



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

Evaluación de la flora y su rol funcional en dos
agroecosistemas ganaderos de Las Lagunas, Boaco,
Nicaragua, 2016-2017

Autor

Br. Harling Haroldo Rojas Pichardo

Asesores

Dr. Dennis José Salazar Centeno

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez González

Ing. MSc. Claudio Arsenio Calero

Managua, Nicaragua

Octubre 2017



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Evaluación de la flora y su rol funcional en dos
agroecosistemas ganaderos de Las Lagunas, Boaco,
Nicaragua, 2016-2017

Autor

Br. Harling Haroldo Rojas Pichardo

Asesores

Dr. Dennis José Salazar Centeno

Ing. MSc. Hugo René Rodríguez González

Ing. MSc. Claudio Arsenio Calero

Presentando la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado académico
de ingeniería en sistemas de protección agrícola y forestal.

Managua, Nicaragua

Octubre 2017



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Agronomía (FAGRO) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en sistemas de protección agrícola y forestal

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Presidente

Secretario

Vocal

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación y fecha del estudio	4
3.1.1. Clima	4
3.1.2. Vegetación	5
3.1.3. Suelo	5
3.2. División y selección de los componentes de estudios	5
3.2.1. Proceso metodológico	6
3.2.2. Diseño del inventario	7

3.3.	Las variables que se consideran son	7
3.3.1.	Diámetro normal	7
3.3.2.	Diámetro de copa (DC)	7
3.3.3.	Altura total de la planta	8
3.3.4.	Calidad de fuste (CF)	8
3.3.5.	Incidencia de iluminación	8
3.3.6.	Estado fitosanitario	8
3.3.7.	Lianas	9
3.4.	Diseño del muestreo de arvenses	9
3.5.	Índices y análisis estadísticos	9
3.5.1.	Índice de Renyi o diversidad alfa	9
3.5.2.	Índice de distancia de Bray-curtis o diversidad beta	11
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1.	Composición de la flora arbórea en dos agroecosistemas ganaderos	13
4.2.	Distribución diamétrica	16
4.3.	Altura	17
4.3.	Parámetros silviculturales	18
4.3.1.	Calidad de fuste	18
4.3.2.	Iluminación	19
4.3.3.	Presencia de lianas	20
4.3.4.	Estado fitosanitario	21
4.4.	Rol funcional de las especies forestales	23
4.5.	Índice de diversidad del componente agroforestal café	26
4.5.1.	Índice de diversidad alfa para las clases taxonómicas del componente agroforestal café	26
4.5.2.	Índice de diversidad alfa para ordenes taxonómicas del componente agroforestal café	27
4.5.3.	Índice de diversidad alfa para las familias taxonómicas del componente agroforestal café	28
4.5.4.	Índice de diversidad alfa para género y especies taxonómicas del componente agroforestal café	29
4.5.5.	Índice de disimilitud para las clases taxonómicas del componente agroforestal café	30

4.5.6.	Índice de disimilitud para los ordene taxonómicos del componente agroforestal café	31
4.5.7.	índice de disimilitud para las familias taxonómicas del componente agroforestal café	32
4.5.8.	Índice de disimilitud para los géneros taxonómicos del componente agroforestal café	33
4.5.9.	Índice de disimilitud para las especies taxonómicas del componente agroforestal café	34
4.6.	Índices de diversidad del componente arbóreo	35
4.6.1.	Índice de biodiversidad alfa para las clases del componente arbóreo	35
4.6.2.	Índice de diversidad alfa para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo	36
4.6.3.	Índice de diversidad alfa para familia, género y especie taxonómicas del componente arbóreos	37
4.6.4.	Índice de disimilitud para las clases taxonómicas del componente arbóreo	38
4.6.5.	Índice de similitud para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo	39
4.6.6.	Índice de similitud para las familias taxonómicas del componente arbóreo	40
4.6.7.	Índice de disimilitud para los géneros taxonómicos del componente arbóreo	41
4.6.8.	Índice de disimilitud para las especies del componente arbóreo	42
4.7.	Rol funcional de las arvenses	44
4.8.	Índices de biodiversidad del componente arvense	45
4.8.1.	Índice de biodiversidad alfa par las clases taxonómicas del componente arvense	45
4.8.2.	Índice de biodiversidad alfa para los órdenes taxonómicos del componente arvense	46
4.8.3.	Índice de biodiversidad alfa para las familias taxonómicas del componente arvense	47
4.8.4.	Índice de biodiversidad alfa para género y especies taxonómicas del componente arvense	48
4.8.5.	Índice de disimilitud para las clases taxonómicas del componente arvense	49
4.8.6.	Índice de disimilitud para los órdenes taxonómicos del componente arvense	50
4.8.7.	Índice de disimilitud para las familias taxonómicas del componente arvense	51
4.8.8.	Índice de disimilitud para los géneros taxonómicos del componente arvense	52
4.8.9.	Índice de disimilitud para las especies taxonómicas del componente arvense	53
V.	CONCLUSIONES	54
VI.	RECOMENDACIONES	56
VII.	LITERATURA CITADA	57
VIII.	ANEXOS	61

DEDICATORIA

Con todo el amor del mundo dedico este trabajo a Dios por ser el creador de todas las cosas, me permitió culminar mis metas propuestas con éxito y superar todo tipo de tropiezo que se me presentaba día a día en el trascurso de mi carrera.

A mis padres: Sr. Aroldo Rojas Videas y Sra. Ada Margarita Pichardo Martínez y a que ellos estuvieron presentes siempre dándome su apoyo incondicional tanto económico como moral para que terminara todo el periodo de la carrera con éxito.

A mis hermanos Saud Eliezer Rojas Pichardo, Nelson Amilkar Rocha Zamora

A todos mis maestros que me brindaron su tiempo para regalarme un granito de conocimiento para que yo pudiera lograr adquirir nuevos conocimientos.

Br. Harling Haroldo Rojas Pichardo

AGRADECIMIENTO

Le agradezco este estudio a Dios por haberme brindado la vida y darme, salud, ánimo, voluntad, y el conocimiento para poder terminar con éxito este corto trabajo de tesis.

Al proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional (SAN) de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica (DCI-FOOD/2013/317-971), por apoyarme en el financiamiento de gran parte de este estudio que será de mucha importancia para los productores de nuestro país.

Le doy mi más sincero agradecimiento al equipo de Tesistas de Boaco resaltando a la Br; Vivian Paola Martínez Guzmán, ellos me brindaron su mano amiga la cual me permitió realizar con mayor eficacia el trabajo de tesis.

A mis asesores, MSc. Hugo René Rodríguez González, Dr. Dennis Salazar Centeno e Ing. MSc. Claudio Arsenio Calero, por proporcionarnos y poner a la orden todos esos conocimientos adquiridos y que me ayudaron en gran manera a culminar el trabajo de investigación.

Br. Harling Haroldo Rojas Pichardo

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Diversidad de la flora arbórea por categoría taxonómicas en dos agroecosistemas (Finca Buena Vista y Finca San Juan) en la laguna, Boaco, Nicaragua, 2017	14
2	Rol funcional de las especies forestales.	24
3	Rol funcional de las arvenses.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación geográfica del área de estudio y subsistemas de cada agroecosistema ganaderos, 2017.	4
2	Distribución de las clases diamétricas de la parte arbórea de dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	16
3	Distribución de las clases de altura del área arbórea de los agroecosistemas ganaderos, 2017.	17
4	Distribución de la calidad de los futes de la composición arbórea en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	18
5	Distribución del arbolado según la luminosidad en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	19
6	Distribución del Comportamiento de lianas en la composición arbórea de dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	20
7	Distribución del Comportamiento del estado Fito-sanitario en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	22
8	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las clases taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	26
9	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	27
10	Índice de diversidad alfa (Renyi) para las familias, taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistema. Ganaderos, 2017.	28
11	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para los géneros y especies taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	29
12	Índice de disimilitud según Bray-curtis para las clases taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	30

13	Índice de disimilitud según Bray-curtis para los órdenes taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	31
14	Índice de disimilitud según Bray-curtis para las familias taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	32
15	Índice de disimilitud según Bray-curtis para los géneros taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	33
16	Índice de disimilitud según Bray-curtis para las especies taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	34
17	Índices de diversidad alfa (Renyi) para las clases taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistema ganaderos, 2017.	35
18	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para los ordene taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	36
19	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las familias, género especies taxonómicas del componente arbóreo en d agroecosistemas ganaderos, 2017.	37
20	Índices de disimilitud según Bray-curtis para las clases taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	38
21	Índices de disimilitud según Bray-curtis para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistema ganaderos, 2017.	39
22	Índice de disimilitud según Bray-curtis para las familias taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	40
23	Índice de disimilitud según Bray-curtis para los géneros taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	41

24	Índice de disimilitud según Bray-curtis para las especies taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	42
25	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las clases taxonómicas de Arvense en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	45
26	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos de Arvense en dos agroecosistemas, Ganaderos, 2017.	46
27	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las familias taxonómicas de Arvense en dos agroecosistemas ganaderos, 2017	47
28	Índice de diversidad Alfa (Renyi) para género y especies taxonómicos de Arvense en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	48
29	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases taxonómicas de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	49
30	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los órdenes taxonómicos de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	50
31	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las familias taxonómicas de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	51
32	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los genero taxonómicos de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017	52
33	Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las especies taxonómicas de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	División de las Fincas San Juan y Buena vista según rubro productivo.	60
2.	Formatos de campo para un bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa y/o bosque latifoliado heterogéneo.	61
3.	Formatos de campo para cercas vivas o arreglos árboles en línea.	61

RESUMEN

El presente estudio se realizó en dos agroecosistemas ganaderos del municipio Las Lagunas del departamento de Boaco. El propósito del estudio consistió en evaluar la biodiversidad florística y su funcionalidad en dos agroecosistemas ganaderos con diferentes grados de complejidad de sus diseños y manejos de su biodiversidad. La metodología constó de dos etapas, en la primera etapa se realizaron diferentes tipos de inventarios forestales (sistemático, censo) registrando las especies y parámetros dasométricos. En la segunda etapa se realizaron muestreo aleatorio de malezas a través del método del metro cuadrado. El análisis de la información se llevó a cabo utilizando el índice de diversidad beta de Bray-Curtis y el índice de diversidad alfa de Renyi para los taxones orden, familia, género y especie. La finca Buena Vista presentó el mayor número de árboles en la categoría diamétrica 10-19.99 cm y en la categoría vertical de 2-3.99 m. En la finca San Juan, el mayor número de árboles se encuentran en la categoría diamétrica 40-49.99 cm y en la categoría vertical de 6-7.99 m. La finca Buena Vista tiene un crecimiento de la flora arbórea ascendente, mientras que la finca San Juan un crecimiento perturbado. La mayor diversidad y riqueza en las categorías taxonómicas de clase, orden familia género y especie, de la flora arbórea y arvense la obtuvo la finca Buena Vista. En la flora arbórea se identificó la clase Magnoliopsida, cuya disimilitud es intermedia, y en el componente arvense las clases Liliopsida y Magnoliopsida, cuya disimilitud es baja y alta, respectivamente. Las familias taxonómicas de la flora arbórea y arvense que tienen un índice de disimilitud bajo son: Moraceae, Fabaceae, Sterculiaceae, Poaceae, Cyperaceae, con un índice de disimilitud intermedia son Meliaceae, Lauraceae, Esterculiaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Combrataceae, Lauraceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae y con un índice de disimilitud alto Burseraceae, Malvaceae, Fabaceae, Bonbacaceae.

Palabras claves: diversidad alfa, diversidad beta, flora, arvenses, funcionabilidad, agroecosistemas ganaderos y Boaco.

ABSTRACT

The present study was carried out in two agroecosystems livestock of the municipality Las Lagunas of the department of Boaco. The purpose of the study was to evaluate floristic biodiversity and its functionality in two livestock agroecosystems with different degrees of complexity of their designs and management of their biodiversity. The methodology consisted of two stages, in the first stage different types of forest inventories (systematic, census) were carried out, recording the species and parameters. In the second stage we performed random sampling of weeds through the square meter method. Data analysis was carried out using Bray-Curtis's beta diversity index and the Renyi alpha diversity index for order, family, genus and species taxa. The Buena Vista estate had the highest number of trees in the diameter category 10-19.99 cm and in the vertical category of 2-3.99 m. On the San Juan estate, the largest number of trees are in the diameter category 40-49.99 cm and in the vertical category of 6-7.99 m. The Buena Vista estate has an upward growth of tree flora, while the San Juan estate has a disturbed growth. The greatest diversity and richness in the taxonomic categories of class, family order genus and species, of the arboreal flora and arvensis was obtained by the Buena Vista estate. In the arboreal flora the class Magnoliopsida was identified, whose dissimilarity is intermediate, and in the component arvensis the classes Liliopsida and Magnoliopsida, whose dissimilarity is low and high, respectively. The taxonomic families of the arboreal flora and arvensis that have a low index of dissimilarity are: Moraceae, Fabaceae, Sterculiaceae, Poaceae, Cyperaceae, with an intermediate dissimilarity index are Meliaceae, Lauraceae, Esterculiaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Combrataceae, Lauraceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae and with a high dissimilarity index Burseraceae, Malvaceae, Fabaceae, Bonbacaceae.

Key words: alpha diversity, beta diversity, flora, arvensis, functionability, livestock agroecosystems and Boaco.

I. INTRODUCCIÓN

En los agroecosistemas, las plantas son los productores primarios, están representadas por árboles, arbustos, arvenses o malezas y los cultivos y la interacción que existe entre estos componentes y la ganadería. Las funciones de los árboles en el agro ecosistema es que dan, sombra y estética y son hábitat de una diversidad biológica asociada de fauna, flora y micro-organismos, producen hojarasca, cuya función es muy similar a residuos de cosecha y contribuyen a la hidrología de cuencas (régimen de lluvias a nivel local) (Villareal *et al*; 2004).

Según Kibblewhite y Swift (2008), indican que las malezas y fabáceas capturan nutrientes durante períodos de descanso, protegen al suelo de la erosión superficial, son hábitat y recursos para la biodiversidad agrícola asociada y fijan biológicamente el nitrógeno (fabáceas). Los cultivos, mediante sus residuos de cosecha tienen un efecto sobre la humedad y temperatura del suelo, mejoran la infiltración, contribuyen a fomentar la actividad biológica (más productos de micro-organismos) que favorecen la agregación del suelo, protegen al suelo contra la erosión superficial (viento y agua), mejoran los niveles de materia orgánica y favorecen la disponibilidad de nutrientes para el siguiente cultivo.

Las raíces de las plantas ayudan a mantener la estructura del suelo y su agregación, crean macro poros y conductos (infiltración), son fuente de materia orgánica, participan en el reciclaje de nutrientes mediante el crecimiento vegetal y proporcionan recursos para organismos beneficiosos y patógenos (Moreira *et al*; 2012).

La simplificación de los ecosistemas causada por actividades antropogénicas como la agricultura hace que los nuevos agros ecosistemas no puedan proveer todos los servicios que prestaba anteriormente el ecosistema, afectando los procesos arriba descritos. Entre más simple es la estructura del agroecosistema (monocultivo) estos procesos son más trastornados y para su funcionamiento requiere de altos insumos externos.

Desde esta perspectiva, en el marco del proyecto de “Fortalecimiento de las capacidades de incidencia en políticas públicas en la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional (SAN) de tres organizaciones de pequeños productores que promueven la producción agroecológica y orgánica (DCI-FOOD/2013/317-971), que es financiado por la Comunidad Europea, el estudio de los aportes del modelo de producción agroecológico, tanto a la seguridad y a la soberanía alimentaria y nutricional. Como al desarrollo sostenible, en fincas de pequeños productores en Honduras, El Salvador y Nicaragua.

El presente trabajo de tesis es parte del estudio arriba descrito que consiste en estimar una evaluación de la flora y su rol funcional en dos agroecosistemas ganaderos. En ambos sistemas se han implementado principios y estrategias agroecológicas para el diseño de sistemas agrarios sostenibles durante varios años.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar la biodiversidad florística y su funcionalidad en dos agroecosistemas ganaderos con diferentes grados de complejidad de sus diseños y manejos de su biodiversidad.

2.2. Específicos

1. Valorar parámetros dasométricos de la flora arbórea en dos agroecosistemas.
2. Identificar taxonómicamente los organismos de la flora arbórea y arvense en dos agroecosistemas.
3. Estimar la diversidad alfa y beta de la flora arbórea, arvense y agroforestal café, en dos agroecosistemas ganaderos.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y fecha del estudio

La investigación se realizó en el departamento de Boaco, comunidad Las Lagunas. Se seleccionaron dos fincas; una agroecológica y otra con prácticas convencionales. Se localizan entre las coordenadas 12°46' 08 latitud norte y 85° 61' 36 longitud oeste.

El período de realización de esta investigación estuvo comprendido entre los meses de noviembre y diciembre del año 2016-2017.

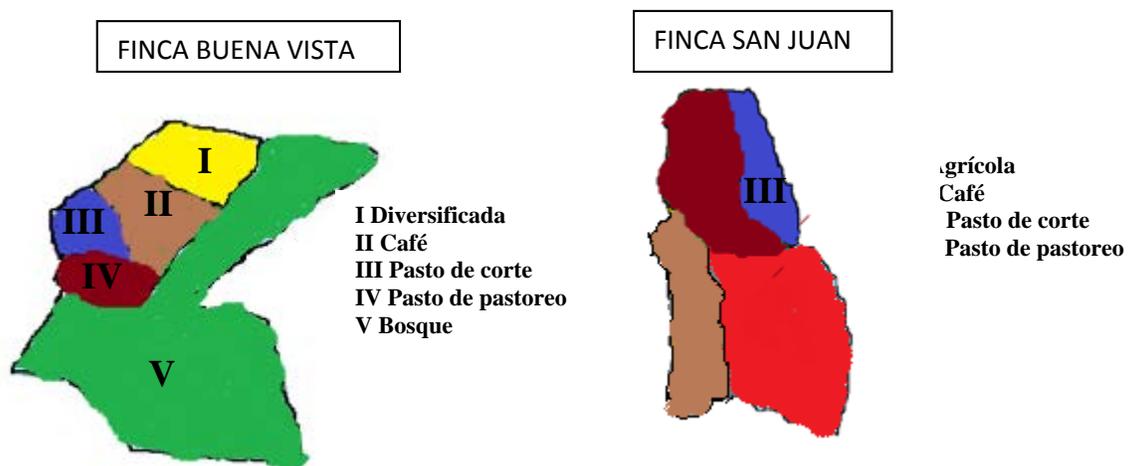


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y subsistemas de cada agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, 2017.

3.1.1. Clima

Boaco posee un clima variado, llegando a tener temperaturas entre 27° y 30° centígrados en época de verano, logrando alcanzar una temperatura mínima de 18° centígrados en diciembre. A una altura de 360 msnm y precipitaciones pluviales que oscilan entre 1,200 y 2,000 mm al año, presenta una humedad relativa del 72 % y la velocidad máxima es de 7 m/s (INETER, 2012; INIDE-MAGFOR, 2013).

3.1.2. Vegetación

La vegetación está representada por un bosque tropical que varía de matorral seco hacia un tropical húmedo. La vegetación de bosque natural ha ido dando paso a grandes extensiones de pastizales y tacotales (INIDE-MAGFOR, 2013).

3.1.3. Suelo

El suelo de la región es clasificado como Inceptisoles, de profundidad media a baja, drenaje regular, pendientes del 3 al 10, con pH ligeramente ácido, cuya topografía es muy irregular y su paisaje es montañoso, posee elevaciones entre los 200 y 300 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a los usos del suelo, el 17% de la superficie del municipio está destinada a cultivos, el 65% a pastos y el 3% a bosques; conviene destacar la deforestación que se ha producido en este territorio es consecuencia del desarrollo de la ganadería (INETER, 2012)

3.2. División y selección de los componentes de estudios

Las fincas seleccionadas fueron “San Juan” y “Buena Vista” propiedad del Sr. José Benito Sánchez Paz y el Sr. Juan José García, respectivamente.

La finca Buena Vista se encontraba en proceso de transición agroecológica con un área total de 17 ha (4 ha de bosque, 3 ha de café, 3 ha área agrícola, pasto de pastoreo 3.5 y pasto de corte 3.5) y la finca San Juan se hallaba en un sistema convencional con un área de 12 hectáreas con 2 ha de café, 5 ha de granos básicos, 2 ha de pasto de corte, 3 ha de pasto de pastoreo. Las parcelas, agrícola, pasto de corte, pasto de pastoreo se encuentran en barbecho porque el estudio se realizó en época de verano y los productores trasladan el ganado a otras fincas.

Para el estudio de los componentes que conformaban cada sistema de producción, ambas fincas se dividieron en áreas según su rubro productivo, como se detalla en anexo.1.

3.2.1. Proceso metodológico

Para describir a cada finca se hizo un diagnóstico para determinar la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad que han implementado sus propietarios (productores), basados en la metodología de Vázquez (2013).

Cada agroecosistemas ganaderos (o finca) se dividió en 5 y 4 subsistemas según los siguientes criterios:

1. Pendiente (se tomó la parte alta, media y baja del terreno como parcelas hasta completar las 5 parcelas)
2. Vegetación
3. Cultivos anuales
4. Cultivos perennes
5. Ganado y pasto

Se dividió según la organización y función de las actividades del grupo de trabajo. En equipo se realizó un inventario forestal en un bosque latifoliado heterogéneo y/o en un bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa. Se formaron grupos de 4 personas:

1. El que manejaba la brújula: dirige al equipo en la actividad y establece las direcciones azimutales de las líneas y parcelas de inventario.
2. El que usaba la cinta, maneja la cinta métrica y sigue las orientaciones en las direcciones azimutales que se establecen.
3. El anotador: registra toda la información de los datos generales del inventario, número de línea de inventario, los azimuts, las especies forestales detectadas.
4. El baquiano, se encarga de abrir trocha si es necesario, ayuda en la identificación de especies forestales, asiste al que maneja la cinta, brújula y al anotador.

3.2.2. Diseño del inventario

El diseño del inventario forestal en el bosque latifoliado heterogéneo y en un bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa consiste en el establecimiento de parcelas rectangulares, fajas y censos de muestreo según el caso. En el muestreo sistemático se parte de un extremo (punto de referencia), el cual sirvió de base para tomar una dirección azimutal (una dirección angular), tanto de la línea base, de las líneas de inventarios, como de las parcelas.

Las dimensiones de las parcelas del muestreo sistemático en el bosque latifoliado heterogéneo de la finca Buena Vista fueron 20 m de ancho por 50 metros de largo, en la finca San Juan solo se hizo un censo en donde se inventariaron el 100% de la población arbórea.

Para ambos inventarios de reconocimiento se tomaron árboles con diámetro de 10 cm o más (\geq).

La identificación de especies se realizó, obteniendo el nombre común según la zona con ayuda del productor y luego en gabinete según las categorías taxonómicas de clase, orden, género y especie

3.3. Las variables que se consideran son:

3.3.1. Diámetro normal

Se considera diámetro normal la dimensión del árbol ubicada a 1.3 metros de altura sobre la base del tallo. La medición se realizó con cinta diamétricas y expresada en centímetro.

3.3.2. Diámetro de copa (DC)

El diámetro de copa se midió con ayuda de una cinta métrica de costado a costado de las ramas exteriores; cuando la copa era irregular se realizaban dos o más toma de datos. El dato obtenido estaba dado en metros.

3.3.3. Altura total de la planta

Para la toma de la altura total de la planta se utilizó un clinómetro. Se realizaron dos tomas de datos en un mismo árbol mediante el clinómetro un ángulo a la copa del árbol y otra a la base a 20 metros de distancia de la base del árbol.

3.3.4. Calidad de fuste (CF)

Se establecieron 4 diferentes clases de fuste para la categorización de la calidad.

Categoría 1: está constituida por los arboles con fustes rectos.

Categoría 2: por árboles con fustes curvos.

Categoría 3: por árboles con fustes curvos y con daños.

Categoría 4: por árboles completamente dañados.

3.3.5. Incidencia de iluminación

Se establecieron 4 clases de categorización del arbolado según la iluminación, donde:

Categoría 1: recibe luz todo el día

Categoría 2: recibe luz solo en el ápice de la copa

Categoría 3: recibe luz solo a un costado durante el día

Categoría 4: recibe luz de forma refractada

3.3.6. Estado fitosanitario

Se establecieron 4 clases de categorización del arbolado según el estado fitosanitario.

Categoría 1: completamente sano.

Categoría 2: 50% del árbol dañado.

Categoría 3: 75% el árbol dañado.

Categoría 4: 100% árbol dañado.

3.3.7. Lianas

Se establecieron 4 clases de categorización del arbolado según la presencia de Lianas

Categoría 1: arboles sin presencia de lianas.

Categoría 2: 25% afectado por lianas.

Categoría 3: 50% del árbol afectado por lianas.

Categoría 4: 100% del árbol invadido por lianas.

3.4. Diseño del muestreo de arvenses

Posteriormente, para la identificación de la diversidad de arvenses se realizaron muestreos aleatorios de un metro cuadrado. En cada parcela se realizaron 15 muestreos, totalizando 75 muestres en la finca Buena Vista y para la finca San Juan 60 muestreos.

3.5. Índices y análisis estadísticos

Para la determinación de la biodiversidad florística de los dos agroecosistemas se utilizaron dos índices; el índice de disimilitud de Bray- Curtis y el índice de Renyi. La flora se subdividió en tres componentes; arbórea, arvenses y café a los cuales se les aplicaron los índices antes mencionados.

3.5.1. Índice de Renyi o diversidad alfa

Este índice es sugerido por Jost (2006) debido a la falta de significado intuitivo de los índices comúnmente calculados de diversidad alfa como el índice de la entropía de Shannon y las variantes del índice de Simpson.

Mediante el uso de entropías de Renyi para diversos taxones se forma el perfil de Renyi (Kindt y Coe, 2005) en el que se pueden resumir los aspectos más importantes de la diversidad alfa: la riqueza de especies, la equidad de la distribución y la dominancia.

$$H_q(p) = \frac{1}{1-q} \ln \sum_{i=1}^n p_i^q$$

Donde q = orden de diversidad (0 a infinito); p_i = frecuencia de la especie i .

Partiendo de los datos de abundancia de los individuos colectados se calculan los perfiles de Renyi para cada una de los sub sistemas y agroecosistemas.

Se utilizan los valores de entropía de Renyi para los diferentes órdenes de α (0, 1, 2 e infinito) luego se estiman los siguientes índices siguiendo lo propuesto por (Jost, 2006):

El uso de los perfiles de Renyi, sobre una medida individual de diversidad alfa, brinda mayor información acerca de la comunidad biológica en cada agro ecosistema y sub sistema. Por otra parte, la comparación entre dos comunidades es más fácil al simplemente observar las curvas. La interpretación del perfil de Renyi incorpora los siguientes aspectos:

- La forma de perfil es un indicativo de su “equidad”, un perfil horizontal indica que todas las especies son “equitativas” en cuanto a abundancia. Entre menos horizontal sea un perfil, las especies están distribuidas con menor equidad.
- El punto de inicio en el lado izquierdo del perfil, indica la riqueza de especies. Los perfiles que inician más alto, tienen una mayor riqueza.
- Si el perfil de un sitio se encuentra en algún lugar sobre el perfil de otro, significa que este sitio o condición es más diverso que el otro.

El índice de diversidad de Renyi (Renyi, 1961), que depende de los valores de alfa, se comporta de la manera siguiente: cuando alfa es igual a 0, el índice da el valor observado de especies, si alfa es cercano a 1 el perfil se comporta como el índice de Shannon-Weaver; si alfa es igual a 2 se comporta como el índice de Simpson; para valores infinitos muy grande se comporta como el índice de Berger-Parker (Gómez, 2008).

La comparación de los resultados obtenidos en los sub sistemas dentro de cada agro ecosistema, fueron comparados entre sí para tener una idea de las diferencias en cuanto a las comunidades de vegetación presente en cada sub sistema o agro ecosistema, la comparación entre diferentes fincas o agro ecosistema, permite determinar como la complejidad del sistema de producción impacta en las características de la comunidad de flora.

3.5.2. Índice de distancia de Bray-curtis o diversidad beta.

La diversidad beta tiene el objetivo de determinar la distancia ecológica entre dos agroecosistemas (fincas) o dos sub sistemas dentro de una misma finca. Esta distancia se mide entre dos comunidades a través de la abundancia de los grupos taxonómicos presentes (Kindt y Coe 2005). Los valores de diversidad beta oscilan entre 0 y 1. Si el valor es cercano a 0 los sub sistemas o agroecosistemas son completamente diferentes en cuanto a su composición taxonómica. Por el contrario, en la medida que el valor se acerca más a 1 los sub sistemas o agros ecosistemas son más similares. La distancia de Bray-Curtis para cada par de parcelas o fincas se calcula con la siguiente fórmula:

$$Bray - Curtis = D = 1 - 2 \frac{\sum_{i=1}^S \min(a_i, c_i)}{\sum_{i=1}^S (a_i + c_i)}$$

Donde:

$\min(a_i, c_i)$ = la abundancia mínima de la especie “i” entre las comunidades “a” y “c”.

$(a_i + c_i)$ = la suma de las abundancias de la especie “i” en las comunidades “a” y “c”.

Finalmente se realizó el escalado multidimensional no métrico para la comprobación de la hipótesis, todo esto se hará aplicando el análisis de multivarianza basado en disimilitudes utilizando la función adonis del paquete de programa "R". Para categorizar el taxón con el índice de disimilitud se tomaron diferentes rangos para agruparlos y consistió en los siguientes valores:

$0 \leq \text{Disimilitud alta} \leq 0.33$, $0.33 < \text{Disimilitud intermedia} \leq 0.66$ y $0.66 < \text{Disimilitud baja} \leq 0.99$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición de la flora arbórea en dos agroecosistemas ganaderos

Nicaragua es un país diverso, que conserva una gran cantidad de ecosistemas y especies de plantas vasculares de gran valor etnobotánica. Este valor se centra en el conocimiento popular sobre la vegetación y sus usos tradicionales o sea de la relación sociedad – planta, la cual hoy en día se vuelve más importante, dinámica y necesaria para satisfacer muchas necesidades en el campo y la ciudad, tanto en el ámbito alimenticio, medicinal, industrial, ornamental, habitacional, sumidero de la contaminación del aire, entre otras (Pineda, 2006)

En la finca Buena Vista (FBV) se identificaron 1118 individuos del componente arbóreo se clasifican taxonómicamente, 2 clases 10 ordenes, 20 familias, 29 géneros y 29 especies.

En la finca San Juan (FSJ) se identificaron 272 árboles pertenecientes a 2 clases, 6 órdenes, 14 familias, 20 géneros y 20 especies.

La finca Buena Vista tiene una mayor riqueza de árboles, es dominante en ordenes, familias género y especies en comparación a la finca San Juan debido a la existe un bosque, establecimiento de barrera vivas, es una finca que establecen practicas amigables con el medio ambiente ya que son una finca agroecológica.

Dentro de las parcelas muestreadas del componente arbóreo de la finca Buena Vista se obtuvieron gran diversidad de especies, tanto con mayor predominancia de la vegetación natural del lugar y pocas especies introducidas como *Gliricidia sepium* en la finca Buena Vista esta especie forrajera presenta grandes expectativas de uso en sistemas silvopastoriles por su notable desarrollo anual y abundante producción de follaje (biomasa), árbol multipropósito de gran interés agroforestal y en la finca San Juan las especies de origen natural que predominan son *Cordia alliodora* R y *Tabebuia rosea* Bertoll. . Son especies que se adaptan muy bien a ser intercalada con plantaciones agrícolas, siendo un componente importante de los sistemas agroforestales. Crecen árboles dispersos en pastizales (sombra y refugio para el ganado), árboles en linderos, árboles de sombra para cultivos perennes (café y caña de azúcar).

Cuadro 1. Diversidad de la flora arbórea por categoría taxonómica en dos agroecosistemas (Finca Buena Vista y Finca San Juan) en Las Laguna, Boaco, Nicaragua, 2017.

Nombre común	Nombre científico	Familia	FBV	FSJ
Almendra	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	16	5
Acacia	<i>Sinna siamea</i> MILL.	Fabaceae	11	
Achote	<i>Bixa orellana</i> L.	Fabaceae	1	
Aguacate	<i>Persea americana</i> L.	Lauraceae	21	6
Aceituno	<i>Simarouba glauca</i> L.	Fabaceae		3
Brazil	<i>Haemathoxylos brasileto</i> L.	Fabaceae	3	
Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	7	
Carao	<i>Cassia grandis</i> L.F.	Fabaceae	5	
Ceiba	<i>Ceiba petandra</i> L.	Bombacaceae	75	2
Cedro real	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	9	5
Coyote	<i>Platymiscyum plelostachyum</i> L.	Fabaceae	35	13
Chaperno	<i>Lonchocarpus parviflorus</i> L.	Fabaceae	12	15
Gabilan	<i>Pseudosamanea guachapele</i> L.	Fabaceae		1
Guaba negra	<i>Inga densiflora</i> L.	Fabaceae	17	8
Guasimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Esterculiaceae	93	29
Guarumo	<i>Cecropia insignis</i> L.	Urticaceae	5	

Nombre común	Nombre científico	Familia	FBV	FSJ
---------------------	--------------------------	----------------	------------	------------

Cuadro 1. Continuación...

Guanacaste	<i>Enterlobium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb.	Fabaceae	3	20
Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i> L.	Burseraceae	34	6
Jobo	<i>Spondias mombin</i> . L.	Anacardiaceae	26	7
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> Ruis.	Boraginaceae	23	63
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i> Jacq.	Fabaceae	517	7
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i> VAHL.	Rubiaceae	1	
Mangle blanco	<i>Bravaisia integerrima</i> Espreg.	Acanthaceae	26	
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i> L.	Moraceae	1	
Nispero	<i>Manilkara huberi</i> . Ducke Jacq.	Sapotaceae	4	
Ojoche blanco	<i>Brosumum alicastrum</i> Swaarz L.	Moraceae	3	5
Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i> L	Vochysiaceae	1	
Pochote	<i>Bonbacopsis quinata</i> Jacq.	Bombacaceae	126	2
Papalon	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	Polygonaceae	1	
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> Bertol.	Bignoniaceae	29	68
Sonzonate	<i>Colubrina arborescens</i> L.	Rhamnaceae		2
TOTAL			1118	272

4.2. Distribución diamétrica

La distribución del número de árboles por clases diamétricas de cualquier tipo de bosque tropical no alterado presenta la forma de un “J” invertida, es decir, el número de árboles va disminuyendo conforme aumenta el diámetro normal (Louman., *et al.* 2001),

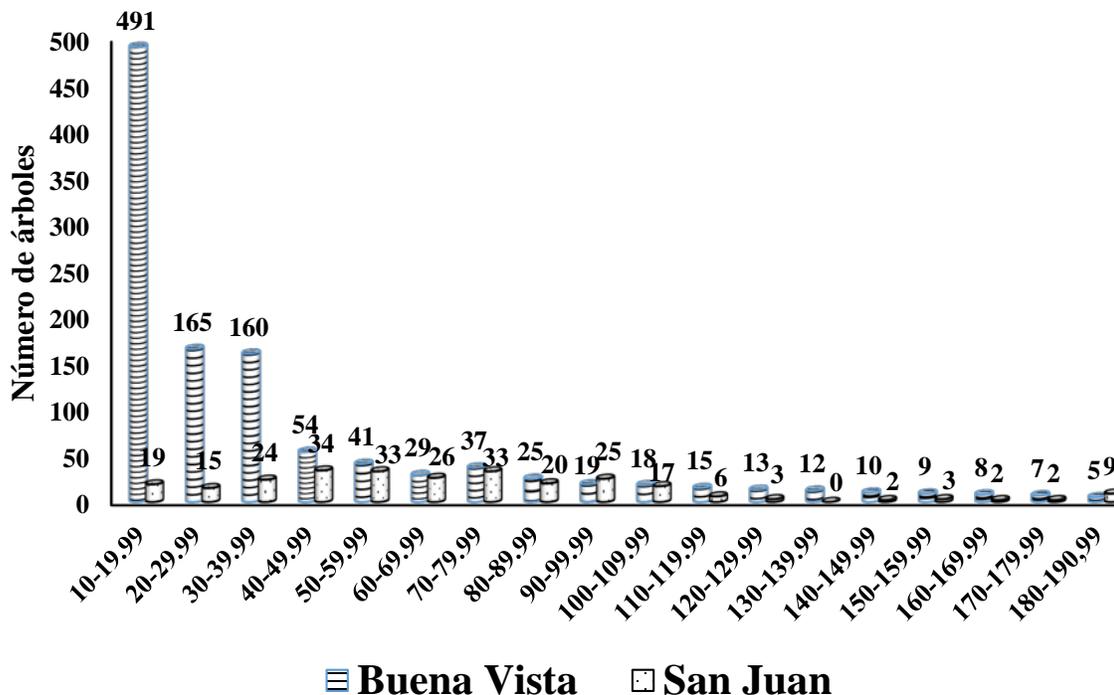


Figura 2. Distribución de las clases diamétricas del componente arbóreo de dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

La finca Buena Vista contiene la mayor cantidad de árboles en la categoría 10.10.99 cm 456 individuos (Figura 2). La cantidad de individuos se disminuye mediante el DAP aumenta. Estos resultados son debido a que la finca Buena Vista tiene un alto porcentaje de madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq) con un total de 525 árboles en los alrededores de la finca como barreras vivas y todos son árboles recién plantados. La finca San Juan tiene el mayor número de árboles en las categorías 50.50.99 cm y 70.70.99 cm con 33 individuos respectivamente (Figura 2). Esto indica que no existe una plantación homogénea ya que existe una

perturbación por la intervención de la mano del hombre. El productor José Benito Sánchez Paz aprovecha los árboles existente en su finca para (leña, carbón, postes, madera para mueblería).

4.3. Altura

Esta distribución estructural de los árboles de la finca Buena Vista sigue la tendencia de “J invertida, la cual corresponde a las características de un bosque heterogéneo natural (Lamprath, 1990).

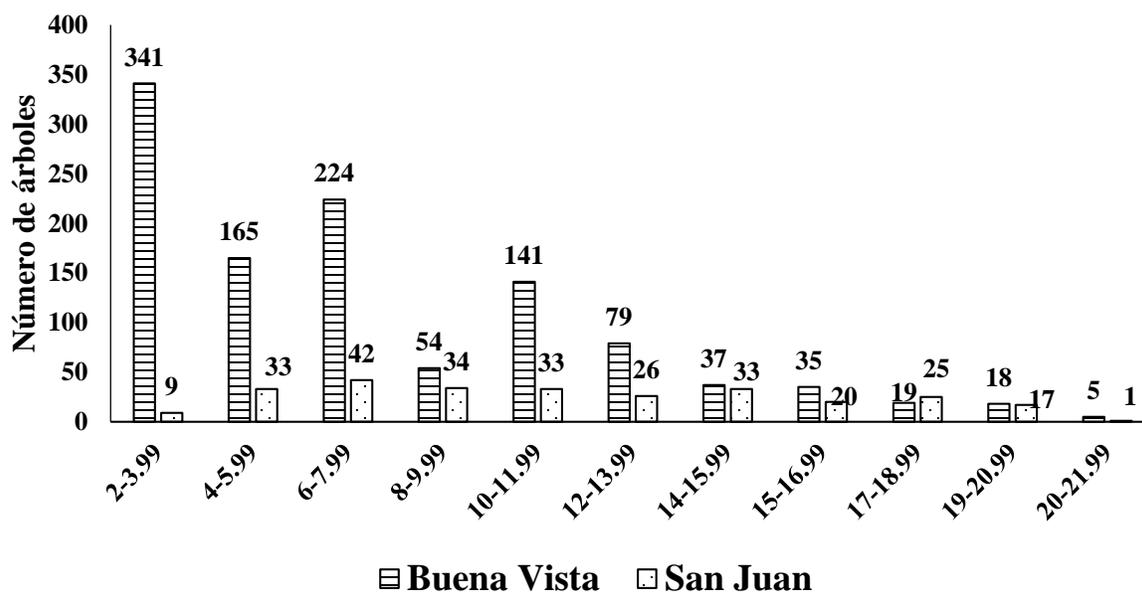


Figura 3. Distribución de las clases de altura arbórea de los agroecosistemas ganaderos, 2017.

La distribución del arbolado según la altura en la Finca Buena Vista se encuentra concentrada de los 2 a los 12.99 metros, el 89.8 % de la población se encuentra dentro de este rango de altura.

La categoría con mayor número de individuos es de los 2-3.99 m con 341 árboles que representan el 30.5% de la población total para la Finca Buena Vista. Está la categoría de 6.7-99 m con 224 árboles y 20 % de la población total, y la categoría de 4.5.99 m con 165 árboles que representan el 14.7 % de la población total (Figura 3).

En la Finca San Juan presenta el mayor número de árboles en la categoría 6-7.99 con 42 árboles que representan el 15.3% de la población. Está la categoría de 8-9.99 m con 34 árboles que representan

el 12.4 % de la población y las categorías de los 4.5.99, 10.11.99 tienen la misma cantidad 33 árboles que representan las dos categorías juntas el 24 % de la población total (Figura 3).

4.3. Parámetros silviculturales

4.3.1. Calidad de fuste

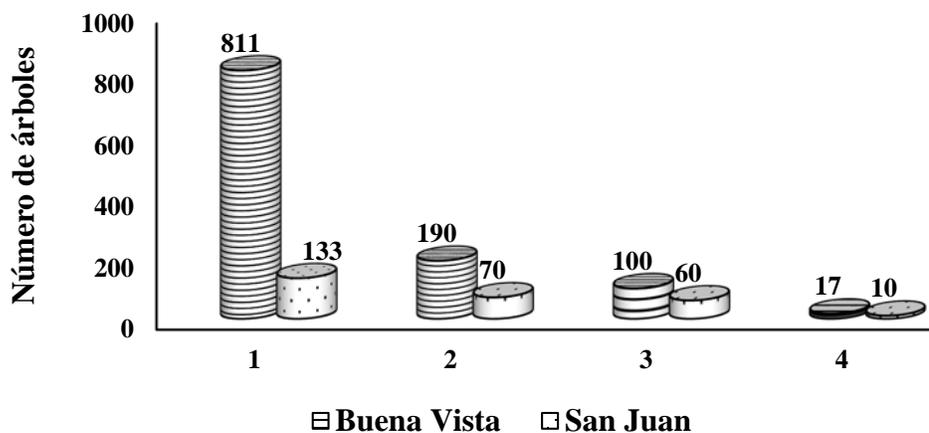


Figura 4. Distribución de la calidad de los fustes de la composición arbórea en dos agroecosistema ganaderos, 2017.

En la finca Buena Vista y finca San Juan la mayor cantidad de árboles se encuentra (categoría 1) con una cantidad de 811 árboles con un 72.5% de la población existente de ambas fincas con un total de 133 árboles con el 48.7% de la población existen que refleja que la mayor cantidad de individuos para las dos fincas presentan un fuste recto y sano (Figura 4).

En la finca Buena Vista y San Juan en la (categoría 2) son los fustes que presentan curvaturas, finca Buena Vista 190 árboles presentan este problema con 16.9% de la población existente en la finca en la finca San Juan 70 árboles presentan este problema en donde es el 25.6% de la población. (Figura 4).

En la (categoría 3 y 4) son las categorías que presentan la menor cantidad de árboles, en la finca Buena Vista solo 100 árboles presentan curvas y daños, pertenecen a la (categoría 3)

Con un porcentaje de 8.9% de la población total. En la (categoría 4) son los que tienen un fuste dañado, solo se encontraron 17 árboles (Figura 4) en esta categoría con un porcentaje de 1.5% de la población total.

En la finca San Juan las (categoría 3, 4) son las que presentan menor número de árboles (categoría 3) árboles curvos y con daños 60 con un porcentaje de la población total de 21.9%, en la (categoría 4) árboles completamente dañados 10 con un porcentaje de 3.6% de la población total de la finca San José (Figura 4).

4.3.2. Iluminación

Lamprach (1990), indica que la composición florística de un bosque es determinada por el conjunto de especies de plantas que lo componen y esta se puede medir tomando en cuenta la frecuencia, abundancia o dominancia de las especies.

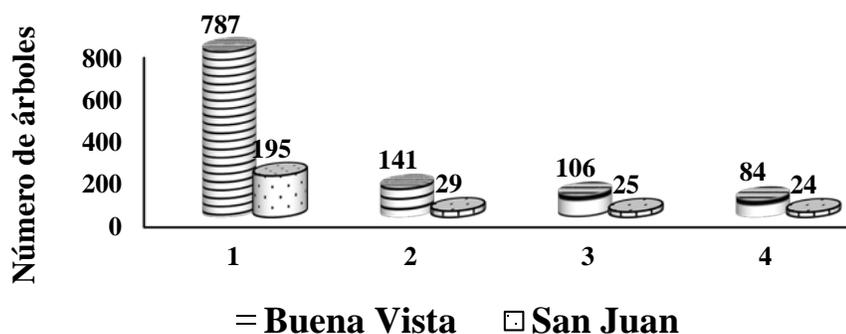


Figura 5. Distribución del arbolado según la luminosidad en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

En la finca Buena Vista y San Juan, en la categorización del componente arbóreo según su iluminación, 787 árboles de la finca Buena Vista con un porcentaje de 70.3% de la cobertura arbórea y 194 árboles lo que corresponde al 71% de la población en total de la finca San Juan se encuentran dentro de la categoría 1, que son árboles que reciben luz todo el día (Figura 5).

En la (categoría 2) es cuando el árbol recibe luz en el ápice de la copa. En la finca Buena Vista 141 árboles se encontraron en esta categoría antes mencionada con un porcentaje de

12.6% de la población total, en la finca San Juan 29 árboles perteneciente a esta categoría con un porcentaje de 10.6% de la población total.

En la finca Buena Vista 106 árboles que son 9.8% de la población total que pertenecen a la (categoría 3) que son los que reciben luz solo a un costado durante el día y en la finca San Juan 25 árboles pertenecen a la (categoría 3) que reflejan el 9.1% de la población total (Figura 4) la categoría cuatro presenta menor número de individuos son los que reciben luz de manera refractada en la finca Buena Vista 84 árboles que son el 7.5% de la población total. En la finca San Juan 24 árboles son pertenecientes a esta categoría que representan el 8.7% de la población en general.

4.3.3. Presencia de lianas

Es importante mencionar que la presencia de lianas interviene en el buen desarrollo de un árbol. De esta manera, cabe señalar que la mayoría de los individuos que se muestrearon (el 74.76 %) se encuentran sin presencia de liana alguna ya sea en la copa o en el fuste. Las lianas son marcadamente heliófilas por lo que cortar masas de lianas enredadas estimulará su crecimiento (Hutchinson, 1993).

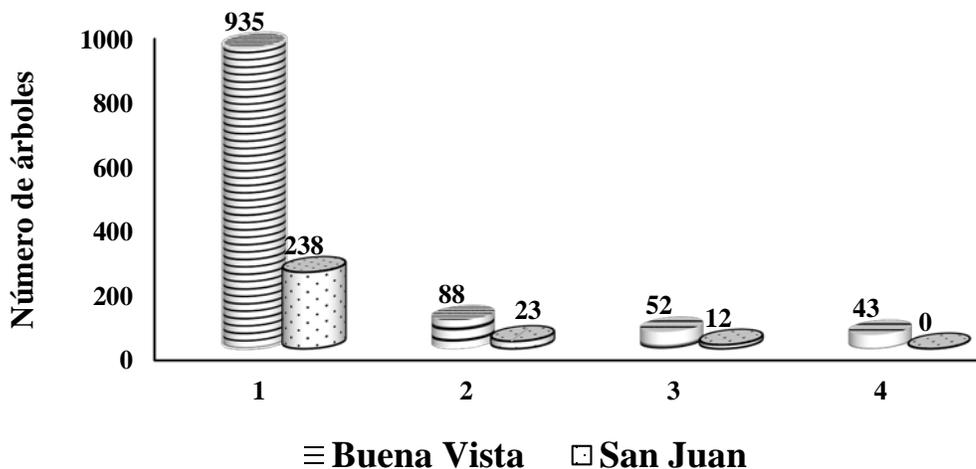


Figura 6. Distribución del comportamiento de lianas en la composición arbórea de dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

En la finca Buena Vista y San Juan la mayor cantidad de árboles se encuentra en la (categoría 1) existe el cero por ciento de infestación de lianas en la finca Buena Vista 935 árboles

pertenecen a esta categoría que representa el 83.6% de la población total en la finca San Juan 238 árboles pertenecen a esta categoría la cual representan el 87.1% de la población (Figura 6).

En la (categoría 2) indica que los árboles que se encuentran dentro de esta categoría tienen un 25% de infestación de lianas, en la finca Buena Vista 88 árboles tienen una infestación de un 25% lo que representan el 7.8% de la población en total, finca San Juan tiene 23 árboles que representan el 8.4 de la población en general.

La finca Buena Vista tiene 52 árboles se encuentran en la (categoría 3) que representan el 4.6% de la población en general y la finca San Juan 12 árboles que representan el 4.3% de la población en total para ambas fincas tienen un 50% de infestación de lianas (Figura 6).

La finca Buena Vista y San Juan tienen una baja incidencia de lianas en la (categoría 4) indica que cada individuo tiene una interferencia arriba del 75% la finca Buena Vista tiene 43 árboles en esta categoría que representan el 3.8% de la población arbórea. Finca San Juan no presenta ningún individuo en esta categoría.

Se tiene que señalar que la presencia de lianas es un factor determinante en el crecimiento del árbol, significa que algunos árboles necesitan tratamiento silvícola de eliminación de lianas en los diferentes estados de desarrollo de la vegetación, el tratamiento que se puede realizar es la corta de lianas dirigida a árboles que presentan lianas en el fuste y la copa.

4.3.4. Estado fitosanitario

Los mayores porcentajes presentes en la vegetación florística de la finca San Juan y Buena Vista se concentran en aquellos individuos cuyos fustes presentan desde curvaturas y daños leves hasta fustes curvos, con pudrición o evidentemente dañados en alguna de sus partes; Es necesario aplicarle tratamientos silviculturales que se adecuen al estado de desarrollo del bosque, el tratamiento silvícola que se puede aplicar es la corta de saneamientos a árboles con fustes muy curvos, que presentan malformaciones, daños o pudriciones .

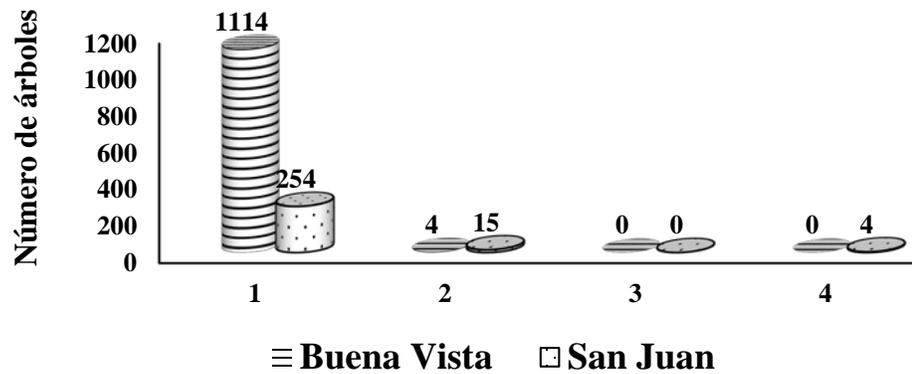


Figura 7. Distribución del comportamiento del estado fito-sanitario en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Los mayores porcentajes presentes en la vegetación florística de la finca San Juan y Buena Vista se concentran en aquellos individuos cuyos fustes presentan desde curvaturas y daños leves hasta fustes curvos, con pudrición o evidentemente dañados en alguna de sus partes; Es necesario aplicarle tratamientos silviculturales que se adecuen al estado de desarrollo del bosque, el tratamiento silvícola que se puede aplicar es la corta de saneamientos a árboles con fustes muy curvos, que presentan malformaciones, daños o pudriciones .

En la figura 4 se muestra la distribución del componente arbóreo, según el estado fitosanitario, la Finca Buena Vista presenta 1114 árboles sin daños alguno, representando el 99.6% de la población total. 4 árboles presentan un estado fitosanitario con algunos daños físicos que representa el 0.4% de la población en general. Finca San Juan tiene 254 árboles sanos sin ningún tipo de problema sanitario que representan el 93% de la población total, en la (categoría 2) solo se encontraron 15 árboles con ciertos problemas Fito-sanitario que representan 5.4% de la población en general, solo se encontraron 4 árboles en la categoría 4 que están completamente dañados por problemas mecánicos, plagas que representan el 1.4% de la población total (Figura 7).

4.4. Rol funcional de las especies forestales

Las fincas Buena Vista y San Juan cuentan con diferentes tipos de especies, que poseen múltiples funciones en el sistema como son sus roles funcionales.

Cuadro 3: Rol funcional de las familias taxonómicas del componente de flora arbórea. En dos agroecosistema ganaderos (Finca San José -FSJ- y Finca Buena Vista-FBV-), Boaco, 2016.

Familia	Rol funcional											
	Frutales		ornamentales		Forrajeros		Maderables		energéticos		Medicinales	
	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV
Anacardiaceae			4	18		19			6	22	4	18
Rubiaceae	1				1				15	17		
Fabaceae	15	25	35	300	22	210	25	36	76	400		125
Bignoniaceae			10	35			15	35	15	35		
Moraceae							18	16	9	19		
Sapotaceae			5	8			16	18			1	
Rhamnaceae	5				5						5	
Polygonaceae		15	54			1		5	8			
Urticaceae										1		1
Acanthaceae							1	19			1	19
Boraginacia												
Lauraceae							5	25				
Bombacaceae		2			48	2	8	48				
Meliaceae						5	12	27				
Caesalpiniaceae												
Esterculiaceae					12	60						
Combretaceae												
Total	21	42	108	361	76	297	100	229	129	449	11	163

Árboles para la producción de frutos: Uno de los principales usos de los árboles es la producción de frutos. Aunque el hombre puede utilizar los frutos de las plantas silvestres, hay que destacar la importancia de los árboles cultivados para la producción y consumo humano.

Se trata de ejemplares que el hombre ha seleccionado de la naturaleza, ha aprendido a cultivarlos, mejorando su resistencia al medio ambiente, al ataque de plagas y enfermedades. Ha incrementado su capacidad de producción de frutos, el aspecto de los mismos o sus valores nutricionales (Glissman, 2013)

Árboles ornamentales: MARENA, (2002) Son aquellos que se utilizan en los jardines, plazas, calles etc de pueblos y ciudades.

Además de una función decorativa, hay que resaltar la importancia de estos árboles como moderadores de la contaminación acústica y ambiental, como proveedores de sombra y, especialmente, como generadores de oxígeno.

Árboles para la producción de madera: Desde siempre el hombre ha utilizado la madera de los árboles para su uso particular ya sea para venta o uso personal, dándole el uso o aprovechamiento de la madera adecuado (Louma *et al.*, 2001) en ambas fincas encontramos las familias que tenían destinadas para ese fin: Fabaceae, Bonbacaceae, Bignoniaceae, Meliaceae, Boraginaceae.

Plantas de cercas vivas: Mendieta y Rocha, (2007) afirman que un cerco vivo está formado de una hilera de árboles para delimitar potreros, áreas de pastos o áreas de cultivo. En este estudio se considerarán plantas de cercas vivas a las que cumplan con los criterios funcionales descritos. Entre las familias con rol funcional de cercas vivas se encontraron las siguientes: Fabaceae, Bonbacaceae, Anacardiaceae.

Árboles para la producción de productos industriales: De los árboles extraemos madera, celulosa, resinas y otros productos que la industria aprovecha en abundancia (MARENA y SINAP, 1999).

Árboles medicinales: son árboles que se extraen productos que son utilizados para la confección de medicinas.

La industria farmacéutica obtiene en la actualidad la mayoría de los medicamentos a través de procesos químicos. Sin embargo, muchos de los productos que se pueden producir ahora en el laboratorio se basan en antiguos componentes de las plantas que ya se utilizaban de una manera natural (Chatton, 1925).

En la finca Buena Vista aplican una serie de técnicas que incluyen la combinación, simultánea o secuencial, de árboles y granos básicos, árboles y ganado (árboles en los pastizales o para forraje), o los tres elementos. Existe un mejor manejo de los recursos de la finca. En cambio en la finca San Juan hay sobre explotación de los recursos naturales.

4.5. Índice de diversidad del componente agroforestal café

4.5.1 Índice de diversidad alfa para las clases taxonómicas del componente agroforestal café

Houston (1979) refleja que los disturbios en el ambiente afectan la diversidad alfa, estos fenómenos se consideran como un estrés que excluye especies en altos niveles y no puede prevenir la exclusión competitiva por competidores superiores a bajos niveles.

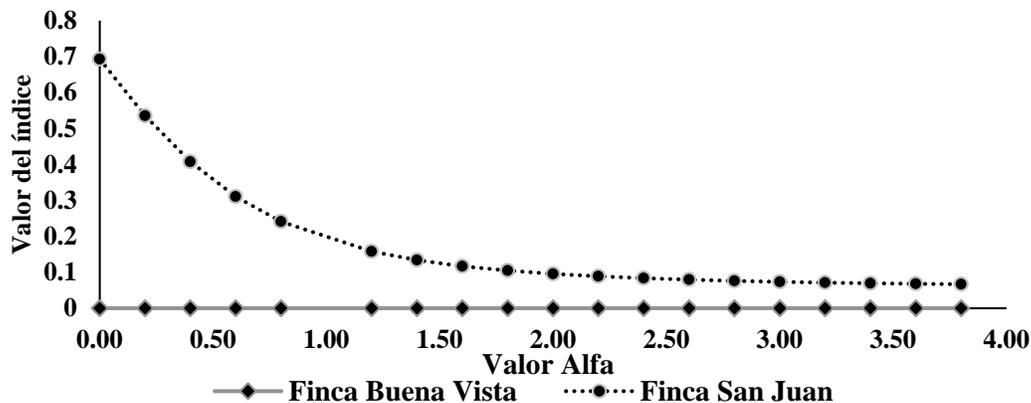


Figura 8. Índice de diversidad alfa (Renyi) para las clases taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando en el índice de diversidad según Renyi, la Finca San Juan en su categoría taxonómica de clase presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que presenta mayor riqueza en número de clase. En la sección cercana a alfa 1. El índice se comporta según Shannon-Wiener, en la Finca San Juan presenta mayor uniformidad en relación a la Finca Buena Vista. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, indicando que la Finca San Juan presenta menor dominancia de una clase. A partir del alfa 2 hasta el infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca Buena Vista presenta menor equidad. En ambas fincas es dominante la clase Magnoliopsida (Figura 8).

4.5.2. Índice de diversidad alfa para órdenes taxonómicos del componente agroforestal café

Mendieta y Rocha (2007) expresa que el excesivo sombreado en el agroecosistema por los árboles hacia los cultivos determina el final del sistema agroforestal y el comienzo de la plantación forestal pura. Según las áreas muestreadas se definen como sistemas agroforestales.

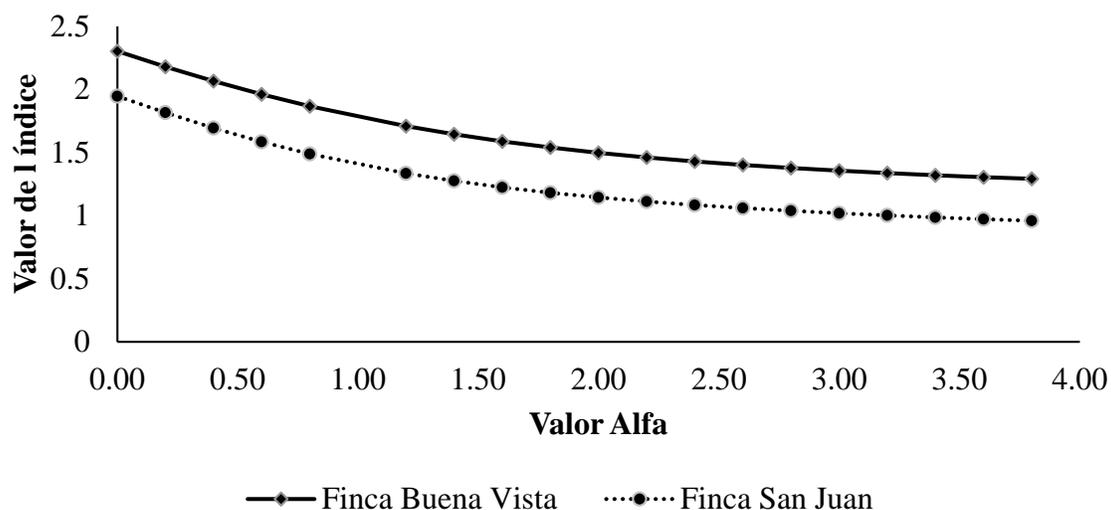


Figura 9. Índice de diversidad alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de orden presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que presenta mayor riqueza en número de órdenes. En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta mayor según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta mayor uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, indicando que la Finca Buena Vista presenta mayor dominancia de un orden. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca San Juan presenta menor equidad. El orden Sapindales es dominante en la Finca Buena Vista y en la Finca San Juan es dominante el orden Fabales (Figura 9)

4.5.3. Índice de diversidad alfa para las familias taxonómicas del componente agroforestal café

Altieri y Letourneau, (1982) La diversificación dinamiza ampliamente los agroecosistemas, afirman que la diversidad puede también tomar lugar fuera de la finca, por ejemplo, en los bordes de cultivos con cortavientos, cinturones de protección y cercos vivos, los cuales pueden mejorar el hábitat para la vida silvestre y para los insectos benéficos, proveer fuentes de madera, materia orgánica, recursos para abejas polinizadoras y además, modificar la velocidad del viento y el microclima.

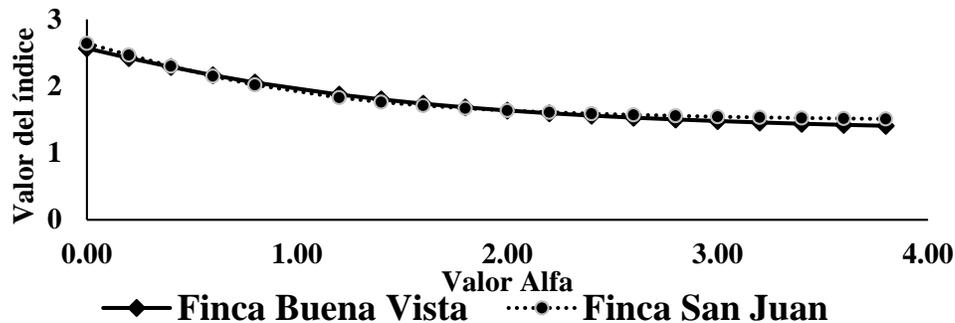


Figura 10. Índice de diversidad alfa (Renyi) para las familias, taxonómicas del componente café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca San Juan en su categoría taxonómica de familias presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que presenta mayor riqueza en número de familias. En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta mayor según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta mayor uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, indicando que la Finca Buena Vista y San Juan presentan un intersección dando como resultados la misma dominancia de familias en ambas fincas. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca Buena Vista presenta menor equidad. La familia Fabaceae es dominante en la Finca Buena Vista y en la Finca San Juan es dominante la familia Lauraceae (Figura 10).

4.5.4. Índice de diversidad alfa para género y especies taxonómicas del componente agroforestal café

Altieri (1992) resalta que la diversidad puede ser mejorada en el tiempo mediante rotaciones y secuencias de cultivos, y en el espacio en forma de cultivos de cubierta, intercultivos, sistemas agroforestales y mezclas de cultivos-ganado, etc. La diversificación vegetal no sólo resulta en la regulación de las plagas a través de la restauración del control natural, sino además estimula un reciclado óptimo, la conservación del suelo y energía y una mayor independencia de insumos externos.

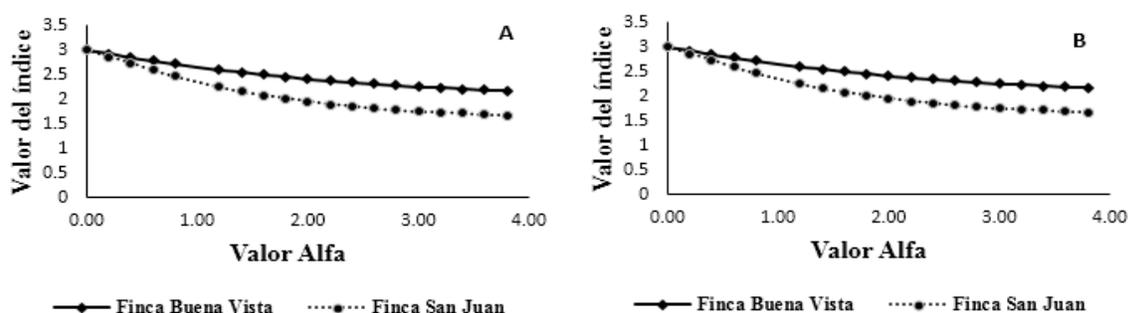


Figura 11. Índice de diversidad alfa (Renyi) para los géneros (A) y especie (B) taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca San Juan y Buena Vista en sus categorías taxonómicas de géneros y especies, presentaron los valores iguales en alfa 0, esto indica que la Finca San Juan y Buena Vista presenta la misma riqueza en estas categorías (Figura 9 imagen A y B). En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta similar al índice según Shannon-Wiener. La Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de género y especie, es mayor en uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, esto indica que ambas fincas presentan mayor dominancia. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca Buena Vista presenta menor equidad. La familia bombacaceae es dominante en la Finca Buena Vista y Sterculiaceae es dominante en la Finca San Juan (Figura 11 imagen A, B).

4.5.5. Índice de disimilitud para las clases taxonómicas del componente agroforestal café

Altieri (1992) argumenta que la diversidad natural provee la base genética de todas las plantas agrícolas y animales y que la simplificación de los sistemas agrícolas es una medida del deterioro de la diversidad biológica.

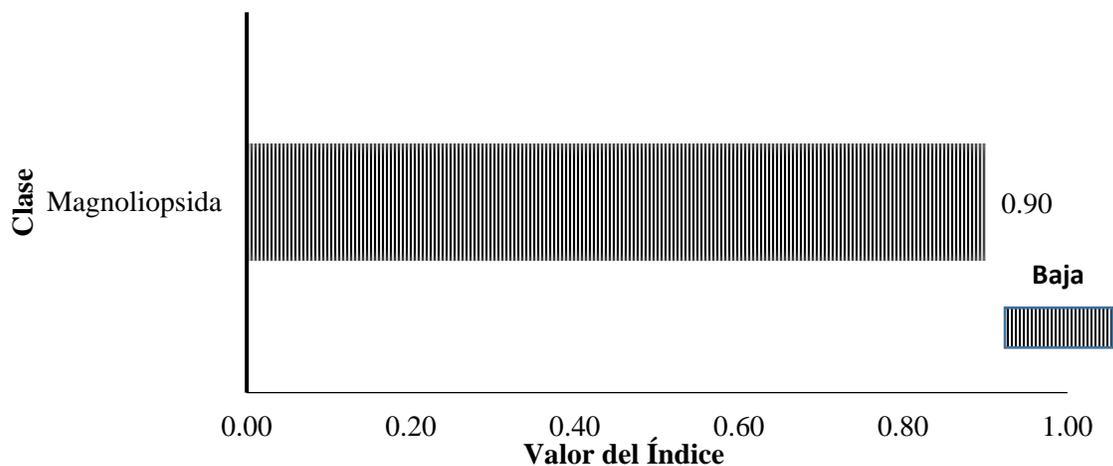


Figura 12. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

El índice de diversidad de Bray-Curtis para las clases taxonómicas de las fincas San Juan y Buena Vista muestra una sola clase. La clase Magnoliopsida presentó una disimilitud baja (Figura 12).

4.5.6. Índice de disimilitud para los ordenes taxonómicos del componente agroforestal café

La diversidad de especies se refiere a la variación en el número de especies presentes en un área determinada, asociado a esto, la diversidad taxonómica no sólo considera el número de especies distintas en un área determinada, sino la variedad de categorías taxonómicas representadas en estas especies (Bird & Molinelli, 2001).

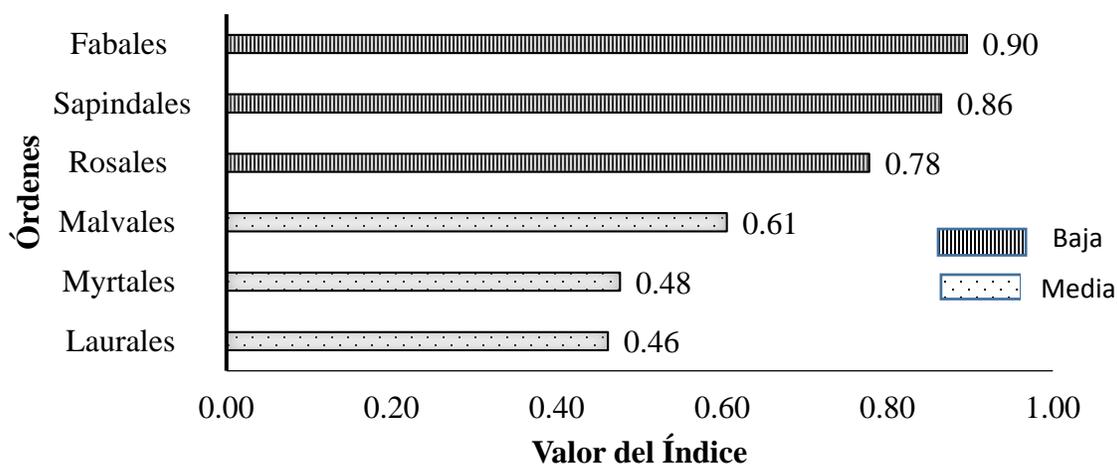


Figura 13. Índice de disimilitud según Bray-curtis para los órdenes taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Los órdenes que presentan el valor más bajo con el índice de disimilitud para las fincas Buena Vista y San Juan es Fabales (0.90), Sapindales (0.86), Rosales (0.78), los órdenes Malvales (0.61), Myrtales (0.48), Laurales (0.46), presentaron un valor intermedio de disimilitud. Y no hay ningún orden con disimilitud alta (Figura 13).

4.5.7. índice de disimilitud para las familias taxonómicas del componente agroforestal café

Terborgh, (1973) menciona que la diversidad de especies parece estar relacionada de manera general con el clima. En particular, condiciones que favorecen la producción biológica como temperaturas cálidas y abundante precipitación en ecosistemas terrestres son con frecuencia asociados con alta diversidad.

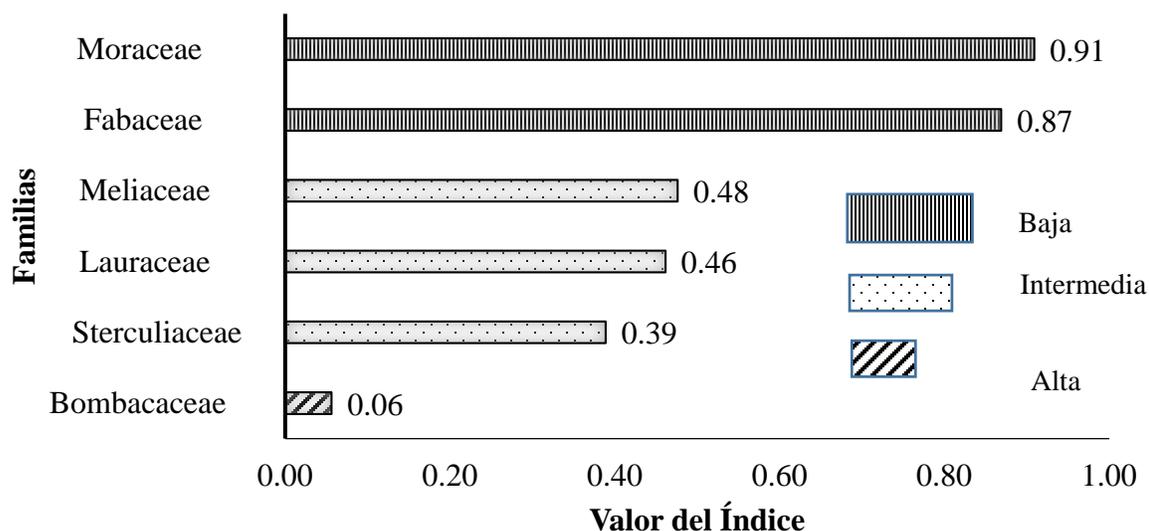


Figura 14. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las familias taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Las familias que presentan el valor más bajo con el índice de disimilitud para las fincas Buena Vista y San Juan es moraceae (0.91), Fabaceae (0.87). Las familias Meliaceae (0.48), Lauraceae (0.46), Sterculiaceae (0.39), presentan un valor intermedio de disimilitud. Y la familia que tuvo el valor más Bombacaceae (0.06) (Figura 14).

4.5.8. Índice de disimilitud para los géneros taxonómicos del componente agroforestal café

Southwood y Way, (1970) señalan que existen además una serie de factores abióticos que tienen un efecto determinante en estos aspectos de la diversidad biológica agrícola: Conocimientos tradicionales y locales de la diversidad biológica agrícola, factores culturales y procesos de participación; y Entorno socioeconómico, incluido el comercio y las prácticas de comercialización y de derechos de propiedad.

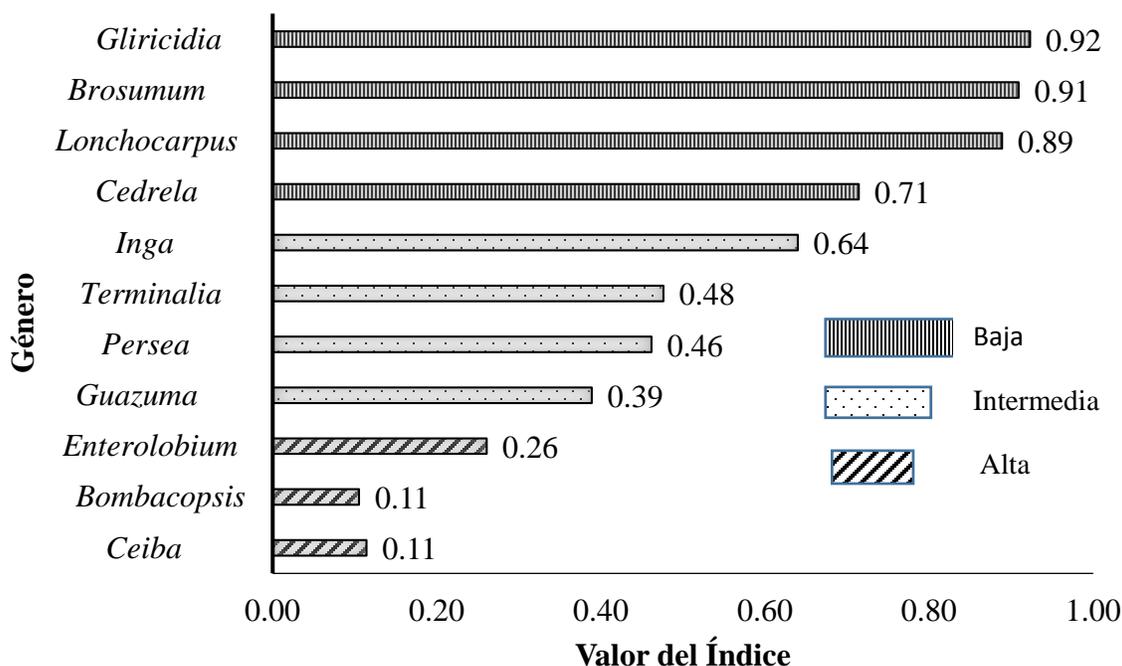


Figura 15. Índice de disimilitud según Bray-curtis para los géneros taxonómicos del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Los géneros que presenta el valor más bajo con el índice de disimilitud para las fincas Buena Vista y San Juan es *Gliricidia* (0.92), *Brosimum* (0.91), *Lonchocarpus* (0.89), *Cedrela* (0.71). los géneros *Inga* (0.64), *Terminalia* (0.48), *Persea* (0.46), *Guazuma* (0.39), presentan un valor de disimilitud medio. Y los géneros, *Enterolobium* (0.26), *Ceiba* (0.11), *Bombacopsis* (0.11) presentan un valor de disimilitud alto (Figura 15).

4.5.9. Índice de disimilitud para las especies taxonómicas del componente agroforestal café

Polhan *et al.*, (2003) recomienda en estudios de arvenses analizar las interacciones entre cultivos – arvenses – flora y fauna, para aprovechar los efectos positivos de arvenses como plantas aromáticas y medicinales, estudiar su potencial en la captura de carbono y recuperar los conocimientos sobre su papel como plantas comestibles.

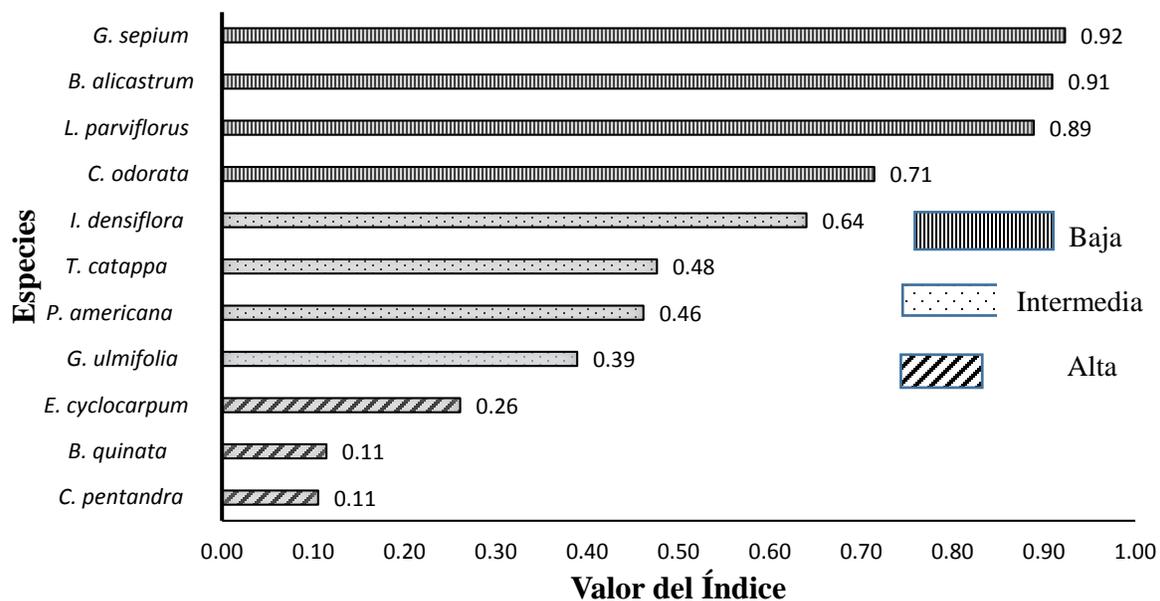


Figura 16. Índice de disimilitud según Bray-curtis para las especies taxonómicas del componente agroforestal café en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Las especies que presenta el valor más bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan es *G. sepium* (0.92), *B. alicastrum* (0.91), *L. parviflorus* (0.89), *C. odorata* (0.71). Las especies *I. densiflora* (0.64), *T. catappa* (0.48), *P. americana* (0.46), *G. ulmifolia* (0.39) presentaron un valor de disimilitud medio. Y las especies *E. cyclocarpum* (0.26), *B. quinata* (0.11), *C. pentandra* (0.11) presentaron un valor de disimilitud alto (Figura 16).

4.6. Índices de diversidad del componente arbóreo

4.6.1. Índice de biodiversidad alfa para las clases del componente arbóreo

Herrera y Lanuza. 1995. La creciente reducción de los recursos forestales a nivel mundial y principalmente en América Latina, ha motivado desde hace algunos años una gran preocupación a niveles de gobiernos y de poblaciones en general por la restauración, protección y manejo del bosque. El plan de reforestación incluye la combinación de especies forestales en el rubro de la ganadería para apoyar al cuidado de los recursos, hídrico y suelo.

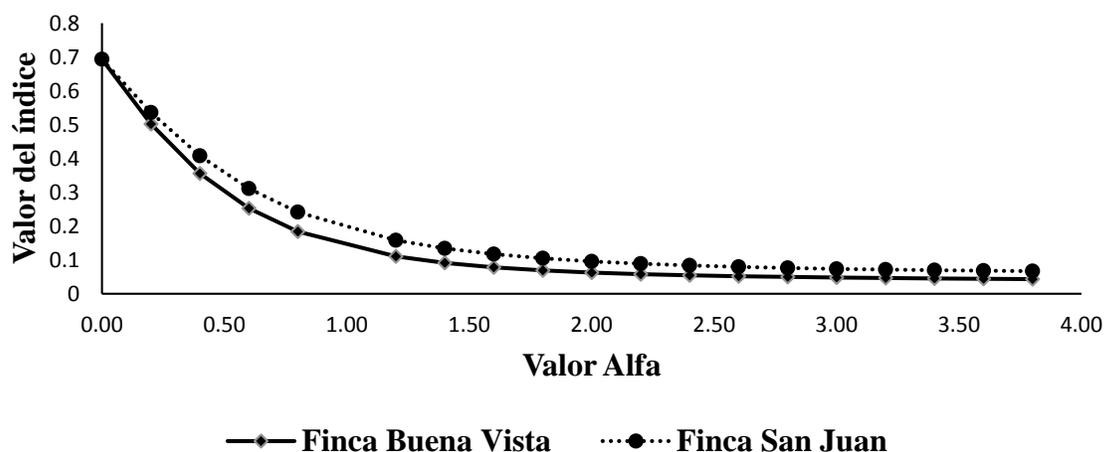


Figura 17. Índice de diversidad alfa (Renyi) para las clases taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de clase presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que la finca Buena Vista y San Juan presentan la misma riqueza en número de clases. En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta similar al índice según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta menor uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, indicando que la Finca Buena Vista presenta menor dominancia de un orden. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca San Juan presenta menor equidad. El orden Sapindales es dominante en la Finca Buena Vista y en la Finca San Juan es dominante el orden Fabales (Figura 17).

4.6.2. Índice de diversidad alfa para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo

Sugg (1996) asevera que la diversidad alfa es el número de especies que viven y están adaptadas a un hábitat homogéneo, cuyo tamaño determina el número de especies por la relación área-especies en la cual, a mayor área, mayor cantidad de especies.

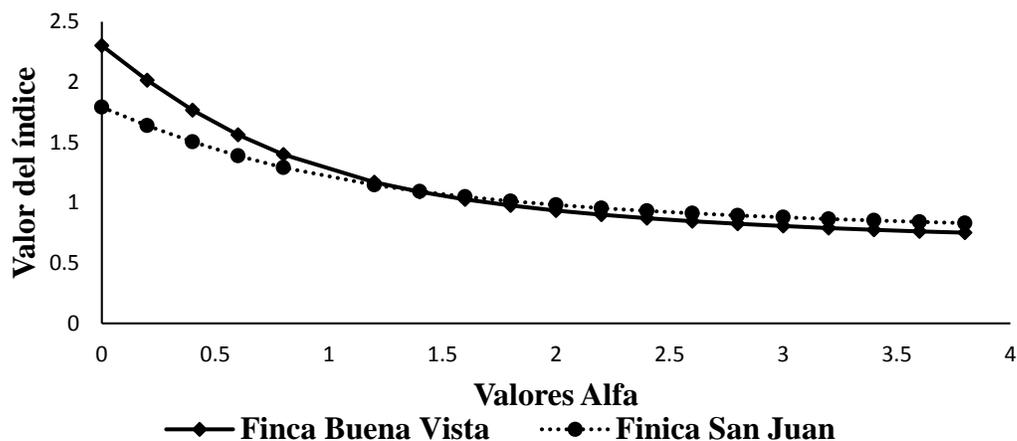


Figura 18. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de orden presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que presenta mayor riqueza en número de órdenes. En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta similar al índice según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta mayor uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, indicando que la Finca Buena Vista presenta menor dominancia de un orden. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca San Juan presenta menor equidad. El orden Sapindales es dominante en la Finca Buena Vista y en la Finca San Juan es dominante el orden Fabales (Figura 18).

4.6.3. Índice de diversidad alfa para familia, género y especie taxonómicas del componente arbóreos

Vázquez (2013) ejemplifica que la diversidad y población o intensidad con que se manifiestan algunos elementos, pueden servir como referencia, sobre todo los que son organismos nocivos, sus reguladores naturales y la macro fauna del suelo, que pueden considerarse como representativos por su nivel de interacción con los rubros productivos, este estudio sirvió para conocer las características de cada finca de acuerdo a su manejo e intervención.

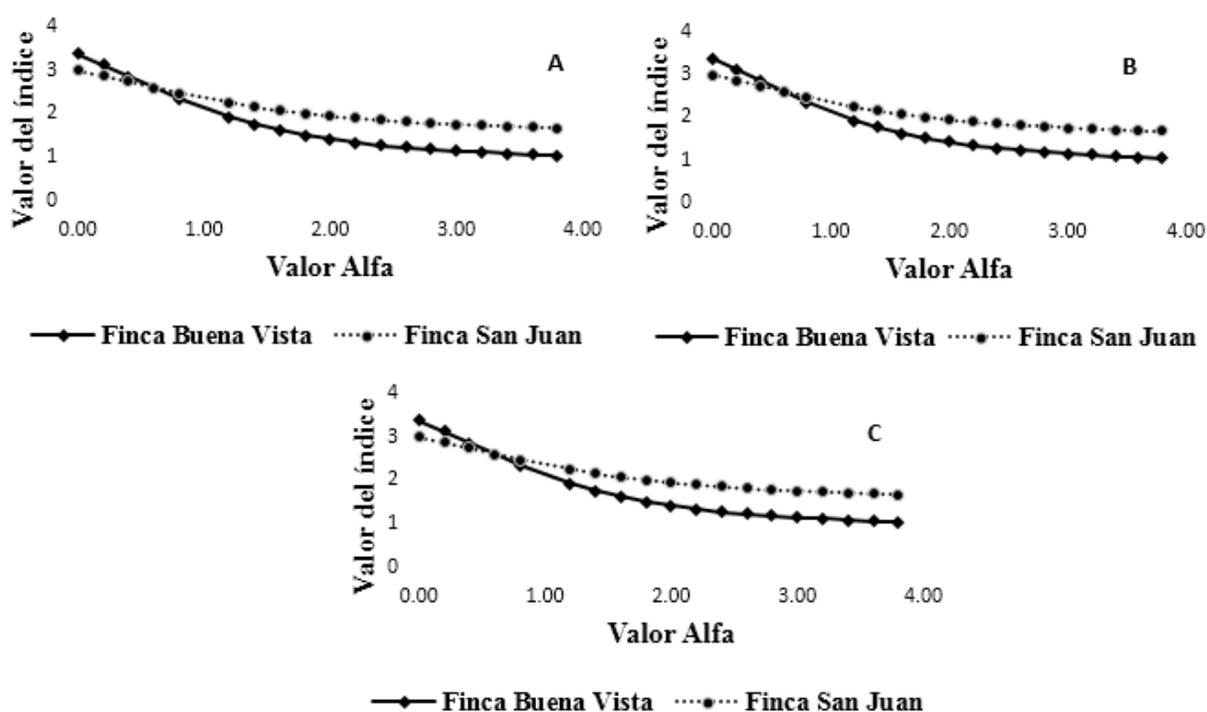


Figura 19. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las familias (A), género (B) y especies (C) taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista en sus categorías taxonómicas de familias, géneros y especies, presentaron los valores más alto en alfa 0, esto indica que la Finca Buena Vista presenta mayor riqueza en estas categorías. En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta similar al índice según Shannon-Wiener, la Finca San Juan es superior en uniformidad en relación a la Finca Buena Vista. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, la Finca Buena Vista presenta mayor dominancia en las categorías taxonómicas de familia, género y especie. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca San Juan en sus categorías taxonómicas de, familia, género y especie presenta mayor equidad. La familia Bignoniaceae es dominante en la Finca San Juan fabácea es dominante en la Finca Buena Vista, pero en la Finca San Juan hay mayor equidad en el número de individuos por familia. En la Finca San Juan la especie dominante es *Guazuma ulmifolia* L. y en la Finca Buena Vista es *Gliricidia sepium* L. (Figura 19 imagen A, B, C).

4.6.4. Índice de disimilitud para las clases taxonómicas del componente arbóreo

Los sistemas donde se encuentran una alta diversidad de especies arbóreas permiten la capturar carbono, además de propiciar resiliencia para enfrentar las variaciones climáticas. Los sistemas agroforestales tienen una alta complejidad estructural que servir como amortiguador frente a grandes fluctuaciones de temperatura, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas (Altieri 1992)

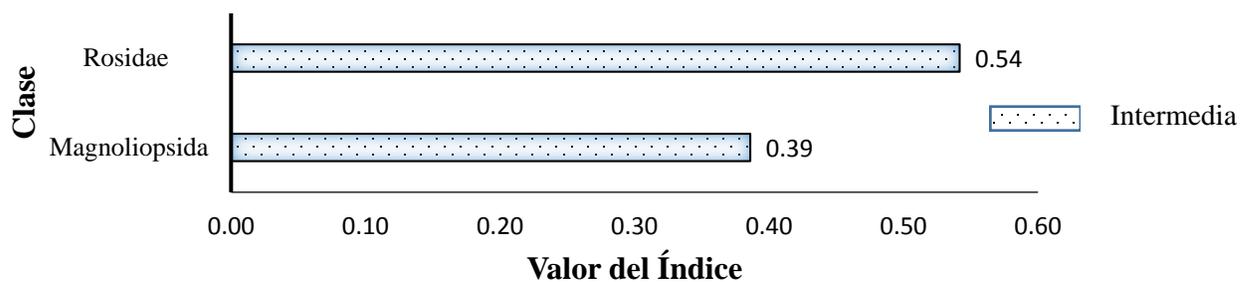


Figura 20. Índice de disimilitud según Bray-curtis para las clases taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

La clase que presenta el valor medio con el índice de disimilitud para las fincas Buena Vista y San Juan, Rosidae y Magnoliopsida (Figura 20), cuyos índices son 0.54 y 0.38, respectivamente. Estas dos clases son las que se encuentran con mayor frecuencia en la finca San Jose y Buena Vista. Dentro de estas clases existen especies que se adaptaron con facilidad a las condiciones edafoclimáticas que ambas fincas presentan.

4.6.5. Índice de similitud para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo

Mendieta y Rocha (2007) identifican que es más común encontrar especies arbóreas con café y cacao con sombra, cercas vivas y huertos caseros. Los órdenes más investigados en sistemas agroforestales son los fabales, que tienen algunas especies como: madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq.) Kunth ex Walp.), Leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam.), mango (*Mangifera indica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill), caoba (*Switenia humilis* Zucc.), guaba (*Inga* spp.), guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam) y guarumo (*Cecropia peltata* L.).

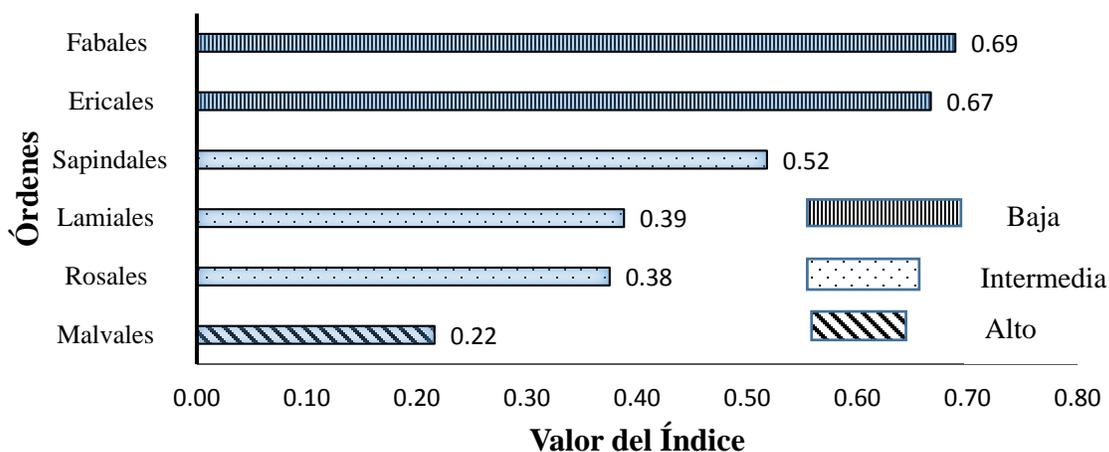


Figura 21. Índice de disimilitud según Bray-curtis para los órdenes taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Los órdenes que presentan el valor más bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan es Fabales (0.69), Ericales (0.67). Los órdenes Sapindales (0.52), Lamiales (0.39), Rosales (0.38) presentaron un valor medio en el índice de disimilitud. El orden, Malvales (0.22) tuvo un valor alto en el índice de disimilitud (Figura 21).

4.6.6. Índice de similitud para las familias taxonómicas del componente arbóreo

Huston (1979) refleja que los disturbios en el ambiente afectan la diversidad alfa, estos fenómenos se consideran como un estrés que excluye especies en altos niveles y no puede prevenir la exclusión competitiva por competidores superiores a bajos niveles resultando en diversidades de especies mayores a niveles intermedios de disturbio.

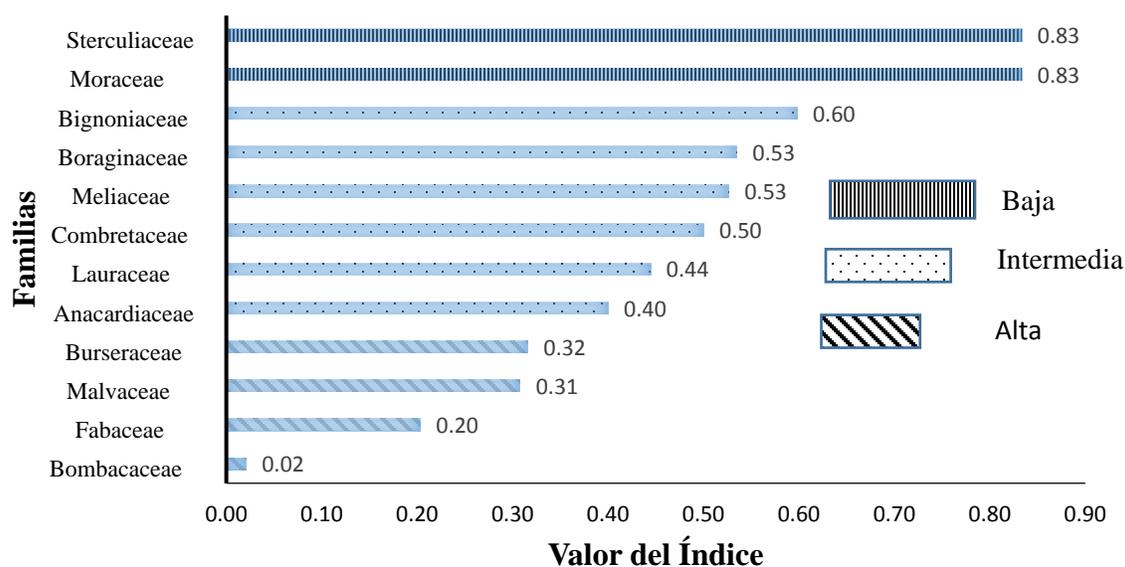


Figura 22. Índice de disimilitud según Bray-curtis para las familias taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

La familia que presenta el valor bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan es Sterculiaceae (0.83), Moraceae (0.83). Las familias Bignoniaceae (0.59), Boraginaceae (0.53), Meliaceae (0.53), Combretaceae (0.50), Lauraceae (0.44), Anacardiaceae (0.44), son las familias que tuvieron el valor intermedio. Las familias que tuvieron el índice de similitud alto son, Burseraceae (0.32), Fabaceae (0.20), Bombacaceae (0.02) (Figura 22).

4.6.7. Índice de disimilitud para los géneros taxonómicos del componente arbóreo

Altieri (1992) considera que el comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus varios componentes

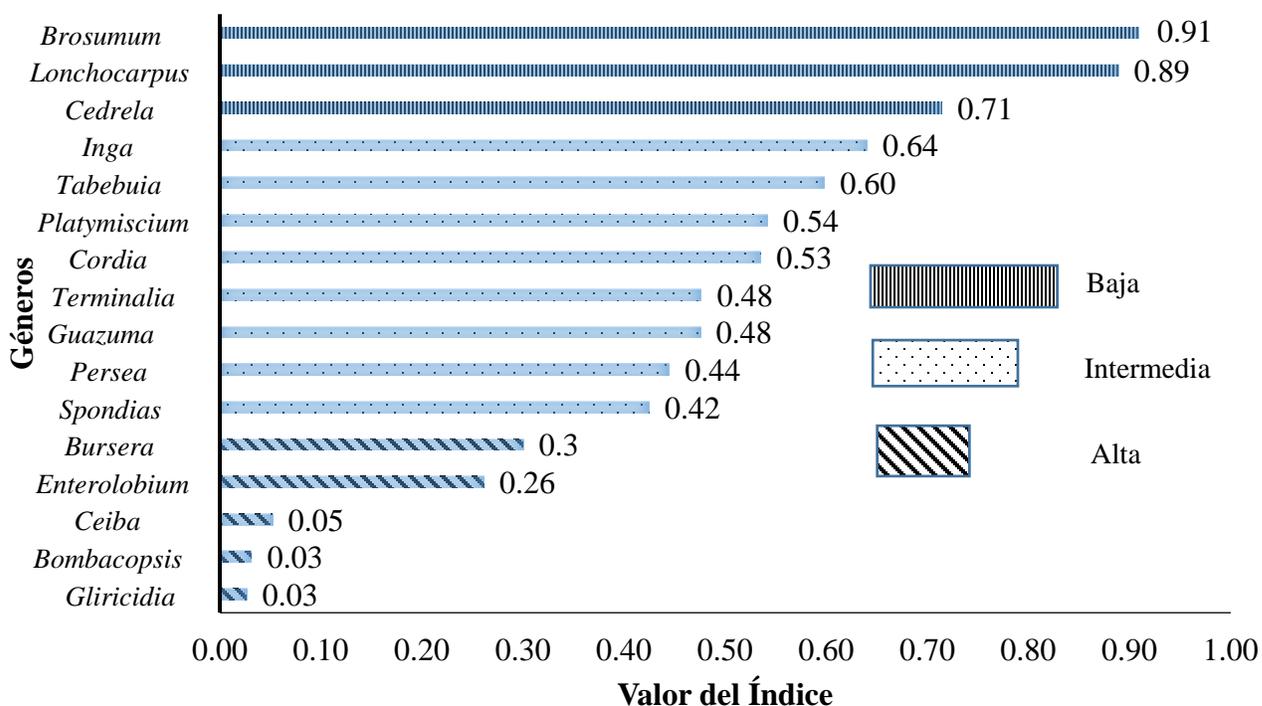


Figura 23. Índice de disimilitud según Bray-curtis para los géneros taxonómicos del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Los géneros que presenta el valor más bajo con el índice de disimilitud para las fincas Buena Vista y San Juan *Brosumum* (0.9)¹, *Lonchocarpus* (0.89), *Cedrela* (0.71). Los Géneros que presentaron el índice de disimilitud intermedio son: *Inga* (0.64), *Tabebuia* (0.60), *Platymiscium* (0.54), *Cordia* (0.53), *Terminalia* (0.48), *Guazuma* (0.48), *Persea* (0.44), *Spondias* (0.42). Los Géneros que tuvieron el valor más alto en el índice de disimilitud son: *Bursera* (0.3), *Enterolobium* (0.26), *Ceiba* (0.05), *Bombacopsis* (0.03), *Gliricidia* (0.13) (figura 23).

4.6.8. Índice de disimilitud para las especies del componente arbóreo

CATIE, (2001) menciona que existen aproximadamente 4,800 especies de árboles y arbustos en la flora nicaragüense, de las cuales, no se conoce su uso o poco se sabe. Por otro lado, se hacen necesarios los estudios sobre la composición y estructura para un manejo adecuado de los bosques naturales que permita compatibilizar la producción con el mantenimiento o incremento de los bienes y servicios.

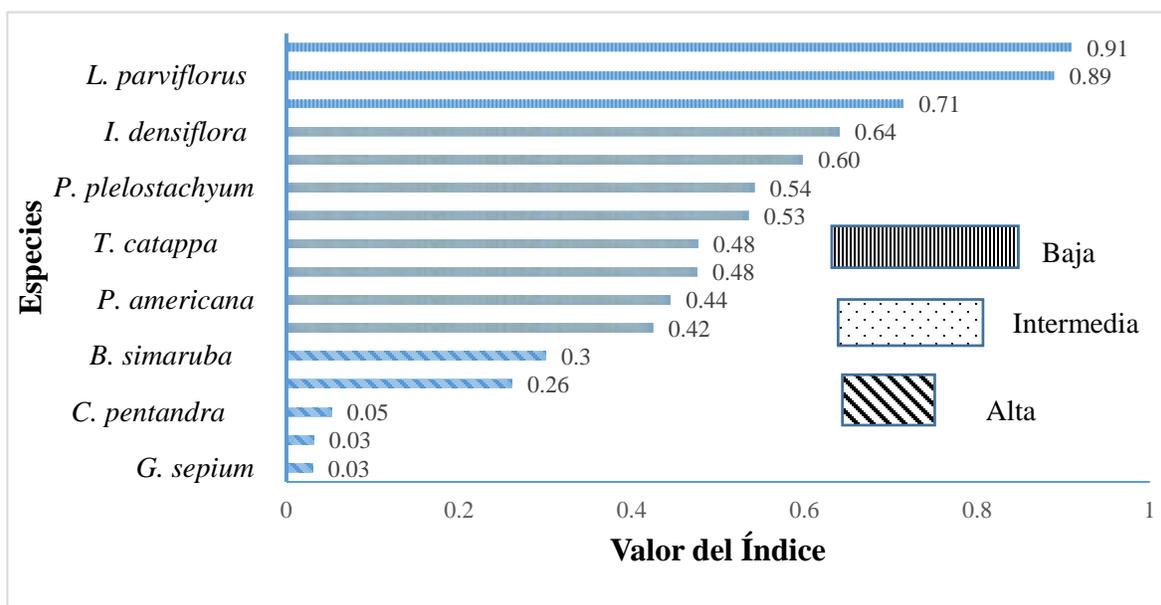


Figura 24. Índice de disimilitud según Bray-curtis para las especies taxonómicas del componente arbóreo en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Las especies que presentan el valor bajo con el índice de similitud para la finca Buena Vista y San Juan es *B. alicastrum sp* (0.91), *L. parviflorus* (0.89), *C. odorata* (0.71), las que tuvieron el índice de similitud medio son las especies *I. densiflora* (0.64), *T. rosea* (0.60), *P. plelostachyum*, (0.54), *C. alliodora* (0.53), *T. catappa* (0.48), *G. ulmifolia* (0.48), *P. americana* (0.44), *S. mombin* (0.42). Las especies que tuvieron el índice de disimilitud más alto para ambas fincas, *B. simaruba* (0.3), *E. cyclocarpum* (0.26), *C. petandra* (0.05), *B. quinata* (0.03), *G. sepium* (0.03). (Figura 24).

4.7. Rol funcional de las arvenses

Una finca diversificada con gran variedad de especies soporta mejor los grandes cambios que en el clima están ocurriendo en esta región protegen el suelo de la erosión y contribuyen al balance hídrico general del ecosistema, impidiendo el ataque desmedido de cualquier plaga y enfermedad (Vázquez; *et al* 2014).

Cuadro 2: Rol funcional de las familias taxonómicas del componente de flora de arvense en dos agroecosistemas ganaderos (Finca San José -FS J- y Finca Buena Vista-FB V-), Boaco, 2016.

Familia	Rol funcional de las arvenses											
	Fijadora de nitrógeno		Evitan la erosión		Forrajera o energética		Ornamentales		Alelopáticas		Medicinal	
	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV	FSJ	FBV
Boraginaceae			4	18		19			6	22		18
Cucurbitaceae	1				1				15	17		
Cyperaceae	15	25	35	35	22	210	25	36	76	400		125
Euphorbiaceae			10	35			15	35	15	35		
Fabaceae							18	16	9	19		
Malvaceae			5	8			16	18				1
Poaceae	5				5							5
Portulacaceae		15	54			1		5	8			
Violaceae										1		1
Cariophyllaceae							1	19			1	19
Cyperaceae												
Euphorbiaceae							5	25				
Poaceae		2			48	2	8	48				
Rubiaceae						5	12	27				
Esterculiaceae					12	60						
Total	21	42	108	361	76	297	100	229	129	449	11	163

4.8. Índices de biodiversidad del componente arvense

4.8.1. Índice de biodiversidad alfa par las clases taxonómicas del componente arvense

Aleman (1991). Las malezas constituyen el primer estado de una sucesión de plantas donde la vegetación ha sido disturbada. Por tanto, podemos considerar a las malezas como las plantas pioneras después de disturbar los suelos, estas plantas son características de tierras en donde el hombre ha sustituido la vegetación nativa con un sistema controlado de cultivo y manejo, las plantas nativas desaparecen y son remplazadas por otras plantas adaptables a las condiciones medio-ambientales y manejo.

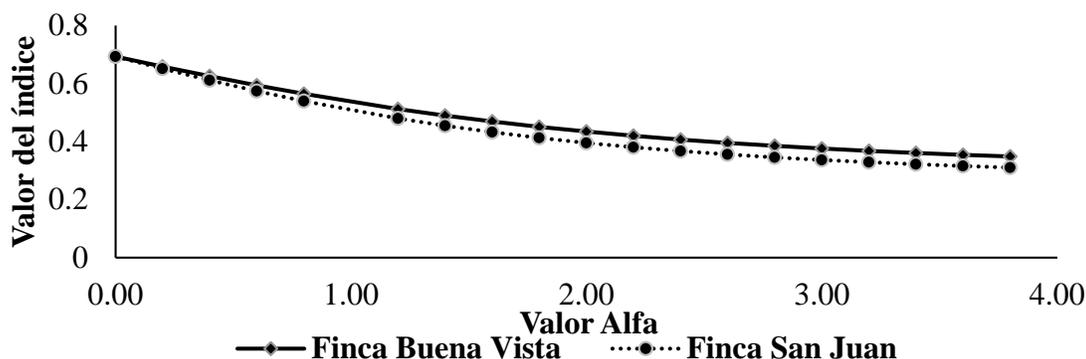


Figura 25. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las clases taxonómicas de Arvense en dos agroecosistema ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad mediante el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista y la finca San Juan en su categoría taxonómica de clase presentaron los valores más alto en alfa 0, esto indica que presentan la misma riqueza en el número de clase. En la sección cercana a alfa 1, en el índice según Shannon-Wiener. Se comporta mayor La Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de clase, es mayor en uniformidad en relación a la Finca san Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, en este punto la curva de la finca Buena Vista paso por arriba, esto indica que presenta mayor dominancia. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca Buena Vista presenta menor equidad de clase. La clase Liliopsida es dominante en la Finca buena vista y magnoliopsida es dominante en la Finca San Juan, y la Finca San Juan presenta mayor equidad en el número de individuos por clase (Figura 25).

4.8.2. Índice de biodiversidad alfa para los órdenes taxonómicos del componente arvense

La diversidad de una especie vegetal, tiene que ver mucho con el sitio donde se encuentra el bosque, las diferencias están relacionadas con la altitud, generalmente existe mayor riqueza en sitios bajos que en sitios altos y respecto a la latitud, existen más especies en los trópicos que en los bosques templados (Louman, *et al.*, 2001).

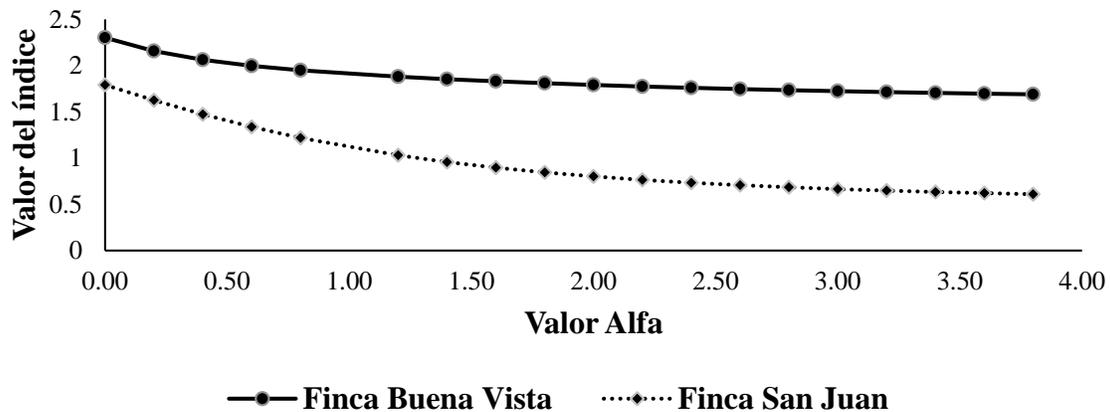


Figura 26. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para los órdenes taxonómicos de Arvense en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de orden presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que presenta mayor riqueza en número de órdenes. En la sección cercana a alfa 1, en el índice según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta mayor uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según el índice de Simpson, indicando que la Finca Buena Vista presenta mayor dominancia en orden. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca Buena Vista presenta menor equidad. El orden Poales es dominante en la Finca Buena Vista y en la Finca San Juan es dominante Cyperales (Figura 26).

4.8.3. Índice de biodiversidad alfa para las familias taxonómicas del componente arvense

El número de especies de una región-`riqueza` en especies es una medida que a menudo se utiliza, pero una medida más precisa, la diversidad taxonómica tiene en cuenta la estrecha relación existente entre una especie y otros. (Narvaes, 2012).

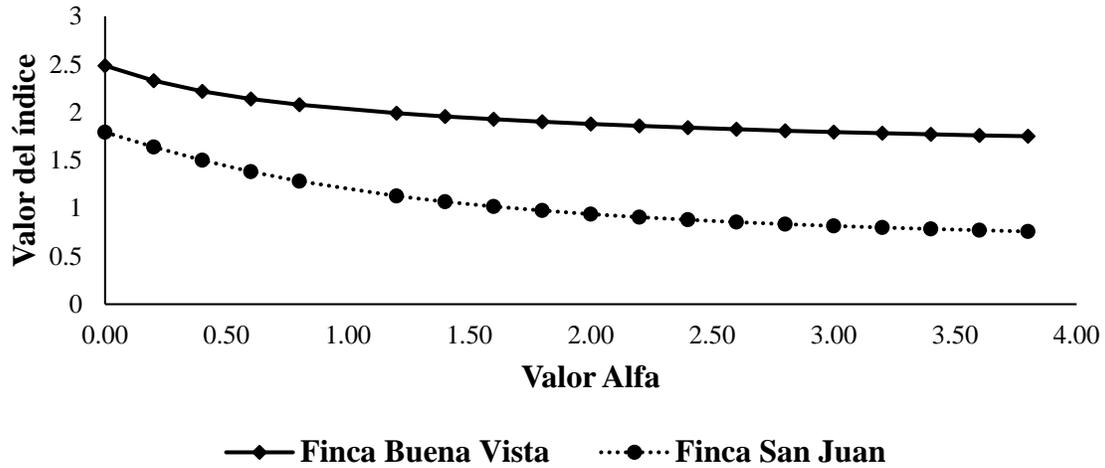


Figura 27. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para las familias taxonómicas de Arvense en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad utilizando el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista en su categoría taxonómica de Familias presentó el valor más alto en alfa 0, esto indica que presenta mayor riqueza en número de familias. En la sección cercana a alfa 1, en el índice según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta mayor uniformidad en relación a la Finca San Juan. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según el índice de Simpson, indicando que la Finca Buena Vista presenta mayor dominancia en familias. A partir del alfa 2 hasta infinito, el perfil horizontal se comporta según el índice de Berger-Parker, la Finca Buena Vista presenta menor equidad. La familia Euphorbiaceae es dominante en la Finca Buena Vista y en la Finca San Juan es dominante Poaceae. (Figura 27).

4.8.4. Índice de biodiversidad alfa para género y especies taxonómicas del componente arvense

Hutchinson (1993), establece que la diferencia entre crecimiento es debido principalmente al comportamiento fisiológico de cada especie, vigorosidad del árbol y si éste se encuentra oprimido o dominante en el bosque. Justificando que la presencia de árboles muy inclinados y muy dañados se debe a la respuesta que los árboles dan al manejo por poda de estos árboles que están por debajo del dosel superior de otros árboles, la respuesta se debe a que los árboles que están oprimidos buscan y compiten por la iluminación y espacio, entonces en ese proceso tienden a inclinarse o ser dañados.

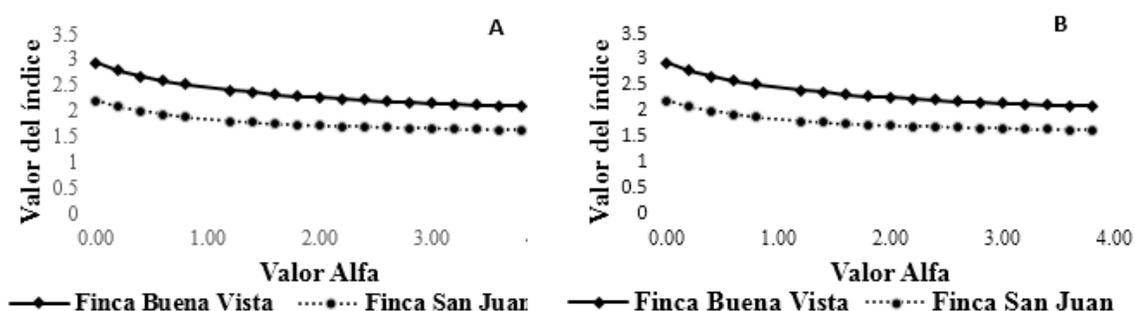


Figura 28. Índice de diversidad Alfa (Renyi) para género y especies taxonómicas de Arvense en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Al medir la biodiversidad del componente arvense mediante el índice de diversidad según Renyi, la Finca Buena Vista presenta los valores más altos en alfa 0, la fincas Buenas Vistas tienen mayor riqueza en el número de géneros y especies. En la sección cercana a alfa 1, el índice se comporta mayor al índice de diversidad según Shannon-Wiener, la Finca Buena Vista presenta mayor uniformidad en las categorías taxonómicas de géneros y especies. Cuando alfa es igual a 2, se comporta según Simpson, indicando que la Finca Buena Vista presenta mayor dominancia. A partir del alfa 2 hasta infinito, el índice se comporta según Berger-Parker, presenta mayor equidad la Finca San Juan. En la Finca Buena Vista la especie *ixophorus unisetus* L. es más dominante y en la Finca San Juan es más dominante *cyperus rotundus* L. (Figura 28).

4.8.5. Índice de disimilitud para las clases taxonómicas del componente arvense

MAOC VFBGNIC (2013) Indican que las propiedades físicas y químicas de los suelos pueden producir marcadas discontinuidades en la distribución vegetal. En las especies leñosas es bastante común la aparición de marcadas preferencias edáficas

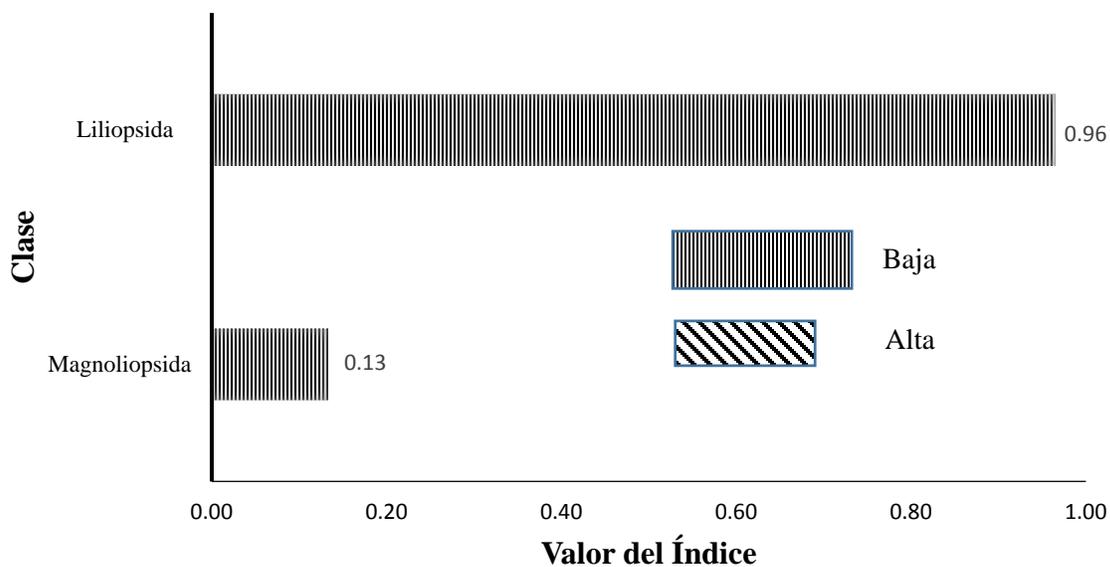


Figura 29. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las clases taxonómicas de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

La Clase que presenta el valor bajo con el índice de disimilitud para las fincas San Juan y Buena Vista es Liliopsida (0.96), y la clase que tuvo el valor alto fue Magnoliopsida (0.13) esto indica que las dos clases están presentes para las dos fincas (Figura 29).

4.8.6. Índice de disimilitud para los órdenes taxonómicos del componente arvense

Díaz (1998), argumenta que la ciencia ecológica ha tratado la diversidad como expresión de la organización de los ecosistemas.

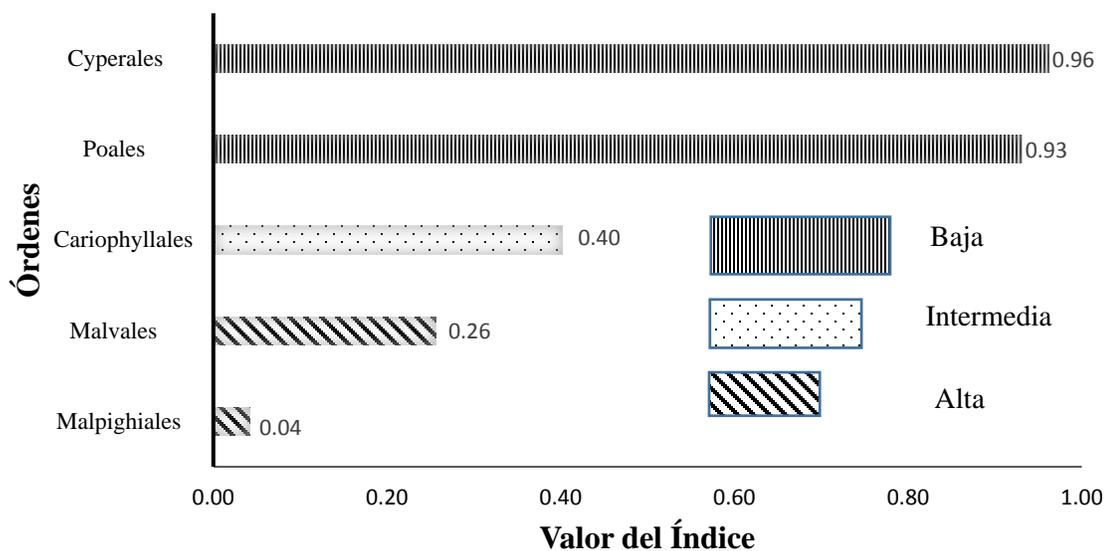


Figura 30. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los órdenes taxonómicos de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Los órdenes que presenta el valor bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan es Cyperales (0.96), Poales (0.93). El orden que tuvo el índice de disimilitud medio, Cariophyllales (0.40). Los órdenes que se encuentran en el índice de disimilitud alto para ambas fincas, Malvales (0.26), Malpighinales (0.04) (Figura 30).

4.8.7. Índice de disimilitud para las familias taxonómicas del componente arvense

Kitdt y Coe (2005), argumenta que el crecimiento geométrico o exponencial del ser humano ha sido uno de los factores de gran impacto sobre la diversidad biológica, la cual se ve amenazada por varios procesos, la gran mayoría antropogénicos, que transforman el medio en el que vivimos.

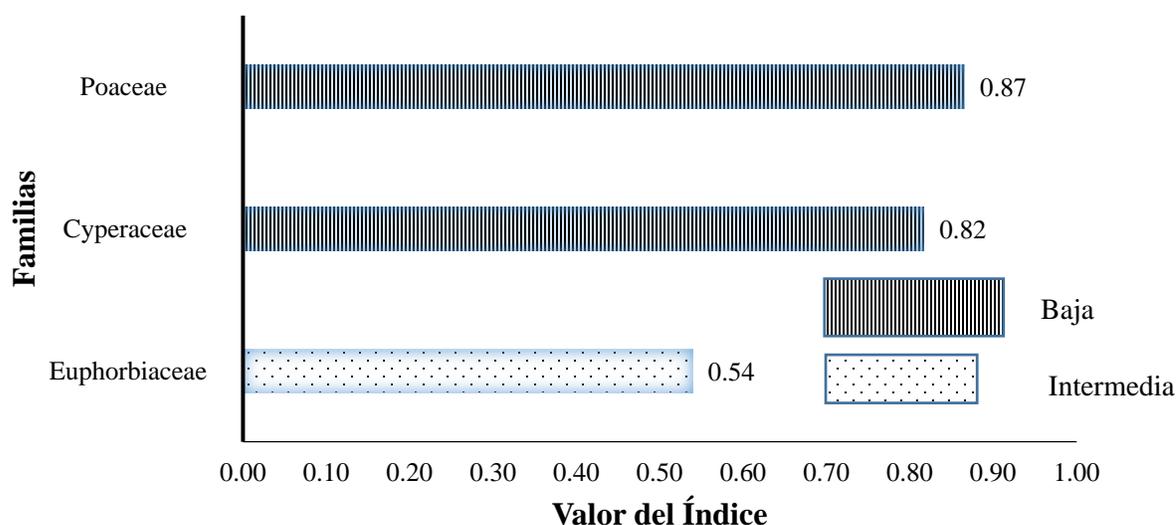


Figura 31. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las familias taxonómicas de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

Las familias que presenta el valor bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan Poaceae (0.87), Cyperaceae (0.82). La familia que tuvo el índice de similitud medio Euphorbiaceae (Figura 31). Solo estas tres familias se les realizó el índice de disimilitud ya que eran las únicas que se encontraron en ambos sistemas debido a la pobreza de biodiversidad que existe en la finca San Juan.

4.8.8. Índice de disimilitud para los géneros taxonómicos del componente arvense

El objetivo de medir la diversidad biológica es, además, de adoptar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar o emitir recomendaciones a favor de la conservación de las áreas amenazadas, o monitoreo el efecto de la perturbación a favor de las conservaciones de las áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente (WALL, 2004).

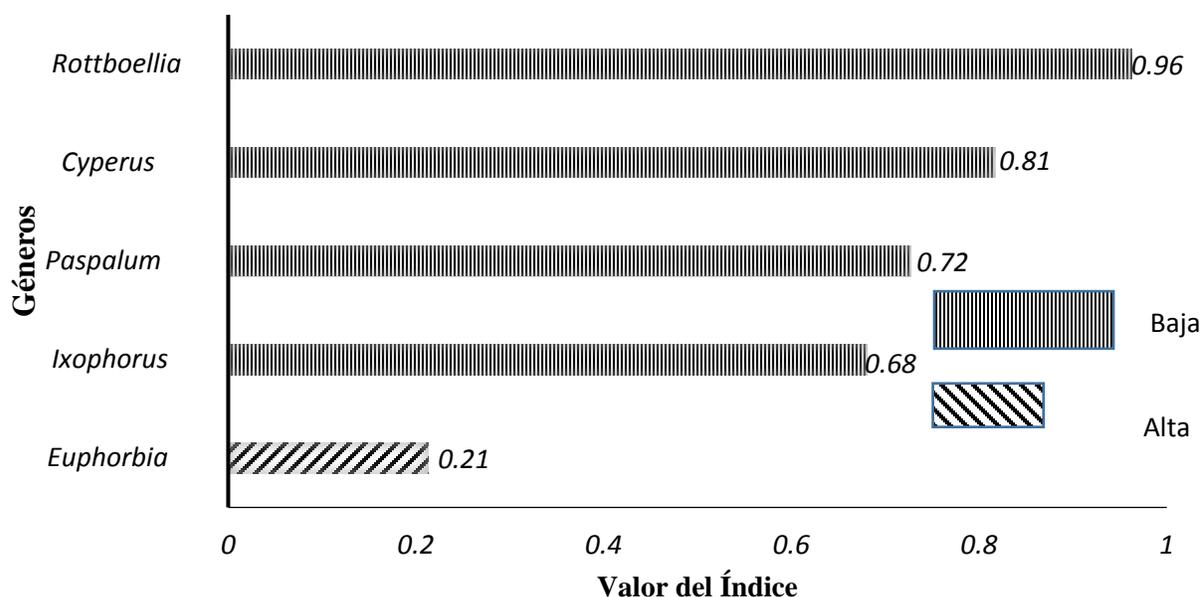


Figura 32. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para los genero taxonómicos de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

El género que presenta el valor bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan es Rorrboellia (0.96), Cyperus (0.81). paspalum (0.72), Ixophorus (0.68). La que tuvo el índice de similitud medio el género Euphorbia (0.21) (Figura 32) los géneros del componente arvense que se encontraron en los sistemas, no todos son considerados malezas hay cierto porcentaje que son considerados de suma importancia en el aporte de nutriente, filtración del agua, protección del suelo, medicinal etc.

4.8.9. Índice de disimilitud para las especies taxonómicas del componente arvense

Wall (2004), La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies refiere a la diversidad dentro de las comunidades (alfa)

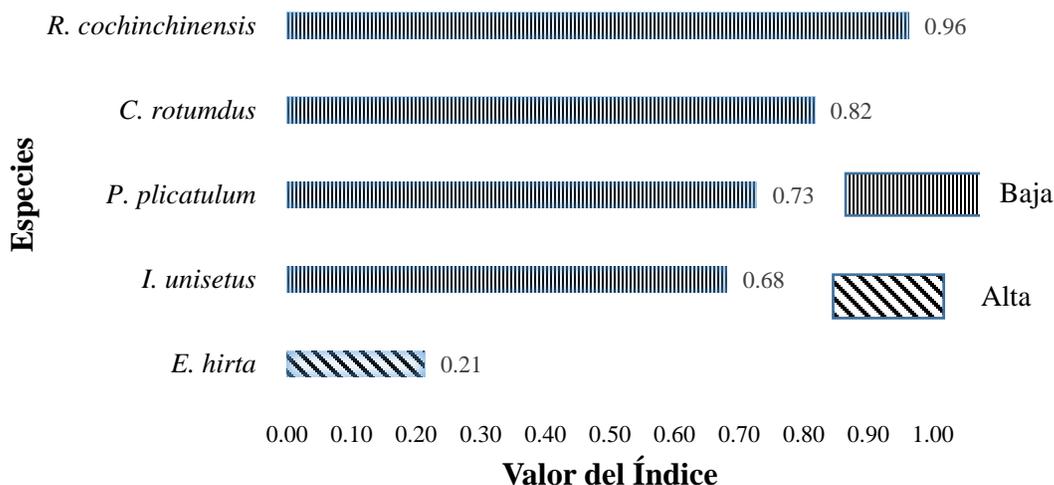


Figura 33. Índice de disimilitud según Bray-Curtis para las especies taxonómicas de arvenses en dos agroecosistemas ganaderos, 2017.

La especie que presenta el valor más bajo con el índice de similitud para las fincas Buena Vista y San Juan es *R. cochinchinensis* sp (0.96), *C. rotundus* (0.82), *P. plicatulum* (0.73), *I. unisetus* (0.68). La especie que tuvo el índice de similitud alto para ambas fincas es la especie *E. hirta* (0.21) (Figura 33). Las especies que se les realizó el índice de disimilitud son consideradas actualmente como arvenses, han conducido a los agricultores a la destrucción permanente de la flora herbácea y arbustiva en forma indiscriminada, sin medir beneficios y consecuencias. El tema de las arvenses orienta al agricultor hacia su manejo racional, o sea, el conocimiento de las arvenses benéficas

V. CONCLUSIONES

La finca Buena Vista presentó el mayor número de árboles en la categoría diamétrica 10-19.99 cm y en la categoría vertical de 2-3.99 m. En la finca San Juan, el mayor número de árboles se encuentran en la categoría diamétrica 40-49.99 cm y en la categoría vertical de 6-7.99 m.

La finca Buena Vista tiene un crecimiento de la flora arbórea ascendente, mientras que la finca San Juan un crecimiento perturbado.

La mayor diversidad y riqueza en las categorías taxonómicas de clase, orden familia género y especie, de la flora arbórea y arvense la obtuvo la finca Buena Vista según valores del índice de Renyi.

En ambas fincas, el sistema agroforestal café se identificó la clase Magnoliopsida, cuyo índice de similitud es alto.

En el componente arbóreo se identificó la clase Magnoliopsida, cuya disimilitud es intermedia, y en el componente arvense las clases Liliopsida y Magnoliopsida, cuya disimilitud baja y alta, respectivamente.

Los órdenes del componentes arbóreo y arvense que se encontraron en ambas fincas con un índice de disimilitud bajo son: Fabales, Sapindales, Rosales, Ericales, Cyperales, Poales; con un índice de disimilitud intermedia Malvales, Myrtales, Laurales, Sapindales, Lamiales, Rosales, Cariophyllales. Los que tienen un índice de disimilitud alto son Malvales, Malpighiales.

Las familias taxonómicas de la flora arbórea y arvense que tienen un índice de disimilitud bajo son: Moraceae, Fabaceae, Sterculiaceae, Poaceae, Cyperaceae, con un índice de disimilitud intermedia Meliaceae, Lauraceae, Esterculiaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Combrataceae, Lauraceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae y con un índice de disimilitud alto Burseraceae, Malvaceae, Fabaceae, Bonbacaceae.

Los géneros y las especies de los componentes arbóreo y arvense que tienen un índice de disimilitud bajo son: *Gliricidia sepium*, *Brosimum alicastrum* L, *Lonchocarpus parviflorus* L, *Cedrela odorata* L, *Rottboellia conchinchinensis* Lour, *Cyperus rotundus* L, *Paspalum*

plicatulum Michx, *Ixophorus unisetus* J. Presl, con un índice de disimilitud intermedio *Inga densiflora* L, *Terminalia catappa* L, *Persea americana* L, *Guazuma ulmifolia* Lam, *Tabebuia rosea* Bertol, *Platymiscium plelostachyum* L, *Cordia alliodora* Ruis, *Terminalia catappa* L, *Spondias mombin* L, con un índice de disimilitud alto *Enterolobium cyclocarpum* Jacq, *Bombacopsis quinada* Jacq, *Ceiba pentandra* L, *Bursera simaruba* L, *Gliricidia sepium* Bertol, *Euphorbia hirta* L.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar un plan de reforestación en las parcelas agroforestal café, para reforzar la biodiversidad, practicas agroecológicas, aumentar las especies que se les puedan suministrar como alimentación de verano a la ganadería. En la finca San Juan.

Establecer un manejo selectivo de arvenses en los cafetales para priorizar el establecimiento de arvenses de cobertura que puedan brindar beneficios al agro ecosistema como fijación de nutrientes, medicinales, y como pastos de pastoreos entre otros.

Aumentar la diversidad de especies cultivadas en los agroecosistemas con distinta funcionalidad como cultivos alimenticios, medicinales, forrajeros, fijadores de nitrógeno y ornamentales que puedan fortalecer las interacciones entre los cultivos y otorgar más beneficios a los productores y a las comunidades aledañas.

VII. LITERATURA CITADA

- Altieri, MA. (1992). *El rol ecológico de la biodiversidad en agrosistemas*. (en línea). Consultado 30 ene. 2017. Disponible en <http://www.clades.cl/revistas/4/rev4art1.htm>
- Altieri, MA. y Letourneau DK. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* 1:405-430.
- Aleman. 1991. Manejo de malezas. Managua, NI. Universidad nacional Agraria. Consultado 24 junio. 2017.
- Bird, L; Molinelli, J. 2001. La biodiversidad. (en línea). Consultado 15 feb. 2017. Disponible en <http://alianzageografica.org/leccionbiodiversidad.pdf>
- Chatton, E. 1925. "Pansporella perplexa. Réflexions sur la biologie et la phylogénie des protozoaires" *Annales des Sciences Naturelles. Zoologie et Biologie Animale*.
- CATIE, Centro Agronomico Tropical de Investigacion y enseñansa . 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados humedos con enfasis en america central*. Eds. B. Louman y D. Quiros. Turrialba, CR.
- Diaz. 1998. *Diversidad biologica y conservacion de la diversidad*. Madrid, ES. Mundi-Prensa.
- Gliessman, S. 2013. Agroecología: plantando las raíces de la resistencia. *Agroecología* 8(2): 19-26. Kibblewhite, M. G., Ritz, K. y Swift, M. J. (2008) 'Soil health in agricultural systems', *philosophical Transactions of the Royal Society Series B*, (363): 685–701.
- Gómez A, JA. 2008. Ecología de los ensamblajes de larvas de odonatos (insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica en la sierra de Coalcomán, Michoacán, México (en línea). Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Consultado el 28 de febrero. 2017. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icbi/doctorado/documentos/Ecologia%20de%20los%20ensamblajes.pdf
- Grijalva Pineda, A; Quezada Bonilla, JB. 2014. *Un gran recurso: las plantas ornamentales de Nicaragua. Una guía sobre los arboles y arbustos ornamentales exóticos, nativos y nativos potenciales*. Managua, NI. Universidad Nacional agraria. Consultado 29 feb. 2017. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/3163/1/RENF70G857p.pdf>
- Herrera. A; Lanuza, B. 1995. *Especies para reforestación en Nicaragua*, Managua Nicaragua.
- Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist*. 113 (1): 81-101.

- Hutchinson, D. 1993. punto de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica. CATIE Serie técnica informe técnico 204 colección silvicultural y manejo de bosques naturales N,7 Pg 32
- Hoston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. American Naturalist. 113 (1): 81-101.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2012. Características del clima en Nicaragua. Dirección general de meteorología. (En línea) Consultado 20 abr 2015. Disponible en: <http://servmet.ineter.gob.ni/Meteorologia/PDF/caracteristicasdelclimaenNic.pdf>
- INIDE-MAGFOR. 2013. IV CENAGRO 2011. Departamento de Boaco, Nicaragua INIDE.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. (en línea) OIKOS 113: 363 – 375. Consultado 20 ene. 2017. Disponible en http://www.ovgu.de/vwl3/02_people/03_research/documents/Paper-Truediversities.pdf
- Kibblewhite, M; Ritz, K; Swift, M. 2008. Soil health in agricultural System, Philosophical Transactions of the Royal Society series B, 363: 685-701.
- Kindt, R; Coe, R. 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies: World Agroforestry Centre (ICRAF) Nairobi. 207 p. Recuperado de: <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/b13695.pdf>
- Lamprach, H, 1990. Silvicultura de, los trópicos. Antonio carrillo Dr Esch bom; Alemania UNA. 336 pg.
- Louman, B. ; Quiroz, D.; Nilson M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados humedo con enfasis en America Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265p.
- MAONIC (Movimiento de Productores y Productoras Agroecológicos y Orgánicos de Nicaragua). 2013. Manual técnico agroecológico. Diagnóstico y planificación de fincas con enfoque agroecológico. Directrices sobre buenas practicas agroecológicas y orgánicas (BPAAE). NI. 58 P.
- MARENA. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales .2002 Guía de especies Forestales de Nicaragua 1 ed Editora de Arte. Managua, Nicaragua 304 p
- MARENA y SINAP. 1999. Direccion general de la biodiversidad y recursos naturales, programa ambiental de Nicaragua, lista de un estudio del país.

- Mendieta, M; Rocha, L. 2007. Sistemas Agroforestales. Editorial Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 117p.
- Moreira, F. M. S; Huising, J y Bignell, D. 2012. Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo el suelo. Instituto Nacional de Ecología, Mexico. 337 p.
- Narvaez, O. 2012. Dinámica de crecimiento, estructura y composición de la vegetación secundaria en trópico seco de Nandarola, Nicaragua (tesis de maestría) UNA Managua, Nicaragua 85p.
- Pineda, A, G, 2006. flora útil ETNOBOTANICA de Nicaragua. Consultado el 20 de junio. De 2017. Disponible en <http://www.bio-nica.info/biblioteca/GrijalvaFloraUtilNicaragua.pdf>
- Pohlan, J; Gamboa M, W; Salazar C, D. 2003. Plantas medicinales y aromáticas como una alternativa de cultivo en sistemas agropecuarios del trópico. Documentos Ocasionales No. 2, Herbario Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia 2003, 27-39.
- Renyi, A. 1961. On measures of Entropy and information. In: Neyman, J. (ed). Proceedings of the 4 th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, vol.1, pp. 547-561. University of California Press, Berkeley, C.A.
- Sugg, D. 1996. Measuring Biodiversity. State University of New York at Geneseo. Consultado el 15 de mar. de 2017. Disponible en: http://darwin.sci.geneseo.edu/~sugg/Classes/Ecology/Lectures/Lecture_22.htm
- Southwood, RE; Way, MJ. 1970. Ecological background to pest management. In: Rabb, R.C., Guthrie, F.E. (Eds.), Concepts of Pest Management. North Carolina State University, Raleigh, NC, pp. 6-29.
- Terborgh, J. 1973. On the notion of favorableness in plant ecology. American Naturalist 107:481-501. Whittaker, R. H. (1975). *Community structure and compositions*. Recuperado de <http://www.uprm.edu/biology/profs/chinea/ecolplt/grthfrms.pdf>
- Villareal, H; Alvares, M; Córdoba, S; Escobar, F; Fagua, G; Gast, F; Mendoza, H; Ospina, M y Humaña, A. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventario de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. P. 236.
- Vázquez.L. 2013. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Habana, CUBA.

Vázquez L, L.; Matienzo Y.; Griffon D. 2014. Diagnóstico participativo de la biodiversidad en fincas en transición agroecológica. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Habana, CU. Universidad Bolivariana de Venezuela. Caracas.

Wall, D. H. (ed). 2004. *Sustaining Biodiversity and Ecosystem Services in Soils and Sediments*, Island Press, Washington.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. DIVISIÓN DE LAS FINCAS SAN JUAN Y BUENA VISTA SEGÚN RUBRO PRODUCTIVO

Finca San Juan	Finca Buena Vista
Área Agrícola: no esta es uso	Área Diversificada con frutales: en producción
Área Pasto de corte: en barbecho	Área Pasto de corte: en producción
Área Pasto para pastoreo: en barbecho	Área Pasto para pastoreo: en producción
Área de Café: en producción	Área de Café: en producción
	Bosque: en producción.

Anexo 2. Formatos de campo para un bosque latifoliado con vegetación arbórea dispersa y/o bosque latifoliado heterogéneo

NLIN	NAR	Especie	DN (cm)	Ht (m)	CF	DC (m)	IL	L	EF
1	1								
2	2								
3	3								

Clave: **NLIN:** Número de línea. **NAR:** Número de árboles. **DN:** Diámetro normal. **Ht:** Altura total del árbol. **CF:** Calidad de fustes. **DC:** Diámetro de copa. **EF:** Estado fitosanitario. **IL:** Incidencia de iluminación. **L:** Presencia de lianas.

Anexo 3. Formatos de campo para cercas vivas o arreglos árboles en línea

Distancia sobre la línea (m)	NAR	Especie	DN cm (≥ 10 cm)	Ht (m)	CF	DC (m)	EF
100	1						
200	2						
300	3						

Clave: **NAR:** Número de árboles. **DN:** Diámetro normal. **Ht:** Altura total del árbol. **CF:** Calidad de fustes. **DC:** Diámetro de copa. **EF:** Estado fitosanitario.

