategia muy cuestionada, debido a los altos costos y problemas técnicos generados por la aplicación y contaminaciones ambientales por el uso inadecuado de ellos.

Los sistemas productivos, a pesar de las acciones antrópicas para controlar las especies acompañantes, han demostrado resiliencia, que se define como la capacidad que presenta un sistema de mantener su productividad y recuperarse, frente a perturbaciones externas. Una de las manifestaciones de la resiliencia, se da con la repoblación de la comunidad vegetal emergente. Ya que esta, a pesar de generar competencia con el sistema productivo, presta servicios ecológicos como la regulación del micro clima, disminución de pérdidas por



erosión, fijación de carbono, hospedaje de fauna y entre las más importante está el aumento de la biodiversidad dentro del sistema productivo (Sarandon & Flores, 2014).

La biodiversidad, en el “Convenio sobre la Diversidad Biológica” en 1992, se definió oficialmente como la diversidad genética de especies y de ecosistemas (Naciones Unidas, 1992). Sin embargo, la agricultura es una de las acciones antrópicas que puede generar cambios negativos sobre la diversidad, debido a que la agricultura, implica una simplificación del sistema y disminución de la biodiversidad. A pesar de esto, los sistemas productivos, presentan mayores niveles de resistencia cuando son frecuentemente perturbados como mecanismos de respuestas (Death, 1996).

Por lo anterior, se plantea como objetivo de esta investigación, evaluar la resiliencia en la biodiversidad natural de las plantas acompañantes frente a las prácticas de manejo en sistemas productivos de aguacate, comparando métodos mecánicos, frente a controles químicos en predios de la Cuenca del Rio Negro de Antioquia – Colombia.

### **Metodología**

La investigación se realizó en 50 predios de aguacate ubicados en la Cuenca del Rio Negro, perteneciente al Oriente Antioqueño, una de las 9 subregiones del departamento de Antioquia (Colombia), caracterizado por su variedad climatológica, la oferta paisajística y su riqueza hídrica. La cuenca se configura, de acuerdo con la clasificación de Holdrige, en zonas de vida de, bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

En cada uno de los 20 puntos de muestreos seleccionados en cada finca, se ubicó un marco aforador con dimensiones de 0.5m \* 0.5m, se identificó cada especie presente y a cada una, se le dio una valoración cuantitativa de la densidad (D) en porcentaje, para tal motivo, si una especie ocupaba la totalidad del aforo, su densidad era del 100% (1), pero si esta especie no estaba presente su valor era el 0% (0). Con base en la D, se calculó la dominancia (d) de la especie y la frecuencia (F), calculada a partir de la presencia de ella en los diferentes aforos.

Se realizó el cálculo del índice de valor de importancia (IVI), para cada arvense por finca. El IVI es un indicador de importancia fitosociológica, usado para jerarquizar las especies que presentan mayor competencia por su densidad y dominancia frente a las demás. Su cálculo se realiza con base en la densidad relativa ( $D_r$ ), dominancia relativa ( $d_r$ ) y frecuencia relativa ( $F_r$ ) (Tabla 1).

De igual manera se realizó el cálculo del índice de diversidad de Simpson ( $\lambda$ ) (Simpson, 1949), que indica la probabilidad de encontrar un mismo individuo en dos extracciones al azar, en donde su valor menor es 0 y  $(1 - 1/S)$ , pero como su valor es contrario a la diversidad, esta es calculada a partir de  $(1 - \lambda)$ . Otro indicador calculado fue el índice de Shannon que se define como la medida del grado de incertidumbre de la selección aleatoria de un individuo dentro de una comunidad (Shannon & Weaver, 1949). Y por último se calculó la serie de Hill, quien expresa el número efectivo de especies en una muestra donde  $N_0$  = número total de especies,  $N_1$  = número de especies abundantes y  $N_2$  = número de especies muy abundantes (Hill, 1997).

**TABLA 1.** Ecuaciones para el cálculo de los indicadores

Factor	Ecuación
IVI	$Dr + dr + Fr$
Simpson	$\lambda = 1 - \sum Pi^2$
Shannon	$H' = - \sum Pi \ln Pi$
(S.H) N = 0	Número total de especies
(S.H) N = 1	$e^{H'}$
(S.H) N = 2	$1/\lambda$

$Pi$  (Número total de individuos de las especie  $i$ , dividido el número total de individuos de la muestra), S.H (Serie de Hill)

Por otro lado, se realizó una entrevista semiestructurada con el fin de obtener información sobre el tipo de manejo realizado en cada finca. Encontrando dos diferentes prácticas, dentro de las cuales se consideran. El uso de guadaña, erradicación manual y machete, al igual que la combinación de ellas llamado Manejo Mecánico (MM). La segunda práctica fundamente en el uso combinado de control mecánico junto con el control químico llamado Manejo Mixto (MMx).

Para cada punto de muestreo, se tomó una muestra de suelo y se midió la Máxima Capacidad de Retención de Humedad (MCRH), valor que indica el nivel máximo de agua que puede retener el suelo, con base en su peso.

### Resultados y discusiones

Se identificaron un total de 92 especies, en 72 géneros, dentro de 33 familias botánicas, con 32.61% de plantas liliopsidas y 67.39% de magnoliopsidas. Se destacan las familias Asteraceae y Poaceae, quienes presentan la mayor cantidad de especies.

A partir del IVI fueron seleccionadas las especies de mayor importancia dentro del cultivo, por características de dominancia, frecuencia y densidad (Tabla 2). De las 10 especies *M. minutiflora* reportó el IVI más alto (0.51), seguida por *D. horizontalis* y *P. clandestinum* con 0.44 y 0.40 respectivamente. *C. diffusa* representa el IVI más bajo al igual que *B. pilosa* con 0.204 y 0.210 respectivamente.

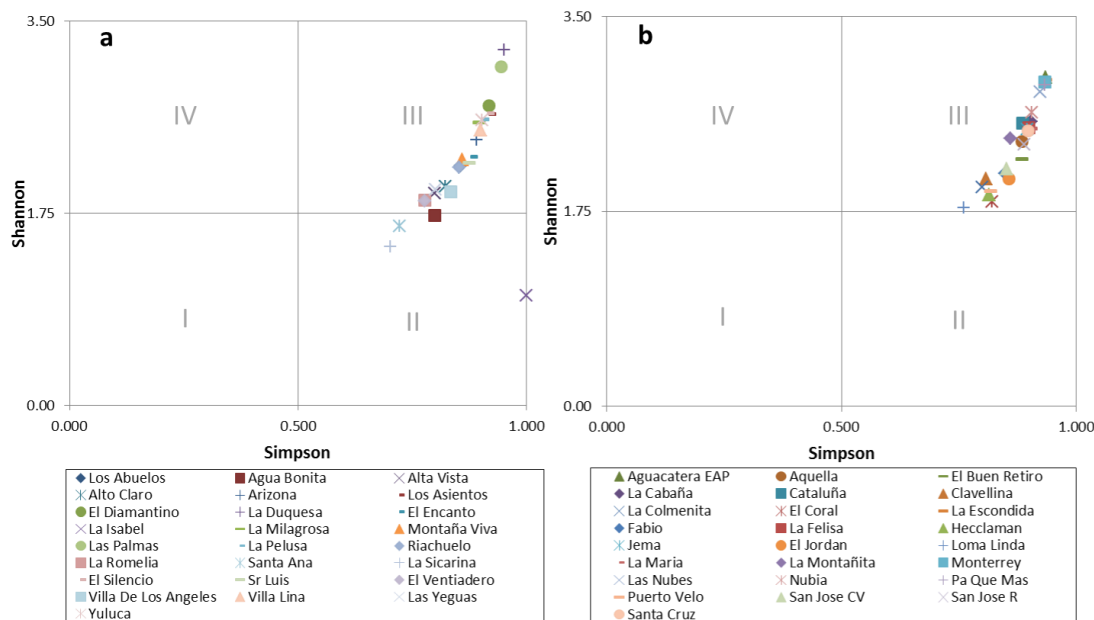
**TABLA 2.** Media del IVI en las especies de mayor importancia

Especie	IVI	Especie	IVI
<i>Bidens pilosa</i> L.	0.21042	<i>Oxalis corniculata</i> L.	0.26008
<i>Commelina diffusa</i> Burm F.	0.20468	<i>Pennisetum clandestinum</i> H.	0.40433
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	0.44114	<i>Polygonum nepalense</i> Meisn	0.26039
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	0.29613	<i>Pteridium aquilinum</i> L.	0.28281
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv	0.51076	<i>Taraxacum officinale</i> L.	0.22596

Se realizaron los cálculos del índice de diversidad de Simpson y Shannon con el fin de calcular el nivel de diversidad para cada finca. Por lo tanto, al realizar la comparación del grado de diversificación natural de las plantas acompañantes se encuentran altos valores, tanto para el indicador de Shannon, como para el indicador de Simpson.

Se compara la diversidad de ambos manejos, en el espacio de análisis de la figura 1. En donde el cuadrante I, corresponde a niveles muy bajos de diversidad para las fincas

evaluadas. El cuadrante II pertenece a fincas cuyo índice de Simpson presenta altos valores, mientras que el Indicador de Shannon es bajo. El cuadrante III corresponde a la condición óptima de diversidad. Presentando fincas con altos niveles de diversidad, tanto para ambos indicadores y por último el cuadrante IV, pertenece a sitios con altos valores para el índice de Shannon, pero bajos para el índice de Simpson.



**FIGURA 1.** Espacio de análisis para la comparación de los indicadores de diversidad en las fincas evaluadas. a) Fincas con manejo mecánico, b) fincas con manejo mixto (Mecánico y Químico).

A partir del espacio de análisis de la figura 1, se compararon los índices de diversidad, calculados para las fincas, encontrando que estas en su mayoría, se ubican dentro del cuadrante III. Lo que indicó altos niveles de diversidad, con base en ambos indicadores. Sin embargo, se observó que en aquellas fincas donde se realizan manejos mecánicos únicamente, dos de ellas se ubicaron en el cuadrante II parte superior. Sugiriendo que a pesar de estar ubicadas en este espacio, la densidad de las especies presentes en estas fincas, son homogéneas sin presentar una dominancia marcada de alguna de las especies, frente a las demás, esto debido, a que en este cuadrante, se ubican los valores altos para el indicador de Simpson.

Se realizó el cálculo de la serie de Hill, dando como resultado el número efectivo de especies abundantes (N1) y muy abundantes (N2) esperadas para cada una de las fincas. En aquellos sistemas productivos donde se realizan manejos mecánicos se encontraron valores medios de.  $N_0 = 14.6$ ,  $N_1 = 10.6$  y  $N_2 = 8.4$ . De igual manera, se calculó la serie de Hill para los sistemas productivos donde se realizan manejo mixtos, encontrando valores de  $N_0 = 15.6$ ,  $N_1 = 11.4$  y  $N_2 = 9.1$ . Lo que indican que en ambos tipos de manejos, la presencia de especies en las fincas es alta, al igual que el número efectivo de ellas. Por otro lado, se realizó un análisis de varianza, para cada una de las series de Hill, respecto a los métodos de manejo, donde no se encontró diferencias significativas.

El mismo comportamiento se obtiene al realizar un análisis de varianza para los indicadores Shannon y Simpson, donde no se encontró diferencias significativas frente a las dos prácticas de manejo ( $P = 0.35$  y  $P = 0.24$  respectivamente). Se obtuvieron valores de



Shannon de 2.26 para el manejo mecánico y 2.69 para el manejo mixto, mientras que para el índice de Simpson los valores medios encontrados fueron 0.85 para las prácticas mecánicas y 0.87 para los manejos mixtos.

Considerando los valores medios obtenidos para cada uno de los indicadores, se infiere que estos sistemas, tienen alta diversidad, debido a que el máximo valor teórico que puede tener el índice de Simpson es 1, mientras que el índice de Shannon corresponde a 3.5 según los datos obtenidos. Indicando que estos valores máximos, son muy cercanos a los obtenidos con el muestreo en campo.

Por lo tanto, se hace evidente el comportamiento que presentan estos sistemas productivos, indiferentes de la práctica de manejo que realicen, ya que a pesar de ejercer una fuerte presión para el control de las plantas acompañantes, la respuesta de estos se direcciona a mantener unos niveles considerables de diversidad, como respuesta a las perturbaciones antrópicas, mostrando una capacidad de resiliencia natural, para las características propias de la cuenca en estudio, que se encuentra en bosques húmedos de montaña, una zona de vida que se caracteriza por su oferta y capacidad de preservación de la biodiversidad (Gentry, 1992)

La zona presenta suelos con muy buena capacidad para retener agua, donde se encontraron valores entre el 76.19% y 197.2% de MCRH, con un valor medio para las mil muestras de suelos analizados de 129.8% de MCRH. Esto sujeto a la oferta que presenta la alta biodiversidad dada por los mulching o mantillos verdes, disminuye las pérdidas de agua por evaporación, se reduce la erosión y se mejora la penetración del agua. Lo que concede a estos sistemas, mayor capacidad de resiliencia frente a las acciones antrópicas o efectos ambientales (Nicholls, 2013). Lo cual unido a las condiciones de humedad de la zona, se presenta como potencial para la preservación del agua en los sistemas.

## **Conclusiones**

Los sistemas productivos de aguacate de la cuenca del Rio Negro, presentan una gran biodiversidad indiferente de la práctica de manejo para el control de las plantas acompañantes, lo que indica una resiliencia natural de la cuenca, debido a la oferta que tiene a la región, por encontrarse dentro de una zona de vida de bosque húmedo de montaña, la cual ofrece protección a la biodiversidad.

## **Agradecimientos**

La Dirección de Investigación sede Medellín (DIME), quien financio el proyecto por medio de la convocatoria. Programa Nacional de semilleros de investigación, creación, e innovación de la universidad Nacional de Colombia 2013-2015

## **Referencias bibliográficas**

- Death, R. G., 1996. Predicting the impacts of biological and physical disturbances: does theoretical ecology hold any answers?. *Zealand Journal of Ecology*, 20(1), pp. 17 - 26.
- Gentry, A. H., 1992. Tropical forest biodiversity: distribution patterns and their conservation significance. *Oikos*, 63(1), pp. 19 - 28.
- Hill, M. O., 1997. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 79(1), pp. 413 - 416.
- Naciones Unidas, 1992. Convenio sobre Diversidad Biológica. Rio de Janeiro, s.n.
- Nicholls, C., 2013. Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En: C. Nicholls, L. A. Ríos & M. A. Altieri, eds. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín: Legis S.A., p. 18.



- Sarandon, S. & Flores, C., 2014. Bases teoricas para el manejo de agroecosistemas sustentables. 2014 ed. La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata.
- Shannon, C. & Weaver, W., 1949. The mathematical theory of communication. University of illinois press, p. 144.
- Simpson, E., 1949. Measurement of diversity. Nature Lond, p. 688.