



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN
Recinto-Las Minas

Monografía

Diversidad florísticas y funcional en dos agro-ecosistemas productivos
de cacao, Siuna 2016-2017

Para optar al título de ingeniería agroforestal

AUTORES: Nestor Evenor Amador Castillo

Ervin Ramiro Ruiz Picado

Tutor: MSc. Sergio Rodríguez Ruiz

Siuna, Mayo. 2017

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN

Recinto-Las minas

Monografía

Diversidad florísticas y funcional en dos agro-ecosistemas productivos
de cacao, Siuna 2016-2017

Para optar al título de ingeniería agroforestal

AUTORES: Nestor Amador Castillo

Ervin Ruiz Picado

Tutor: MSc. Sergio Rodríguez Ruiz

Siuna, Mayo. 2017

Agradezco a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy:

Mis padres Flora Castillo Villareyna y Reynaldo Amador Rizo por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis herman@s por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

A mis sobrinos quienes han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad.

Br. Néstor Evenor Amador Castillo

A Dios por darme la vida la fuerza e inteligencia para poder terminar cada una de las etapas de mis estudios

A mi madre Esperanza Picado Méndez por apoyarme, mi padre Ramiro Ruiz Calderón (pds), mi tía Leonor Ruiz Calderón por estar conmigo en cada una de las etapas de mis estudios por ser fuente de inspiración, de fuerza y de afán de superación que siempre me ha acompañado a lo largo de mi carrera de ingeniería agroforestal y de mi vida en general.

Br. Ervin Ramiro Ruiz Picado

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, por hacer realidad este sueño anhelado.

A todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a MSc. Sergio Rodríguez Ruiz, tutor de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este estudio.

A la URACCAN por habernos permitido profesionalizarnos en la carrera de Ingeniería Agroforestal, a sus docentes de la que durante toda nuestra carrera profesional han aportado con un granito de arena a nuestra formación, al profesor de la UNA Ing. Claudio Arsenio Calero Gonzales por haber colaborado en el proceso de nuestro trabajo investigativo.

Al señor German Valerio Pérez Aguilar y el Señor Carlos José López Lago por avernos permitido realizar nuestra investigación en sus áreas productivas.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE	Pág.
DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICAS.....	V
INDICE DE ANEXO	VI
RESUMEN	VII
I.INTRODUCCIÓN	1
II.OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
III.MARCO TEÓRICO	4
3.1.GENERALIDADES	4
3.1.1.Concepto de agroforestería	4
3.1.2. Los Agro-ecosistemas	4
3.1.3. Diversidad florística.....	4
3.1.4. La diversidad en los Agro-ecosistemas	5
3.1.5. Funciones Ecológicas de los árboles en los agro-ecosistemas	6
3.1.6. Importancia y función de los Sistemas Agroforestales	6
3.2. DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN AGRO-ECOSISTEMAS PRODUCTIVO DE CACAO.	7
3.2.1 Importancia de la diversidad	9
3.3.Funció n ecológica entre los componentes de los sistemas de cacao....	10
3.3.1. Manejo y conservación del suelo	11
3.3.2. Manejo y Conservación de la Vegetación.....	12
3.3.3. De servicio ecológico y protección.....	12
IV.METODOLOGÍA Y MATERIALES	15
4.1. Ubicación del estudio	15
4.2. Tipo de estudio.....	15
4.3. Universo	15
4.4. Marco muestral.....	15
4.5. Unidad de análisis.....	15
4.6. Unidad de observación	15
4.7. Variables	15
Dependiente	15
Independientes	15
4.8. CRITERIOS DE SELECCIÓN Y EXCLUSIÓN.....	16
Criterios de selección.....	16
Criterios de Exclusión	16
4.9. Fuentes y obtención de datos.....	16
a.Fuentes primarias:.....	16
b.Fuentes secundarias:.....	16
4.10. Técnicas e instrumentos	16

Etapas de Campo.....	17
 Etapa II. La recolección de la información (Diseño del inventario)	17
 Etapa III. Procesamiento análisis e interpretación de los resultados.	17
 4.12. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	17
 7.13. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	20
V.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
VI.CONCLUSIONES	34
VII.RECOMENDACIONES.....	35
VIII.LISTA DE REFERENCIA	36
IX.ANEXO	39

ÍNDICE DE CUADROS Y GRAFICAS.

Cuadro1. Resultado del índice de Bray-Curtis.

Cuadro 2. Porciento de cobertura de sombra.

Gráfica 1. Comparación de diversidad florísticas por medio de las familias en ambas unidad de producción estudiadas.

Gráfica 2 Especies de dominancia por medio del índice de Simpson.

Gráfica 3. Especies de diversidad por medio del índice de Shannon.

Gráfica 4. Equidad de especies entre las áreas estudiadas.

Gráfica 5. Representa la unidad de similitud con respecto a la diversidad florísticas de las áreas estudiadas.

Gráfica 6. Manejo y conservación del suelo en dos agroecosistemas con Cacao (**MCS**)

Gráfica 7. Manejo y conservación del agua en dos agroecosistemas con Cacao (**MCA**)

Gráfica 8. Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos en dos agroecosistemas con Cacao (**MISRPr**)

Gráfica 9. Diseño y manejo de la biodiversidad auxiliar en dos agroecosistemas con Cacao (**DMBAu**)

Gráfica 10. Coeficiente del manejo de la biodiversidad en dos agroecosistemas con Cacao (**CMB**)

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Mapa de ubicación de la finca Los Laureles.

Anexo 2. Mapa de ubicación de la finca El Encanto.

Anexo 3. Mapa del censo de la finca El Encanto.

Anexo 4. Mapa del censo de la finca Los Laureles.

Anexo 5. Especies con mayor índice de importancia ecológica (IVI).

Anexo 6. Guía de entrevista.

Anexo 7. Guía de encuesta.

Anexo 8. Guía de observación.

Anexo 9. Árboles del cacao dentro del agro-ecosistema.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la comunidad El Carao en dos Fincas con agro-ecosistemas productivos de cacao, con el objetivo de comparar la diversidad florística y funcional ecológica en ambos sistemas y desde este planteamiento determinar la diversidad florística y describir la función ecológica de los mismos, para lo cual fue necesario aplicar el inventario sistemático a través de muestreos 100%.

En los componentes arbóreos se identificaron que en Los Laureles existen 170 individuos, mientras que en El Encanto se encontraron 211 individuos lo que indica que en ambos agroecosistemas según el índices de Renyi y Bray Curtis existe diversidad florística alta en las que predominan *Cordia alliodora*, *Inga sp*, *Cedrela odorata*. Las familias con mayor diversidad fueron: *Boraginaceae*, *Fabaceae*, *Piperales*, *Lauraceae*, *Anacardiaceae*.

Los árboles por especies corresponden al agro-ecosistema El Encanto en un total de 40 especies en la parte baja y en la parte alta 25 especies, mientras que para Los Laureles se encontraron 89 especies.

La función ecológica se evidencia en beneficios ecológicos de la diversidad florísticas cultivadas y naturales en ambos sistemas, se evidencian en el uso que a estas se le dan tales como; conservación de la biodiversidad auxiliar que se evidencia en sombra, microclima, hábitat de sombra y conservación de suelo y agua. Cabe mencionar, que en Los Laureles es donde se evidencia un nivel óptimo de sombra del 33% y su manejo favorece la conservación de la biodiversidad, mientras que en El Encanto el nivel es del 60% lo que indica que no es tan favorable para el cultivo. Las especies ecológicamente más importante es el Laurel, Jobo, Inga Ssp, siendo esta última la más importante en el funcionamiento de ambos agro-ecosistema de cacao.

SUMMARY

The present study was carried out in the El Carao community in two farms with productive agro-ecosystems of cacao, with the objective of comparing the floristic and functional ecological diversity in both systems and from this approach to determine the floristic diversity and to describe the ecological function of the For which it was necessary to apply the systematic inventory through 100% sampling.

In the tree components it was identified that in Los Laureles there are 170 individuals, while in El Encanto 211 individuals were found indicating that in both agroecosystems according to the Renyi and Bray Curtis indices there is high floristic diversity in which *Cordia ollioidora*, *Inga* Sp, *Cedrela odorata*. The families with the greatest diversity were: Boraginaceae, Fabaceae, Piperales, Lauraceae, and Anacardiaceae.

The trees by species correspond to the agro-ecosystem El Encanto in a total of 40 species in the lower part and in the upper part 25 species, while for Los Laureles 89 species were found.

The ecological function are evidenced in the ecological benefits of floristic diversity cultivated and natural in both systems, are evidenced in the use that these are given such as; Conservation of the auxiliary biodiversity that is evidenced in shade, microclimate, habitat of shade and conservation of soil and water. It is worth mentioning that Los Laureles is where an optimum level of shade is 33% and its management favors the conservation of biodiversity, while in El Encanto the level is 60% which indicates that it is not so favorable for the culture. The most ecologically important species are the Laurel, Jobo, *Inga* Ssp, the latter being the most important in the functioning of both agro-ecosystem cacao.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao es un rubro de mucha importancia para distintos países del mundo, sobre todo en áreas tropicales de África, Centro y Sudamérica, tanto así, que el fomento de sistemas agroforestales cacao bajo sombra se han convertido en alternativas productivas económicas para el 90% de las familias que lo producen en mundo (**FAO, 2014**), además de ser alternativas de manejo de los recursos naturales, ya que estos cerca del 70% se cultivan en asociación con árboles de sombra y/o con cultivos anuales.

En Nicaragua el fomento del cultivo de cacao en agroecosistemas tropicales se está creando en los pequeños y medianos productores del rubro, lo que significa un rubro económico determinante en los indicadores macroeconómicos del país. Existen más de 19 mil hectáreas establecidas que representan aproximadamente 11 mil productores que se dedican a producir este rubro (**Caracterización de cacao en Nicaragua, 2016**).

En la región del Caribe Norte existe producción de cacao en sistemas agroforestales establecidos de 13,868.49 mil manzanas de estas 12,007.18 manzanas establecidas en la Región Norte del Caribe y 1,861.31 manzanas en la región Sur lo que indica que el 86% de la producción de este rubro se realiza principalmente en el triángulo minero de esta región. Cabe mencionar, que a pesar de ser una zona con presencia de pueblos indígenas, afrodescendientes y mestizos, este rubro es más desarrollado por los mestizos.

El triángulo minero se caracteriza por contar con agro-ecosistemas productivos de cacao de 8,495.41 mil manzanas. Esto representa el 70% de la producción general a nivel de la región del Caribe Norte, misma que está en manos de medianos y pequeños productores de familias rurales, básicamente establecidas en zonas de bosques tropicales de Siuna, Rosita y Bonanza, es decir, zonas de transición del área protegida de la Biosfera del Río Bocay, cerro Saslaya y río Waspuk.

Específicamente en el municipio de Siuna se encuentran establecidas 3,011 manzanas de cacao el que representa el 11.1% de la producción de la Región Norte de Caribe Nicaragüense. Las zonas donde mayormente se produce cacao corresponden a guayabo, floripón, hormiguero. La mayoría de productores son familias pobres que tienen como alternativa económica en su diversificación productiva este rubro.

A nivel comunitario se están desarrollando agro-ecosistemas productivos con sistemas agroforestales cacao bajo sombra ya que es una zona productiva y de importancia ecológica funcional por encontrarse en la zona de área protegida, por consiguiente, la presente investigación permitirá, comparar la diversidad florística, función ecológica así como el valor beneficio económico en dos agro-ecosistemas productivos de cacao en la comunidad del Carao ubicada en el municipio de Siuna entre 2016 – 2017, ya que se trata de una comunidad que conforma uno de los territorios más productivos de la zona.

En el año 2003, Lee y Urbina, determinaron que las prácticas productivas agrícolas que se realizaban en la comunidad del Carao, estaban deteriorando los agro-ecosistemas productivos de la zona ya que se prakticaba de manera irracional la roza, tumba y quema y este comportamiento se aducía a una mente de producción cultural de poblaciones originarias de otros departamentos del país, por tanto, se practicaba una forma de producción diferente a la práctica de nuestra zona (P.76).

En Nicaragua se estima un crecimiento productivo del cultivo de cacao para el año 2019 del 20% para productores individuales y el 47% para productores de cooperativas y del 33% para empresas privadas, lo que indica que el fomento de este cultivo es progresivo sobre todo para estas regiones donde representa el 35% de la producción nacional.

Esta proyección futura del cultivo exige que desde el establecimiento del mismo en los sistemas agroforestales los productores puedan enfocarse en un diseño coherente con el funcionamiento del sistema, tomando como principal criterio el componente arbóreo tanto, emergente, temporal y permanente y manejar explícitamente la composición florística y la funcionalidad de la misma en el éxito productivo del sistema, ya que se considera rubro importante para la economía de las familias rurales y la diversificación productiva.

Los resultados de esta investigación permitirán detectar los principales elementos que inciden de manera negativa o positiva en la dinámica de funcionamiento de dos agros- ecosistemas productivo de cacao, así como la importancia que tiene la composición florística y el aporte que genera al medio ambiente, a la economía familiar y básicamente al sistema agroforestal cacao bajo sombra.

Como aporte esperado, se pretende que esta investigación sirva de insumo para los tomadores de decisiones en el marco de las cadenas productivas de cacao a nivel de país y local, así como instituciones y personas interesadas en manejar la temática y desde ahí proponer alternativas y acciones para fomentar la cacao-cultura en el municipio a fin de acercarnos a las dinámicas agro-ecológicas que exige como condición el cultivo para su fomento, la investigación y la extensión comunitaria.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

- Comparar la diversidad florística y función ecológica en dos agro-ecosistemas productivos de cacao, Siuna 2016-2017.

2.2. Objetivos Específicos:

- Determinar diversidad florística en dos agro-ecosistemas productivo de cacao.
- Describir la función ecológica entre los componentes de los sistemas de cacao.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Generalidades

3.1.1. Concepto de agroforestería

Según **Somarriba (2001)** Agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen cinco condiciones fundamentales:

- Cultivo múltiple con al menos dos especies
- Cultivo con al menos una especie leñosa perenne
- Las especies interactúan biológicamente
- Al menos dos especies manejadas

Según **Montagnini (2004)**, la agroforestería es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales y que presentan los atributos siguientes de cualquier sistema como:

- Limites (los bordes físicos del conjunto).
- Componentes (elementos físicos, biológico y socioeconómicos)
- Ingresos y egresos (energía solar, mano de obra. Madera, productos y animales).
- Interacciones (energía o materia que se intercambia entre los componentes del sistema).
- Relación jerárquica con la organización de la finca (posición del mismo espacio a otros sistemas y las relaciones entre ellos).

3.1.2. Los Agro-ecosistemas

Son ecosistemas en los que el ser humano ha ejercido una intencionada selectividad sobre la composición de los organismos vivos. Ellos contienen poblaciones humanas y dimensiones tanto económicas como ecológicas y ambientales (**FAO, 2010, p.98**).

Un agroecosistemas es un ecosistema que cuenta por lo menos con una población de utilidad agrícola. Un ecosistema incluye una comunidad biótica y un ambiente físico con el que esta comunidad interactúa. La comunidad incluye normalmente poblaciones de plantas y de animales (**Moreira, 2009, p.4**).

Según **Moreira, (2009)** nos menciona que existen tres tipos de agroecosistemas, los que tienen un subsistema de cultivos (pueden ser anuales, perennes, árboles forestales, etc.), los que tienen un subsistema de animales y los que tienen cultivos y animales (**p.4**).

3.1.3. Diversidad florística

La diversidad florística es considerada un parámetro de los ecosistemas que describe su variedad interna y la misma depende de dos factores; el número de especies presentes y el equilibrio demográfico entre ellas (**Lara 2009 & Zamora, 2016, p.16**).

Los ecólogos han coincidido en que la diversidad de especies debe ser distinguida en al menos tres niveles: La diversidad local, la diferenciación de la diversidad entre áreas o diversidad y la diversidad regional (**Smith, 2001, P.56**).

Es importante reconocer que la diversidad tiene varios componentes correlacionados, entre los cuales se encuentran el más ampliamente reconocido, medido por el número de especies presentes en un hábitat, al cual llamamos riqueza o diversidad de especies, y un segundo componente llamado diversidad funcional, el cual es medido por el rango de atributos de las especies en un hábitat dado (**Saldaña, 2013, p.23**).

3.1.4. La diversidad en los Agro-ecosistemas

En los agro-ecosistemas hay una gran diversidad presente que incluye componentes tan variados como son árboles, cultivos, vegetación espontánea, artrópodos, macro y microorganismos asociados, así como los factores de situación geográfica, climáticos, edáficos, humanos y socioeconómicos (**Lara Jhosmar, 2009, p.34**).

Según Lara, 2009, el grado de diversidad en el agro-ecosistema depende de cuatro características principales esta son:

- La diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agro-ecosistema.
- La permanencia de los diversos cultivos del agro-ecosistema.
- La intensidad del manejo.
- El grado de aislamiento del agro-ecosistema de la vegetación natural.

Según **Gómez, 2009**, los elementos de diversidad del agro-ecosistema se pueden clasificar según el papel que desempeñan en el funcionamiento de los sistemas de cultivo. De acuerdo con esto, la diversidad agrícola se puede agrupar de la siguiente manera:

- Biota productiva: cultivos, árboles y animales elegidos por los agricultores, que desempeñan un papel determinante en la diversidad y complejidad del agro ecosistema.
- Biota beneficiosa: organismos que contribuyen a la productividad a través de polinización, control biológico, descomposición, entre otros.
- Biota destructiva: vegetación espontánea, insectos plagas, microorganismos patógenos, entre otros.

Para la Organización de Alimentaria de las Familias (2010), la diversidad en un agro ecosistema es necesaria para garantizar la provisión continua de bienes y servicios como:

- La evolución y mejora de los cultivos y la ganadería a través de la selección y la cría (la interacción entre el medio, los recursos genéticos y las prácticas de

gestión que tienen lugar en los propios agro-ecosistemas asegura el mantenimiento y la adaptación a condiciones cambiantes de una biodiversidad agrícola dinámica).

- El apoyo biológico a la producción (apoyo proporcionado por los organismos que constituyen la diversidad biológica de los agros ecosistemas).
- Más amplias funciones ecológicas (procesos ecológicos valiosos que resultan de las interacciones entre especies y entre estas y el medio, como el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la calidad del agua y la regulación del clima).

3.1.5. Funciones Ecológicas de los árboles en los agro-ecosistemas

Para **Gonwana, (2007)**, uno de aspectos que lleva a valorizar el uso de los árboles y arbustos en la actualidad, es sin duda los beneficios ecológicos que estos aportan a los agro-ecosistemas. Asegura que los beneficios ecológicos que aportan los árboles a los agro-ecosistemas es la protección del suelo y el mantenimiento de su fertilidad, la moderación del clima, creando microclimas más estables y favorables para el crecimiento de las plantas, regulando el ciclo del agua, especialmente aumentando la humedad, disminuyendo la evapotranspiración de substratos inferiores y favoreciendo la penetración del agua en el suelo (**p.43**).

Según **Mendieta & Rocha, (2017)**, otra función ecológica de los árboles se encuentra en favorecer la supervivencia y diversidad de otros organismos. Las Funciones ecológicas de los agroecosistemas son: Fomenta “control biológico” (contribuye a diversidad), provee hábitat para aves, fomenta conservación y fertilidad de suelos, (No hay ninguna especie arbórea que cumple todos los criterios. La selección de especies busca maximizar los beneficios) (**p.27**).

3.1.6. Importancia y función de los Sistemas Agroforestales

Según **Mendieta Lopez y Rocha Molina, (2007)** nos menciona que la funciones de los sistemas agroforestales son:

- Solución a los problemas de degradación de la tierra y del agua, y como una respuesta a la escasez de alimento, leña, ingreso, forraje animal y materiales de construcción.
- Ofrecer soluciones parciales para muchos problemas productivos y de uso de la tierra en las zonas rurales.
- Árboles fijadores de nitrógeno mejoran la fertilidad de las tierras cultivadas y de las áreas de pastizal; la resistencia de ciertos árboles a la sequía (muy importante en las zonas áridas); la función de las cortinas rompe vientos en la protección de las tierras cultivadas y de las áreas de pastizal; la contribución de los árboles forrajeros ricos en proteína para la producción ganadera, y el potencial comercial de algunos tipos de árboles cultivados.

- Las prácticas agroforestales son apropiadas para una amplia variedad de sitios, tales como tierras con pendiente o tierras planas.

3.2. Diversidad florística en agro-ecosistemas productivo de cacao.

En estudio realizado por **Somarriba, (2009)** señala que existen tres formas de cacaotales en agro-ecosistemas, Rice y Greenberg también lo plantea en un su estudio en el 2002 sobre agro-ecosistemas productivos con cacao:

- Manejo de cacao rústico; caracterizado por el cultivo de cacao bajo un joven bosque primario o viejos bosques secundarios. Este sistema se asemeja bastante a la diversidad encontrada en un bosque tropical degradado y cacao rústico plantado bajo bosque primario poco denso o bosque viejo secundario.
- Sistemas con base a sombra planeada: Tradicional, Comercial y sombra Especializada. En la sombra tradicional se plantan árboles de todo tipo en conjunto con remanentes de especies forestales. Variando de la comercial donde especies frutales o maderables son asociadas al cacao. Finalmente la sombra especializada en la que uno o pocos géneros de árboles son dominantes. Sombra plantada. Rangos desde la policultura tradicional a través de la comercial a una especializada, sombra de una sola especie.
- Plantaciones abandonadas de cacao; resultado de políticas inestables, enfermedades y/o precios bajos. Los cacaotales abandonados con el tiempo se convierten en bosque secundarios y son valorados más por su potencial de conservar biodiversidad que por su producción económica.

Según Nair, (2007) La diversidad es influenciada por la estructura y composición florística de los sistemas agrícolas, su ubicación en el paisaje y la intensidad y tipo de manejo. La estructura del sistema agroforestal la define sus componentes y sus arreglos temporales y espaciales. Los sistemas agroforestales tienen mayor diversidad que otros Sistemas agrícolas como los monocultivos, y en algunos casos los niveles de riqueza de especies son comparables a los bosques deciduos tropicales muchos sistemas agroforestales tradicionales imitan a la estructura de los ecosistemas de bosques tropicales pueden conservar especies de plantas y animales y constituyen una alternativa para el manejo y la conservación de la biodiversidad en los paisajes agrícolas (**p.33**).

Según estudio de **Alves (2009)** y **Rice y Greenberg (2010)** nos dicen que los cacaotales son valiosos para la conservación de la biodiversidad, ya que debido a su alta diversidad vegetal proveen de hábitats, nichos y alimentos para otras especies de plantas y animales; amortiguan las áreas protegidas; y sirven de conexión entre los ecosistemas intactos y manejos de paisajes (**p.47**).

Según **Limingi Andrade, (2011)** nos dice que los sistemas de árboles dispersos tienen por características su alta riqueza de especies, su abundancia y una diversidad de arreglos que difiere en cada zona. Son de especies de uso múltiple al proveer

madera, frutos, cultivos, sombra, leña, postes, follaje para el ganado, o biomasa para incorporación al suelo, donde concuerdan con Beer en 1989 que nos dice que de los sistemas se obtiene producción forestal y agrícola en la misma área.

En estudio realizado por **INTA (2009)** sobre diversidad se evidencia que los componentes arbóreos con mejor comportamiento en la dinámica de agro-ecosistema con cacao fueron con diversidad florística de especies como Guaba blanca (*Inga Densiflora Benth*); Guabo (*Inga Goldmanii Pittier*); Poró (*Eritrina poeppigiana*); Laurel (*Cordia alliodora*) u otro árboles como forestales y frutales mostraron un comportamiento productivo mejor en el cultivo de cacao.

La **Unión Europea (2010)** menciona que las especies maderables asociadas con las plantaciones de cacao más comunes se encuentran el laurel negro (*Cordia megalantha*), caoba (*Swietenia macrophilla*) cedro (*Cedrela* sp.), granadillo rojo (*Dalbergia glomerata*), marapolán (*Guarea grandifolia*), barba de jolote (*Cojoba arborea*), rosita (*Hieronima alchorneoides*), cumbillo (*Terminalia amazonia*), san juan arenoso (*Ilex tectoria*) y algunas introducidas como la limba (*Terminalia superba*) y la kaya o caoba africana (*Khaya senegalensis*) (**p.36**).

Según **Jadán (2016)**, en estudio realizado en áreas de cacao según el índice de Shannon se encontró un valor de 0.0001 representando una alta diversidad en especies (**p.63**). En el 2009 estudio realizado por Salgado nos dice que las áreas de cacao tienen un valor entre 2.9 a 2.41 donde para los parámetros de shannon demostraron que poseen una alta diversidad florística (**p.40**).

En estudio realizado por **Salgado, Ibarra, Macías y López, (2007)**, nos dice que en las áreas de cacao según el índice de Shannon se encontró un valor entre 2.7 a 2.9 presentando una alta diversidad (**p.56**).

En estudio realizado por **Salgado (2009)**, en áreas establecidas de cacao encontraron una abundancia de especies principalmente la *Magnifera indica* con 50 especies en total, *Pouteria sapota* con 93 especies, *Cordia alliodora* con 26 especies, *Cedrela odorata* con 23. Las áreas estudiadas por **Salgado (2009)**, tuvieron un 75% de similitud, donde poseen una abundancia y composición algo similares (**p.63**).

Según **Matey, y otros, (2013)** nos mencionan que las especies más abundante en los cacaotales fueron *Cordia alliodora* con 22 árboles por Ha, *Rymania speciosa* con 17 árboles por Ha, donde las familias más sobresalientes se encontraron las Mimosaceae, Moraceae, Flacourtiaceae y Fabaceae (**p.36**).

En estudio realizado por **Salgado, Ibarra, y Macias, (2007)**, en 80 parcelas de cacao se registró una diversidad de 47 especies agrupadas en 23 familias, también se obtuvo una diferencia de similitud de sitios, se encontraron que las especies que proporcionan sombra fueron *Magnifera indica* y *Pouteria sapota* (**p.57**).

En estudio realizado por **Ramirez, Garcia y Obrador, (2013)** en un área de 30 años se determinó la diversidad florística donde muestran una composición de 503

individuos, 23 familias, 30 géneros y 32 especies. El índice de diversidad de Shannon-Wiener mostró diferencia estadística altamente significativa $p < 0.01$ a nivel de familia, género y especie (**p.31**).

Según **Leon, (2008)** en estudio realizado encontró que las familias más abundante fueron la anacardiaceae y moraceae, donde las especies mas abundante fueron mango y roble con 27 y 26 individuos. Las áreas de estudio se encontraron una diferencia significativa entre los promedios de los índice de diversidad y equitabilidad en ambas localizaciones, los análisis individuales mostrados bajo el índice de Shannon son bajos (**p.24**)

Para **Lara Jhosmar, (2009)**, en estudios realizados en 6 parcelas demuestra, tomando en cuenta los valores de dominancia de Simpson, se observar que existe una amplia dominancia en todas las parcelas fundamentalmente de la especie de *Anaxagorea dolichocarpa* (chocolatillo blanco) y de alguna manera las especies de *Eschweilera coriácea* (charque), *Iriartea deltoidea* (pachiuvá), *Pseudolmedia laevis* (nui), *Bathysa obovata* (chaquillo), *Miconia calvescens* (guallavilla) y *Siparuna decipiens* (tutumillo), con valores muy inferiores al que presenta la especie *Anaxagorea dolichocarpa*.

El índice de Shannon tiene como valores de referencia a 1 para alta diversidad y 5 para baja diversidad, se tiene como resultados que la parcela 2 con un valor de 4.3 esta como la parcela de mayor diversidad y las de menor diversidad a las parcelas 3 y 6 con un valor de 3.9. El valor máximo que presenta el índice de Shannon es 5 los valores obtenidos para diversidad de especies muestran que en general las 6 parcelas presentan valores entre 3.9 y 4.1 lo cual indica una alta diversidad en las 6 parcelas. (**Lara Jhosmar, 2009, p.36**)

En estudio realizado por **Suatunce**, en el año **2013**, demostró que las especies más dominantes en las áreas de cacao fueron *Pentaclethra macrofila* (gavilan), *Cordia alliodora* (laurel), también posee hábitat de especies como *Inga edulis*, siendo la especies con mas frecuencias ya que se encuentra en todas las parcelas estudiadas (**p.69**).

3.2.1 Importancia de la diversidad

Según **Alves, (2009)** nos menciona que la diversidad florística puede ser importante debido a que, aumenta la estabilidad del ecosistema, intervienen en otros procesos del ecosistema (productividad, reciclaje de nutrientes), provee servicios para los humanos y las especies tienen derecho propio a existir. Entre los beneficios dentro del sistema de producción tenemos:

- Lograr a través de la sombra, un menor agotamiento del cacao y menor demanda de insumos que cuando está a plena exposición solar.
- Prolongar la vida productiva del cacao.
- Reducir los costos de mantenimiento, específicamente en el control o regulación de malezas.

- Producir un mejoramiento/estabilización de la fertilidad del suelo por el aumento de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes.
- Una mayor rentabilidad por el valor de las maderas y frutos

La comunidad El Carao posee una gran diversidad florística donde se pueden encontrar diversas especies de diferentes usos como árboles de carácter energético, especies de carácter medicinal, especies de carácter económico, especies de carácter ecológico y especies de carácter artesanal, muchas de estas especies habitan en agroecosistemas productivos de cacao (**Lee & Urbina, 2003, p.65**).

Según **Lee y Urbina, (2003)**, en estudio realizado sobre caracterización de fincas productivas en la comunidad del carao, se encontró que la composición florística de los sistemas agroforestales establecidos prevalecen especies como la *Terminia oblonga* (Guayabo), *Guianensis* (Cedro macho), *Ceiba pentandra* (Cedro macho), *Cordia alliodora* (Laurel), *Dialium guianense* (come negro), *Manikara* (Nispero), donde estas especies presentan un alto nivel económico y ambiental en las familias que fomentan la agroforestería comunitaria. Las especies con más abundancia se encuentran el come negro (*Dalium guianensis*), Kerosen (*Tetragastris panamensis*), y el cedro macho (*Carapa guianensis*).

El cultivo de Cacao se practica en los Departamentos de Matagalpa, Zelaya, Boaco, Chontales, la RACCN Y RACCS. Según **Thienhaus (s.f.)**, citada por **Günkel (2004)**, las especies utilizadas como sombra son árboles de la zona que, al ralear el bosque, son dejados por su valor maderable y otros usos. Las especies más comunes son: *Carapa nicaraguensis* (Cedro Macho), *Tabebuia rosea* (Macuelizo), *Terminalia chiriquensis* (Guayabón), *Calophyllum brasiliense* y *Cordia alliodora*. La mayor parte de los agricultores también utilizan especies frutales como sombra, tales como *Citrus* spp., *Cocos nucifera* (Cocotero), *Persea americana*, *Artocarpus communis* (Fruta de pan) y *Musa* sp., como sombra inicial (**p.47**)

Nos menciona que las especies con mayor valor de importancia ecológica de 98 especies 12 son las más relusientes donde el yayo (Caseria tremula) con un 66.48%, come negro (*Dalium guanensis*) con un 21.82%, Kerosene (*Tetragastris panamensis*) un 16.49% y el cedro macho (*Carapa guianensis*) un 11.78% (**p.89**).

3.3. Función ecológica entre los componentes de los sistemas de cacao.

En estudio realizado por **Somarriba (2003)**, señala que las principales funciones de servicios medioambientales provistos por los sistemas de agroforestería son:

- Mantenimiento de la fertilidad del suelo/reducción de la erosión mediante insumo de materia orgánica al suelo, fijación de nitrógeno y reciclado de nutrientes.
- Conservación del agua (cantidad y calidad) por vía de mayor filtración y escurrimiento de superficie reducido que podría contaminar los cursos de agua.

- Captura del carbono, haciendo hincapié en el potencial de los sistemas silvopastoriles.
- Conservación de la diversidad biológica en los paisajes fragmentados.

Los agro-ecosistemas cubren cerca de la mitad de la superficie del planeta (Pimentel y Harvey 1999) y constituyen un componente importante del mosaico de parches que resultan del uso de la tierra. Sin embargo, muchas formas de hacer agricultura han resultado perjudiciales para el ambiente al provocar erosión genética y de suelo, pérdida de biodiversidad entre otros efectos (Méndez & Gliessman, 2002).

Según **Méndez, (2002)**, algunos agro-ecosistemas que hasta hace poco eran solo considerados como provocadores de impactos negativos al ambiente, en los últimos años están recibiendo mayor atención por sus atributos de conservar diversidad biológica; especialmente ahora, en que la demanda humana por tierra y recursos para hacer agricultura se ha incrementado notablemente.

Los sistemas agro-ecológicos suelen caracterizarse por su alteración mínima del ecosistema, por la nutrición de plantas a partir de fuentes orgánicas e inorgánicas y por el empleo de la biodiversidad natural y gestionada para producir alimentos, materias primas y otros servicios eco-sistémico. La producción agrícola basada en un enfoque agroecológico conserva la salud de la tierra agrícola ya en uso y puede regenerar la tierra que se encuentra en malas condiciones debido al uso indebido en el pasado (FAO, 2011, p.45).

De acuerdo a **CATIE (2003)**, las funciones de la Agroforestería pueden resumirse de la siguiente manera:

3.3.1. Manejo y conservación del suelo

- Incremento de la materia orgánica a través de la caída de hojarasca, descomposición de raíces y biomasa de poda de árboles y residuos de cosecha.
- Sombreado afecta la descomposición y mineralización de la materia orgánica. Transformación de formas inorgánicas de fósforo poco disponibles a formas disponibles para las plantas.
- Redistribución de los cationes potasio, magnesio y calcio en el perfil del suelo. Mejoramiento de la agregación/porosidad del suelo (incluye canales de raíces).
- Reducción de la erosión del suelo y de la pérdida de nutrientes.
- Laboratorio natural para la investigación y la enseñanza del manejo y conservación de suelos.

3.3.2. Manejo y Conservación de la Vegetación

- Reducción de presión sobre los bosques mediante fuentes alternativas para madera, leña, alimentos.
- Condiciones favorables (microclima, suelo, cobertura, etc.) para otras especies vegetales.
- Hábitat y alimento para animales diseminadores y polinizadores (aves, insectos).
- La sombra en SAF reduce el crecimiento de malezas agresivas que pueden competir con el cultivo.
- Fuente de diversidad genética, fundamental para la producción agrícola futura.
- Combate la desertificación y así se promociona la conservación de los recursos vegetales.
- Intercepción y redistribución de la lluvia puede evitar el arrastre de semillas y favorecer la regeneración natural de las especies.
- Mantenimiento del C en los ecosistemas terrestres por prevención de mayor deforestación y por la acumulación de biomasa en tierras deforestadas con SAF. Paisajes más naturales, armoniosos y agradables que inspiran la arborización y la conservación de la cobertura vegetal.

3.3.3. De servicio ecológico y protección

- Conservación del agua, el suelo y su fertilidad.
- Mejoramiento del microclima para plantas, animales y el hombre (modificación de la incidencia de la radiación solar, la temperatura, la humedad del aire y del suelo, y el viento).
- Protección de cultivos, animales y humanos (rompe vientos, fajas protectoras, estabilización de taludes, etc.). Control de malezas a través de sombreado y cobertura.
- Servicios ambientales y ecológicos: regulación térmica e hidrológica, fijación de carbono y nitrógeno, provisión de oxígeno, limpieza de atmósferas contaminadas, conservación de la biodiversidad (especies nativas, aves migratorias, hábitat, etc.), paisajismo, recreación, ecoturismo.

El potencial de la Agroforestería en el manejo y conservación de los recursos naturales, se base en lo siguiente (**CATIE, 2013, p.10**):

- Es una opción productiva y conservacionista que se puede ajustar a diferentes escenarios biofísicos, socioeconómicos y ambientales.
- Constituye una práctica conocida desde hace muchos años por los agricultores de diferentes zonas del mundo.
- Permite la protección y estabilización de los ecosistemas y agro-ecosistemas.
- Permite producir bienes económicos (alimento, combustible, madera, forraje, abonos orgánicos, etc.) que pueden reducir la presión sobre los recursos naturales.
- Permite mejorar los sistemas tradicionales o diseñar nuevos sistemas que pueden contribuir al manejo y conservación de los recursos naturales.
- Hay un interés creciente de muchos países y de organismos y donantes de promover la Agroforestería y la siembra de árboles en las áreas rurales.

Según **CATIE, (2013, p.18)**, los atributos deseables de los SAF son:

- **Productividad.** El sistema produce bienes, mercancías y servicios requeridos por los productores.
- **Sostenibilidad.** El sistema mantiene o aumenta su productividad en el tiempo: producir conservando y conservar produciendo.
- **Adaptabilidad.** El sistema es aceptado por el agricultor, aún con las limitaciones económicas y biofísicas impuestas por el medio.

Según el proyecto Recuperación de Ecosistemas Naturales (2008) unos de los grandes beneficios ecológicos de los SAF proporcionan sombra creando un ambiente favorable para la producción y reproducción de animales.

La **Asociación Nacional de Cacao, (2013)** proponen que las especies para a usar como sombrío permanente del cacao, son los maderables, los frutales y algunas especies industriales, entre lo que se tienen principalmente las siguientes: *Cedrela odorata* (Cedro), *Cedrela montana* (Cedro cebolla), *Cordia alliodora* (Laurel), *Tectona grandis* (Teca), *Annona muricata* (Guaba) entre otras especies (p.61).

Para **Mendieta y Rocha (2007)**, al realizarse un análisis comparativo entre las diversas especies que proporcionan sombra en los SAF, se observa que en cuanto a las ventajas se encuentran factores favorables de productividad, sostenibilidad y adaptabilidad lo cual genera un impacto ambiental favorable en el proceso de sistemas agroforestales en las diferentes interacciones del cultivos (**p.27**).

Estudio realizado por **Salgado Mora, et al**, en el (2007), en áreas de estudio en cacaotales se encontró que no presentaban diferencias estadísticas ya que se encontraron entre 88.2 a 89.5 % de cobertura de sombra teniendo una densidad entre 9.72 a 12.22 de arboles de sombra/Ha (**p.67**).

Según **Mora, Alanís, y Jimenez**, en el 2013 se encontró que las áreas de estudio presentaban una cobertura superior al 100% y por lo tanto una considerable sobreposición de las copas, donde las especies que presentó mayor cobertura fue *Acacia amentacea* con un 54.6% en toda el area (**p.51**)

Según **Jadán, Selesi, y Peña**, en estudio realizado en 2016 nos dice que en los sistemas agroforestales con cultivo de cacao según el índice de valor de importancia se encontraron las especies de *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Inga sp* entre otras especies donde se correlaciona positivamente con la densidad y área basal, marcando dependencia directa entre estas variables (**p.46**).

Estudio realizado por **Ramirez, Garcia, y Obrador, (2013)** encontraron que las especies con mayor valor de importancia se encontraron principalmente la *Gliricidia sepium*, *Cedrela odorata*, *Musa sp* y la especie de *Columbrina arborescens*. El indice de valor de shannon demostró una diferencia estadística altamente significativa así como tambien se obtuvo una clara tendencia de similitud (**p.25**).

Según Salgado M, (2009), encontró que las areas con mayor valor de importancia ecológica se encuentran las especies de *Pentaclethra macrofila* (20.1%) e *Iriartea deltoidea* con 18.7%. (**p.31**)

Para **Sanchez y Perez, (2016)**, las especies en cuanto al IVI, se pudieron determinar las *Erythrina americana*, *Cedrela odorata*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* y *Colubrina arborescens*, representaron 53.1% de las 67 especies registradas. (**p.45**)

Para **Barquero y Azofeifa, (2012)**, las especies con más índice de valor de importancia se encuentran las especies de *Gmelina arborea* (81.76%), *Cecropia peltata* (28%), *Inga oerstediana* (18%), donde la *Gmelina arborea* es la especies que mas predomina en el area estudiada. (**p.54**)

La metodología de Vazques (2012) se enfoca en determinar los índices de conservación de suelo, agua y biodiversidad, estos permiten definir comportamientos para agroecosistemas productivos el cual explicita que desde la misma se ven las funciones ecológicas y composición florísticas es decir sirve para ver las estructuras de funcionamiento de agroecosistemas (p.34).

IV. METODOLOGÍA Y MATERIALES

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la comunidad del carao-Hormiguero, de la Ciudad de Siuna-Región Autónoma de la Costa Caribe Nicaragüense, la que se encuentra ubicada a 20 km al noroeste del área urbana de la Ciudad.

4.2. Tipo de estudio

El presente estudio es cuantitativo de carácter descriptivo, transversal porque en ella se recolectó y analizó datos cuantitativos sobre variables referidas a composición florística y funcionalidad ecológica de los mismos, y descriptivo por la realización de análisis de enfoque descriptiva de resultados obtenidos.

4.3. Universo

Unidades productivas con agroecosistemas agroforestales cacao bajo sombra ubicada en Siuna, Región Autónoma de la Costa Caribe Nicaragüense (RACCN).

4.4. Marco muestral

Agro-ecosistemas productivos de cacao ubicados en dos fincas. “Los Laureles” del propietario Herman Valerio Pérez Aguilar un área de producción de 5.24 Manzanas y la finca “El Encanto” del propietario Carlos José López Lago con un área de producción de 3.08 Manzanas.

4.5. Unidad de análisis

Componentes arbóreos de los dos agro-ecosistemas productivos de cacao.

4.6. Unidad de observación

Parcelas productivas de 8.32 manzanas de cacao en sistemas agroforestales cacao bajo sombra con sus componentes sistémico.

4.7. Variables

Dependientes

- Diversidad florística: amplia variedad de plantas.

Independientes

- Componente arbóreo: especies leñosas.
- Aporte ecológico: relación que tiene la ecología con el medio ambiente.

4.8. Criterios de selección y exclusión

Criterios de selección

- Unidades productivas que tienen sistemas agroforestales cacao bajo sombras mayores de 5 años.
- Parcelas que han sido establecidas con cultivos de cacao asociados con diversidad florística.

Criterios de Exclusión

- No se tomaron en cuenta áreas productivas de cacao que tuvieran en desarrollo en la unidad productiva.
- No se tomaron en cuenta áreas donde hay parcelas menores de 5 años de producción.

4.9. Fuentes y obtención de datos

a. Fuentes primarias:

Diversidad florísticas en las áreas de cacao.

b. Fuentes secundarias:

Monografías, investigaciones de diferentes autores, sitios web, revistas.

4.10. Técnicas e instrumentos

Observación (Formato de levantamiento de Datos)

Se procedió a observar de forma general las condiciones y la forma de estructura de las fincas con sistemas, para recopilar la información sobre la diversidad florística.

Para la realización del levantamiento de la información de la diversidad florística en las dos fincas se realizó un inventario arbóreo, se tomaron datos de la composición florística y estructural de la cobertura arbórea de un bosque latifoliados con vegetación arbórea dispersa y/o bosque latifoliados heterogéneo mediante un censo.

Encuesta

Se procedió a realizar una encuesta para generalizar las condiciones estables de la finca para recopilar información sobre el aporte ecológico.

Entrevista

Se realizó una entrevista a los propietarios de las fincas para verificar el uso de las especies encontradas dentro del sistema de cacao.

Etapas de Campo

Etapa I. Coordinación, recopilación de información secundaria y definición de la metodología a utilizar.

En esta etapa se visitó la comunidad el Carao-Hormiguero para establecer un acercamiento con las áreas de estudio, lo que se llevó a cabo a través de la UNA que fue quien facilitó el espacio en primera instancia. Una vez aceptado el estudio se realizó a la recopilación bibliográfica de la información existente en biblioteca e internet, posterior a eso se definieron las metodologías a utilizar para levantar la información necesaria.

Etapa II. La recolección de la información (Diseño del inventario)

En esta etapa se levantó toda la información de campo, se realizó inventario de vegetación donde se recolectaron árboles mayores de 10 cm de diámetro, a través de las técnicas utilizadas. Se realizó un inventario forestal al 100% dentro de las áreas de producción de cacao donde se tomaron las especies con diámetro mayor de 10 cm.

Para el levantamiento de información de la diversidad florística se tomaron el diámetro mínimo de árboles a partir de 10 cm de grosor o diámetro.

Las subvariables que se consideraron son:

- Especie (nombre común dado por el baqueano)
- DAP diámetro a la altura del pecho (a 1.30 m del suelo), medido en centímetro diámetro normal (DN)
- Diámetro de copa, en metros (DC).
- Altura total de la planta en metro (Ht).
- Calidad de fuste (CF)
- Estado fitosanitario (F)

Etapa III. Procesamiento análisis e interpretación de los resultados.

En el presente estudio del inventario de la flora en ambos agros ecosistemas de Cacao se determinaron los siguientes índices de diversidad florística:

4.12. Procesamiento y análisis de datos

Análisis de Datos.

El índice de Renyi o diversidad alfa

Este índice es sugerido por Host (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.

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

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 uno de los agro-ecosistemas. Los Perfiles de Renyi se calculan utilizando el paquete Biodiversity Indices en el programa PAST.

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. 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.

La comparación de los resultados obtenidos en los sub sistemas dentro de cada agro ecosistema, puede ser comparados entre sí para tener una idea de las diferencias en cuanto a las comunidades de micro y macro fauna de suelo o vegetación presente en cada sub sistema o agro ecosistema. Por otra parte, 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 micro y macro fauna del suelo.

Índice de distancia de Bray-Curtis o diversidad beta

La diversidad beta tiene el objetivo de determinar la distancia ecológica entre dos agros ecosistemas (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 agros ecosistemas 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:

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

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 realizara 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 Beta diversity del programa "PAST".

Para la función ecológica se realizó por medio del aporte que generan las especies, así como se calculara el índice de valor de importancia:

Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) se obtiene sumando la frecuencia relativa (% Fr), la dominancia relativa (% D) y la abundancia relativa (%AR).

EL IVI se calculó, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IVI} = A$$

Donde:

IVI: índice de valor de importancia

A: abundancia relativa

Fr: frecuencia relativa

Dr: dominancia relativa

Esta información se procesó en Excel donde se generaron base de datos del inventario.

Se realizó la metodología de Vázquez donde se modificó utilizando los parámetros deseados para la evaluación de los agro-ecosistemas, se realizó una encuesta a los productores.

Para el análisis e interpretación de los datos se realizó mediante una base de datos correspondiente a la Metodología de Vázquez (2013) para luego realizar la matriz que muestre las alternativas agroecológicas desde el punto de vista social y ambiental para realizar sus respectivos análisis. Se evaluó 4 indicadores donde el resultado es la suma de todos los indicadores dividido entre el 4 (**CMB= Σ (MCS+ MCA+ MISRPr+ DMBAu)/4**)

4.13. Aspectos éticos

En el presente estudio se tomó consentimiento de los propietarios de la finca donde se llevara a cabo nuestro trabajo, se trabaja con responsabilidad y seriedad dado que los resultados pueden ser útil para mejoramiento de la finca así como guía para otros estudios de diversidad florística.

4.14. Operacionalización de variables.

Variables	Sub-variables	Definición	Indicadores	Fuentes	Técnicas
Determinar diversidad florística en dos agro-ecosistemas productivo de cacao.	Diversidad florística	La diversidad florística son las especies arbóreas que habitan en un área determinada.	DAP (a 1.30 m del suelo) DC (Diámetro de copa). Altura total. Número de individuos.	Registro en áreas productivas de Cacao Productor	Observación Formato de campo
Describir la función ecológica entre los componentes de los sistemas de cacao.	Aporte ecológico.	La función ecológica es la interacción que realiza planta-seres vivos para la mejoras de nuestro ecosistema.	Diámetro de la copa. Área total de la plantación. Abundancia de las especies. Índice de complejidad	Especies arbóreas. Productor.	Encuesta Observación

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Diversidad florística en dos agro-ecosistemas productivos de cacao.

Los resultados encontrados con respecto a la diversidad florística en la comunidad El Carao se expresan en base a la caracterización de los diseños y manejos de la diversidad desde la perspectiva productiva, por consiguiente, en el estudio comparativo, el agro-ecosistema Los Laureles posee un coeficiente de integración de especies en los diseños agroforestales, al igual que en el agro-ecosistema El Encanto. Lo que indica que desde la diversidad florística se cumple con el parámetro de ecosistemas que se describen en su variedad interna y que para Lara y Zamora (2016), se entiende como un factor determinante que se asocia al número de especies presentes y equilibrio demográfico entre ellas.

Al hacer un análisis desde la perspectiva agroforestal se encuentra que se cumple además con una condición fundamental desde la estructura de funcionamiento, lo que para **Somarriba (2009)**, significa contar con al menos dos especies y que estas estén interactuando biológicamente. La diversidad en estas fincas permite una buena interacción y una estabilidad productiva ante los efectos de las variaciones climáticas, pero que ambas fincas poseen un sistema agroforestal con Cacao bajo sombra y una favorable diversificación de árboles, lo que permite mantener microclima y aprovechar los subproductos.

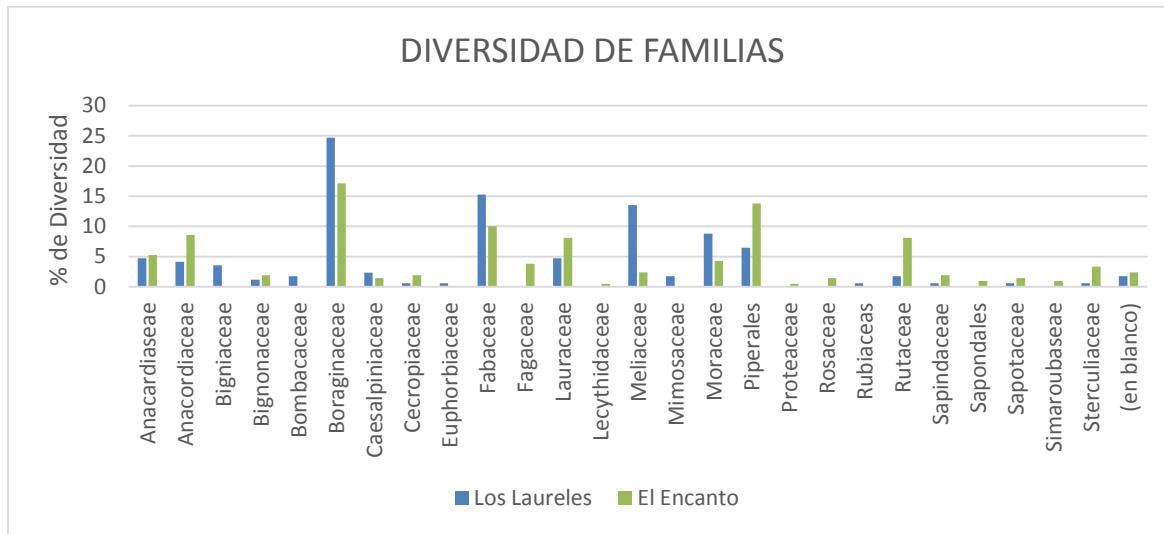
Diversidad florísticas

En las **gráfica #1** se muestra que el agro-ecosistema Los Laureles se encontraron 170 individuos representadas en 26 familias y una no identificada y específicamente se encuentran distribuidas e identificadas su diversidad según su ubicación, por ejemplo, se encontró la mayor cantidad de familia Boraginaceae (Laurel) con un 24.71% (42 individuos) seguido de Fabaceae (Guaba, Chaperno, Elequeme, Guapinol) un 15.29% (26 individuos), Meliaceae (Caoba, Cedro Real, Cedro Macho) con 13.53% (23 individuos) y Moraceae (Ojoche, Laurel de la India, Chilamate, Hule) con 8.8% (15 individuos). Las demás familias botánicas representan entre 11 a 1 especie.

En la parte baja del agro-ecosistema El Encanto se encontraron 121 individuos en 17 familias botánicas la de mayor diversidad es la Boraginaceae (Laurel) con 21.62% (31 individuos), seguidas por piperales (Pimienta) con 23.96% (29 individuos), Rutaceae (Naranja, Toronja) con 14.05% (17 individuos). Las demás se encuentran entre 10 a 1 individuos. En la parte alta del agro-ecosistema en El Encanto se encontraron 89 individuos en 18 familias botánicas la de mayor diversidad es la Anacordiaceae (Jobo, Quita Calzon) con 19.1% (17 individuos) seguidas por la familia Fabaceae (Guaba, Chaperno, Granadillo, Madero Negro) con 13.48% (12 individuos), Lauraceae (Aguacate) con 10.11% (9 individuos). Las demás se encuentran entre 8 y 1 individuos.

Según **La Unión Europea (2010)** que nos dice que en los agro-ecosistemas con cacao se pueden encontrar especies de Laurel (*Cordia alliodora*), caoba (*Swietenia macrophilla*), cedro (*Cedrela* sp.), donde concuerda con los dos agro-ecosistemas ya

que son especies que se establecen en la asociación a las plantaciones de cacao, al igual que el INTA (2009) que menciona que para el establecimiento de sistemas agroforestales se deben plantar especies de la familia Boraginaceae, Fabaceae, al igual que los árboles frutales ya que son más eficaz para presentar mejor producción. Esto nos indica que tanto el agro-ecosistema Los Laureles como El Encanto poseen una diversidad de familias donde se encuentran especies maderables, frutales y ecológicas que son importantes para el manejo y producción de los sistemas de cacao.



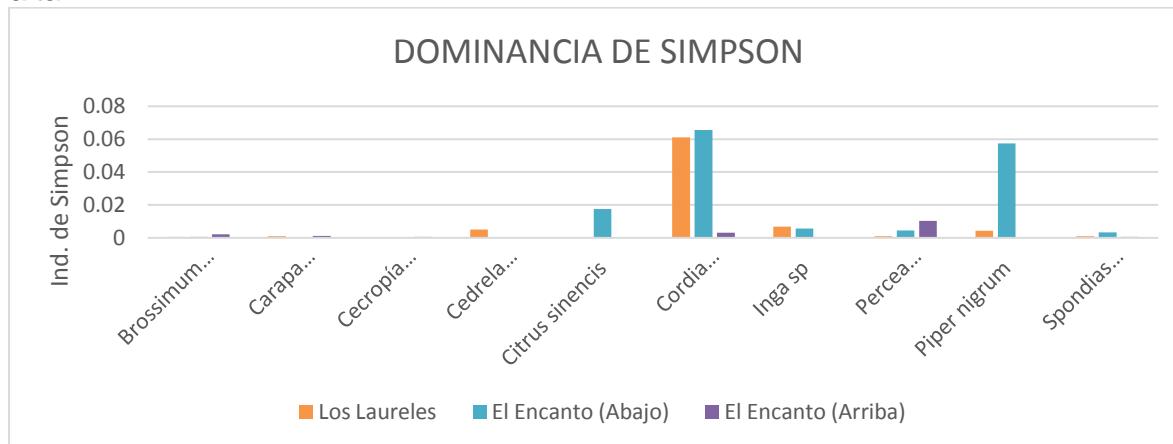
Gráfica 1. Comparación de diversidad florísticas por medio de las familias en ambas unidad de producción estudiadas.

Dominancia de especies.

Para el análisis de dominancia se tomaron en cuenta las 10 especies más predominantes de cada agro-ecosistema, según los valores obtenidos para el índice de Simpson, **gráfica 2**. Tomando en cuenta los valores de dominancia de Simpson de estas especies dentro de cada parcela, se puede observar que existe una amplia dominancia en las parcelas productivas de cacao fundamentalmente de la especie de *Cordia alliodora* (Laurel) y de alguna manera las especies de *Piper nigrum* (pimienta), *Inga* sp (guaba) y spondias mombin (Jobo), con valores muy inferiores al que presenta la *Cordia alliodora*. Esto indica que el objetivo productivo se orienta a la producción de madera y al manejo del cultivo de cacao para asegurar las condiciones agroclimáticas en su desarrollo y producción, donde concuerda con **Suatunce, (2013)** que demostró que las especies mas dominantes por medio del índice de simpson fueron la *Pentaclethra macrofila* (gavilan), *Cordia alliodora* (laurel), tambien posee habitat de especies como *Inga* sp.

De acuerdo al índice de Simpson entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye, por tanto, las parcelas en general presentan una alta diversidad de especies ya que el valor máximo de dominancia obtenido en las parcelas es de 0.06 para la especie *Cordia alliodora* en el agro-ecosistema laureles y un 0.65 para en la parte baja de El encanto y un 0.01 para la parte alta. Esto indica que en los agro-

ecosistemas Los Laureles y El Encanto parte baja presentan más abundancia de individuos de las especies principalmente la *Cordia alliodora* (laurel), con 42 individuos en Los Laureles y 31 individuos en la parte baja El Encanto y 0 especie en la parte alta.



Gráfica 2. Especies de dominancia por medio del índice de Simpson.

Índice de diversidad Alfa

Al medir la biodiversidad según el índice de Renyi (SHANNON), la mayor diversidad de especies la presenta el agro-ecosistema Los Laureles con un valor de 2.974 (**gráfica 3**), obteniendo parámetros óptimos dado por la metodología lo cual indica como valores de referencia a 1 para alta diversidad y 5 para baja diversidad, seguido a la parte baja El Encanto donde posee un valor de 2.936, donde concuerda con estudio realizado por Lara (2009) que dice que los agro-ecosistemas según Shannon poseen alta diversidad, donde para **Suatunce (213)** indica que la especie con más diversidad es la *Cordia alliodora* (laurel).

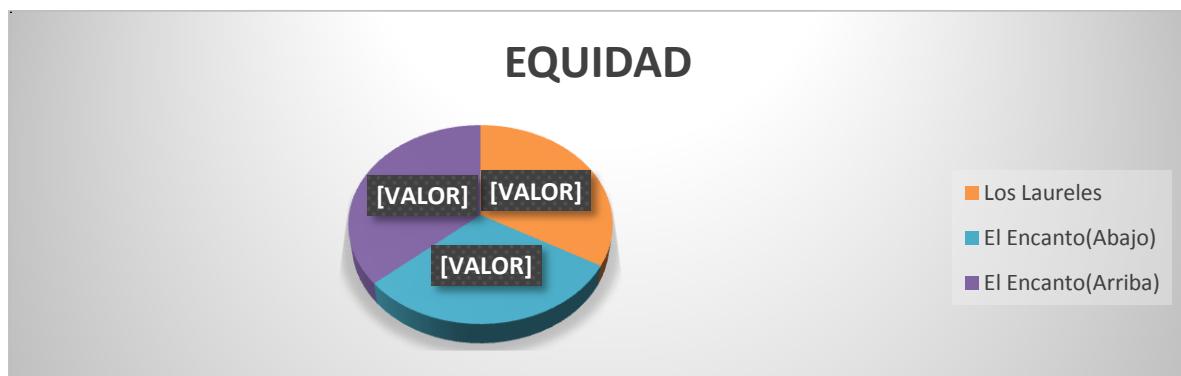
En Los Laureles se obtiene un valor debido a que posee 170 individuos representadas en 36 especies donde su principal abundancia la obtiene la *Cordia alliodora* (laurel) con 42 individuos. El Encanto posee 121 individuos representadas en 19 especies, a pesar de tener menos familias, las especies representan más individuos que el agro-ecosistema Los Laureles debido a esto es que poseen un valor similar. El Encanto abajo está representada en 25 especies con una abundancia de 89 individuos, a pesar de ser un agro-ecosistema con mayor familia representa menos individuos en sus especies donde su abundancia está dada en Mango con 17 individuos, seguido por el aguacate con 9 individuos. **Gráfico 3.**



Gráfica 3. Especies de diversidad por medio del índice de Shannon.

Equidad

El índice de Shannon toma en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas, sabiendo que el valor máximo de equidad es el de 1, el agro-ecosistema Los Laureles obtuvo un valor de 0.82, la parte baja del agro-ecosistema El Encanto obtuvo el valor de 0.75, sin embargo en general el área alta de la finca El Encanto obtuvo un valor de 0.90, mostrando que los individuos de cada parcela presentan una distribución uniforme. Se observa la proporción de diversidad que en los agro-ecosistemas no son equitativos en la abundancia de individuos.



Gráfica 4. Equidad de especies entre las áreas estudiadas.

Índice se Bray-Curtis.

El índice de Bray-Curtis mide la similitud de las áreas estudiadas donde nos dice que el área del agro-ecosistema Los Laureles posee una similitud de 50% con la parte baja del agro-ecosistema El Encanto, y la parte alta El Encanto posee un promedio de 27% aproximadamente con los otros agro-ecosistemas. Cuadro #1.

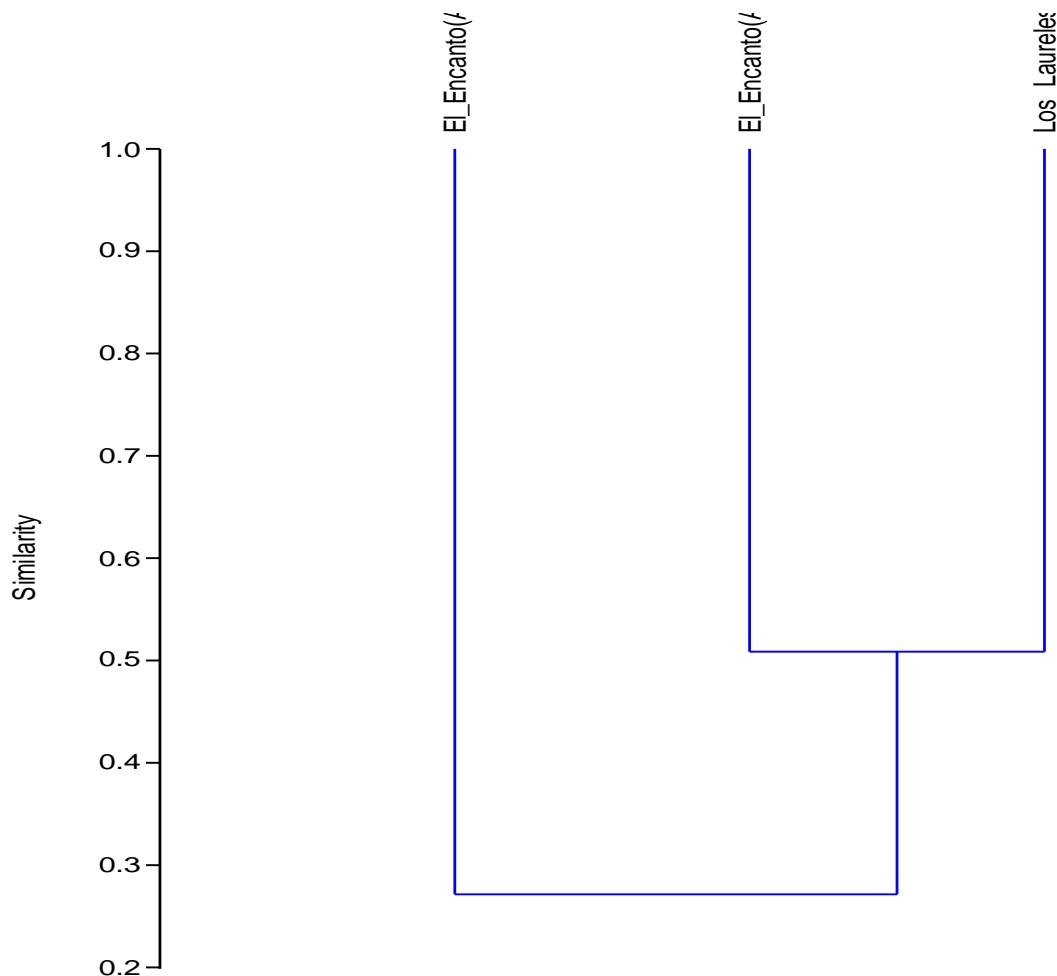
El valor de similaridad en Los Laureles y la parte baja El Encanto alcanzan el 50%, se debe a que existen especies abundante en común, además esta disimilitud puede obedecer a la variaciones en la composición florística, ya que están influenciadas por la abundancia de especies, también indica que la diversidad beta tanto en el agro-ecosistema Los Laureles como la parte baja El Encanto son mayor que la parte alta, mostrando que estos agro-ecosistemas no son localmente muy diversos, si no especialmente presentan una distribución más agrupada, lo que concuerda con (**Sonco, 2013**) que también menciona que podría reflejarse en la similitud entre las localidades.

Esto indica que el agro-ecosistema Los Laureles posee una semejanza de especies arbóreas con el agro-ecosistema de la parte baja de El Encanto, mientras que la parte alta de El Encanto no posee mucha similitud a los otros agro-ecosistemas.

	Los Laureles	El Encanto (abajo)	El Encanto (arriba)
Los Laureles	1	0.50859	0.28571
El Encanto (abajo)	0.50859	1	0.25714
El En canto (arriba)	0.28571	0.25714	1

Cuadro 1. Comparación de Bray-Curtis.

En la **gráfica 5** se muestra el comportamiento de similitud donde se observa la similitud y disimilitud de los agro-ecosistemas. La parte alta del encanto posee una disimilitud de 23% debido a que no posee semejanza de especies así como abundancia.



Gráfica 5. Representa la unidad de similitud con respecto a la diversidad florísticas de las áreas estudiadas.

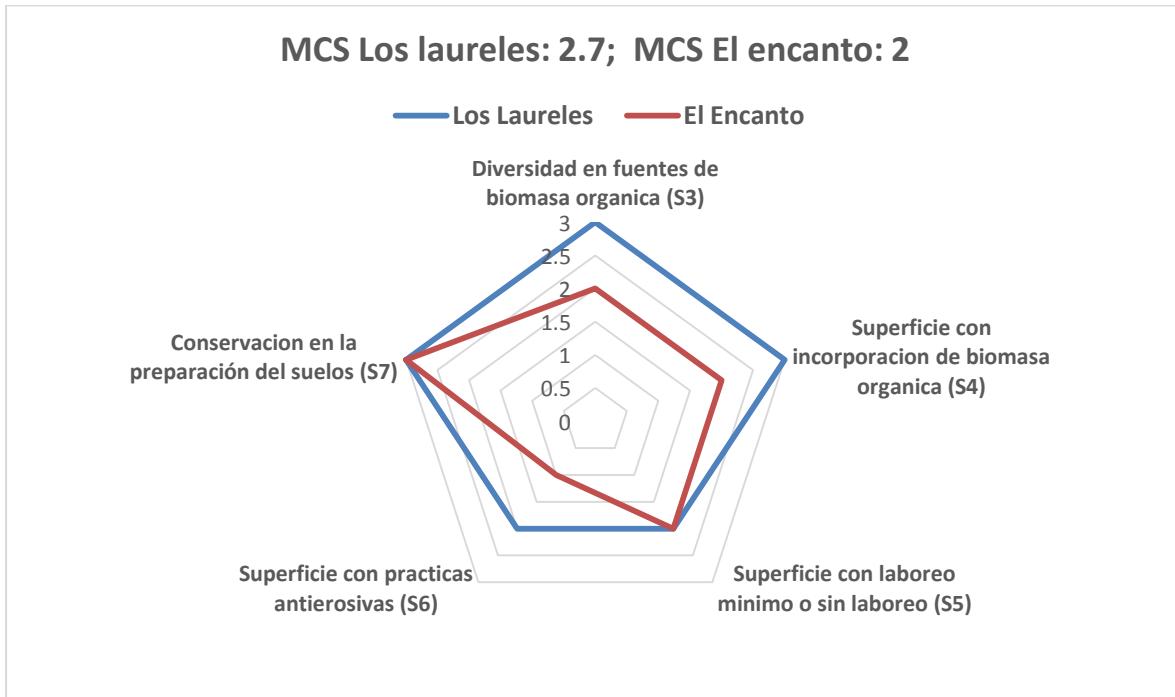
5.2. Función ecológica entre los componentes de los sistemas de cacao.

Manejo y conservación del suelo (MCS)

En la **gráfica 6**, Los Laureles alcanzó un valor de 2.7 por lo que cumple con los 7 indicadores que corresponden al punto óptimo del componente, esto demuestra que el productor realiza incorporación de biomasa orgánica (abonos verdes y compost) con una superficie entre (50-75%), su diseño le permite dejar descansar la tierra para el mejoramiento y conservación de los suelos en las áreas de cacao, el manejo de los cultivos de cobertura y los abonos verdes mejoran la cobertura del suelo protegiéndolo de la erosión, pero lo más importante, es que adicionan biomasa, la que a su vez contribuye a un mayor nivel de materia orgánica en el suelo (**Altieri y Nicholls, 2013**). Esto indica que el agro-ecosistema Los Laureles con respecto al manejo y conservación de suelo posee mejor estructura que el agro-ecosistema, donde posee más áreas de incorporación de biomasas orgánicas.

La incorporación de biomasa orgánica en la unidad productiva El Encanto se encuentra entre 26 y 50% con respecto al factor de siembra de laboreo mínimo la unidad presenta de un 20 a 30 % lo que indica que el productor realiza poco esta práctica, la unidad posee menos del 25% de práctica anti erosiva como la adición de abonos verdes, prácticas mecánicas y aplicación de materia orgánica. La conservación en la preparación del suelo se da más del 50% en la unidad y esto se da a través de la labranza, aplicación de abonos orgánicos, cultivos múltiples.

En los agro-ecosistemas las leguminosas o no leguminosas, aportan una mayor acumulación de material orgánico y almacenamiento de nutrientes en la biomasa, la densidad aumentada de raíces así como también la mayor extensión vertical de las raíces de los árboles ayudan a mantener las existencias de nutrientes reduciendo las pérdidas por filtración o tomando nutrientes de las capas profundas. Según el **CATIE (2013)** y **Mendieta (2007)** informa que en comparación con los barbechos herbáceos leguminosos, los barbechos de árboles leguminosos aumentan en gran medida las existencias de fósforo, potasio, calcio y magnesio en la biomasa, hojarasca y cationes. En el agro-ecosistema Los Laureles presenta mejor manejo en biomasa orgánica. La incorporación de biomasa residual generada por las actividades humanas, estos residuos son los restos de cultivos agrícolas como cascarras de productos de frijoles, cascarrillas de arroz, eses de animales, animales muertos y residuos de madera acerradas.



Gráfica 6. Manejo y conservación del suelo en dos agroecosistemas con Cacao.

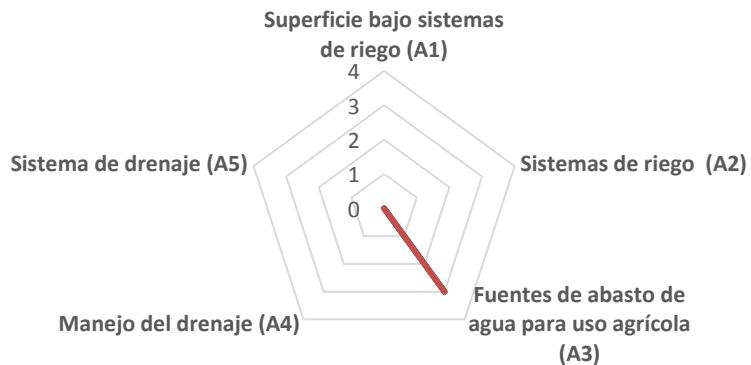
Manejo y conservación del agua (MCA)

La **gráfica 7**, muestra que el agro-ecosistema Los Laureles y El Encanto alcanzaron un valor del 0.86 que de los cinco indicadores solo adoptaron 1 que corresponden al valor óptimo. Debido a que ambas fincas no utilizan sistemas de riego para aprovechar las épocas secas, utilizan una fuente natural (lluvia) de abastecimiento de agua para uso agrícola. Ambas fincas no aprovechan al máximo el recurso agua, lo cual evidencia que aún no se logra un manejo que favorezca su conservación y aprovechamiento del mismo. Con respecto a la conservación de agua los dos agro-ecosistemas para su riego solo utilizan la lluvia como única alternativa. A pesar de que la lluvia es una fuente de conservación natural, ofrece gran impacto negativo en la conservación del suelo siempre y cuando no le de manejo a los árboles.

Los resultados obtenidos no fueron los esperados ya que los agro-ecosistemas no presentan alternativas de conservación de agua, sin embargo, suele caracterizarse como áreas no degradadas debido a que son áreas que contienen un porcentaje de sombrío ayudándole a mantener húmedo el suelo y poseer áreas no degradadas. Donde concuerda con la **FAO, (2011)**, que nos dice que la conservación arbóreas es un mecanismo para la protección del recurso agua y suelo siempre y cuando se le dé un buen manejo.

MCA La Los Laureles: 0.86; MCA El Encanto: 0.86

— Los Laureles — El Encanto



Gráfica 7. Manejo y conservación del agua en dos agroecosistemas con Cacao.

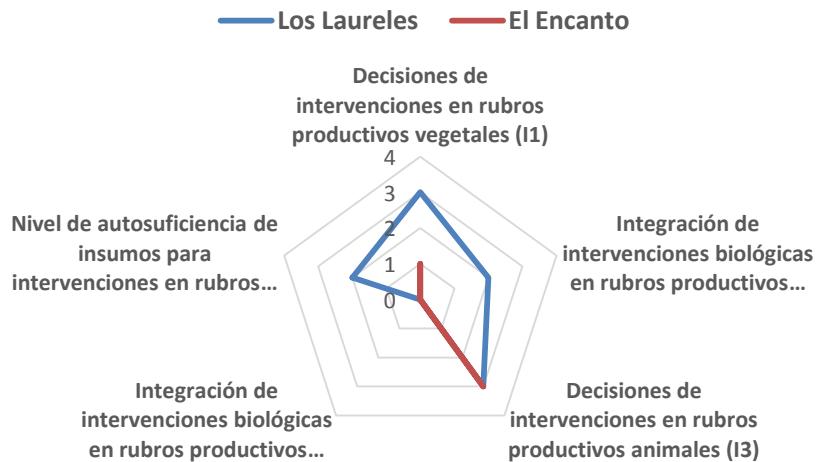
Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr)

En la **Gráfica 8**, se muestran los resultados de las intervenciones con productos para el control de organismos nocivos a las plantas y los animales en los dos agro-ecosistema evaluados, muestran resultados no muy distantes donde Los laureles posee un valor de 1.71 y El Encanto un valor de 0.57, en ambos agro-ecosistemas aún no se logra un buen nivel de manejo de las intervenciones sanitarias, debido a que aún predomina el enfoque del producto y los sistemas no logran la capacidad de autorregulación necesaria.

La estrategia de manejo de intervenciones con productos sanitarios durante la reconversión, consiste en optimizar paulatinamente el uso de los productos químicos degradativos, hasta dejar de utilizarlos, para lo cual es necesario adoptar sistemas de monitoreo para decisiones, según **Méndez, (2002)**, algunos agro-ecosistemas que no practican intervenciones sanitarias en las áreas de producción ocasionan impactos negativos al ambiente, debido a que saturan el suelo con químicos y provocan perdidas de nutrientes en las áreas productivas.

Existen diferentes formas de evaluar la optimización de intervenciones en los agroecosistemas, como por ejemplo la disminución de la carga toxica; sin embargo, son muy útiles los indicadores relacionados con el sistema de decisiones, la reducción del número de aplicaciones o tratamientos, el nivel e integración de productos biológicos y de estos los que son obtenidos en el propio sistema.

MISRPr Los Laureles: 1.71; El Encanto: 0.57



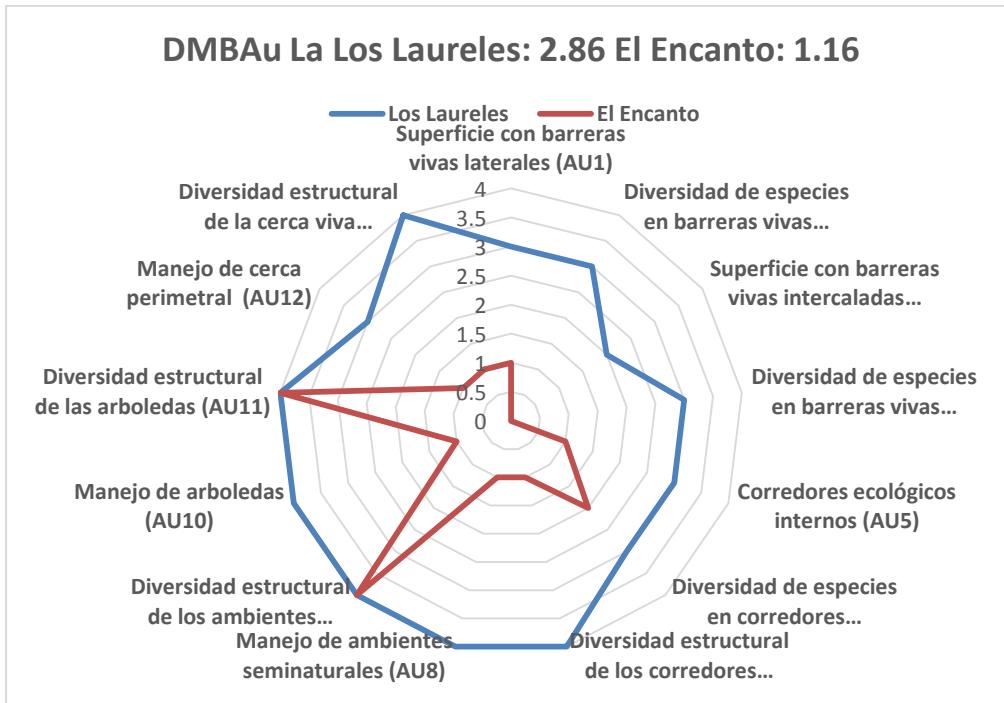
Gráfica 8. Manejo de las interacciones sanitarias en rubros productivos en dos agroecosistemas con Cacao (**MISRPr**)

Manejo de la biodiversidad auxiliar (DMBAu)

El diagnóstico de la biota auxiliar (Gráfica 9) muestran un manejo superior en el agro-ecosistema “Los Laureles” (2.86), en contraste con el agro-ecosistema “El Encanto” (1.16), ya que la primera mantiene una tendencia hacia la integración de este componente funcional, como se evidencia en los argumentos que expone el agricultor respecto a la importancia que atribuye a las barreras vivas entre campos de cultivos, así como los corredores ecológicos internos que son porciones de áreas que conectan fragmentos de vegetación nativa o unidades de conservación principalmente la fauna entre las áreas aisladas y garantizar el intercambio genético entre las especies y sin las cuales se pone en riesgo la integridad de los ecosistemas y sus funciones y la biodiversidad local. Estos resultados concuerdan con **Somarriba (2003)**, que señala que las principales funciones de servicios medioambientales provistos por los sistemas de agroforestería es la Conservación de la diversidad biológica en los paisajes fragmentados.

Los diseños y manejos de la vegetación auxiliar pueden contribuir a múltiples funciones (Vázquez *et al.* 2012), como por ejemplo la cerca viva perimetral, que mediante su diseño agroecológico puede lograr funciones ecológica dentro de las más importante tenemos manejo de degradación del suelo y agua, producción de leña, forraje para los animales, son arboles fijadores de nitrógenos así también mejoran la fertilidad de los suelos y resistencia a la sequía, donde concuerda con **Mendieta y Rocha, (2007)** que nos dicen que una de las funciones ecológicas dentro de los sistemas agroforestales es que las especies arboreas son una solución a los problemas de degradación de la tierra y del agua, y como una respuesta a la escasez de alimento, leña, ingreso, forraje animal y materiales de construcción, así como

también ofrecer soluciones parciales para muchos problemas productivos y de uso de la tierra en las zonas rurales.



Gráfica 9. Estado de los elementos de la biodiversidad asociada en dos agroecosistemas con Cacao.

Coeficiente del Manejo de la Biodiversidad (CMB)

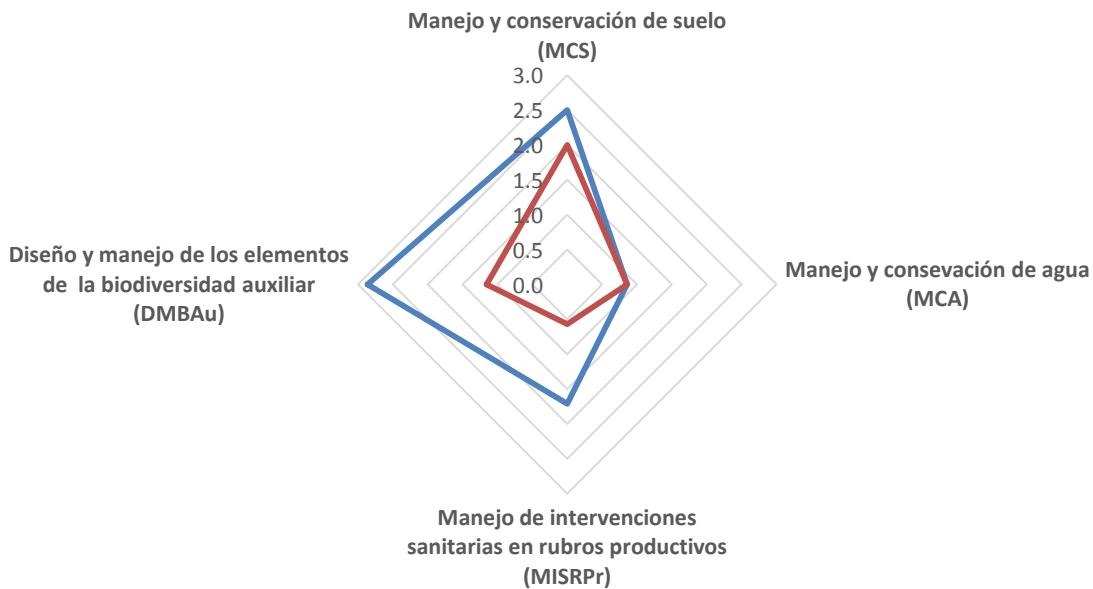
Como resultado del diagnóstico realizado, la finca “Los Laureles” obtuvo un Coeficiente de Manejo de la Biodiversidad (CMB) de 1.98 y la finca “El Encanto” de 1,15; fueron clasificadas respecto a los diseños y manejos de la biodiversidad como “poco compleja” (Gráfico 10).

La evaluación de los diseños y manejos de la biodiversidad en los agroecosistemas, no solamente constituyen una herramienta para el seguimiento del avance en la transición hacia la sostenibilidad, sino que permiten determinar la capacidad de respuesta ante eventos extremos del cambio climático como es el caso de las lluvias intensas, los ciclones tropicales y la sequía.

El agro-ecosistema Los Laureles y el agro-ecosistema El Encanto, aún no han llegado a los parámetros deseados, establecidos en la metodología, pero si tienen valores que se acercan hacia una reconversión de los sistemas agropecuarios y al realizar una buena planificación e implementación de prácticas y actividades puede llegar a un valor óptimo para constituir un agroecosistemas funcional, resiliente a cambios y altamente productivo. Se aprecia cierta tendencia hacia el diseño y manejo de los elementos de la biodiversidad productiva, así como del estado de los elementos de la biodiversidad asociada.

CMB Los Laureles: 1.98; El Encanto: 1,15

— Los Laureles — El Encanto



Gráfica 10. Coeficiente del manejo de la biodiversidad en dos agroecosistemas con Cacao

Índice de valor de importancia (IVI)

Abundancia

Agro-ecosistema El Encanto: se encontró un total de 211 árboles, las especies más abundantes son: *Cordia alliodora* (*Laurel*) (37 arb) representa el 17.54 % del total de árboles, en segundo lugar los árboles de *Cinnamomum zeylanicum* (*canela*) (29 arb) con 13.74 %, el 8.53 % de *Magnifera indica* (*mango*) (17 arb), *Persea americana* (*aguacate*) con 8.05 % (17 arb) y *Citrus sinensis* (*naranja*) con 7.58% (16 arb.), según el productor se debe a que el no proporciona manejo de arboladas.

Agro-ecosistema Los Laureles: se encontró un total de 170 árboles, las especies más abundantes son: *Cordia alliodora* (42 arb) representa el 24.71 % del total de árboles, seguido *Inga sp* (14 arb) con 8.24 %, el 7.06 % *Cedrela odorata* (12 arb), y *Piper nigrum* con 6.47 % (11 arb).

Esto indica que el agro-ecosistema El Encanto posee una mayoría de especies más que Los Laureles, donde la interacción que realiza la abundancia de especie con el cacao es la protección y conservación de suelo y agua, a pesar que El Encanto posee más abundancia esto perjudica al cacao debido a que no se le da manejo a los árboles y provocan saturación de sombra y no le dan mucha luz solar a la plantación provocando perdida de desarrollo del dosel.

Las especies de frutales más abundantes fueron *Magnifera indica*, *Persea americana* y *Citrus sinensis*. La presencia de estos componentes es un factor importante en la economía del productor de cacao, ya que presenta una alternativa de ingreso adicional. Debido a la fácil comercialización de estos frutales en la región, además de que estas especies presentan un aporte que satisface las necesidades de sombra del cacao.

El grupo de las leguminosas mejoradoras del suelo está representado principalmente por *Inga sp*, *Cordia alliodora* y *spondias mombin* especies que por tradición se han asociado al cacao en esta zona. Según **Salgado (2009)** nos dice que se conoce que estas especies tienen un efecto positivo en la producción, al favorecer la disponibilidad de nitrógeno, mejorar la calidad de los suelos y por su aporte de biomasa a través de la hojarasca, aunque no genera productos de utilidad económica directa al productor, los servicios ecológicos que estas especies prestan son conocidos y valorados por los productores, razón por las que se siguen conservando en las plantaciones.

Otro grupo, es el formado por las especies de uso maderable. Unas de las especies maderables más comunes en esta región son, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *ceiba pentandra*, donde La **Unión Europea (2010)** recomienda estas especies para las plantaciones de cacao de Nicaragua, así también **Salgado (2009)**.

La presencia de especies maderables además de proveer otros materiales útiles como combustible y material para construcción, también brinda servicios medicinales, de conservación de suelo y finalmente de diversidad biológica, (**Jadan, 2016**).

Cobertura de Sombra.

El área de cobertura en el agro-ecosistema Los Laureles es de 13,001.27598 m², proporcionada por la *Ceiba pentandra*, *Lonchocarpus minimiflorus*, *Tabebuia* y *Ficus glabrata* fueron los individuos con mayor área de copa (454.49, 314.16, 251,72 y 165.83 m²/individuo, respectivamente), siendo las que proporcionan más sombra en el área de cacao. Algunos estudios reportan para *Ficus sp.* un diámetro de copa promedio aun mayor de 25 m (**Herrera, 2009**), valor dentro del cual se encuentra la especie en este estudio (35 m), mientras que en el agro-ecosistema el encanto es de 12,416.4691 m² proporcionada en un área de 3.08 Mz donde se encontraron las especies de *Ficus glabrata*, *Carapa guianensis* y *Dialium guinensis* con mayor área de copa (254.47, 147.92 y 136.72 m²/individuo, respectivamente) siendo estas especies que proporcionan sombra, la especie con más cobertura dentro de la área de estudio es la *Cordia alliodora* con 3216.13 m² teniendo una abundancia de 37 especies. **Cuadro 2.**

Las especies arbóreas que proporcionan sombra al cultivo de cacao también aportan otros beneficios como fijar nitrógeno por las leguminosas, producción de frutas y forraje para animales, soporte a especies vegetales comestibles, medicinales, decorativas, y uso de madera con fines comerciales o para autoconsumo, donde concuerda con **CATIE, 2013** que nos dice que los árboles son de servicios ambientales

y ecológicos debido a que son fijación de carbono y nitrógeno, provisión de oxígeno, limpieza de atmósferas contaminadas y conservación de la biodiversidad.

El efecto más directo de la sombra se da sobre la intensidad y calidad de luz solar principalmente las especies maderables, ya que al actuar como filtro, estos factores son modificados, influyendo directamente sobre la fisiología de las plantas, especialmente regulando la fotosíntesis y la respiración. Además, la sombra protege las raíces del efecto directo de los rayos solares, reduce la transpiración del cultivo, protege a los cacaotales de la acción directa del viento y en ciertas regiones puede protegerlos del efecto de las heladas.

Los árboles que se encuentran en el estrato medio son indispensable para la incorporación de materia orgánica debido a esto mejora la calidad de la cosecha. En relación a esto, se ha observado una marcada influencia de la sombra en la maduración del cacao, ya que bajo ésta, el fruto madura más lentamente y con menor daño de enfermedades, lo cual repercute en una mejor conversión del cacao maduro a pergamino de primera.

La sombra ejerce un efecto importante sobre el agua y el suelo. En este sentido, se ha observado una mayor conservación de humedad en el suelo en plantaciones sombreadas. Algunos estudios han demostrado que los suelos de plantaciones con sombra densa poseen 70% más humedad que plantaciones sin sombra. Por otro lado, en cacaotal con sombra se infiltra aproximadamente el 90% del agua de lluvia, comparado con el 40% que ocurre en los cultivos limpios.

El tercer estrato lo constituyen los cacaotales donde la sombra demuestra mejora en el tamaño del grano y la calidad de taza. Por último, se ha comprobado una mayor longevidad de las plantaciones bajo sombra, lo cual se traduce en una producción sostenible en todo sentido, donde concuerda con **Mendieta y Rocha (2007)** que nos dice que los agro-ecosistemas tienen factores favorables de productividad, sostenibilidad y adaptabilidad lo cual genera un impacto ambiental favorable en el proceso de sistemas agroforestales.

La hojarasca tiene una función importante en la conservación de la humedad y en las propiedades del suelo; en este campo los árboles de sombra pueden aportar hasta 7 toneladas de materia orgánica por manzana. Lo mencionado anteriormente tiene un efecto importante en la reducción de la erosión, la conservación de la humedad y en la fertilidad del suelo, especialmente cuando los árboles son fijadores de nitrógeno.

COBERTURA DESOMBRA		
	Los Laureles	El Encanto
Cobertura (%)	33.72	60.08
Densidad de arboles	170	211
Área total (Mz)	5.24	3.08

Cuadro 2. Cobertura de Sombra.

VI. CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos en la presente investigación en la comunidad del carao se derivan las siguientes conclusiones:

- La diversidad florística existente en Los Laureles fue 170 individuos, mientras que en El Encanto se encontraron 211 individuos lo que indica que en ambos agroecosistemas según el índices de Renyi y Bray Curtis existe diversidad florística alta en las que predominan *Cordia alliodora*, *Inga sp*, *Cedrela odorata*. Las familias con mayor diversidad fueron: *Boraginaceae*, *Fabaceae*, *Piperaceae*, *Lauraceae*, *Anacardiaceae*. Los árboles por especies corresponden al agro-ecosistema El Encanto en un total de 40 especies en la parte baja y en la parte alta 25 especies, mientras que para Los Laureles se encontraron 89 especies.
- La función ecológica se evidencian en beneficios ecológicos de la diversidad florísticas cultivadas y naturales en ambos sistemas, se evidencian en el uso que a estas se le dan tales como; conservación de la biodiversidad auxiliar que se evidencia en sombra, microclima, habitat de sombra y conservación de suelo y agua. Cabe mencionar, que en Los Laureles es donde se evidencia un nivel óptimo de sombra del 33% y su manejo favorece la conservación de la biodiversidad, mientras que en El Encanto el nivel es del 60% lo que indica que no es tan favorable para el cultivo. Las especies ecológicamente más importantes son el Laurel, Jobo e *Inga Ssp*, siendo esta última la más importante en el funcionamiento de ambos agro-ecosistema de cacao.

VII. RECOMENDACIONES

A los productores:

- Realizar estudios sobre ventajas y desventajas de los arboles asociados a los cacaotales, para identificar especies que aporten los mayores beneficios a las familias cacaoteras y sus huertas.
- Implementar prácticas de conservación de suelo y fuentes de aguas a través de diferentes técnicas como establecer cortinas rompe vientos esta ayuda al suelo a protegerlo de las acciones erosivas del viento.
- Darle manejo al componente arbóreo realizando técnicas de poda y fertilización a las plantas de cacao para una mayor producción.

A las instituciones:

- Promover el fomento de cacao bajo sistemas agroforestales elaborar propuestas de manejo en las unidades productivas dentro de las comunidades donde se practica este rubro para reducir las pérdidas de suelo que son producto de la erosión.
- A las universidades que a través de sus institutos dedicados a los recursos naturales a formar convenios con otras instituciones de dicadas a promover y brindar ayudas técnicas a los productores. Proporcionar capacitaciones sobre la importancia de realizar evaluaciones ecológicas rápidas donde puedan participar estudiantes de la misma universidad.
- A la universidad con sus funcionarios, docentes y técnicos, propongan una metodología para trabajar agro-ecosistemas específicos para cadenas productivas cacao, ganado y café.
- A las instituciones que dan financiamiento para la siembra de rubros productivos, promover entre la población en general el valor económico y ecológico de los cacaotales diversificados y de la sostenibilidad de la misma.

VIII. LISTA DE REFERENCIAS

- Barquero, F., & Azofeifa, M. (2012). *Evaluacion del comportamiento de la regeneracion natural en cacaotales*. Recuperado el 02 de Mayo de 2017
- CATIE. (2013). *Agroforesteria*. Recuperado el 02 de Mayo de 2017
- D. Hart, R. (2007). *Agroecosistemas; conceptos básicos*. Turrialba Costa Rica: Fundación W. K. Kellogg. Recuperado el 17 de Abril de 2017
- FAO. (2010). La Biodiversidad para el mantenimiento de los agro-ecosistemas. Italia. Recuperado el 20 de Marzo de 2017
- Gliessman, S. (1997). *Ecological processes in sustainable agriculture*. USA: Sleeping Bear Press. Recuperado el 11 de Abril de 2017
- Gomez Ortega, S. (2009). Propuesta de red de conectividad ecologica entre remantes de bosques y cacaotales en dos paises centroamericanos. Turrialba: CATIE.
- GONDWANA. (2007). *Principales especies y caracteristicas para la arborizacion de las zonas agrarias*. Recuperado el 22 de Marzo de 2017, de www.FUNDACIONGONDWALA.ES
- GONDWANA, F. (2008). *Principales Especies y Características para la Arborización de las Zonas agrarias*. Recuperado el 26 de Marzo de 2017
- Günkel, M. (2004). *La agroforesteria en Nicaragua*. Recuperado el 11 de Marzo de 2017
- Jadán, O., Selesi, D., & Peña, D. (2016). *Diversidad Floristica y Estructural en Cacaotales Tradisionales y Bosques Naturales*. Ecuador. Recuperado el 18 de Abril de 2017
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los tropicos*. Eschbom. Recuperado el 08 de Marzo de 2017, de [http://www.inia.es/gcontrec/pub/111-123-\(23\)-Estudio_1169110667890.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/111-123-(23)-Estudio_1169110667890.pdf)
- Lara Jhosmar, O. (2009). *Determinación de Indice de diversidad Florisitica Arborea en las parcelas de muestreo*. Bolivia. Recuperado el 28 de Febrero de 2017, de <http://www.posgradoesfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/6%20pasantia.pdf>
- Lee, E., & Urbina, M. (2003). *Caracterización socioeconomica y forestal com base para el ordenamiento territorial y planificacion en la comunidad del carao*. Siuna.
- Leon, R. M. (2008). *Diversidad vegetal asociada a cacaotales de dos zonas agroecologicas*. Ecuador. Recuperado el 02 de Mayo de 2017

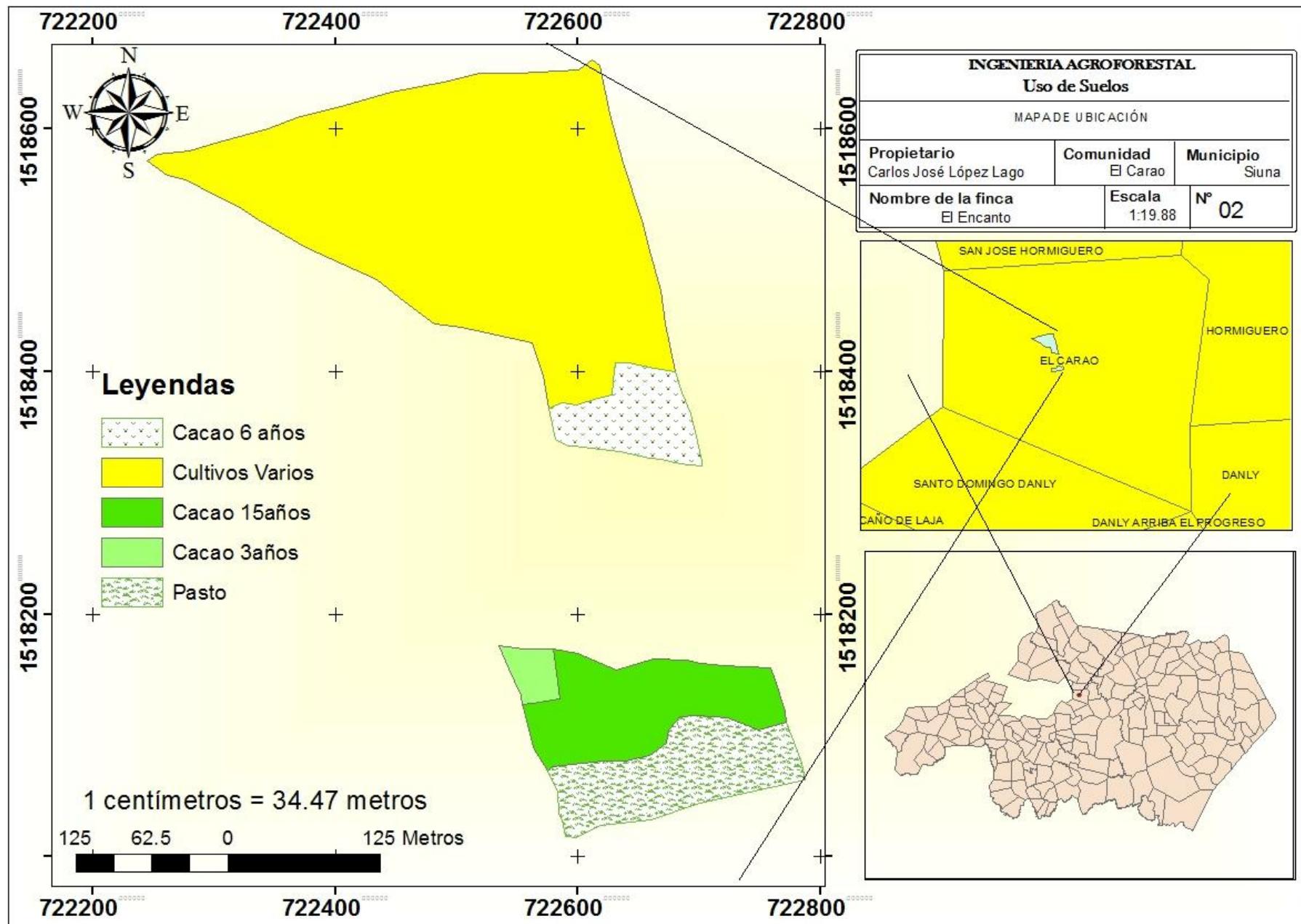
- Limingi Andrade, R. (2011). *Caracterizacion y diversidad floristica*. Ecuador. Recuperado el 17 de Abril de 2017
- Magurran, A. (2001). *Ecological diversity and its measurement*. Recuperado el 15 de Marzo de 2017, de http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/GEMA_PRELIMINA RES_2ED.pdf
- Margalef, R. (1995). *Ecologia*. Barcelona. Recuperado el 23 de Febrero de 2017
- Matey, A., Zeledón, L., Orozco, L., Chavarria, F., Lopez, A., & Deheuvels, O. (20013). *Composicion floristica y estructura de cacaotales y parches de bosques en Waslala, Nicaragua*. Waslala. Recuperado el 01 de Mayo de 2017
- Méndez, E., & Gliessman, S. (2002). *Un enfoque interdisciplinario en agroecología y desarrollo rural en el tropico latinoamericano*. Costa Rica. Recuperado el 11 de Abril de 2017
- Mendieta Lopez, M., & Rocha Molina, L. R. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Managua: UNA. Recuperado el 22 de Marzo de 2017
- Monge, J., & Russo, R. (2009). *Agroforestería sostenible y biodiversidad*. EARTH. Recuperado el 25 de Febrero de 2017
- Mora, C. A., Alanís, E., & Jimenez, J. (2013). *Estructura, composición floristica y diversidad del matorral espinoso*. Peru. Recuperado el 01 de Mayo de 2017
- Moreira Arana, E. J. (2009). *Caracterizacion de los sistemas agricolas de produccion organica en San Andres Itzapa, Chimaltenango*. Guatemala. Recuperado el 01 de Mayo de 2017
- Moreno, C. (2001). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragosa. Recuperado el 12 de Marzo de 2017, de <http://www.google.com.bo/search?hl=es&q=metodos+para+medir+biodiversidad>
- MORENO, C. (2001). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragosa. Recuperado el 2 de Marzo de 2017
- Perla Medrano, C. N., & Torrez Rugama, J. G. (2008). *Caracterización de la vegetación forestal, usos y diversidad de especies de la vegetación forestal en la Reserva Privada Escameca Grande, San Juan del Sur, Rivas*. Managua.
- Ramirez, A., Garcia, E., & Obrador, J. (2013). *Diversidad floristica en plantaciones agroforestales de cacao*. Mexico. Recuperado el 02 de Mayo de 2017

- Rice, R. A., & Greenberg, R. (2010). *Cacao cultivation and the conservation of biological diversity* Ambio. Ambio. Recuperado el 17 de Abril de 2017
- Saldaña, A. (2013). *Relacion entre riqueza de especies y diversidad funcional de atributos foliares en dos ensambles de especies*. Chile. Recuperado el 2017 de Mayo de 01
- Salgado Mora, M. G., Ibarra Nuñez, G., Macías Sámanos, J. E., & López Báez, O. (2007). *LA BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS*. Caracas: Las Mercedes.
- Salgado, M. (2009). *Analisis de la estructura arborea del sistema agroforestal de cacao*. Chiapas. Recuperado el 2017 de Mayo de 01
- Salgado, M., Ibarra, G., & Macias, J. (2007). *Diversidad arborea en cacaotales del soconusco*. Mexico. Recuperado el 02 de Mayo de 2017
- Salgado, M., Ibarra, G., Macías, J., & López, O. (s.f.). *Diversidad arborea en cacaotales del soconusco*.
- Sanchez, F., & Perez, J. (2016). *Estructura arborea del sistema agroforestal en cacao*. Recuperado el 02 de Mayo de 2017
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aire, argentina: Universidad de la Plata. Obtenido de <http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/75868/1/agroecologia.pdf>
- SMITH L, R. (2001). *Ecología*. Madrid: Perarson Educacion. Recuperado el 5 de Marzo de 2017
- Somarriba, E., & Halvey A, C. (2003). *¿Como integrar produccion sostenible y conservacion de biodiversidad en cacaotales organicos indigenas?* Recuperado el 01 de Marzo de 2017
- Sonco Suri, R. (2013). *Estudio de la diversidad ALFA y BETA en tres localidades de un bosque montano*. La Paz. Recuperado el 5 de Marzo de 2017
- Suatunce, P. (2013). *Composicin florisitca y estructura de bosques y cacaotales*. Costa Rica. Recuperado el 02 de Mayo de 2017
- Zamora Alarcón, C. R. (2016). *Biología*. España. Recuperado el 22 de Marzo de 2017

IX. ANEXO

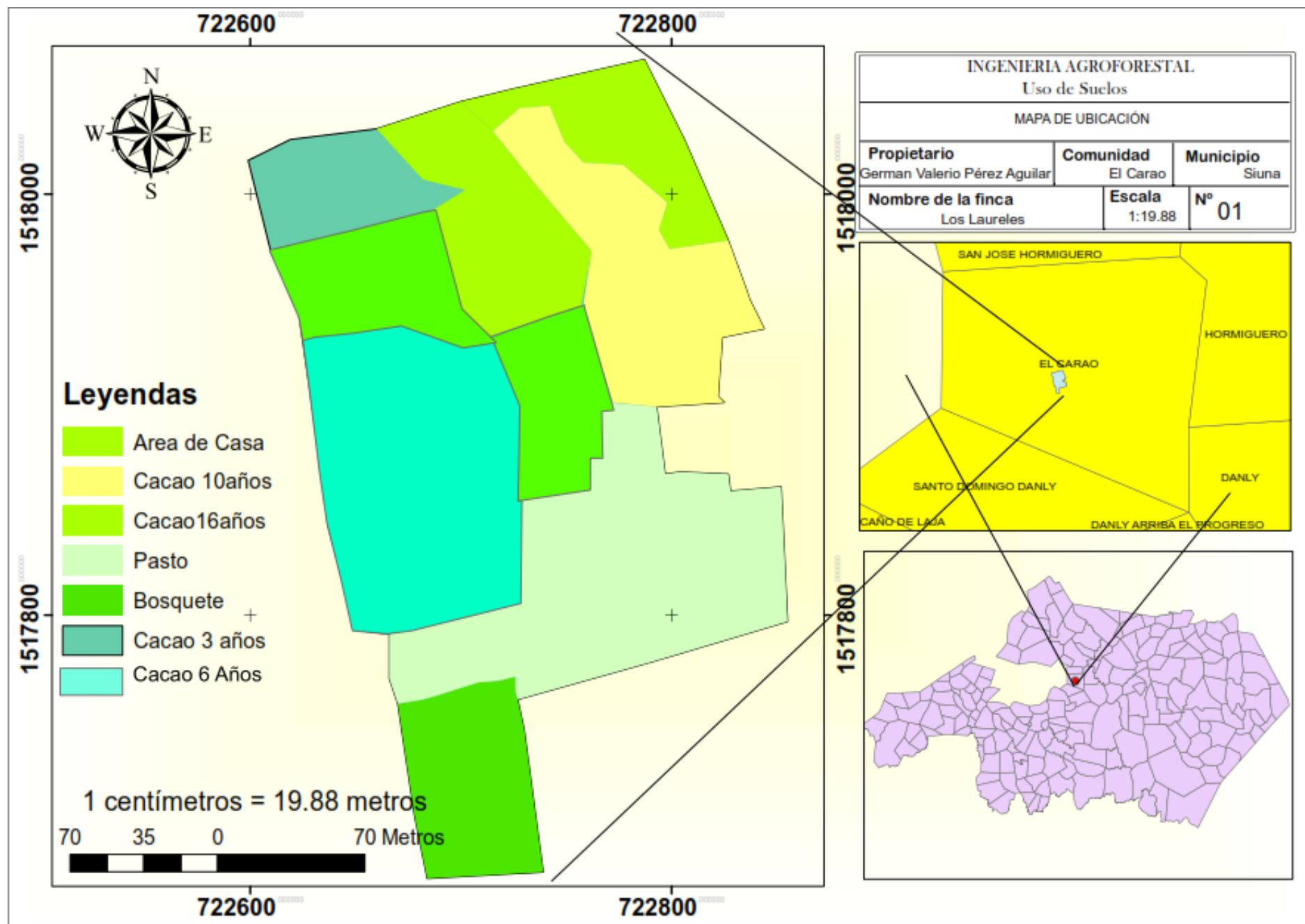
ANEXO 1

MAPA DE UBICACIÓN DE LA FINCA LOS LAURELES.



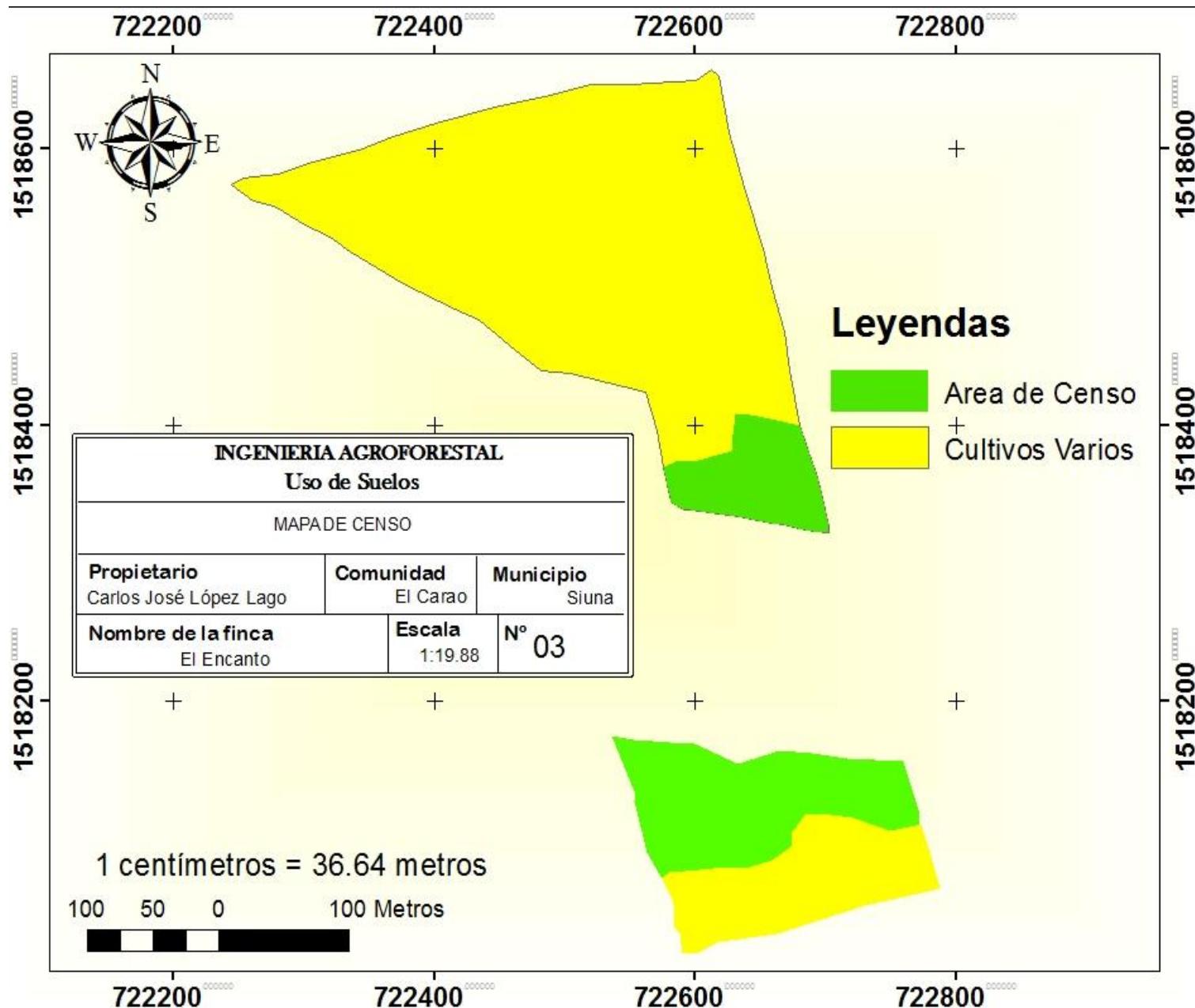
ANEXO 2

MAPA DE UBICACIÓN DE LA FINCA EL ENCANTO



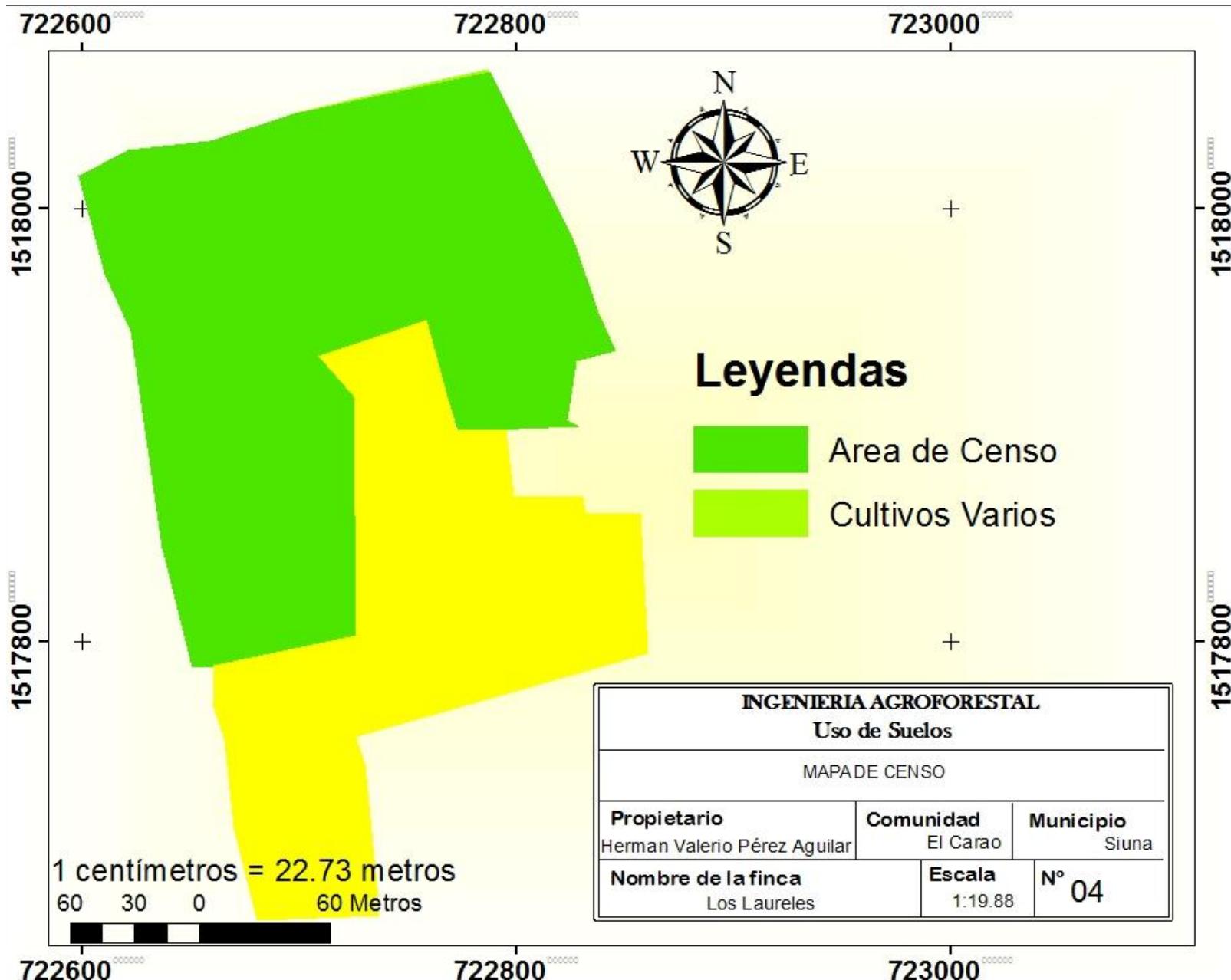
ANEXO 3

MAPA DEL CENSO DE LA FINCA EL ENCANTO.



ANEXO 4

MAPA DEL CENSO DE LA FINCA LOS LAURELES.



Anexo 5. Especies con mayor índice de importancia ecológica

Especies	IVI del agro ecosistema El Encanto						
	ABUNDANCIA		FRECUENCA		DOMINANCIA		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	%
<i>Percea americana</i>	17	8.06	0.50	5.66	1.21	8.57	22.28
<i>Castanea sativa</i>	8	3.79	0.33	3.77	0.85	5.98	13.55
<i>Carapa guianensis</i>	3	1.42	0.33	3.77	0.70	4.93	10.12
<i>Dalbergia tucurensis</i>	5	2.37	0.50	5.66	0.22	1.54	9.57
<i>Inga sp</i>	10	4.74	0.17	1.89	0.61	4.32	10.94
<i>Spondias mombin</i>	9	4.27	0.50	5.66	1.08	7.65	17.58
<i>Cordia alliodora</i>	37	17.54	0.17	1.89	2.85	20.12	39.55
<i>Magnifera indica</i>	18	8.53	0.33	3.77	1.09	7.70	20.01
<i>Citrus sinensis</i>	16	7.58	0.17	1.89	0.39	2.78	12.24
<i>Brossimum alicastrum</i>	6	2.84	0.33	3.77	0.54	3.82	10.44
<i>Piper nigrum</i>	29	13.74	0.50	5.66	0.69	4.87	24.27
Otras especies	53	25.12	5.00	56.61	3.92	27.72	109.45
TOTAL	211.00	100.00	8.83	100.00	14.15	100.00	300.00
IVI del agro ecosistema Los Laureles.							
Especies	ABUNDANCIA		FRECUENCA		DOMINANCIA		IVI
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	%
<i>Swietenia macrophylla</i>	6	3.53	0.5	4.84	0.21	1.51	9.88
<i>Carapa guianensis</i>	5	2.94	0.5	4.84	0.82	5.82	13.6
<i>Cedrela odorata</i>	12	7.06	0.5	4.84	1.03	7.27	19.17
<i>Ceiba pentandra</i>	3	1.76	0.33	3.23	1.32	9.28	14.27
<i>Ficus glabrata</i>	9	5.29	0.5	4.84	2.96	20.87	31
<i>Inga s44p</i>	14	8.24	0.17	1.61	0.64	4.5	14.35
<i>Spondias mombin</i>	5	2.94	0.5	4.84	0.5	3.56	11.34
<i>Cordia alliodora</i>	42	24.71	0.5	4.84	2.19	15.47	45.02
<i>Tabebuia rosea</i>	8	4.71	0.33	3.23	0.63	4.46	12.39
<i>Magnifera indica</i>	7	4.12	0.5	4.84	0.19	1.36	10.31
<i>Piper nigrum</i>	11	6.47	0.33	3.23	0.11	0.75	10.44
Otras especies	48	28.25	5.71	54.81	3.56	25.13	108.24
TOTAL	170	100	10.33	100	14.17	100	300

ANEXO 6

Guía de Entrevista

Somos alumnos de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN) y estamos realizando una investigación acerca de una comparación de diversidad florística en agroecosistemas productivo de cacao y pedimos su colaboración en la generación de la información. Desde ya muchas gracias por su colaboración.

Datos Generales

Fecha: _____

Departamento: _____. Municipio: _____. Comunidad: _____

Nombre de la finca: _____

Área de la finca: _____. Altitud: _____

Nombre del propietario de la finca:

¿Qué entiende usted por diversidad?

¿Qué entiende usted por agroecosistemas?

¿Porque es importante la diversidad en los agroecosistemas?

¿Utiliza algunas prácticas para proteger el medio? Mencione

¿Contiene estado de los elementos de la biodiversidad asociada?

¿Establece diseño y manejo de los elementos de la diversidad auxiliar?

¿Qué especie de árboles predomina en su agroecosistemas?

¿Qué especies son importantes para su economía?

¿Mencione la utilidad de estas especies?

Anexo 7.

Guía de Encuesta

Valorización de indicadores por medio de la metodología de Vásquez.

Tabla 2. Indicadores y escalas para evaluar el índice de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad productiva (DMBPr). Estos indicadores son válidos para las fincas los Laureles y El Encanto. Para obtener el resultado global de la tabla se aplica la fórmula: $DMBPr = \Sigma (2Pr1+Pr2+2Pr3+Pr4+ Pr5+ Pr6+ Pr7+ Pr8+ Pr9+ Pr10+ Pr11+3 Pr12+ Pr13+ Pr14+ Pr15+ Pr16+Pr17+2Pr18)/23$

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
Tipos de rubros productivos(Pr1)	1: ha integrado 1- 2 tipos de rubros productivos; 2: ha integrado tres tipos de rubros productivos; 3: ha integrado más de tres rubros productivos; 4: ha integrado más de tres tipos de rubros productivos vegetales y animales.		
Diversidad de especies de cultivos herbáceos y arbustico(Pr2)	1: 1-3 cultivos; 2: 3-6 cultivos; 3: 7-10 cultivos ;4: más de 10 cultivos		
Aprovechamientos de los ecosistemas de cultivos temporales (Pr3)	1: menos del 25% de la superficie con 2-3 siembras; 2: 25-50% de la superficie con 2-3 siembras; 3: más de 50% de la superficie con dos siembras; 4:más del 50% de la superficie con tres siembras		
Superficies con diseños de policultivos(Pr4)	1: menos 26%; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4: más del 75%		
Complejidad en los diseños de policultivos(Pr5)	1: dos especies asociadas o intercaladas; 2: tres especies asociadas o intercaladas; 3: cuatro especies asociadas o intercaladas; 4: más de cuatro especies asociadas o intercaladas		
Diversidad de especies en	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies		

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
sistemas de cultivos arbóreos(Pr6)			
Superficies con diseños agroforestales (Pr7)	1:menos 26%; 2:26-50%;3: 51-75%; 4:más del 75%		
Complejidad de los diseños agroforestales (Pr8)	1:dos especies integradas; 2:tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas		
Diversidad de animales en sistema de crianza(Pr 9)	1: 2-1 especies; 2: 3-4 especies; 3: 5-6 especies; 4: más de 6 especies		
Superficies con diseños silvopastoriles (Pr10)	1:menos 26%; 2: 26-50%; 3:51-75%; 4: más del 75%		
Complejidad vegetal de diseños silvopastoriles (Pr11)	1: dos especies integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas		
Complejidad de sistema con diseños mixto (Pr12)	1: integran en la misma superficie diversidad de especies de 1-2 rubros productivos; 2: integran en la misma superficie diversidad de especies de 3-4 rubros productivos ;3: integran diversidad de especies de 5-6 rubros productivos; 4: integran diversidad de especies de más de seis rubros productivos		
Superficie de sistemas de cultivos complejos (Pr13). (Pr4 +Pr7+ Pr10+Pr12).	1: menos 26%; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4:más de 75%		
Procedencia del material de siembra	1: 100% nacional; 2: 50-50%(nacional-provincia); 3: más de 50-70 % forma		

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
(Pr14)	productiva propia; 4: más de 70% propia.		
Orígenes de variedades(Pr15)	1: 100% importado; 2: entre 40-60% nacional-importado; 3:mas 60% obtenido en la forma productiva y propia; 4: mas 70%(incluye autóctonas)		
Procedencia de pie de crías de animales (Pr16)	1: 100%nacional; 2: 50-50(nacional-provincia); 3: más 50-70%forma productiva; 4: más de 70% propia.		
Origen de razas (Pr17)	1: 100%importado; 2: entre 40-60% nacional-importado; 3: más de 60%obtenido en la forma productiva y propia; 4: más de 70% propia (incluye autóctonas)		
Autosuficiencia en alimento para animales de raza (Pr18)	1: genera hasta el 25%; 2: genera hasta el 50%; 3: genera hasta el 75%; 4: genera más del 75%.		
DMBPr=Σ (2Pr1+Pr2+2Pr3+Pr4+ Pr5+ Pr6+ Pr7+ Pr8+ Pr9+ Pr10+ Pr11+3 Pr12+ Pr13+ Pr14+ Pr15+ Pr16+Pr17+2Pr18)/23			

Tabla 3: Indicadores y escalas para evaluar el componente del manejo y conservación del suelo (MCS). Resultado del diagnóstico de par de fincas: L.L: los Laureles y E.E: Finca El Encanto. Para obtener resultados global de la tabla se aplica la fórmula: $MCS= \Sigma (2S1+S2+S3+2S4+S5+S6+S7)/9$

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
Sistema de rotación de cultivo (S1).	1: rota, pero sin estar planificado o diseñado; 2: tiene un sistema de rotación concebido según demanda del suelo (propiedades); 3: el sistema de rotación planificado considera además de 2, la reducción de incidencia arvenses; 4: el sistema de rotación es holístico; es decir, considera diferentes propósitos (suelos, arvenses, plagas,		

	enfermedades).		
Superficie en rotación de cultivo (S2)	1: rota, hasta el 25% de los campos de cultivos temporales y anuales; 2: rota entre 26-50%; 3: rota entre 51-75%; 4: rota más de 75		
Diversidad de fuente de biomasa orgánica (S3).	1: cuando incorpora un tipo de fuente de materia orgánica; 2: cuando incorpora dos tipos; 3: cuando incorpora tres tipos; 4: cuando incorpora más de tres tipos.		
Superficie con incorporación de biomasa orgánica (S4)	1: menos del 25%; 2: entre el 26 y 50%; 3: entre 50-75%; 4: más de 75%		
Superficie de siembra con laboreo mínimo o sin laboreo (S5)	1: menos del 20%; 2: entre el 20-30%; 3: entre el 30- 50%; 4: más del 50%.		
Superficies con prácticas anti erosivas (S6)	1: menos del 25% superficie sistema; 2: entre el 26 y 50% superficie sistema; 3: entre el 50-75% superficie sistema; 4: más del 75% superficie sistema.		
Conservación en la preparación del suelo (S7)	1: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en 25%; 2: utiliza los implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otro que no invierten el prisma); 3: utiliza con implementos convencionales, pero integra los de conservación (multiarado, tiller u otros que no invierten el prisma) en más 50%; 4: solamente utiliza implementos de conservación de suelo.		
$MCS=\Sigma [2S1 + S2 + S3 + 2S4 + S5 + S6 + S7]/9.$			

Tabla 4: indicadores y escalas para evaluar el componente del manejo y conservación del agua (MCA). Resultado del diagnóstico de par de fincas: Resultado del diagnóstico de par de fincas: L.L : los Laureles y E.E: Finca El Encanto. Para obtener resultados global de la tabla se aplica la fórmula: $MCA= \Sigma (A1+A2+2A3+2A4+A5)/7$

Indicadores	Complejidad	Finca	
		Los Laureles	El Encanto
Superficie bajo sistema de riego (A1)	1: menos 25% de la superficie; 2: 26-50% de la superficie; 3: 51-75% de la superficie; 4: más del 75% de la superficie.		
Sistema de riego (A2)	1: gravedad o aniego; 2: aspersores; 3: microaspersores; 4: goteo (localizado)		
Sistema de abasto de agua para uso agrícola (A3).	1: acueducto; 2: pozo; 3: natural; 4: colecta de lluvia.		
Manejo de drenaje (A4).	1: menos 25% de la superficie; 2: 26-50% de la superficie; 3: 51-75% de la superficie; 4: más del 75% de la superficie.		
Sistema de drenaje (A5).	1: creado naturalmente; 2: elaborado según observación de agua; 3: elaborados según curvas de nivel; 4: elaborado según (2)+(3).		
$MCA = \Sigma [A1 + A2 + 2A3 + 2A4 + A5] / 7$			

Tabla 5: Indicadores y escalas para evaluar el componente del manejo de las intervenciones sanitarias en rubros productivos (MISRPr). Resultado del diagnóstico de par de fincas: Resultado del diagnóstico de par de fincas: L.L: los Laureles y E.E: Finca El Encanto. Para obtener resultados global de la tabla se aplica la fórmula: $MISRPr = \Sigma (I1 + 2I2 + I3 + 2I4 + I5) / 7$

Indicadores	Complejidad	Finca	
		Los Laureles	El Encanto
Decisiones de intervenciones de rubros productivos vegetales (I1)	1: cuando realiza igual o mayor número de intervenciones (en cuanto a ciclo anterior o modelo técnico distinto); 2: cuando se han reducido entre un 20-40% el número de intervenciones; 3: cuando se han reducido entre un 41- 60; 4: cuando se ha reducido más de un 60%.		

Integración de intervenciones biológicas en rubros productivos vegetales (I2).	1: menos del 20% de insumos biológicos; 2: 21-40% de insumos biológicos; 3:41-60% biológicos; 4: más de 60% de insumos biológicos		
Decisiones de intervenciones en rubros productivos animales(I3)	1: cuando realiza igual o mayor número de intervenciones; 2: cuando se han reducido entre un 20-40%; 3: cuando se han reducido entre un 41-60%; 4: más de 60% de insumos biológicos.		
Integración de intervenciones biológicas de rubros productivos animales (I4)	1: menos del 20% de insumos biológicos; 2: 21-40% de insumos biológicos; 3:41-60%biologicos; 4: más del 60%de insumos biológicos.		
Niveles de generación de insumos biológicos (I5)	1:genera hasta el 25% de los insumos utilizados; 2: genera hasta el 50%; 3:genera hasta el 75%; 4:genera más del 75%		
$MIRP=\Sigma [I1 + 2I2 + I3+ 2I4 + I5]/7$			

Tabla 6: Indicadores y escalas para evaluar el componente de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad auxiliar (DMBAu). Resultado del diagnóstico de par de fincas: Resultado del diagnóstico de par de fincas: L.L: los Laureles y E.E: Finca El Encanto. Para obtener resultados global de la tabla se aplica la fórmula:

$$DMBAu=\Sigma(2Au1+Au2+2Au3+Au4+3Au5+Au6+Au7+2Au8+Au9+2Au10+Au11+Au12+Au13+2Au14+Au15)/22$$

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
Superficies con barreras vivas laterales (Au1)	1:menos 25% campo; 2:26-50% campo; 3: 51-75%campo; 4:más de 75% campo		
Como barreras de protección, pueden ser perimetrales			
Diversidad de especies en barreras	1: una especie; 2:dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres		

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
vivas laterales (Au2)	especies		
Superficies con barreras vivas intercaladas (Au3) Puede ser las que se usan en cultivos de callejones o 1franjas	1:menos 25% campo; 2:26-50% campo; 3: 51- 75% campo; 4: más de 75% campo		
Diversidad de especies en barreras/cercas vivas intercaladas(Au4)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies		
Corredores ecológicos internos (Au5)	1: existen, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementa según diseño; 4: (2) o (3)+ se conecta con barreras vivas y cerca viva perimetral.		
Diversidad de especies en corredores ecológicos internos (Au6)	1: una especie predominante (mayor 30%); 2: dos especies predominantes; 3: tres especies predominantes; 4: más de tres especies predominantes.		
Diversidad estructural de los corredores ecológicos internos (Au7)	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2(1)+ 1-2 especies arbustivas; 3: (1)+(2)+ 1-2 especies herbáceas; 4: más de tres especies arbustivas o arbóreas		
Manejo de ambientes seminaturales (Au8)	1: existe, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementan; 4: se mejoran sus funciones integrando plantas necesarias.		
Diversidad estructural de los ambientes	1: predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2:		

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
seminaturales (Au9)	(1)+predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1)+ (2)+ predominan 1-2 especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbustivas o arbóreas.		
Manejos de arboledas (Au10)	1: existe, pero sin considerar sus funciones; 2: se conservan sin intervenciones para garantizar sus funciones; 3: se incrementa; 4: se mejora sus funciones integrando plantas necesaria.		
Diversidad estructural de las arboledas (Au11)	1: predominan 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1)+predominan 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2)+ predominan 1-2 especies herbáceas; 4: predominan más de cinco especies arbusticos o arbóreas.		
Manejo de cerca perimetral (Au12)	1: menos 25% de la periferia; 2: 26-50%; 3: 51-75%; 4: más 75%.		
Diversidad estructural de la cerca viva perimetral (Au13)	1: 1-2 especies arbóreas integradas; 2: (1)+ 1-2 especies arbustivas; 3: (1) + (2) + 1-2 especies herbáceas; 4: más de tres especies arbustivas o arbóreas.		
Tolerancia de arvenses (Au14)	1: solo en la etapa final del cultivo; 2: desde que pasa el periodo crítico del cultivo; 3: según grado de incidencia; 4: durante todo el cultivo, de acuerdo a la incidencia de especies más competitivas.		
Diversidad de animales para labores (Au15)	1: una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies.		

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
DMBAu= [2Au1 + Au2 +2Au3 + Au4 + 3Au5 + Au6 + Au7 + 2Au8 + Au9 + 2Au10 + Au11 + Au12 + Au13 + 2Au14 + Au15]/22.			

Tabla 7: Indicadores para evaluar el componente del estado de los elementos de la biodiversidad asociada (EBAs). Resultado del diagnóstico de par de fincas: Resultado del diagnóstico de par de fincas: L.L: los Laureles y E.E: Finca El Encanto. Para obtener resultados global de la tabla se aplica la fórmula: EBAs=Σ [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16

Indicadores	Complejidad	Fincas	
		Los Laureles	El Encanto
Incidencia de arvenses (As1)	1: más de 75% grado de enmalezamiento; 2: entre 51 y 75% grado de enmalezamiento; 3: entre 26- 50% grado de enmalezamiento; 4: menos de 25% grado de enmalezamiento.		
Diversidad de arvenses (As2)	1: se observan tres especies; 2: se observan 3-7 especies; 3: se observan 8-11 especies; 4: se observan más de 11 especies.		
Incidencias de nematodos de las agallas (As3)	1: más del 75% plantas afectadas; 2: entre 51-75%; 3: entre 26-50%; 4: menos 25%.		
Incidencia de organismos nocivo en cultivos (As4)	1: más del 75% superficies afectadas; 2: entre 51-75%; 3: entre 26-50%; 4: menos 25%.		
Diversidad de organismo nocivos fitófagos (As5)	1: se observa una especie; 2: se observa dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.		
Diversidad de organismos nocivos Fito patógenos (As6)	1: se observa una especie; 2: se observa dos especies; 3: se observa tres especies; 4: se observa más de tres especies.		
Incidencias de organismos nocivos	1: más de 75% individuos afectados; 2: entre 51-75%; 3:		

en los animales de cría (As7)	entre 26-50%; 4: menos 25%.		
Diversidad de parásitos en animales de cría(As8)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies.		
Diversidad de enfermedades de animales de cría(As9)	1: se observan una enfermedad; 2: se observan dos enfermedades; 3: se observan tres enfermedades; 4: se observan más de tres enfermedades.		
Diversidad de polinizadores(As10)	1: se observa una especie; 2: se observan dos especies; 3: se observan tres especies; 4: se observan más de tres especies		
Diversidad de grupos de reguladores naturales(As11)	1: se observa uno o dos grupo; 2: se observa dos a tres; 3: se observa de uno a cinco; 4: se observa más de cinco.		
Población de reguladores naturales (As12).	1: se observa de 1-5 individuos; 2: más de 5 individuos; 3: más de 10 individuos; 3: inmediatamente se observan altas poblaciones.		
Diversidad de macro fauna del suelo (As13).	1:0,1-2,0 especies; 2: 2,1-3,0 especies; 3:3, 1-4,4 especies; 4: más de 5,0 especies.		
Población de macro fauna del suelo (As14).	1: 1-5 individuos/m ² ; 2:5-9 individuos/m ² ; 3: más de 10 individuo/m ² ; 4:(2) o (3) individuos/m ² inmediatamente.		
EBAs=Σ [As1 + As2 + As3 + As4 + As5 + As6 + As7 + As8 + As9 + As10 + 2As11 + As12 + 2As13 + As14]/16			

Tabla 8. Interpretación de los valores calculados de los índices del coeficiente y manejo de la biodiversidad (CMB)

Valor calculado del componente	Interpretación de los índices del CMB	Tipos de índices del CMB
0 ≤ índice ≥ 2.40	Deficiente	DMBPr, MCS, MCA, MISRPr, DMBAu y EBAs
2.40 < índice ≥ 2.80	Satisfactorio	DMBPr, MCS, MCA,

		MISRPr, DMBAu y EBAs
2.80 < índice \geq 3.20	Bueno	DMBPr, MCS, MCA, MISRPr, DMBAu y EBAs
3.20 < índice \geq 3.60	Muy bueno	DMBPr, MCS, MCA, MISRPr, DMBAu y EBAs
3.60 < índice \geq 4.00	Excelente	DMBPr, MCS, MCA, MISRPr, DMBAu y EBAs

Anexo 8.

Guía de Observación

Levantamiento de especies arbóreas dispersa.

N L	NAR	Uso	ESPECIE	DN (cm)	HT (m)	CF	DC (m)	EF	observación

Clave: **NL:** Número de línea. **NAR:** Número de árboles. **DN:** Diámetro normal. **HT:** Altura total del árbol.

CF:

Anexo 8. Árboles del cacao dentro del agro-ecosistema.

