

Evaluación de la diversidad arbórea de ecotopos de grupo III en fincas cacaoteras pertenecientes al municipio Baracoa

*Trabajo de Diploma presentado en opción al  
Título de Ingeniero Forestal*

**AUTOR:** Yunisleidis Pérez Martínez

**“Año 62 de la Revolución”**

**2020**

**UG/FAF 2020**

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

**UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO**

**FACULTAD AGROFORESTAL**

**TRABAJO**

**DE**

**DIPLOMA**

(EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL)

**TITULO:** Evaluación de la diversidad arbórea de ecotopos de grupo III en fincas cacaoteras pertenecientes al municipio Baracoa

**AUTOR:** Yunisleidis Pérez Martínez

**TUTOR:** Ing. José Lescaille Acosta.

“Año 62 de la Revolución”

## **RESUMEN**

El trabajo se realizó en áreas pertenecientes a la Empresa Agroforestal y Coco Baracoa ubicada en el municipio del mismo nombre, provincia Guantánamo, en el periodo comprendido desde junio de 2019 a febrero de 2020, para evaluar la composición florística de ecotopos de grupo III. Las fincas se ubicaron en tres consejos populares del municipio (Jamal, Sabanilla y San Luis), los datos fueron tomados en el sistema agroforestal cacaotero, levantándose un total de 17 parcelas de 20 x 25 metros (500 m<sup>2</sup>), mediante un muestreo aleatorio simple, contabilizando las especies en el estrato arbóreo con una altura mayor de 5 metros, arbustivo de 1-5 metros de altura y herbáceo menos de 1 metro de altura, tomando solo los individuos con un diámetro mayor a 5 centímetros. La caracterización de la biodiversidad se determinó a partir de los índices de riqueza, dominancia y abundancia proporcional de especies y el índice de valor de importancia ecológica (IVIE). Dentro del inventario florístico se encontraron un total de 27 especies, pertenecientes a 20 familias correspondiente a los estratos bajo estudio. Los resultados arrojaron índices de la biodiversidad que se comportaron de la siguiente manera, equitatividad ( $J'$ ) 0,542, abundancia ( $H'$ ) 0,511, dominancia (D) 0,441 y diversidad ( $1/D$ ) 2,612.

**Palabras clave:** Arbóreo, composición florística, inventario, índice y riqueza.

## **ABSTRACT**

The work was carried out in areas belonging to the Agroforestry Company and Coco Baracoa located in the municipality of the same name, Guantanamo province, in the period from June 2019 to February 2020, to assess the floristic composition of group III ecotope. The farms were located in three popular councils of the municipality (Jamal, Sabanilla and San Luis), the data were taken in the cocoa agroforestry system, raising a total of 17 plots of 20 x 25 meters (500 m<sup>2</sup>), through simple random sampling, counting the species in the tree stratum with a height greater than 5 meters, shrubs 1-5 meters high and herbaceous less than 1 meter high, taking only individuals with a diameter greater than 5 centimeters. The characterization of biodiversity was determined from the indices of species richness, dominance and proportional abundance and the index of value of ecological importance (IVIE). Within the floristic inventory a total of 27 species were found, belonging to 20 families corresponding to the strata under study. The results showed indices of the biodiversity that behaved as follows, fairness ( $J'$ ) 0,542, abundance ( $H'$ ) 0,511, dominance (D) 0,441 and diversity ( $1 / D$ ) 2,612.

**Keywords:** Arboreal, floristic composition, inventory, index and wealth.

## Índice

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Generalidades de los Sistemas Agroforestales (SAF).....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Funciones de los Sistemas agroforestales.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Ventajas y Desventajas de los Sistemas Agroforestales.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Los sistemas agroforestales como prácticas de la biodiversidad agrícola..</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.1 Sistemas Agroforestales Secuenciales.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.2 Agricultura Migratoria.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5.3 Sistemas Taungya.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Características particulares de las especies utilizadas en los Sistemas Agroforestales.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6.1 Árboles de uso múltiple.....</b>	<b>10</b>
<b>2.6.2 Sostenibilidad.....</b>	<b>10</b>
<b>2.7 Diversificación en los sistemas agroforestales.....</b>	<b>10</b>
<b>2.8 Importancia de los Sistemas Agroforestales.....</b>	<b>11</b>
<b>2.9 Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao.....</b>	<b>12</b>
<b>2.9.1 Generalidades del Cacao.....</b>	<b>13</b>
<b>2.9.1.1 Condiciones Agroecológicas para el cultivo del cacao.....</b>	<b>13</b>
<b>2.9.1.2 Enfermedades.....</b>	<b>13</b>

<b>2.9.2 Atenciones culturales al Sistema Agroforestal Cacaotero.....</b>	<b>13</b>
<b>2.9.2.1 Limpieza del suelo.....</b>	<b>13</b>
<b>2.9.2.2 Combate de plagas.....</b>	<b>14</b>
<b>2.9.2.3 Fertilización.....</b>	<b>14</b>
<b>2.9.2.4 Poda del cacao.....</b>	<b>15</b>
<b>2.10 Distancia de siembra de la sombra.....</b>	<b>16</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Ubicación del área de trabajo.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Caracterización climática del área de estudio.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 Metodología empleada.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Inventario dasométrico del sistema agroforestal cacaotero de la “Finca Escuela” perteneciente a la UBPC “José Maceo Grajales”, el Jamal, Baracoa.....</b>	<b>19</b>
<b>3.5 Índices evaluados.....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 Análisis estadístico.....</b>	<b>22</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Inventario florístico.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.2 Diagnóstico florístico.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Análisis de conglomerados.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 Diversidad de especies arbóreas en sistemas agroforestales cacaoteros.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4 Importancia ecológica de las especies sombreadoras.....</b>	<b>32</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Descripción de los sistemas agroforestales .....	4
2.2 Características de los sistemas agroforestales.....	4
2.3 Ventajas de los sistemas agroforestales.....	5
2.4 Mantenimiento y conservación del sistema agroforestal.....	6
2.5 Conservación del suelo, la fertilidad, la erosión a partir de los sistemas agroforestales. ....	7
2.6. Conservación y mantenimiento de la cantidad y calidad del agua a través de los sistemas agroforestales.....	7
2.7 Ejemplo de sistemas agroforestales. ....	8
2.8 Contribución de los sistemas agroforestales en el mantenimiento y la ordenación de la biodiversidad .....	8
2.9 Importancia de los sistemas agroforestales .....	9
2.9.1 Sistemas agroforestales con cacao. ....	9
2.9.2. Generalidades del cultivo del cacao.....	10
2.9.2.1 Cultivo .....	10
2.9.2.2 Condiciones climáticas para el cultivo del cacao .....	11
2.9.2.3 Requerimientos del suelo para el cultivo del cacao .....	12
2.9.4.4 Plagas del cultivo. ....	14
2.9.2.5 Tipos de cacao.....	15
2.9.2.6 Influencia de los factores edáficos en el crecimiento y desarrollo del cacao .....	16
2.9.2.7 Ecotopos .....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RECOMENDACIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	

## I. INTRODUCCIÓN

La característica principal de los Sistemas Agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio (unidad predial) a través de una explotación diversificada, en la que los árboles cumplen un rol fundamental (Cardozo *et al.*, 2015).

Estos sistemas (SAF), han ganado gran importancia en los últimos años, porque promueven la biodiversidad y servicios ecosistémicos, además de producir alimentos, generan ingresos económicos y mayor satisfacción a los agricultores, también reducen la presión sobre los bosques naturales (Schroth *et al.*, 2015)

El objetivo de estos sistemas es optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo (Zomer *et al.*, 2015).

El cultivo de cacao es una especie del género *Theobroma*, de la familia de las *malvaceae*, que cuenta con más de 22 especies y es originaria de Suramérica (Richardson *et al.*, 2015).

Está ampliamente extendido en África, Asia, Oceanía y América en plantaciones destinadas a producir esencialmente sus granos o almendras que son utilizadas principalmente para la producción de chocolates y grasas por industrias alimentarias y cosmetológicas (Somarriba, 2011)

La mayor importancia que se le atribuye al cultivo, es su influencia en el beneficio para la salud debido a su valor energético, la composición de sus diferentes derivados y el nivel de antioxidantes naturales que posee (Mcfadden, 2008).

Las áreas donde se siembra el cacao puede aprovecharse al máximo estableciendo otros cultivos y árboles que ayuden a mejorar la nutrición del suelo y la economía de las familias campesinas especialmente antes que el cacao comience a producir (Romero, 2016).



Estas plantas necesitan sombra, la que se divide en las diferentes etapas del cultivo. Los tipos de sombra son: sombra temporal y permanente donde la sombra temporal protege el cultivo en los tres primeros años, es importante porque en esta etapa requiere mayor protección de los rayos solares y del viento; y la permanente además de proteger y crear un ambiente adecuado para el cacao, tiene como función purificar el aire y producir madera (Carrillo *et al.*, 2010).

Pero se debe tener control de la cantidad y especies de árboles a usar en dicho medio, en este sentido los inventarios florísticos contribuyen al conocimiento y cuantificación de las especies para determinar la cantidad que se deben emplear según las características del cultivo, además de que permiten la regulación hídrica, conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono (Bonan, 2008) citado por Jadán (2016).

La Organización Internacional del Café y Cacao (ICCO, 2012), ha estimado el consumo mundial en 4 439 millones de toneladas; sin embargo, la producción mundial de cacao (4 309 millones de toneladas) aún no satisface las demandas del mercado internacional a pesar de los rendimientos altos de los principales países productores.

Particularmente en Cuba, los rendimientos no sobrepasan las 0,28 t. ha<sup>-1</sup> (ONEI, 2017), sin embargo, el potencial de rendimiento supera 1,5 t. ha<sup>-1</sup> (Márquez, 2004).

Las principales áreas productivas en Cuba están concentrada en la región oriental, específicamente en las zonas montañosas de las provincias de Guantánamo, Holguín, Santiago de Cuba y Granma. Las primeras tres pertenecen al macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, grupo orográfico que soporta el 94 por ciento de la superficie total plantada (MINAG, 2012).

Sin embargo, dentro del mismo ecosistema existen condiciones más específicas que pudieran influir en el desarrollo del cacao. En este sentido cabe destacar que dentro del ecosistema existen unidades agroecológicas nombradas ecotopos, que

no son más que entornos con condiciones edafológicas, acuíferas y ambientales bien definidas (Díaz y Riaño, 2017).

Por otro lado Ocampo *et al.* (2017) plantean que un ecotopo es una región agroecológica, delimitada geográficamente, teniendo en cuenta condiciones predominantes de clima, suelo y relieve, donde se obtiene una respuesta biológica similar del cultivo.

Sobre estos resultados influyen diferentes factores, entre ellos: aplicación inadecuada de la tecnología en muchas zonas productoras y la ubicación del cacao en superficies que no reúnen los requerimientos edafoclimáticos del cultivo (MINAG, 2011).

A partir de lo afirmado se propuso el siguiente problema

**Problema:** ¿Cuál es la diversidad arborea de ecotopos de grupo III pertenecientes al municipio Baracoa?

**Hipótesis:** si se determinan las especies arbóreas en ecotopos cacaoteros de grupo III en el municipio Baracoa, se podría evaluar la diversidad de especies.

**Objeto de estudio:** Especies arbóreas en ecotopos de grupo III

**Objetivo general:** Evaluar la diversidad de las especies arbóreas en ecotopos cacaoteros de grupo III del municipio Baracoa.

**Objetivos específicos:**

1. Caracterizar la diversidad de especies arbóreas de ecotopos de grupo III pertenecientes al municipio Baracoa
2. Determinar los índices de la diversidad en ecotopos cacaoteros de grupo III del municipio Baracoa.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Descripción de los Sistemas Agroforestales**

Los Sistemas Agroforestales son un ecosistema cultivado donde los macizos o conjuntos de árboles forestales constituyen un componente importante en todos o en la mayoría de los sitios o ecotopos que conforman ese sistema productivo (Poorter *et al.*, 2016).

Ellos, aparte de constituirse en alternativas productivas, presentan diferentes servicios ambientales que benefician en general a toda la biocenosis (flora y fauna) incluyendo los seres humanos, y la conservación del biotopo que son los medios físicos de un ecosistema que permiten los recursos necesarios para la sobrevivencia del organismo (Somarriba, 2012).

Estos sistemas agroforestales pueden abarcar, más de 100 especies de plantas por campo. Éstas se usan para la obtención de materiales de construcción, leña, herramientas, medicamentos, alimentos para el ganado y el hombre (Medina, 2012).

### **2.2 Características de los sistemas agroforestales**

Montagnini (2015) plantea que los sistemas agroforestales tienen las siguientes características:

#### **Estructura**

A diferencia de la Agricultura y la ingeniería forestal moderna, estos sistemas combinan árboles, cultivos y animales.

#### **Sustentabilidad**

Un sistema agroforestal optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos y los animales.

#### **Incremento en la productibilidad**

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y de uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua y luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales.

### **Adaptabilidad cultural - socioeconómica**

A pesar de que un sistema agroforestal es apropiado para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales.

### **2.3 Ventajas de los sistemas agroforestales**

Mediante la combinación de la producción agrícola y forestal se pueden alcanzar mejor y diversas funciones y objetivos de la producción de bosques y cultivos alimenticios. Según Mendieta y Rocha (2007) existen ventajas ambientales, como también socioeconómicas, de tales sistemas integrados sobre la agricultura y/o monocultivos forestales

#### **Ventajas ambientales:**

1. Se hace un uso más eficiente de los recursos naturales. Las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades, hacen buen uso del suelo y las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida como resultado del ciclaje mineral mediante las copas de los árboles.
2. La función protectora de los árboles con respecto al suelo, la hidrología y la protección de las plantas puede utilizarse para disminuir los peligros de degradación ambiental. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en muchos sistemas agroforestales los componentes pueden competir por luz, humedad y nutrientes, por tanto, se deben considerar los intercambios.

### **Ventajas socioeconómicas:**

1. Mediante la eficiencia ecológica se puede aumentar la producción total por unidad de tierra.
2. Los diferentes componentes o productos de los sistemas podrían ser utilizados como insumos para la producción de otros; por ejemplo, implementos de madera, abono verde y disminuir la cantidad de inversiones e insumos comerciales.
3. Los productos arbóreos a menudo se pueden obtener a lo largo de todo el año, proporcionando oportunidades de mano de obra y un ingreso regular anualmente.
4. Algunos productos arbóreos se pueden obtener sin necesidad de un manejo muy activo, otorgándoles una función de reserva para los periodos en que fallan los cultivos agrícolas, o para necesidades sociales determinadas; por ejemplo, la construcción de una casa.
5. En la producción de varios productos existe un riesgo de extensión, en la medida que varios de ellos serán afectados de manera diferente por condiciones desfavorables.

### **2.4 Mantenimiento y conservación del sistema agroforestal**

El diseño de un sistema agroforestal debe tener la concepción de sostenibilidad, es decir que luego de implantado el sistema, él mismo debe mantenerse y conservarse de manera integral, con una concepción holística donde las especies implantadas requieren de labores de manejo que están en función individual a sus requerimientos, pero articulado con las otras especies vegetales (Valle, 2010).

Dicho autor señala que las labores culturales se deben realizar por las características de cada especie, por ejemplo, en las especies forestales se deben realizar diferentes actividades silviculturales como: el raleo, las diferentes podas,

limpieza e incorporación de materia orgánica, riego, control de plagas y enfermedades, cosecha de semillas, entre otras.

## **2.5 Conservación del suelo, la fertilidad, la erosión a partir de los sistemas agroforestales**

La mejora del suelo en los SAF está vinculada al crecimiento de árboles que fijen el nitrógeno o árboles y arbustos de raíces profundas que aumenten la disponibilidad de nitrógeno por medio de la fijación biológica, el reciclado de nutrientes de la planta desde la profundidad (especialmente en zonas secas) y la formación de materia orgánica para el suelo (Sánchez et al., 2013)

La disponibilidad del nitrógeno, determinada por el nitrógeno del suelo inorgánico o mineralización por nitrógeno aeróbico a profundidad de 0 a 20 cm y los rendimientos de cultivos pueden ser significativamente más altos después de una rotación de árboles fijadores de nitrógeno (Navarro, 2011).

Este autor sugirió que los árboles leguminosos de crecimiento rápido pueden acelerar la reposición de las existencias de nitrógeno, fósforo y potasio en la capa de cultivo, pero no pueden reponer completamente las existencias de calcio y magnesio.

La construcción de drenajes mediante canales superficiales en la preparación del terreno, en los sistemas agroforestales, favorece la aireación del suelo, mejora la estructura y regula el nivel freático alto, esto permite mejor desarrollo de raíces de los cultivos sembrados (INTA, 2010)

## **2.6 Conservación y mantenimiento de la cantidad y calidad del agua a través de los sistemas agroforestales**

En los SAF, los árboles pueden reciclar los nutrientes de un modo conservador evitando su pérdida por medio de la filtración del nutriente. Por ello, los SAF pueden reducir la contaminación del agua de suelo por los nitratos y otras sustancias perjudiciales al medio y a la salud humana. (Pacheco, 2007).

## **2.7 Ejemplos de sistemas agroforestales**

Cárdenas (2012) señaló que existen diferentes ejemplos de sistemas agroforestales tales como:

### **Huertos domésticos**

En áreas tropicales representan uno de los ejemplos clásicos. Estos constituyen formas altamente eficientes de uso de la tierra, incorporando una gran variedad de cultivos con diferentes hábitos de crecimiento. El resultado es una estructura similar a los bosques tropicales con diversas especies y una configuración por estratos.

### **Cultivo intercalado intensivo con cultivos de plantación**

Es otra técnica de plantación agroforestal, por ejemplo, el cacao, el café y el caucho. El café, el té y el cacao se siembran tradicionalmente bajo uno o dos estratos de árboles que proporcionan sombra; estos corresponden, a menudo a leguminosas fijadoras de nitrógeno que también otorgan valiosos productos madereros.

### **Utilización de árboles multipropósito mezclado con cultivos o como parte de sistemas pastoriles**

Esta técnica se aplica en lugares semiáridos y áridos; la especie como la Acacia, no es valorada solo por sus productos madereros y de forraje, sino que también por la capacidad de enriquecimiento del suelo.

## **2.8 Contribución de los sistemas agroforestales en el mantenimiento y ordenación de la biodiversidad**

Cuanto más diverso es el SAF, más baja es su intensidad de ordenación y más cercano se encuentra al hábitat intacto y mayor su habilidad para conservar las especies nativas de plantas y animales. Ciertos SAF que imitan estrechamente los ecosistemas naturales (por ejemplo, jardines de hogares, así como también SAF de café y cacao rústicos) provee una variedad de recursos que toleran una alta

diversidad de plantas y animales, aunque usualmente menos que la de un bosque intacto (MATA, 2012).

## **2.9 Importancia de los sistemas agroforestales**

Los sistemas agroforestales ayudan a mitigar el problema de los cambios climáticos. Tienen gran importancia para los agricultores. Optimizan los recursos de las fincas y mejora las propiedades del suelo. Se logra una producción más diversificada, rentable y sostenida (Wilkes, 2006).

Además estos sistemas ayudan al control de las condiciones medioambientales adversas (vientos, excesivas temperaturas, evaporación del recurso hídrico, etc.) También contribuyen a la disminución de la degradación de los suelos. Ayudan a la conservación del recurso hídrico (Caro *et al.*, 2015).

Se puede decir que dichos sistemas garantizan la seguridad alimentaria. Efectos positivos sobre los niveles de sombra, temperatura y humedad. En los sistemas forestales la disponibilidad de madera, leña y otros productos de uso local fomentan el aumento de los ingresos de los productores (Abada *et al.*, 2016).

### **2.9.1 Sistemas Agroforestales con cacao**

Los sistemas agroforestales (SAF) constituyen una alternativa ante la problemática de los monocultivos. Optimizar la producción por unidad de área mientras que al mismo tiempo se respeta el principio de obtener rendimientos sostenibles según reconocen Torres *et al.* (2015).

Por medio de la integración de árboles en las fincas y paisajes agrícolas, se diversifica y sustenta la producción para incrementar los beneficios sociales, económicos y ambientales de agricultores de todos los niveles (Mata, 2012)

El estudio del cultivo de cacao en asociación con árboles de sombra tiene mucha importancia, ya que en el Trópico de América Latina los sistemas agroforestales



con cacao son muy comunes y aproximadamente el 70 % de la producción de cacao proviene de pequeños agricultores (Álvarez, Rojas y Suárez, 2012).

El valor de la producción de los sistemas agroforestales con cacao de los pequeños y medianos productores, depende de los factores productivos y las condiciones socioeconómicas; las mismas constituyen limitantes para el buen desarrollo de estos sistemas (Lavelle *et al.*, 2003).

La especie *Theobroma cacao* L. es originaria de los bosques húmedos neotropicales de América y constituye una de las contribuciones más importantes a la agricultura de los trópicos (De la Cruz *et al.*, 2015). El cultivo de cacao tiene una historia relevante en la economía y es la base de la economía familiar campesina y de un país ya que genera grandes ingresos (CEPAL, 2015).

## **2.9.2 Generalidades del cacao**

### **2.9.2.1 Cultivo**

Planta leñosa con múltiples tallos, altura de 4 a 20 metros. Frutos con muchas semillas envueltas en una con pulpa blanca. La planta de cacao inicia su producción aproximadamente a partir del tercero al quinto año de sembrado (dependiendo de la variedad), alcanzando el máximo rendimiento entre el octavo y el décimo año (UNCTAD, 2003).

El fruto de este árbol contiene entre treinta y cuarenta semillas de color marrón-rojizo en el exterior y están cubiertas de una pulpa blanca dulce y comestible. El embrión está formado por dos grandes cotiledones y las sustancias que se encuentran en éstos constituyen el producto comercial (FHIA, 2005)

Se requiere de cinco a seis meses entre la fertilización y la cosecha; esta última dura alrededor de cinco meses. La cosecha del cacao consiste en cortar los frutos maduros de los árboles, abrir las “mazorcas” y extraer las semillas de los frutos (ICCO, 2016)

El cultivo del cacao requiere de la sombra de árboles especiales, generando un sistema agroforestal que se asemeja al bosque original, que corresponde a un uso adecuado de la tierra, contribuyendo a mejorar las condiciones ambientales y la economía de las familias productoras (INTA, 2010)

### **2.9.2.2 Condiciones climáticas para el cultivo del cacao**

El cacao es una especie umbrófila, es decir requiere de sombra para su crecimiento, desarrollo y buena producción. Según IICA (2015) dentro de las condiciones climáticas se tendrán como factores a: las precipitaciones, la temperatura y el viento.

#### **Precipitaciones:**

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo. La precipitación óptima para el cacao es de 1600 a 2500 mm distribuidos durante todo el año. Precipitaciones que excedan los 2600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao (INIAP, 2015).

#### **Temperatura:**

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta (Avendaño *et al.*, 2011).

El cultivo de cacao debe estar entre los siguientes valores de temperatura: mínima de 23°C, máxima de 32°C y óptima de 25°C. La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces de la planta del cacao está regulada por la temperatura.

Un aspecto a considerar es que a temperaturas menores de 15°C la actividad de las raíces disminuye.

Por otra parte, altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao, limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente.

Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad está determinada por la temperatura.

### **Viento:**

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta. En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas y donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg, con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/seg no se observa dicho problema.

### **2.9.2.3 Requerimientos del suelo para el cultivo del cacao**

El crecimiento y la buena producción del cultivo de cacao no solo dependen de la existencia de las buenas condiciones físicas y químicas en los primeros 30 cm. de profundidad del suelo, donde se encuentra el mayor porcentaje de raíces fisiológicamente activas encargadas de la absorción de agua y nutrientes; sino también de las buenas condiciones físicas y químicas de los horizontes o capas inferiores del suelo que permitan una buena fijación de la planta y un crecimiento sin restricciones de la raíz principal ( Paredes, 2003)

Según Magap (2013) los requerimientos del suelo determinan generalmente el desarrollo del cultivo por lo que será necesario un estudio cuidadoso del mismo donde se proyecta una plantación cacaotera, de manera que el mismo requiere de condiciones tales como:

### **Drenaje:**

Está determinado por las condiciones climáticas del lugar, la topografía, la susceptibilidad del área a sufrir inundación y la capacidad intrínseca del suelo para mantener una adecuada retención de humedad y disponer de una adecuada aireación (Allen *et al.*, 2006)

Este mismo autor explica que existen problemas de drenaje interno por disposición de texturas en el perfil del suelo. Cuando hay texturas arcillosas en el subsuelo, estas no permiten el rápido movimiento del agua originando procesos de óxido reducción.

### **pH del suelo:**

Es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica, así como la disponibilidad de los elementos nutritivos (Moncayo, 2017).

El cacao se desarrolla eficientemente cuando el pH se encuentra en el rango de 6.0 a 6.5; permitiendo obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adapta a rangos extremos desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores oscilan de pH 4,5 hasta el pH de 8,5 (Espinal *et al.*, 2005)

### **Materia orgánica:**

Es uno de los elementos que favorece la nutrición del suelo y a través de ésta a la planta. Su contenido en el suelo influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación. Así mismo, favorece la estructura del suelo posibilitando que éste se desmenuce con facilidad. Al mismo tiempo, evita la desintegración de los gránulos del suelo por efecto de las lluvias (Navarro *et al.*, 2013).

Otro factor importante de la materia orgánica es que constituye el alimento de los micros elementos del suelo que participan en forma activa en la formación y desarrollo del suelo. Producto de la descomposición de la materia orgánica en el

suelo se obtiene el humus que constituye un depósito de calcio, magnesio y potasio (Molina, 2005)

### **Topografía:**

Es otro elemento importante para el establecimiento de plantaciones de cacao, ya que una topografía accidentada impide la mecanización y la aplicación de técnicas modernas, además que estas zonas están sujetas a la erosión constante por efecto de las lluvias lo cual constituye un problema muy serio que ocasiona la pérdida de la capa arable del suelo (Harvey, 2008).

El mismo autor cita que, con la finalidad de evitar que esto ocurra se deben realizar prácticas de conservación de suelos, como barreras vivas, barreras muertas, siembra a curvas a nivel, coberturas vegetales, etc.

Por lo general, en pendientes mayores al 15 % las actividades agrícolas se realizan manualmente; en tanto que en pendientes menores se puede hacer uso de maquinarias y la aplicación de tecnologías moderna. Se ha podido observar que la incidencia de la moniliasis es menor en terrenos con pendientes menores al 15 % (Barón, 2016).

#### **2.9.2.4. Plagas del cultivo**

Las principales causas de las plagas obedecen a un mal manejo de las plantaciones, provocado por el abandono de los productores, y por otra parte a las malas condiciones climatológicas. Entre las plagas más frecuentes que atacan este cultivo están: la moniliasis, la mazorca negra y la escoba de bruja, provocadas por agentes fitopatógenos (Ramos *et al.*, 2000).

### **Moniliasis:**

Causada por el hongo denominado *Monilophthora roleri*, ataca solamente los frutos en todos los estados de desarrollo desde los recién formados hasta los que se encuentran a punto de maduración (Pinzón *et al.*, 2012)

### **La mazorca negra o fitóptora:**

Esta es la plaga más importante del cacao en todas las áreas cacaoteras del mundo; causada por hongos del complejo *Phytophthora*. Es una plaga causada por el hongo *Phytophthora palmivora* que ataca raíces, hojas, tallos, y frutos del cacao, causando la pudrición de color pardo conocido como cáncer, la cual, en estado avanzado, causa la muerte de la planta (Kloepper *et al.*, 2008)

### **La escoba de bruja:**

Con nombre científico *Moniliophthora perniciosa*. La escoba de bruja da origen a brotes mal formados, proliferación de ramas laterales. Ataca las yemas terminales de las puntas de las ramas, las yemas axilares, los cojines florales y los frutos (Phillips *et al.*, 2016).

### **Dentro de los insectos plagas se encuentran:**

#### **Los áfidos:**

Son insectos pequeños de color oscuro, siempre agrupados en colonias; atacan los brotes, las hojas y las flores; también atacan los frutos jóvenes los cuales, cuando no tienen semillas, pueden haberse desarrollado por estímulo del ataque de los insectos a la flor. Es muy común encontrarlos en plantas jóvenes hasta los 6 y 7 años de edad (Crowder *et al.*, 2014).

#### **Chinches:**

Hay varios tipos de chinches. Pueden transmitir enfermedades y en algunos lugares se los considera como transmisores de la Moniliasis. Viven en colonias, en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones parecidas a chancros o llagas oscuras de poca profundidad (Melnick *et al.*, 2011)

### **2.9.2.5 Tipos de cacao**

Desde el punto de vista botánico o genético, la especie *Theobroma cacao L.* puede clasificarse según (Mite, 2016).

1. **Cacao Criollo:** corresponde a una planta de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose la alta calidad de sus semillas. Este tipo de cacao posee un cotiledón de color entre marfil pardusco y castaño muy claro, con un olor de cacao dulce unido a un aroma delicado característico. Ejemplos de cacao criollo son algunos tipos de cacao cultivados en Venezuela, en el Caribe y Nueva Guinea Papua.
2. **Cacao Forastero:** se caracteriza por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el cacao Criollo. Representa aproximadamente un 95 por ciento de la producción mundial, proveniente de los países de África Occidental y Brasil.
3. **Cacao Trinitario:** es más resistente y productivo que el cacao Criollo pero de inferior calidad. Es el resultado del cruce entre el cacao Forastero y el Criollo. Es producido en Granada, Jamaica, Trinidad y Tobago, Colombia, Venezuela y América Central.

#### **2.9.2.6 Influencia de los factores edáficos en el crecimiento y desarrollo del cacao**

El cacao requiere de suelos que retengan suficiente humedad durante la estación seca y a la vez que exista una buena circulación de aire y humedad (buen drenaje y aireación), requisitos que son opuestos y por tanto difíciles de conseguir. Por tanto, se deberán seleccionar los suelos cuyas características físicas respondan a esas exigencias del cultivo (Batista, 2009).

#### **2.9.2.7 Ecotopos**

Los ecotopos son áreas agroecológicas, delimitadas geográficamente, teniendo en cuenta condiciones predominantes de clima, suelo y relieve, donde se obtiene una respuesta biológica similar del cultivo (Gómez, Caballero y Baldión 1991),

Por su parte Díaz y Riaño (2017) plantean que los ecotopos son entornos con condiciones edafológicas, acuíferas, y ambientales bien definidas, en las cuales se producen granos (cultivos) con características de calidad que cautivan mercados

locales e internacionales, se puede decir que cada una de estas áreas expresa una respuesta diferente en los indicadores de calidad y productividad de los diferentes cultivos.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del área de trabajo**

La investigación se desarrolló en las áreas productivas pertenecientes de la Empresa Agroforestal y Coco en el municipio Baracoa, en tres consejos populares que se destacan en la producción de cacao (Paso de Cuba, Jamal y San Luis) en los mismos, previo a investigaciones anteriores se seleccionaron tres grupos de ecotopos en los que se realizó un inventario sobre las especies arbóreas en ecotopos cacaoteros del grupo III.

#### **3.2 Características climáticas del área de trabajo**

Según los datos de la Estación Meteorológica de Baracoa para el área de estudio, los factores climáticos más importantes son las temperaturas y las precipitaciones, las cuales son relativamente altas, aunque su distribución no es estable, oscilando entre los 2 000 y 3 600 mm de lluvia anuales. Las temperaturas son estables propiciando un promedio anual de 24 °C.

#### **3.3 Características fundamentales del ecotopo III previamente seleccionado**

Las áreas pertenecientes a este grupo se caracterizan por ser áreas llanas, con buen drenaje en su gran mayoría, la humedad es media y homogeneidad en los tipos de cacao, solo tiene cacao injerto.

#### **3.4 Metodología empleada**

Se levantaron 17 parcelas de 20 x 25 (500 m<sup>2</sup>) distribuida por toda el área, mediante un muestreo aleatorio simple, contabilizando las especies en el estrato arbóreo, con una altura de mayor de 5 m según Álvarez (2006). Para determinar la cantidad de especies en el estado arbóreo, se le determinó el diámetro con una cinta diamétrica y la altura por el método ocular respectivamente.

#### **3.5 Índices evaluados**

Para el inventario se determinaron los índices de riqueza de especie, abundancia proporcional de especies, dominancia y el índice de valor de importancia ecológica

como se indica a continuación:

❖ **Índice de riqueza**

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, entre otros.) existentes en una determinada área Margalef, 1968.

**Margalef**

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N} \dots\dots\dots$$

**Dónde:**

S = Número de especies

N= Número total de individuos

❖ **Abundancia proporcional de especies**

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra Shannon (1948).

**Shannon-Weaver**

$$H' = -\sum pi * \ln pi \dots\dots\dots \quad Pi = \frac{Ni}{N}$$

**Dónde:**

Pi = Probabilidad de la especie *i* respecto al conjunto.

Ni = Número de individuos de la especie.

N = Número total de individuos de la muestra.

### ❖ Dominancia

El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal.

#### **Simpson**

$$D = \frac{\sum (ni(ni - 1))}{(N(N - 1))} \quad R = \frac{1}{D}$$

#### **Donde:**

ni = Número de individuos por especie.

N = Número total de individuos.

R = Riqueza.

### ❖ Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia relativa (ya sea en forma de cobertura o área basal), abundancia relativa y frecuencia relativa.

El IVIE es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal, es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente Keels et al., 1997

**IVIE** = Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{\# De individuos de una especie}}{\text{\# Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\# \text{ De parcelas en la que ocurre una especie}}{\text{Total de ocurrencia en todas las parcela}} \times 100$$

### **3.6 Análisis estadístico**

El procesamiento de los datos se realizó en el programa estadístico BioDiversity Pro, además se utilizó el software Microsoft Excel para la base de datos y confección de tablas y gráficos.

## IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 4.1 Inventario florístico

La figura 1 muestra la curva de especies por área, donde se observa que las unidades de muestreos levantadas son representativas de la diversidad de especies en el ecotopo cacaotero. De acuerdo con esta curva a partir de la parcela 15 se alcanza la asíntota, indicando que ya no existen cambios en la vegetación y mostrando que la mayoría de las especies fueron identificadas en estas 15 parcelas.

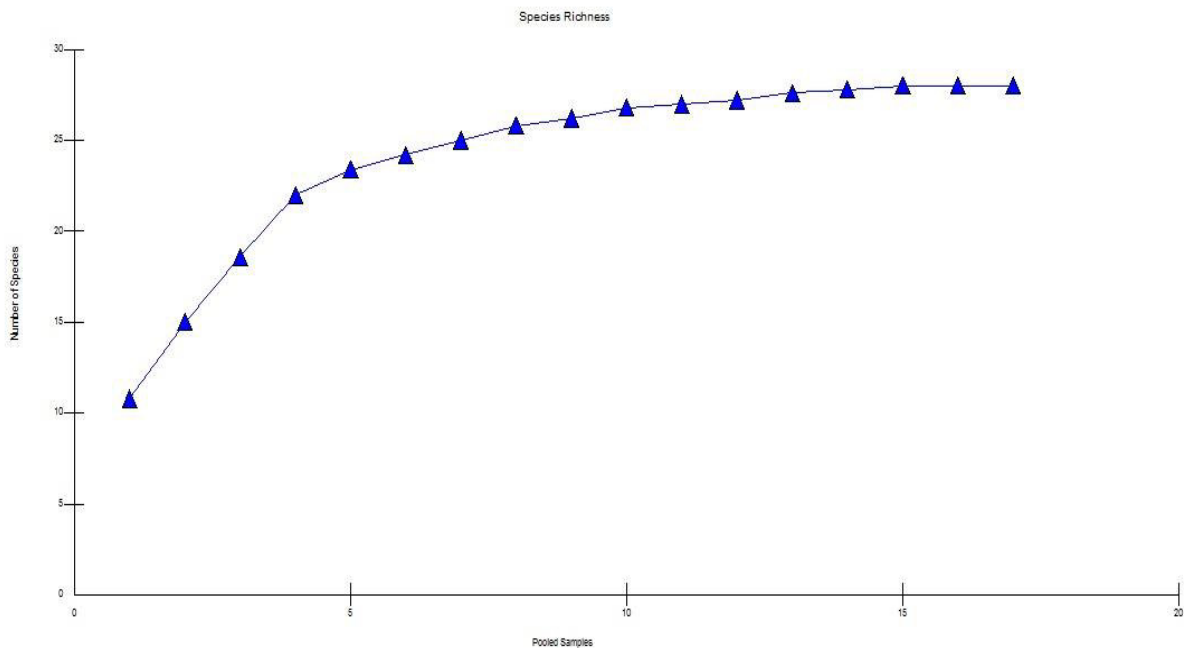


Figura 1. Curva de área-especie

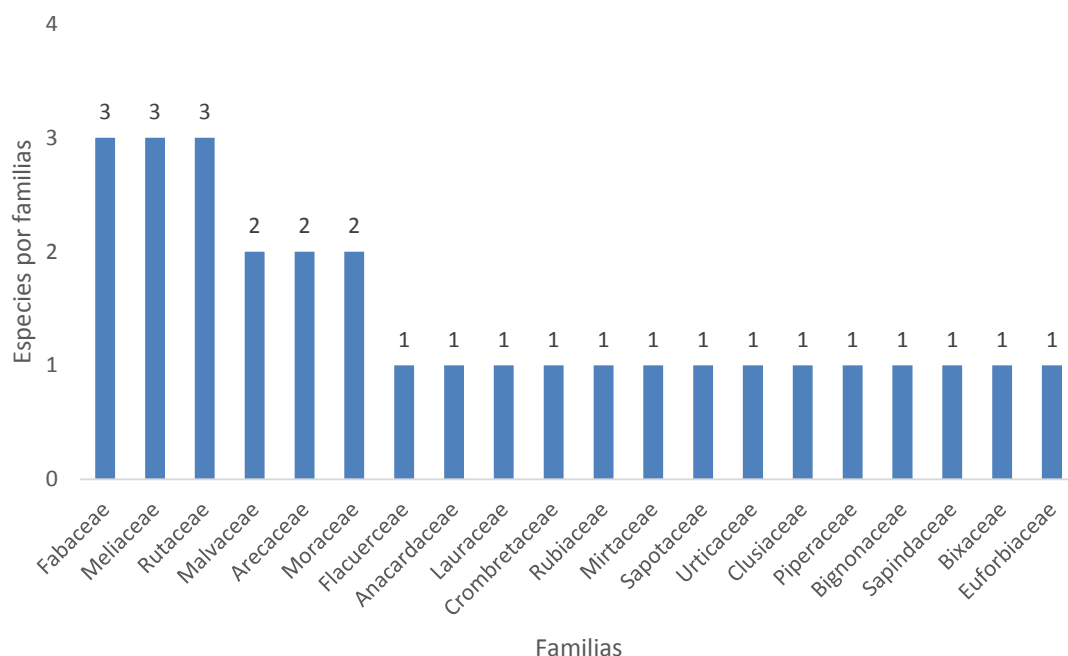
Nótese que las parcelas 1 y 4 se encuentran en la parte más baja de la curva y la que tiene mayor pendiente, demostrando que existe un cambio brusco en la vegetación, incluyendo en cierto modo la parcela 5. A partir de la parcela 6 todavía no se observa un nivel de estabilidad dentro del ecosistema esto significa que existe una alta variabilidad estadística.

Entre la parcela 7 y la 10 se observa una menor pendiente, indicando una menor

variabilidad lo cual desde el punto de vista estadístico puede ser significativa para este estudio. Ya en las parcelas de la 11 y 15 la curva se torna asintótica, a partir de la parcela 15 se aprecia la asíntota, indicando que la variabilidad es poca y como existe poca variabilidad estadística este número de parcelas es significativo para realizar el estudio.

Hay que destacar que estos ecotopos se encuentran en áreas de sistemas agroforestales (SAF) dedicados a la producción de cacao, donde se arreglan varios aspectos a conveniencia del cultivo. Entiéndase tipo de especies sombreadoras, tamaño y otros y en muchas ocasiones se repiten las mismas especies específicamente fabaceas, esto proporciona el microclima deseado para obtener los resultados favorables.

La figura 2 por su parte muestra el número de especies por familias encontradas en el área de estudio. Fueron identificadas un total de 20 familias, siendo las más representadas de acuerdo al número de especies. Las familias con más especies encontradas fueron la fabacea, meliacea y rutacea con tres representantes cada una.



**Figura 2.** Número de especies por familias encontradas en el área de estudio

La familia fabácea es una de las preferidas por los productores como sombra para estos ecosistemas, partiendo de sus características fisiológicas y de arquitectura. Estas permiten al tener hojas pequeñas el paso de la luz solar y la facilitando el funcionamiento y la productividad del cacao. Además estas especies tienen la capacidad de nodular y fijar nitrógeno atmosférico a través de las bacterias contenidas en ellos.

Otra ventaja que ofrecen es que son plantas que pueden ser utilizadas alternativamente para la construcción de viviendas y rancho de animales. Desde el punto de vista ecológico estas constituyen una reserva para la fauna y al tener raíces profundas incorporan nutrientes de las capas inferiores a la superficie a través de la producción de hojarasca.

Resultados similares encontró Sánchez *et al.* (2016) al estudiar la estructura arbórea en un sistema agroforestal en Tabasco, México donde encontraron que la familia más representada fue la fabácea con un total de 10 especies lo que confirma la preferencia de esta familia para estos ecosistemas.

Por otro lado la familia meliácea incluye generalmente especies maderables. Hay que resaltar que a pesar de no existir leyes que favorezcan la tala sin control, los productores con previo permiso pueden beneficiarse de estas para diferentes fines. Vale la pena destacar que el servicio estatal otorga beneficios económicos por pago de certificación de cierta cantidad de especies forestales dentro del ecosistema cacaotero.

La familia rutacea le sigue con la misma cantidad de representantes. Esta es una familia que se caracteriza por poseer especies que sirven como alimentos y son usadas ocasionalmente como medicinas. Estas incluyen los cítricos los que además de ser un alimento rápido en los campos, las producciones excedentes pueden ser vendidas incorporándole valor agregado a los ingresos obtenidos a partir del cultivo principal.

Hay especies que también pueden ser usadas en la elaboración de subproductos principalmente en la industria alimentaria, específicamente en la elaboración de dulces y jaleas. Todo esto sumado al valor que representan para la fauna desde el

punto de vista alimenticio ya que algunas de estas especies sirven como alimentos a algunas aves de paso y a otras endémicas.

Las familias malvacea, arecacea y moracea cuentan con dos representantes cada una. La malvácea es la familia a la cual pertenece el cultivo principal. En el caso de la arecacea incluye dos especies importantes (coco y palma) por su uso tanto doméstico como industrial. En el caso de la palma sus frutos son utilizados por los productores para la producción animal. Las otras partes de la planta (yaguas, pencas y tallos) también tienen utilidad alternativa para la construcción de casas y ranchos de animales.

En el caso del coco puede estar entre los preferidos no solo por su utilidad como alimento sino por constituir una fuente de ingreso al ser vendidas sus producciones a la empresa. Aunque los propios productores lo utilizan para la elaboración de jaleas y como rellenos de otros dulces.

En este caso Baracoa produce coco no solo para la industria alimentaria sino también para la industria del cosmético y para la elaboración de aceites. En cambio la familia moracea incluye el árbol del pan, especie importante desde el punto de vista de la alimentación humana como animal en la elaboración de diferentes dietas y como una alternativa alimentaria de importancia para el desarrollo local.

Por la importancia que poseen estas especies para la alimentación (humana y animal), la fauna y la ecología pudo ser uno de los factores que influyó en que hubiese mayor representación o preferencia por parte de los productores tanto incorporados como regenerados.

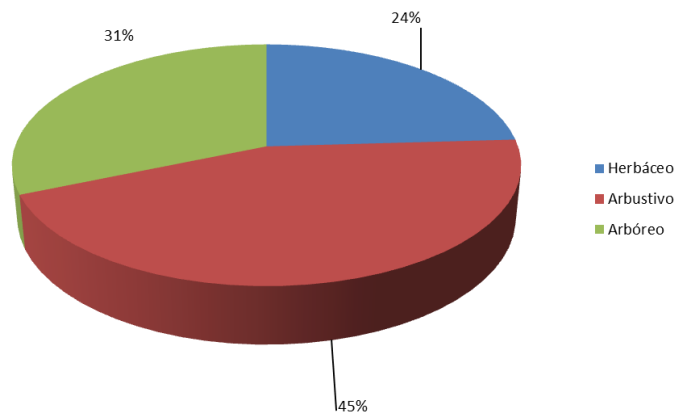
Dentro de las familias que tienen una especie la anacardadea, laurácea, myrtacea y sapotacea contienen especies frutales de gran valor, las cuales son usadas en la alimentación y pueden ser vendidos además lo excedentes de producción. En la rubiácea el café es una especie representativa de la cultura e identidad del campesino además que sus producciones son altamente cotizadas tanto en el mercado interno como el externo.



Es meritorio resaltar que todas estas especies constituyen plantas melíferas las cuales pudieran ser explotadas por los productores en la producción de miel y obtener otros ingresos por este concepto. Aunque se debería motivar y capacitar a los productores para este fin.

El resto de las familias pudieran estar presentes como parte de la diversidad del medio a pesar que no sean especies frutales y no ser una sombra deseada para el cultivo principal. Sin embargo juegan un papel importante de la biodiversidad al favorecer la preservación de muchas de las especies en sentido general.

La figura 3 en cambio muestra la distribución de las especies por estratos, donde se aprecia que el estrato con mayor porcentaje de especies es el arbustivo (45 %) seguido del arbóreo con un 31 % y el herbáceo con un 24 %. Que sea el arbustivo el de mayor porcentaje pudo estar dado a que este es un ecosistema manejado, siendo que solo se dejan las especies convenientes para el desarrollo del cultivo.



**Figura 3.** Muestra la distribución de las especies por estrato

Hay que destacar que el cultivo principal se encuentra en esta categoría y además está la mayor cantidad de representantes junto a otras especies. Esto pudiera ser causa provocada que fenómenos recientes como los huracanes Matthew e Irma afectaron gran parte de estas poblaciones y todavía se encuentran en regeneración.

El estrato arbóreo le sigue en porcentaje hay que resaltar que estos a diferencia de un sistema forestal se mantienen regulada la cantidad en el área para propiciar el microclima deseado. Estos al ser de mayor tamaño también fueron afectados por los fenómenos meteorológicos antes mencionados. Se debe mencionar que muchos de estos árboles se removieron o desarraigaron reduciendo su cantidad, según indica Martínez (2018).

En cambio el estrato herbáceo es el que posee menor porcentaje representa, esto pudo estar dado a la implementación de labores agrotécnicas (chapea) limitando la proliferación de estas especies. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Martínez (2018). Quien estudió la diversidad florística de una finca en este municipio y obtuvo mayor porcentaje para el estrato herbáceo fenómeno que le atribuyó al paso de dichos fenómenos.

La tabla 1 por su parte muestra los valores de diferentes índices para las parcelas estudiadas. En el caso de abundancia (H) se observa que en todas las parcelas se comporta baja. De todas estas parcelas a pesar de ser bajas las que más se acercan a 1 son las parcela 10 (0,693) seguido de las parcelas 6, 9 y 12 las que presentan valores de 0,773; 0,727 y 0,736 respectivamente.

Por otro lado la equitatividad solo muestra valores entre medio y alto. Las parcelas 1, 2, 3, 4, 5, 11, 13, 15, 16 y 17 son las que muestran valores medios lo que representa que estas parcelas se encuentran con valores ligeramente heterogéneos en abundancia. Las parcelas 6, 7, 8, 9, 10, 12 y 14 son las que muestran los valores altos, lo que representa que están homogéneas en abundancia.

Estos resultados no se corresponden con los obtenidos por Martínez (2018) quien encontró diversidad baja en una finca cacaotera después del paso del huracán *Matthew*. Esto hace pensar que los ecosistemas se recuperan y que mejoran las condiciones para el desarrollo del cultivo.

Tabla 1. Diversidad de especies arbóreas en sistemas agroforestales cacaoteros.

Index	T.ind.	T. sp	H''	J'	(D)	(1/D)
P1	52	5	0,267	0,383	0,719	1,391
P2	51	4	0,25	0,415	0,717	1,395
P3	75	6	0,416	0,535	0,565	1,77
P4	66	8	0,482	0,534	0,528	1,894
P5	75	7	0,5	0,591	0,44	2,274
P6	66	10	0,773	0,773	0,23	4,342
P7	58	6	0,532	0,684	0,364	2,75
P8	45	5	0,541	0,774	0,334	2,991
P9	59	8	0,727	0,805	0,247	4,043
P10	46	8	0,693	0,767	0,275	3,64
P11	50	6	0,461	0,592	0,444	2,25
P12	47	11	0,736	0,707	0,25	4,004
P13	63	6	0,375	0,482	0,585	1,711
P14	76	6	0,574	0,737	0,318	3,145
P15	71	8	0,572	0,634	0,354	2,822
P16	54	5	0,362	0,518	0,558	1,791
P17	68	8	0,419	0,464	0,577	1,734

### Leyenda

J'	Shannon J'	Índice de equitatividad
H'	Shannon H'	Índices de abundancia proporcional de especies
D	Simpsons Diversity (D)	Índice de dominancia
1/D	Simpsons Diversity (1/D)	Índice de diversidad

Los principales valores para la dominancia se encuentran en las parcelas 1 y 2 considerados altos con 0,719 y 0,717 respectivamente para este indicador. En cambio las mayor cantidad de parcelas se encuentra ubicadas en los valores medios (0,34 -0,66) indicando que la diversidad es media.

Sin embargo existen 6 parcelas que presentan diversidad baja (6, 8, 8, 10, 12 y 14). Que existan tantas parcelas con tan baja diversidad puede estar dado a que ha existido una baja regeneración natural o una poca o nula plantación de otras especies que se utilicen como sombra, aunque pudo ser además que prevalecían las mismas especies, por razones antes explicadas.

La figura 4 presenta el número de árboles por clase dimétrica, donde se puede apreciar que las mayores cantidades se encuentran en la clase diamétrica de 1 hasta 20 con un total de 669 árboles. Esto parece indicar que los árboles son muy jóvenes. Aunque también pudiera ser que otros árboles al estar por encima en el dosel limitan la entrada de luz propiciando la activación de las auxinas y limitando el engrosamiento.

Hay que resaltar que en el semibosque cacaotero la reducción de la intensidad luminosa puede provocar tal comportamiento. Sin embargo según se explicó anteriormente el huracán *Matthew* afecto en gran medida la vegetación auxiliar, por tanto que exista tal comportamiento parece indicar que se continúa recuperando.

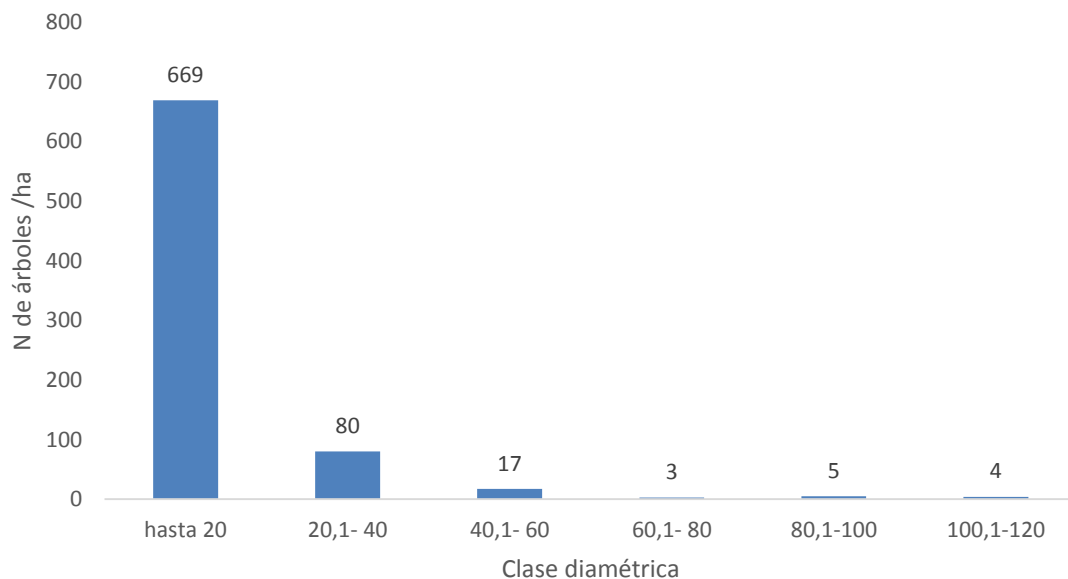


Figura 4. Número de árboles por clase diamétrica.

En otro orden se encuentran los de clase diamétrica entre 20,1 - 40 con un total de 80 árboles, estos parecen ser los que han encontrado la facilidad de crecer rápidamente y en la medida que las condiciones lo han permitido. Nótese en la medida que entre la clase de 40,1- 60 sigue disminuyendo la cantidad. Factor que también pudo incidir para estos.

En el resto de las clases diamétricas se sigue apreciando un descenso primeramente abrupto y más gradual en la clase de 100,1 a 120 donde solo se muestran 4 ejemplares. Esto parece indicar que los árboles de esta clase han sido los que han dominado el semibosque cacaotero y por consiguiente son los de mayor clase diamétrica.

También se puede inferir que al ser los ejemplares dominantes de mayor tamaño y grosor los fenómenos meteorológicos no le causaron muchas afectaciones. Resultados similares obtuvo Martínez (2018) al encontrar en un semibosque cacaotero del Jamal (Baracoa) donde encontró la mayor representación por clase diamétrica entre 1 – 20.

Matey *et al.* (2013) también encontraron en esta clase diamétrica la mayor representatividad al estudiar la composición florística y estructura de cacaotales en la localidad de Waslala en Nicaragua.

La tabla 2 muestra el listado de especies inventariadas en ecotopo del grupo 3 en área cacaoteras de Baracoa. Aquí se observa un total de 27 especies distribuidas en 20 familias. Las mismas se encuentran por estratos, donde el estrato de mayor representatividad es el arbóreo con 12 especies, en otro orden le sigue el arbustivo con 8 especies.

El estrato herbáceo es el más deprimido con 7 respectivamente. Es lógico pensar que en un ecosistema manejado y que solo se mantiene con las especies necesarias este estrato tenga mayor representatividad. Es válido inferir que al realizarse labores agrotécnico y de manejo muchas especies que pudieran estar en este estrato deben ser eliminadas, razón que pudo estar manifestada en este estudio.

Tabla.2. Listado de especies inventariadas

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Estrato
Achote	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	Arbustivo
Aguacate	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Arbóreo
Algarrobo	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae	Arbóreo
Almendra	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	Herbáceo
Café	<i>Coffea arabica</i>	Rubiaceae	Arbustivo
Caucho	<i>Castilloa elastica</i>	Moraceae	Herbáceo
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Arbóreo
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaeae	Arbóreo
Grifo	<i>Citrus paradisi</i>	Rutacea	Arbóreo
Guacamayo	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	Arbóreo
Guapen	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	Arbustivo
Guarano	<i>Cupania glabra</i>	Sapindaceae.	Herbáceo
Guasimilla	<i>Trema micranthum</i>	Cannabaceae	Arbóreo
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceas	Arbustivo
Guayullo	<i>Piper aduncum</i>	piperácea	Herbáceo
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiacea	Arbóreo
Jubaban	<i>Trichilia hirta</i>	Meliaceae	Arbustivo
Jupiter	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	Arbóreo
Lechero	<i>Sapium jamaicensis</i>	Euphorbiaceae.	Herbáceo
Majagua	<i>Taliparitis elatus</i>	Malvaceae	Arbóreo
N. agria	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	Arbustivo
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Arbustivo
Ocuje	<i>Callophilum antillanum</i>	Clusiaceae	Herbáceo
Palma	<i>Roystonea regia</i>	Arecaeae	Arbóreo
Yagruma	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaeae	Arbustivo
Yamagua	<i>Guarea trichilioides</i>	Meliaceae	Herbáceo
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	Arbóreo

Dentro del estrato arbóreo que es el estrato más significativo se encuentran especies de gran significación forestal como es el caso del cedro (*Cedrela odorata* L.) que es un árbol de madera preciosa, y puede aportar ingresos económicos a los campesinos. Además, ayuda a equilibrar la temperatura de la plantación, protegiendo al cacao de la incidencia de los fuertes vientos.

Otra especie que tiene una importante aportación es el algarrobo (*Samanea saman* L.), este por su gran porte y por ser de las fabáceas constituye una sombra por excelencia deseada en este ecosistema, aunque debe ser manejada oportunamente para evitar tamaños no deseados.

Estas tienen la capacidad de sus vainas ser usadas en la alimentación animal además de ser especies que protegen el sistema agroforestal de vientos que pueden ser nocivos para el cultivo principal

Otras especies como la majagua (*Taliparitis elatus* L.) y ocuje (*Callophilum antillanum* L.) constituyen especies de gran valor al constituir especies preciosas las cuales por concepto de ventas de maderas se constituyen también ingresos adicionales a la producción principal.

Por otra parte resaltan especies que no solo tienen significación forestal también para la alimentación tanto humana como animal, como es el caso de los frutales en este sentido los cítricos juegan un papel valioso dentro de la conservación de biodiversidad, al ser alimento para la fauna autóctona de la región y también para las aves de paso. Hay que destacar que todas estas especies son excelentes plantas melíferas las cuales sirven de alimentos a algunos insectos polinizadores.

En el caso de las moráceas se incluye la especie *Artocarpus altilis* (árbol del pan) esta es una especie frutal que se ha usado en la alimentación humana sin embargo ha cobrado gran importancia en la alimentación animal específicamente en la cría de cerdos, para la producción de carne, lo cual es una alternativa al desarrollo local y a la producción de alimentos con la utilización de bajos insumos.

En el caso del sapote como especie frutal puede ser comercializado, además que puede ser usado para la alimentación de los propios productores y familia. Por otro lado las especies la fauna ornitológica se alimenta de los frutos de estas especies.

Resultados similares obtuvo Venero *et al.* (2019) quienes al estudiar un sistema agroforestal del Soconusco en México encontraron un grupo de familias donde se destacaban por el número de especies la anacardacea, crombetacea, fabácea, laurácea, malvácea, rutacea, meliácea, sapotacea y morácea entre otras.

La tabla 3 muestra la importancia ecológica de algunas especies reportadas dentro del ecotopo en sistema agroforestal. Con respecto a la abundancia relativa se reporta a *Gliricidia sepium* (11,87) esta es una especie que se utiliza como especie sombreadora y tiene gran ventaja por su rápido crecimiento y por la facilidad para establecerse por estacas. Esta es capaz de favorecer el suelo a través de la hojarasca la cual es de rápida descomposición y fijar nitrógeno atmosférico por medio de las bacterias contenidas en los nódulos radicales.

En orden descendente le sigue el café, este es una especie que en muchas áreas los productores la tienen para su consumo, aunque se registran entregas de niveles productivos. Pero esta es una especie que en épocas de floración son un buen alimento para la entomofauna, sobre todo a las abejas las cuales fabrican miel, además de polinizar otras que se encuentran en el medio.

**Tabla 3.** Importancia ecológica de las especies pertenecientes a los sistemas agroforestales cacaoteros

<b>Nombre científico</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVIE</b>
<i>Gliricidia sepium</i> J..	11,87	15	14,22	40,63
<i>Samanea saman</i> J	1,39	5	30,09	36,61
<i>Roystonea regia</i> L.	4,29	11	13,55	28,95
<i>Coffee arabica</i> L.	9,58	8	0,43	17,53
<i>Cocos nucifera</i> L.	2,19	6	4,94	13,12
<i>Persea americana</i> L.	0,79	6	2,55	9,34

La palma (*Roystonea regia* L.) y el coco (*Cocos nucifera* L.) son dos especies de gran utilidad desde el punto de vista de la alimentación tanto humana como animal. En este sentido la palma es una fuente de alimento para algunas aves silvestre y otros animales domésticos que se encuentran en el medio. En menor cuantía *Persea americana* (L.) (aguacate) ésta a pesar de estar menos abundante es muy importante desde el punto de vista alimenticio.



Las especies más frecuentes son *Gliricidia* (15) y *Roystonea* (11) en el caso de la primera es una especie sombreadora muy usada y la segunda es una especie protegida por el servicio forestal. Esta pudo ser una de las causas por la cual fue reportada muy frecuente aunque las condiciones ecológicas pueden haber influido positivamente en su desarrollo y aparición.

Sánchez (2016) al realizar estudios sobre la estructura arbórea del sistema agroforestal con cacao en Cárdenas, Tabasco, México reporto a *Gliricidia sepium* como especie frecuente. Es notorio que esta es una especie utilizada en áreas cacaoteras de del trópico americano. Otros autores como Matey *et al.* (2013) lo reportan como árboles de servicio.

En el caso de la densidad relativa (DR) la especie que posee mayor densidad es el algarrobo (30,09). Esta es una especie considerada ideal desde el punto de vista de la sombra, aunque debe ser manejada periódicamente para evitar que pueda dominar y ocasionar efectos desfavorables.

Las especies *Gliricidia sepium* y *Roystonea regia* le siguen en orden descendente con 14,22 y 13,55 respectivamente. En el caso de la primera es una leguminosa deseada al igual que la anterior y con características deseadas como árbol sombreador para este ecosistema, además es fácil de regular y por la capacidad que tiene para beneficiar al cultivo.

Esta pudiera ser una causa por la que sea haya encontrado abundante en este indicador. Por otro lado la palma real, como hemos dicho con anterioridades una planta protegida y por tanto no su población puede ser densa en muchos ecosistemas.

En el caso de las de menos densidad coco, aguacate y café respectivamente, estos son frutales asociados al ecosistema y pueden o no ser representativos del área, es decir juegan un papel secundario en el caso de la sombra, aunque si son de mucha importancia en la alimentación de los productores y desde el punto de vista de la preservación de especies y la biodiversidad.

El café por su parte es muy baja y es lógico pensar que este ecosistema al ser cacaotero en difícil que este cultivo sea dominante, pues existan algunas plantas viejas de plantaciones anteriores pero que al existir también se cuantificaron.

En el índice de valor de importancia ecológica (IVIE) por su lado se reporta a *Glirisdia sepium* (J.), *Samanea saman* (J.) y *Roystonea regia* (L.) como los más importantes con valores de 40,63, 36,61 y 28,95 respectivamente. Estas son especies en el caso de las dos primeras, plantas que tienen gran importancia pues son especies leguminosas, aportadoras de nutrientes al suelo y regeneradoras de la flora.

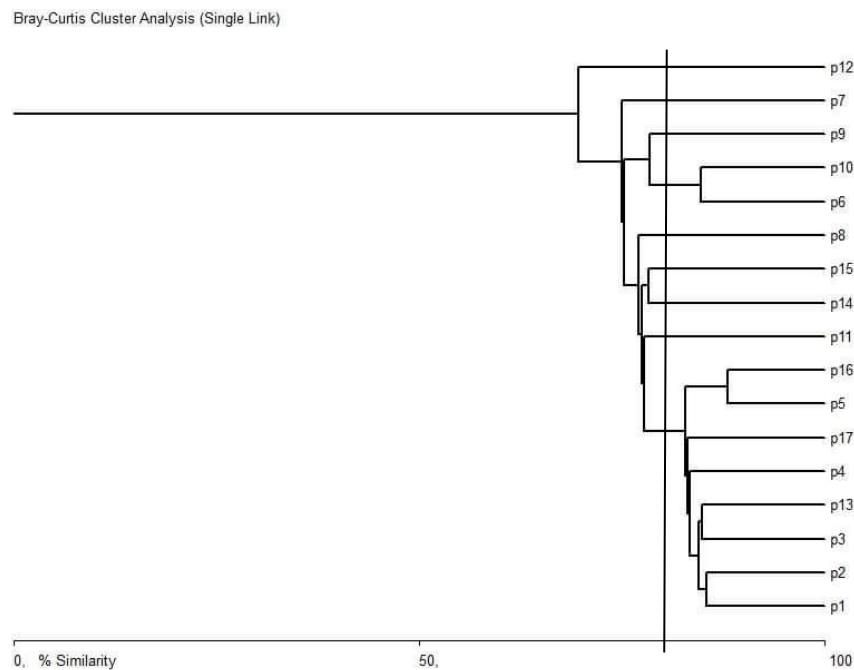
Sus flores a ser tan vistosas son atractivo entomófilo, específicamente de abejas las cuales juegan un papel importante en la preservación de la biodiversidad al intervenir en la polinización de diferentes especies que al fructificar constituyen alimento humano y de las especies de la fauna local. En esa misma posición se ubica *Roystonea regia* (L.) especie que tiene además de otros usos.

El resto tiene menor índice pero es meritorio destacar que todas en su conjunto tienen gran valor desde el punto de vista ecológico pues todas forman parte del ecosistema y realizan aportes en la reducción del efecto invernadero y en la regulación de los ecosistemas.

Díaz 2012 al estudiar el comportamiento florístico de un sistema agroforestal cacaotero en la Unidad Básica Agroindustrial de Café y Cacao (UBACC) en El Jamal, Baracoa encontró a *Glirisdia sepium* como la especie de mayor IVIE. Este asegura que esta es una especie que al permitir el paso del sol a través de sus hojas limita el desarrollo de patógenos como *Phythoptora palmivora* principal plaga en áreas cacaoteras del mundo.

Resultados similares obtuvieron Álvarez, Rojas y Suarez (2012) en estudios realizados en dos fincas de sistemas agroforestales con cacao, siendo que entre las especies leñosas perennes encontradas reportaron a *Glirisdia sepium* (J.) reconociendo su valor no solo como sombra, sino también en el subsecuente incremento de la disponibilidad de nutrientes al sistema.

La figura 5 muestra un análisis clúster donde se visualiza la agrupación de parcelas según la similitud de especies. En donde se realiza el corte se forman 9 conglomerados o grupos de parcelas agrupándose de la manera siguiente grupo 1 (parcela 12), grupo 2 (parcela 7), grupo 3 (parcela 9), grupo 4 (parcelas 10 y 6), grupo 5 (parcela 8) grupo 6 (parcela 15), grupo 7 (parcela 14) grupo 8 (parcela 11) y grupo 9 (parcelas 16, 5, 17, 4, 13, 3, 2, 1).



**Figura 5.** Muestra de las agrupaciones de parcelas por similitud de especies

El Grupo 1 está representado por la parcela 12 estando más representadas las especies guayuyo (*Piper aduncum*), café (*Coffee arabica* y caucho (*Castilloa elastica*.) existen otras especies como el coco (*Cocos nucifera*) y aguacate (*Persea americana*) especies de mucha importancia para la comercialización después del cacao y otras maderables como el algarrobo (*Samanea saman*), la cual además constituye una excelente sombra cuando es manejada correctamente.

Por otro lado En el Grupo 2 se encuentra representado por la parcela 7 hay que destacar que en este grupo se encontraron especies importantes como el jupiter

(*Gliricidia sepium*) el cedro (*Cedrela odorata* L.) la palma (*Roystonea regia*), además de frutales como la naranja (*Citrus* sp.) especies que no fueron encontradas en la parcela anterior. Este fenómeno pudiera estar dado por las condiciones fisicoquímicas del suelo o por las características propias de la parcela objeto de estudio.

En el caso del grupo 3 la parcela 9, dentro de las especies que no se encontraron en las anteriores está la yagruma (*Cecropia peltata*), el jobo (*Spondias mombin*) y la guayaba (*Psidium guajava*) quienes a pesar de no ser una sombra recomendada por la literatura (Márquez y Aguirre, 2008) se encontraban presentes en estas parcelas.

Las parcelas 10 y 6 forman el grupo 4, por lo que se infiere que estas parcelas poseen características similares dentro del ecosistema. Siendo encontradas las especies que se repiten en cada una como el coco, palma, jupiter café y guayaba. Le continúan las parcelas 8, 15, 14 y 11 en las cuales no hay similitud pero que si se encuentra una especie en común el jupiter.

Es válido resaltar como se ha explicado con anterioridad que esta es una especie preferida, además de los beneficios ecológicos que otorga al medio bajo estudio. En el último grupo se encuentran un total de 8 parcelas (16, 5, 17, 4, 13, 3, 2 y 1) que formen un grupo tan numeroso permite inferir que estas parcelas poseen características similares dentro del ecosistema.

Desde el punto de vista económico muchas de estas especies valor gracias a las maderas que poseen (especies maderables), otorgándole al campesino una fuente de ingreso adicional que no tenga que ver con la producción del cacao, como materia prima en la construcción de obras de conservación de suelo, pueden ser utilizadas también en la producción de carbón y como material combustible. Por la parte ambiental podemos decir que le brinda protección al cacaotal contra el viento, regula la temperatura, circulación de aire y oxígeno.

Por la parte ecológica estas especies brindan al cacao una fuente de materia orgánica, sombra y preservación de los diferentes nichos, a su vez que reducen la

radiación solar en el cacao necesaria para el desarrollo de la plantación propiciando un ambiente favorable.

### **Vinculación con la defensa.**

Los sistemas agroforestales son entornos que constituyen un reservorio para la vida salvaje a su vez que o hace sostenible por incluir una amplia diversidad de especies, entiéndase frutales y otras que además sirven de refugio para las especies de la fauna, tanto endémica como de paso. Pero además estratégicamente estos sistemas han sido manejados desde el punto de vista de la defensa de la patria.

Son muchos los recursos que pueden extraerse de estos sistemas agroforestales entiéndase frutales y maderables, es meritorio resaltar que en ellos hay alimentos alternativos para personas y animales que en caso de situaciones excepcionales pueden ser utilizados para contrarrestar el hambre y constituirse en una alternativa local en la sustitución de importaciones.

Existen en estos sistemas plantas que pueden ser usadas como medicinales y otras que pueden ser secundarias en la producción de medicinas, tal es el caso de las plantas melíferas. Preservar especies maderables y frutales también constituye una tarea de orden en las condiciones de la guerra actual que no solo es convencional sino también biológica, estas y otras plantas intervienen en los servicios de regulación y por tanto purifican el aire, evitan la contaminación ambiental y regulan los acuíferos.

## V. CONCLUSIONES

1. Los estudios a la diversidad florística de este ecotopo arrojó un total de 27 especies agrupadas en 20 familias, siendo las más abundantes la fabacea, meliacea y rutacea con tres especies cada una, la malvácea, morácea y arecacea con dos y el resto con un representante.
2. Los valores de los índices de la biodiversidad se comportaron de la siguiente manera, el índice de equitatividad ( $J'$ ) fue de 0,542, el índice de abundancia ( $H'$ ) fue de 0,511, el índice de dominancia (D) fue de 0,441 y el índice de diversidad ( $1/D$ ) fue de 2,612.

## **VI. RECOMENDACIÓN**

1. Incrementar la diversidad de especies por familias específicamente la fabacea, meliacea y rutacea, lo que permitirá Utilizar este trabajo como una base para el desarrollo de especies forestales dentro de sistemas agroforestales con cacao en otras áreas productoras.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abada, Mbolu; M.M.; Zekeng, J.C.; Mala, W.A.; Fobane, J.L.; Djomo, C.C.; Ngavounsia, T.; Nyako, C.M.; Florent, E.; Tamanjong, Y.V. 2016. The role of cocoa agroforestry systems in conserving forest tree diversity in the Central region of Cameroon. *Agroforestrysystems* 90(4): 577-590
2. Allen, G.R.; Pereira, L.S.; Raes, D. y Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Estudio FAO de riego y drenaje. No 56. Roma.
3. Álvarez Olivera, P.A. (2003). Introducción a la Silvicultura. Universidad de Pinar Del Río. 200pp.
4. Álvarez P. 2003. Introducción a la Agrosilvicultura. Editorial Félix Varela. La Habana. 204pp.
5. Álvarez C., Rojas M. F. J. y Suarez S. J. C., 2012. Simulation arrangements cocoa agroforestry as a diagnosis and planning strategy for producers. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [en línea], vol. 13, no. 2, pp. 145-150. [Consulta: 20/09/2019]. ISSN 0122-8706. Disponible en: Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S012287062012000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012287062012000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
6. Álvarez-Olivera, P.A. (2000). Introducción a la silvicultura de los bosques tropicales. Texto en CD. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, 205 pp.
7. Amiot, J. (1988). Actividadessilvopastoriles. *Rev. Unasyuva*, vol. 40, nº 159, 35 pp.
8. Avendaño A. C. H., Villareal J. M., Campos R. E., Gallardo R. A., Mendoza L. A., Aguirre J. F., Sandoval A. y Espinosa S. 2011. Diagnóstico de cacao en México. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, MEX
9. Barón J. D. 2016. El cultivo de cacao. Un negocio rentable, competitivo y ambientalmente sostenible en Colombia. Universidad EAFIT, Bogotá.
10. Barreto, P., Amaral, P., Vidal, E., Uhl, C. 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern amazonia. *Forestecology and management* 108(1): 9-26.
11. Bateman B. L., VanDerWal, J., Williams S.E. y Johnson, C. N. 2012. Biotic interactions influence the projected distribution of a specialist mammal under climate change. *Diversity and Distributions* 18 (9): 861-872.



12. Batista L. 2009. Guía técnica. El cultivo del cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 250 p. Consultado [10-2019]. Disponible en :<<http://www.cedaf.org.do>>
13. Beer C.A. Harvey, M. Ibrahim J. M. Harmand. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. En revista de las Américas. Funciones de servicio de los sistemas de Agroforestería.
14. Bonan G. 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320 (5882), 1444-1449.
15. Cárdenas J. 2012. Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes. Universidad de cuenca, facultad de ciencias agropecuarias, carrera de ingeniería agronómica.
16. Cardozo E. G., Muchavisoy, H. M., Silva, H. R., Zela-rayán, M. L. C., Leite, M. F. A., Rousseau, G. X., y Gehring, C. 2015. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, 89(5), 901-916. DOI:10.1007/s10457-015-9823-9
17. Caro, C., y Torres, M. 2015. Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. *Revista Orinoquia*, 19(2), 237-252
18. Carrillo M, Recalde M y Sánchez J. 2010. Manejo de la nutrición del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), tipo nacional y CCN-51 en etapa de establecimiento. pp. 1-10. En: XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Santo Domingo, Ecuador
19. CEPAL, 2015. *Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva-Vicepresidencia del Ecuador* [Consulta: 20/09/19]. CEPAL. Disponible en: <http://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Cacao-rev.pdf>.
20. CIPCA-LA PAZ. 2007. Implementación del cultivo de Cacao criollo en Sistemas Agroforestales. CIPCA.. La Paz Bolivia.
21. CIPCA-PANDO. Manejo de Sistemas Agroforestales: Boletín técnico. CIPCA. 2009. Cobija- Bolivia.
22. Crowder, D. W., y Harwood J. D. 2014. Promoting biological control in a rapidly changing world. *Biological Control*
23. De La Cruz L. E., Córdova A. V., García L. E., Bucio G. A. y Jaramillo V. J. L. 2015. Manejo agronómico y caracterización socioeconómica del cacao en

comalcalco, Tabasco. *Foresta Veracruzana* [Consulta: 21/10/19], vol. 17, no. 1. [Consulta: 20/09/2019]. ISSN 1405-7247. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=49742125005>

24. Duarte. N. 2015 .Sostenibilidad socio-económica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffe arabica* L.) en la microcuenca del Río Cecesmiles. Tesis en opción al grado de master en agroecología. Turrilba. Costa Rica. 94pp.

25. EQUIPO PROGRAMA DE APOYO A LA CADENA QUINUA. Manejo de los recursos suelo y agua. Procisur-AUTAPO. 2005. La Paz Bolivia.

26. Espinal C. F.; Martínez H. "Beltrán, L. S. y Ortiz L. 2005. La cadena del cacao en Colombia. Una mirada global de su estructura dinámica. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

27. FHIA. 2005. Cultivo del Cacao con Énfasis en Sistemas Agroforestales. Honduras.

28. Harvey F. 2008. Primer of GIS: Fundamental geographic and cartographic concepts. 1era ed. New York, NY

29. Holmes K. A., KRAUSS G. U., SAMUELS R. P., BATEMAN, THOMAS S. E. y J. CROZIER. 2006. *Trichoderma ovalisporum*: A potential biocontrol agent of frosty pod rot (*Moniliophthora roreri*). In Proceedings of 15th International Cacao Research Conference, San Jose, Costa Rica

30. ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2016. Declaración de Bávaro sobre el cacao, III Convención Mundial del Cacao en Bávaro, República Dominicana.

31. ICCO. 2012. Producción mundial de cacao. Informe sobre la producción anual de cacao 2011/2012. Consultado 4/10/2019. Disponible en: [http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat\\_view/1-annual-report/25-icco-annual-report-in-spanish.html](http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/1-annual-report/25-icco-annual-report-in-spanish.html)

32. IICA. 2015. Agricultura y variabilidad climática; Lo que debemos saber del clima. Ficha Técnica N° 1. Costa Rica.

33. INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2015. Estación Meteorológica de Pichilingue. Los Ríos, Ecuador.

34. Jadán O., Torres B., Selesi D., Peña D., Rosales y Günter C. S. (2016). Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador). *Colombia Forestal*, 19(2), 129-142.

35. Jiménez M. 2006. Guía técnica agroforestal, Instituto de Investigaciones Forestales. Gráfica del MINREX. La Habana. Cuba. 37 pp.
36. Kittredge J. 1948. Forest influences: The effects of woody vegetation on climate, water, and soil, with applications to the conservation of water and the control of floods and erosion. McGraw-Hill Book Co. New York, Estados Unidos.
37. Kloepper J. W., J. A. Mcinroy K. Liu C. y Hu H. 2013. Symptoms of fern distortion syndrome resulting from inoculation with opportunistic endophytic *Pseudomonas fluorescent* sp
38. Lamad D. 2003. Eco fisiología del Cultivo de Cacao, Universidad Agraria. Tingo María Perú.
39. Landeata. 2016. Potenciales de la asociación del cacao en sistemas agroforestales para el pie de monte y la sabana inundable del municipio la Paz de Ariporo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente. Yopal. Colombia. 99pp.
40. Lavelle P. 2003. Soil macrofauna. In: Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods. (Eds. G. Schroth and F.L.Sinclair). CABI Publishing. UK. p. 303.
41. López T. 2007. Sistemas Agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. 8pp.
42. MAGAP. 2013. Plan nacional de riego y drenaje 2012 - 2017 (pp. 30). Quito, Ecuador: Subsecretaría de Riego y Drenaje. Recuperado de [https://issuu.com/proyectoszch/docs/plan\\_nacional\\_de\\_riego\\_y\\_drenaje\\_20](https://issuu.com/proyectoszch/docs/plan_nacional_de_riego_y_drenaje_20)
43. Mata D., 2012. Análisis socioeconómico de los sistemas agroforestales con cacao en la parroquia La Unión Cooperativa Seis de Agosto y parroquia El Vergel del cantón Valencia, Provincia de los Ríos. Provincia de los Ríos: La Unión, Cooperativa Seis de Agosto y parroquia El Vergel del cantón Valencia.
44. Mcfadden C. 2008. Historia del chocolate. El chocolate como medicina [en línea]. Avizora: Publicaciones, 2008 [Consultado: 11 de septiembre 2019]. Disponible: [http://www.avizora.com/publicaciones/gastronomia/textos/0038\\_historia\\_chocolate.htm](http://www.avizora.com/publicaciones/gastronomia/textos/0038_historia_chocolate.htm)
45. MEA, 2005. Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington D.C., Estados Unidos.

46. Medina G. 2012. Governança local para Manejo Florestal na Amazônia. Revista Brasileira de Ciências Sociais, São Paulo, v. 27, n. 78, p. 68-79,
47. Medinacelli C. y Peigne A. 1999. Manual de capacitación campesino a campesino. Pachaman Urupa. La Paz – Bolivia.
48. Melnick R. L., Suarez C. B. A. y Bailey P. A. B. 2011. Isolation of endophytic endospore-forming bacteria from *Theobroma cacao* as potential biological control agents of cacao diseases. Biological Control
49. Mendieta L. M. y Rocha M. L. R. 2007. Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 177pp.
50. MINAG. 2011. Diagnóstico realizado a la actividad de cacao en la provincia de Guantánamo. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM), Diciembre 2011. Informe utilizado en investigación, 41 p.
51. MINAG. 2012. Situación de la producción y financiamiento para el cacao en Cuba. Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM). La Habana. Noviembre 2012, Informe de producción. Documento interno, 67 p.
52. Mite F. A. 2016. Fertilización del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Mocache, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Suelos y Aguas.
53. Molina O. I. 2005. Micelo externo en la dinámica de suelo-planta.
54. Moncayo R. 2017. Exportación ecuatoriana de cacao. Sabor arriba. 14ava. Ed., pp. 27. Revista especializada en cacao de la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). Recuperado de <http://www.anecacao.com/index.php/es/revista/catorceava-edicion-diciembre-2017.html-781>
55. Montagnini F. 2015. Función de los sistemas agroforestales en la adaptación y mitigación del cambio climático. En: MONTAGNINI, F. *et al.* Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba: Editorial CIPAV.
56. Montagnini F. 2015. Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba. Costa Rica, CATIE. Editorial CIPAV, Cali. Colombia. 454pp.
57. Musálem S. M. A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales, 120 p.

58. Myers N., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., da Fonseca G. A. y Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772): 853-858.
59. Navarro G. y Navarro S., 2013. Química agrícola, química del suelo y de los nutrientes esenciales para la planta. 3era. Ed. (pp. 51 - 54). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
60. Navarro H., Santiago A., Musálem M., Vibrans H. y Pérez A. 2011. La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales, Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. km 36.5 Carretera México- Texcoco, Montecillo, Estado de México. C. P. 56230.
61. Navarro P. M y Mendoza A. I. 2006. Cultivo de Cacao en Sistemas Agroforestales. 20pp
62. ONEI. 2012. Superficie cosechada y en producción de los cultivos seleccionados en la agricultura no cañera y rendimiento agrícola por cultivos seleccionados en la agricultura no cañera. Datos de la producción nacional agropecuaria. Informe Nacional. Oficina Nacional de Estadísticas. Cuba.
63. Ospina A. 2004. Agroforestería, Definición y concepto en Agroforestería en Latinoamérica: Experiencias Locales. Movimiento agroecológico para América Latina y el Caribe. La Paz – Bolivia.
64. Pacheco, Mónica. 2007. BOL-69: Servicios ambientales, Iniciativa con contenido social y sustentable. En revista el Tejedor. Santa Cruz - Bolivia.
65. Paredes A. M. 2003. Manual de cultivo del cacao.
66. Parra G. 2005. Origen del cacao en Venezuela. En: Resumen I Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Área: Zonificación y Agroecología, 13 - 17 marzo 2005, Caracas, Venezuela, 255 p.
67. Petita J. 1993. Sistemas agroforestales. *Revista Forestal Latinoamericana*. 12 (especial): 23-92.
68. Phillips-Mora W; Aime. 2016. Escoba de bruja del cacao; ficha técnica N° 4. SAGARPA; SENASICA. México
69. Pinzón, U. J. Rojas A. O., Rojas F., Darío O. 2012. Guía técnica para el cultivo de cacao. Quinta edición.
70. Prieto D. Caracterización de la biodiversidad de la fauna edáfica cubana. Informe final de Proyecto. Programa Ramal «Sistemática y colecciones biológicas». Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba. 2003.

71. Ramos G. y Ramos P. 2000. Manual del productor del cacao. Mérida (Venezuela): FONAIAP-FUNDACITE-FONCACAO.
72. Renda A.; Calzadilla, E.; Jiménez M. y Sánchez J. 1997. La agroforestería en Cuba. IIF. Red Latinoamericana de Cooperación Tica en Sistemas Agroforestales.
73. Richardson J. E; Whitlock B. A.; Meerow, A. W. y Madriñán S. 2015 La era del chocolate: una historia de diversificación de *Theobroma* y Malvaceae. *Frente EcolE* vol, 3 (120), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00120> [ [Enlaces](#)
74. Rojas F.; Canessa R y Ramírez R. 2004. Incorporación de árboles y arbustos en los cafetales del Valle Central de Costa Rica. ICAFE- ITCR, Editora Impresión Comercial de la Nación. Costa rica. 152pp.
75. Romero C. 2016. Estudio del cacao en el Perú y en el mundo. Un análisis de la producción y el comercio. Ministerio de Agricultura y Riego, Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Primera Edición. Lima.
76. Sánchez H., R., Mendoza P., J. D. y Salcedo P., E. 2013. Los sistemas agroforestales: una alternativa para el manejo sustentable de bosques y agroecosistemas. Los recursos forestales en el Occidente de México Tomo II. Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara
77. Schroth G., Bede L. C., Paiva A. O., Cassano C. R., Amorim A. M., Faria, D., Lôbo R. N. 2015. Contribution of agroforests to landscape carbon storage. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(7), 1175-1190. DOI:10.1007/s11027-013-953
78. Selva, F.; Columbié, A.; Sánchez, E.; Martínez, F.; González, J. A.; Márquez, J. J.; Lambert, W. y Menéndez, M. 2004. Estudio prospectivo de la cadena productiva del cacao en Cuba. Estación de Investigaciones del Cacao en Baracoa. Cuba. Informe final de proyecto. 42 p
79. Sohngen, B., Mendelsohn, R. 2003. An optimal control model of forest carbon sequestration. *American Journal of Agricultural Economics* 85(2): 448-457.
80. Somarriba E. 2012. Como evaluar y mejorar la sombra en cacaotales. *Revista de agroforestería en las Américas*. No 41-42. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 122pp.
81. Somarriba E. y Beer J. 2011. Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry Systems with timber or legume service shade trees. *AgrofSyst* 81:109-121.

82. Torres B., Aguirre P., Jadán O. y Hinojosa L. 2015. The Contribution of Traditional Agroforestry to Climate Change Adaptation in the Ecuadorian Amazon: The Chakra System [Consulta: 20/09/2019]. Ecuador: The Chakra System. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/270212436\\_The\\_Contribution\\_of\\_Traditional\\_Agroforestry\\_to\\_Climate\\_Change\\_Adaptation\\_in\\_the\\_Ecuadorian\\_Amazon\\_The\\_Chakra\\_System](https://www.researchgate.net/publication/270212436_The_Contribution_of_Traditional_Agroforestry_to_Climate_Change_Adaptation_in_the_Ecuadorian_Amazon_The_Chakra_System)
83. Torres J. y Guevara A. 2007. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico.
84. UNCTAD (UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT). 2003. *Información de mercado sobre productos básicos*.
85. Valle G. 2010 Manual agroforestal del Inga. Disponible en: <http://www.rainforestsaver.org/es/manual-agroforestal-del-inga> . Acceso en: 3 dic. 2019.
86. Wilkes H., Naumann S., Peschke S., Schnatmann A. 2006. Guía Metodológica para la Implementación, el Manejo y Aprovechamiento de Sistemas Agroforestales, Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED) Plaza Humboldt N° 22 - Calacoto, La Paz, Bolivia.
87. Zomer R. J., Neufeldt H., Xu, J., Ahrends A., Bossio D., Trabucco A. y Wang, M. 2016. Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific Reports*, 6, 1-12. DOI:10.1038/srep29987.