Evaluación de la estructura y diversidad de un área productiva con un sistema pastoril silvícola

Juan Manuel Santos-Sánchez, Juan Andrés Rosales-Hernández Horacio Villalón-Mendoza*

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Carretera Nacional km. 145, Linares, Nuevo León, México.

Artículo recibido el 31 de enero de 2022 y aceptado el 7 de marzo de 2022

Evaluation of the structure and diversity of a productive area with a forestry pastoral system.

Abstract

Biodiversity is a term that encompasses a large amount of information so it is necessary to specify the subject with which you are working and your purposes. The objective of this research was the evaluation of the forest biodiversity that exists within a pastoral forestry system. The work was carried out at Los Finitos ranch, Montemorelos N.L., in a permanent plot in which a silvicultural pastoral system is applied. The analysis was carried out using the square center point methodology for data collection that was analyzed through the Shannon-Weaver, Margalef and importance value indexes.

Key words: sewage biodiversity, pastoral forestry, Shannon index, agroforestry.

Resumen

La biodiversidad es un término que abarca una gran cantidad de información así que es necesario especificar el tema con el que se está trabajando y sus propósitos. El objetivo de esta investigación fue la evaluación de la biodiversidad forestal que existente dentro de un sistema pastoril silvícola. El trabajo se realizó en el rancho Los Finitos, Montemorelos N.L., en una parcela permanente en la cual se aplica un sistema pastoril silvícola. El análisis se realizó mediante la metodología del punto centro cuadrado para la toma de datos que se analizaron por medio de los índices de Shannon-Weaver, Margalef e índice de valor de importancia.

Palabras claves: biodiversidad, pastoril-silvícola, índice Shannon, agroforestería.

*Autor de correspondencia
Email: horacio.villalon@gmail.com
ISSN 2594-0384 (Electrónica)
DOI: https://doi.org.1033154/rlrn.2022.01.01

Introducción

La biodiversidad es un término abstracto y de difícil definición, que necesitan especificarse en cada contexto individual (Schuck *et al.*, 1994). Es un sistema muy complejo que se conforma de diversos factores además de brindar una infinidad de beneficios que sirven de soporte al sistema para que este pueda albergar vida dentro de él sistema el cual puede estar integrado de diversas maneras y estos pueden estar con formados por sistemas agroforestales. La agroforestería es el nombre genérico que describe un sistema de uso de la tierra antiguo y ampliamente practicado, en el cual los árboles se combinan espacial y temporalmente con animales y cultivos agrícolas (Farrell y Altieri, 1999). De ahí surgen los sistemas agroforestales y a su vez sus divisiones que se clasifican de acuerdo al objetivo principal con el que se va a trabajar. El sistema pastoril silvícola es la asociación de árboles maderables o frutales con animales donde la variable de mayor importancia es el ganado.

los sistemas agroforestales, que imitan estrechamente los ecosistemas naturales (p. ej., huertos caseros, agrobosques, sistemas agroforestales rústicos de café y cacao), proveen una variedad de nichos y recursos que apoyan una alta diversidad de plantas y animales (Perfecto *et al*., 1996; Rice; Greenberg, 2000).

Sin embargo, aún los sistemas agroforestales con baja densidad de árboles, baja diversidad de especies, pobre estructuración vertical y horizontal, pueden ayudar a mantener la conectividad biótica (Harvey & Haber, 1999).

Por estas y otras más funciones que cumplen los sistemas agroforestales, como cuidar y albergar la biodiversidad que habitan dentro de ellas, es necesario evaluar la cantidad de biodiversidad de individuos que se tiene en cada uno de ellos para así determinar la calidad de índice de valor de importancia de cada área, y conocer cuan efectivo es el sistema agroforestal que aplicamos para el medio ambiente y cómo se comporta la biodiversidad de especies ante éste.

Los sistemas pastoril-silvícola son una modalidad de los sistemas agroforestales donde se colocan árboles y pastos para que se desarrollen juntos y sean manejados en forma grupal, que, junto con los animales, funcionan como parte de un sistema, cuyo objetivo es incrementar la productividad de sus tierras y promover la conservación de los recursos naturales. Estudiar los componentes de cada sistema particular permitirá acercarse a la forma óptima de manejarlos y determinará su importancia para el medio ambiente.

Entre las diversas bondades que brindan los sistemas pastoril-silvícolas, se ha documentado que cumplen un papel importante para la dispersión de especies nativas de plantas, así como en la conservación de animales silvestres. (Harvey y Haber, 1999). En términos de productividad, se ha descrito que los árboles presentes en ellos, además de proveer madera para cercas y combustible, generan un microclima mediante la sombra, que es de preferencia para el ganado al proporcionar protección contra la radiación solar. Asimismo, se prevé que los arboles pueden mejorar el balance hídrico de la vegetación herbácea debajo de ellos, que junto con el incremento de la fertilidad que generan en el suelo, aumentan la productividad de herbáceas con respecto al pastizal (Sanford *et al*., 1982; Belsky, 1993).

Las investigaciones con respecto a estos sistemas se han generado principalmente en los trópicos y ecosistemas templados del continente. Algunas de éstas investigaciones describen la composición de especies vegetales que los conforman, sin embargo, la mayoría son objeto de estudio desde el punto de vista productivo, en el cual se preconcibe su importancia y potencial ecológico, pero la evidencia científica que compruebe éstas afirmaciones es aún escasa y la información se encuentra dispersa. En el noreste de México se registra un número limitado de trabajos referentes a la agroforestería (Delgadillo, 1999; Maldonado,1991). En términos de composición arbórea, Pando y Villalón (2001), elaboraron un estudio sobre el conocimiento local que objeta la sociedad con respecto a los múltiples usos de las especies arbóreas con potencial agroforestal.

Índices de biodiversidad

Los índices de diversidad y de estructura son importantes como criterios de comparación de alternativas y control de decisiones en el manejo forestal. Una forma eficaz y práctica de agregar aspectos de diversidad en el plan de manejo forestal, es el control de la estructura de los rodales del ecosistema forestal, dado que la diversidad de especies está correlacionada con la diversidad de hábitats, específicamente, la estructura del estrato arbóreo es un buen indicador de la biodiversidad del sistema y es fácilmente modificable a través de la

silvicultura. La biodiversidad abarca toda clase de variedad de individuos, diversidad de comunidades a nivel paisaje, entre comunidades y especies dentro de una misma comunidad. Por lo anterior, la diversidad de especies es un aspecto importante para el manejo forestal y la conservación. La estructura arbórea es un indicador adecuado de la biodiversidad. Los árboles se consideran los elementos más relevantes de la estructura del ecosistema forestal, de modo que la estructura arbórea es clave para evaluar qué tan fácil es modificar la estabilidad de un sistema mediante la aplicación de tratamientos silvícolas, cambiando la estructura de los rodales o masas forestales y en consecuencia el bosque.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la estructura y diversidad de especies arbóreas, que integran en un sistema pastoril silvícola, en el rancho Los Finitos ubicado en Montemorelos, Nuevo León, México.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El rancho Los Finitos está ubicado en el Municipio de Montemorelos. N.L., localizado en el kilómetro 216 al borde de la Carretera Nacional con coordenadas, longitud 100° 04' oeste y latitud 25° 15' norte, y cuenta con una extensión de 40 hectáreas; el área se adecuó al manejo pastoril-silvícola. Cuenta con sistemas riego, lo que permite que la ganadería sea su principal actividad productiva.

El área presenta un clima templado (Köppen, 1936). Es cálido y seco en verano, húmedo y crudo en invierno. La temperatura media varía entre 22º y 24ºC, y predomina en los meses de marzo, abril, octubre y noviembre. La vegetación del lugar corresponde a matorral submontano. Los suelos corresponden a regosoles, luvisoles, cambisoles y fluvisoles.

Medición en campo

Se utilizó el método punto centro cuadrado que está basado en la medida de cuatro puntos a partir de un centro. Específicamente, consiste en ubicar puntos a través de una línea. En esta línea, cada cierta distancia o al azar, se debe ubicar un punto a partir del cual se hará el muestreo de la vegetación. En este punto se cruzan dos líneas imaginarias, con las cuales se obtienen 4 cuadrantes con ángulos de 90°. En cada cuadrante se debe ubicar el árbol más cercano al punto central y tomar la distancia respectiva. Al final, en cada punto se consideran solo cuatro árboles, de los cuales se tomaron el diámetro del tallo a la altura del pecho(DAP), medidas adicionales como especie, altura y forma de copa. Los principales parámetros obtenidos con este método son especies, densidad, DAP y frecuencia.

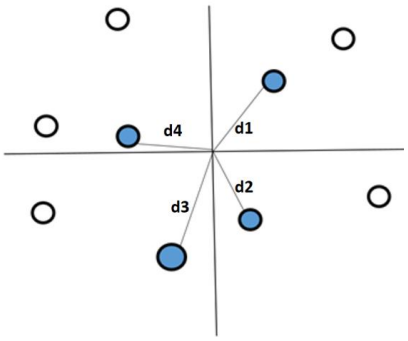


Figura 1. Esquema del método de muestreo "punto centro cuadrado".

Los individuos seleccionados son aquellos situados, en cada cuadrante, los más cercano posible al punto centro; d1, d2, d3, d4 son las distancias a cada individuo desde un punto centro (Figura 1).

Análisis de los datos

Para realizar los cálculos de densidad de árboles por hectárea se debe obtener el promedio de la distancia del punto centro hacia cada individuo (ecuación 1).

$$D_h = \frac{1000}{(\bar{D})^2} \qquad (1)$$

Donde:

Dh= Densidad por hectárea.

$\bar{D}$= Distancia promedio.

También es posible calcular el área basal por hectárea (ecuación 2).

$$AB_{ha} = \sqrt{\left(\frac{D^2}{4}\right)} * D_h \qquad (2)$$

Donde:

AB_{ha}= Área basal por hectárea.

D= Diámetro promedio a la altura de pecho.

Dh= Densidad de árboles por hectárea.

Para cada especie se determinó su abundancia, de acuerdo con el número de árboles, su dominancia,

en función del área de copa, y su frecuencia con base en su presencia en los sitios de muestreo. Estos valores se utilizaron para obtener un valor ponderado a nivel de especie denominado índice de valor de importancia (IVI), que adquiere valores porcentuales en una escala de 0 a 100 (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Las fórmulas para estos cálculos se describen a continuación (ecuación 3).

$$AR_i = \left({}^{A_i}/_{\sum A_i}\right) * 100 \quad (3)$$
$$i = 1 \ldots . n$$

Donde; Ai es la abundancia absoluta, AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, Ni es el número de individuos de la especie i, y E la superficie de muestreo (ha).
La cobertura relativa se evaluó mediante las ecuaciones 4 y5

$$D_i = {}^{Ab_i}/_{E} \quad (4)$$

$$DR_i = \left({}^{D_i}/_{\sum D_i}\right) * 100 \quad (5)$$
$$i = 1 \ldots . n$$

donde D_i es la cobertura absoluta, DR_i es cobertura relativa de la especie i respecto a la cobertura, Abi el área de copa de la especie i y E la superficie (ha).
La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente las ecuaciones 6 y 7.

$$F_i = \left({}^{f_i}/_{N}\right) * 100 \quad (6)$$
$$i = 1 \ldots . n$$

$$FR_i = \left({}^{F_i}/_{\sum F_i}\right) * 100 \quad (7)$$
$$i = 1 \ldots . n$$

donde Fi es la frecuencia absoluta, FRi es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la suma de las frecuencias, Pi es el número de sitios en el que está presente la especie i y NS el número total de sitios de muestreo. El índice de valor de importancia (IVI) se define como (Whittaker, 1972; Moreno, 2001) ecuación 8.

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3} \quad (8)$$

Para estimar la riqueza de especies se utilizará el índice de Margalef (DMg), y para la diversidad alfa el índice de Shannon-Weaver (H´), mediante las ecuaciones 9 y 10 (Shannon, 1948; Magurran, 2004):

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln (N)} \quad (9)$$

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i * ln(p_i) \quad (10)$$
$$p_i = {}^{n_i}/_{N}$$

Donde; S es el número de especies presentes, N es el número total de individuos, ni es el número de individuos de la especie *i* y *Pi* es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i).

Resultados y discusión

La densidad por hectárea en el área de estudio es de 95 individuos por hectárea y el área basal es de $1.363 m^2$ por hectárea.
En la toma de datos que se realizó se encontraron tres especies en los puntos de muestreo establecidos (Tabla 1).

Tabla 1. Índice de valor de importancia de las especies presentes en al área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	IVI
Diospyros palmeri	Chapote manzano	76.75
Diospyros texana	Chapote negro	45.63
Diospyros ebenum	Ébano	10.95
Diospyros ebenum	Ébano	10.95

La especie con mayor valor de importancia (76.75%), abundancia relativa (62,5%), cobertura relativa (67.74%), y frecuencia relativa (100%), es *Diospyros palmeri* (Tabla 1). La especie que tuvo menor valor de importancia (10.95%), abundancia relativa (6.25%), cobertura relativa (1.61%), y frecuencia relativa (25%), fue *Diospyros ebenum* (Tabla 1). Éstos resultados coinciden con los resultados de Perfecto *et al*. (1996), y Rice y Greenberg, (2000), donde comentan sobre cómo los sistemas agroforestales proveen una variedad de

nichos y recursos que apoyan una alta diversidad de plantas y animales. Además, éstos resultados coinciden con las especies reportadas por Pando y Villalón (2001), según comentan en su investigación realizada en el noreste de México.

La riqueza de especies según el índice de Margalef, presentó un valor de 0.72 que representa un valor medio según Magurran (2004), mientras que en la diversidad con respecto al índice de Shannon-Weaver se obtuvo un valor de 0.83, lo que según Moreno (2001), es un valor bueno, que coincide con lo reportado por ella, en áreas de producción agropecuaria.

Conclusiones

La diversidad del rancho Los Finitos es derivada de los tratamientos silvícolas (aclareos), aplicados con la finalidad de seleccionar las mejores especies para un mayor rendimiento del ganado que en este caso fueron *Diospyros texana*, *Diospyros palmeri* y *Diospyros ebenum*.

Esta diversidad de especies contribuye a evitar la erosión de los suelos causados por el manejo pastoril-silvícola; genera un microclima que favorece el ganado; un intercambio y enriquecimiento del ciclo de los nutrientes y minerales del suelo; menor vulnerabilidad a plagas o enfermedades y un aprovechamiento eficiente de los recursos naturales (agua, suelo, nutrientes, etc.).

Según los resultados obtenidos de biodiversidad del área de estudio, el uso de los sistemas pastoril-silvícolas es una técnica muy apropiada para el noreste de México, y es recomendable que se establezcan con una diversidad de especies arbóreas y pastos para una mejor interacción de los factores en el mismo sistema.

Referencias

Belsky, A.J. (1993). Influences of trees on savanna productivity: tests of shade, nutrients, and tree-grass competition. Ecology 75: 922932.

Delgadillo, A.P. (1999). Integración de un sistema agroforestal bajo condiciones de secano en el noreste de México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, México. Pp.103.

Farrell, J.G., Altieri, M.A. (1999). Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan Comunidad. Montevideo, Argentina. Pp.229-243

Harvey C., Haber W. (1999). Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rica pastures. Agroforestry System 44: 37-68

Koppen, W. (1936). Das geographische system der klimat. *Handbuch der klimatologie*, 46.

Magurran, A.E. (2004). Measuring Biological Diversity. Oxford, UK: Blackwell Science.

Maldonado, A.L.J. (1991). El rol de los sistemas agroforestales en zonas áridas y semiáridas (experiencia en Latinoamérica). Reporte científico No. especial 6. FCF, UANL.

Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA (1a ed., Vol. 1). Pachuca, Hidalgo, México: Editado por Cooperación Iberoamericana (CYTED), Unesco (Orcyt) y SEA.

https://doi.org/10.1017/CBO978110741532 4.004.

Mostacedo, B., Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR. https://doi.org/10.1007/s13398-014-01737.2.

Pando M., M., Villalón M., H. (2001). Potential agroforestry species identified in the Tamaulipan thornscrub of north-eastern México. Agroforestry Today. 13:14-15.

Perfecto, I., Rice, R.A., Greenberg, R., Van der Voort, M.E. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity: shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. *BioScience*, *46*(8), 598-608.

Rice, R.A., Greenberg R. (2000). Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. Ambio. 3:167p

Sanford, W.W., Usman, S., Obot, E.O., Isichei, A.O., Wari, M. 1982. Relationship of woodyplants to herbaceous production in Nigerian Savannas. Tropical Agriculture 59:315-318.

Schuck, A., Parviainen, J., Bücking, W. (1994). A review of approaches to forestry research on structure, succession and biodiversity of undisturbed and semi-natural forests and woodlands in Europe. Joensuu: European Forest Institute.

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. En C. E. Shannon & W. Weaver (Eds.), The Development of Information Theory. University of Illinois: Press Urbana (pp. 29–125).

Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21(2), 213-25.