



**UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA**

Análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de  
Portoviejo

**AUTOR**

Martens Aguayo Kevin Ariel

**JIPIJAPA - MANABÍ – ECUADOR**

**2021**



**UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA**

Análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de  
Portoviejo

**AUTOR**

Martens Aguayo Kevin Ariel

**TUTOR**

Ing. César Alberto Cabrera Verdesoto Mg. Sc.

**JIPIJAPA - MANABÍ – ECUADOR**

**2021**

**Certificación del Tutor**

Ing. César Alberto Cabrera Verdesoto, Mg, Catedrático de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, certifico que el señor Martens Aguayo Kevin Ariel ha realizado el proyecto de investigación intitulado “Análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo”, bajo la dirección de quien suscribe, habiendo el estudiante cumplido con las disposiciones y requisitos que para el efecto se requiere.

Jipijapa, 16 de agosto del 2021



---

Ing. César Alberto Cabrera Verdesoto, Mg.  
DOCENTE TUTOR

## Aprobación del Trabajo

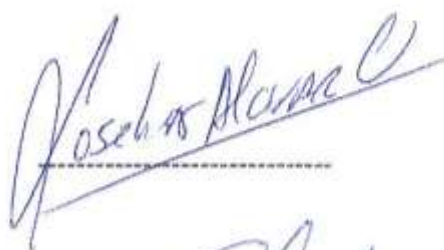
### Proyecto de investigación de la Carrera de Ingeniería Forestal

Sometida a consideración del Tribunal de la Unidad de Titulación Especial de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura de la Universidad Estatal del Sur de Manabí; como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal.

**Aprobada por el tribunal de la comisión de titulación.**

Ing. José Alcívar Cobeña, Mg. Sc.

**Presidente del tribunal.**



Handwritten signature of José Alcívar Cobeña in blue ink, written over a horizontal dashed line.

Dr. C. Cristóbal Cantos Cevallos

**Miembro del tribunal.**



Handwritten signature of Dr. C. Cristóbal Cantos Cevallos in blue ink, written over a horizontal dashed line.

Ing. Jesús Pinargote Choéz, M.Sc.

**Miembro del tribunal.**



Handwritten signature of Ing. Jesús Pinargote Choéz in blue ink, written over a horizontal dashed line.

Ing. Otto Mero Jalca, M.Sc.

**Miembro del tribunal.**



Handwritten signature of Ing. Otto Mero Jalca in blue ink, written over a horizontal dashed line.

## Dedicatoria

Esta tesis es dedicada principalmente a Dios, por permitirme llegar hasta este punto de mi carrera universitaria y a quien le debo absolutamente todo.

A mi padre Emil Martens que, con mucho esfuerzo y sacrificio, dedicó su vida trabajando para que yo pueda salir adelante, a pesar de que ya no se encuentra físicamente sé que desde el cielo junto a Dios me bendice.

A mi madre Maricelle Aguayo quien dedico años de su vida a educarme y cuidarme en todo momento de mi vida.

Especialmente a mi esposa Karen Álava e hija Karelia Martens, quienes han sido mi motor y mi soporte en los momentos más duros.

A mis hermanos, familiares, jefes, compañeros de trabajo y docentes, que de una u otra manera me apoyaron e impartieron conocimientos en todo el lapso de mi vida y carrera universitaria.

Por último, pero no menos importante a mis ángeles en el cielo, Ciro Pazmiño y Lalita, quienes estuvieron conmigo desde mi infancia y fueron seres muy importantes para mí.

## Agradecimientos

A Dios por darme la vida, darme fuerzas y cuidarme en cada situación negativa de mi vida, por su infinita misericordia y hacer este sueño una realidad

A mi padre Emil Martens, por sus enseñanzas, por su trabajo arduo, su dedicación hacia la familia, por guiarme en el camino del bien y poder honrarlo con todos sus conocimientos impartidos, sé que desde el cielo está feliz por poder cumplir una de sus tantas aspiraciones.

A mi madre Maricelle Aguayo, quien ha velado por mí, me ha enseñado el significado de perseverancia, y gracias a su amor incondicional he sabido salir adelante a pesar de todas las dolorosas pruebas que he tenido por delante.

A mi esposa Karen Álava, por estar a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida, por darme ánimos cuando he sentido desfallecer, por su amor que es fundamental para poder alcanzar los objetivos que he tenido en mente.

A mi hija Karelia Martens, quien, con su llegada, me enseñó a ir más allá de mis límites, que todo esfuerzo y logro son dedicados por ella y para ella, por darme el amor más puro y sincero y darme la razón de la vida.

## Tabla de Contenidos

Certificación del Tutor .....	ii
Aprobación del Trabajo.....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract .....	xi
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo general.....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
1.2. Objeto y Campo de Acción .....	3
1.2.1. Objeto.....	3
1.2.2. Campo de acción.....	3
1.3. Pregunta de la Investigación .....	3
1.4. Alcance de la Investigación .....	3
1.5. Hipótesis de la Investigación.....	3
<b>2. Marco Referencial .....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Estructura Primordial de un Bosque .....	5
2.2.1. Factores ambientales .....	5
2.2.2. Características edáficas del suelo.....	6
2.3. Caracterización Florística .....	6
2.4. Biodiversidad .....	6
2.4.1. Índices de diversidad.....	7
2.5. Especies Forestales .....	8
2.6. Bosque Seco .....	8
2.6.1. Bosque seco tropical .....	9
2.6.2. Bosque tropical estacionalmente seco.....	10
2.6.3. Bosques tropicales estacionalmente secos interandinos.....	10
2.7. Análisis Estructural del Bosque.....	11
2.7.1. Estructura horizontal .....	12

2.7.2.	Estructura vertical .....	12
2.7.3.	Posición Sociológica .....	13
2.8.	Índices de Abundancia Proporcional .....	13
2.8.1.	Índice de valor importancia (IVI) .....	13
2.8.2.	Shannon-Weaver (índice de equidad) .....	13
2.8.3.	Simpson (dominancia de especies) .....	13
2.8.4.	Riqueza de Margalef .....	14
2.9.	Marco Legal Constitución de la República del Ecuador .....	14
2.9.1.	Normas para manejo forestal sustentable de bosque seco .....	16
3.	Materiales y Métodos .....	17
3.1.	Ubicación del Área de Estudio .....	17
3.1.1.	Clima .....	18
3.1.2.	Flora .....	18
3.1.3.	Fauna .....	18
3.1.4.	Características edáficas del suelo de Portoviejo .....	18
3.2.	Metodología .....	19
3.3.	Métodos .....	19
3.3.1.	Unidad de muestreo .....	20
3.3.2.	Fórmulas .....	22
4.	Resultados .....	25
5.	Discusión .....	31
6.	Conclusiones .....	33
7.	Recomendaciones .....	34
8.	Referencias Bibliográficas .....	35
9.	Anexos .....	42



**Índice de Tablas**

Tabla 1. Coordenadas de la población de estudio y parcelas .....	22
Tabla 2. Especies identificadas en el bosque seco del sector "La Tomatera" .....	25
Tabla 3. Familias botánicas identificadas en el bosque seco del sector "La Tomatera" .....	25
Tabla 4. Estimación del índice de valor importancia ecológica .....	28
Tabla 5. Estimación del índice Shannon- Weaver .....	29
Tabla 6. Estimación del índice de Simpson.....	29
Tabla 7. Estimación del índice de Margalef .....	30

### Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del área de estudio, bosque seco del sector "La Tomatera" .....	17
Figura 2. Diseño de las parcelas.....	20
Figura 3. Ubicación de las unidades de muestreo o parcelas .....	21
Figura 4. Curva de acumulación de especies e índices de completitud .....	26
Figura 5. Análisis de conglomerados jerárquicos obtenidos de los datos de abundancia de especies en las parcelas establecidas dendograma .....	26
Figura 6. Distribución de clases diamétricas (cm) en tendencia de J invertida .....	27
Figura 7. Distribución de clases altimétricas (m) en tendencia de J invertida .....	27

## Resumen

El bosque seco juega un papel importante para la conservación de la diversidad en las poblaciones de árboles, sin embargo, es de alta vulnerabilidad, razón por la cual se permitió el análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo, donde se establecieron 20 parcelas al azar de 20 x 25 m en una población de 100 hectáreas, en el que se constituyó la identificación de especies forestales, la determinación de la estructura horizontal y vertical, y la estimación de los índices de valor importancia ecológica, Shannon-Weaver, Simpson y riqueza de Margalef con estimadores no paramétricos en Estimates 9,1. El inventario forestal identificó 9 familias botánicas, 11 géneros y 11 especies leñosas, la estructura vertical y horizontal mediante la curva de acumulación de ACE y Chao1 marcó una representatividad del 92 % y 76 %, respectivamente, además su forma de J invertida con individuos mayormente en las primeras clases diamétricas (1 – 19,9 cm) y altimétricas (0 – 9,99 m), reflejan al bosque en proceso de recuperación. El índice de valor importancia ecológica manifestó con mayor representación a las especies *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., mientras el índice de Shannon-Weaver y Simpson estimaron una diversidad entre media y alta, y el índice de Margalef estableció al bosque seco del sector “La Tomatera” con diversidad y riqueza específica de especies forestales baja.

**Palabras claves:** bosque seco, parcelas, Shannon, Simpson, Margalef.

## Abstract

The dry forest plays an important role for the conservation of diversity in tree populations, however, it is highly vulnerable, which is why the structural analysis of the dry forest in the “La Tomatera” sector of the Portoviejo valley was allowed. , where 20 random plots of 20 x 25 m were established in a population of 100 hectares, in which the identification of forest species, the determination of the horizontal and vertical structure, and the estimation of the ecological importance value indices were established, Shannon-Weaver, Simpson and Margalef wealth with non-parametric estimators in Estimates 9.1. The forest inventory identified 9 botanical families, 11 genera and 11 woody species, the vertical and horizontal structure through the accumulation curve of ACE and Chao1 marked a representativeness of 92% and 76%, respectively, in addition to its inverted J shape with mostly individuals in the first diametric (1 - 19.9 cm) and altimetry (0 - 9.99 m) classes, they reflect the forest in the process of recovery. The ecological importance value index showed the species *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng and *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., while the Shannon-Weaver and Simpson index estimated a diversity between medium and high, and the Margalef index established the dry forest of the “La Tomatera” sector with diversity and specific richness of forest species come down.

**Keywords:** dry forest, parcels, Shannon, Simpson, Margalef.

## 1. Introducción

La inquebrantable presión antrópica sobre los ecosistemas naturales localizados en las zonas urbanas y rurales, exige a los profesionales del sector forestal conocer y evaluar las condiciones en que se encuentran los bosques, con el fin de definir su manejo sostenible. La estructura de la vegetación arbórea de un bosque se compone de relaciones morfológicas y espaciales entre los elementos bióticos y abióticos, estas masas arboladas son parte importante en el análisis de la biodiversidad, por el tamaño y estructura de las desiguales poblaciones (exigencias de las especies y características ambientales), (Díaz, 2018).

Los bosques albergan la mayor biodiversidad terrestre del planeta, por consiguiente, su conservación depende completamente de la forma en que interactuamos con los bosques del mundo. La biodiversidad del bosque varía considerablemente según factores como el tipo de bosque, la geografía, el clima y el suelo, además del uso antrópico [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020)].

Los bosques secos de Ecuador se encuentran ubicados en dos áreas: a) sobre la costa pacífica centro; Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y Guayas, y b) en la costa sur y estribaciones occidentales de los Andes; El Oro y Loja, pertenecientes al bosque seco ecuatorial, ecosistema único en el mundo (Linares, Kvist, Aguirre & Gonzales, 2010).

El bosque seco tropical (Bs-T) es una zona de vida considerada como estratégica para su conservación por los múltiples beneficios socioambientales que provee y la importancia ecológica como sumidero de especies endémicas, por lo cual resulta ser uno de los ecosistemas más amenazados por acciones antrópicas como la agricultura y minería (Rangel & Martínez, 2017).

Los bosques secos tropicales pese a su importancia, han sufrido un deterioro tanto a nivel nacional como continental. En Ecuador mantiene una estrecha relación con la extensión y rapidez con que los ecosistemas van desapareciendo o se encuentran empobrecidos. Por ello, los bosques de la costa han sido clasificados como una prioridad de conservación, sin embargo, se encuentran poco representados por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, aunque mantienen una biodiversidad y endemismo extraordinarios (Vázquez, Larrea, Suárez & Ojeda, 2001).

El análisis estructural es la manera de estimar las condiciones de un ecosistema en un momento determinado y su evolución en el tiempo mediante la estructura de los

ecosistemas, por ello se consideran índices estructurales y variables dasométricas individuales (diámetro y altura) y variables acumulativas (área basal, volumen e incremento medio anual). Se realiza con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en asociación, en prácticas silviculturales o en la sociología vegetal (Aguirre, Hui, Von Gadow & Jiménez, 2003; Alvis, 2009; Díaz, 2018).

El bosque seco tiene limitada información sobre las condiciones en que se encuentran en su actualidad y ello no facilita su manejo sostenible, por esto se busca analizar la estructura del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo.

## **1.1.Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Analizar la estructura del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- ➔ Identificar las especies forestales del bosque seco “La Tomatera”
- ➔ Determinar la estructura vertical y horizontal del bosque seco “La Tomatera”
- ➔ Estimar los índices de valor importancia ecológica, Shannon-Weaver, Simpson y riqueza de Margalef.

## **1.2.Objeto y Campo de Acción**

### **1.2.1. Objeto**

Estructura vertical y horizontal del bosque seco “La Tomatera”

### **1.2.2. Campo de acción**

Estructura vertical y horizontal considerando los índices de valor importancia ecológica, Shannon-Weaver, Simpson y riqueza de Margalef.

## **1.3.Pregunta de la Investigación**

¿Cuál es la estructura vertical y horizontal del bosque seco “La Tomatera”?

## **1.4.Alcance de la Investigación**

Es una investigación descriptiva.

## **1.5. Hipótesis de la Investigación**

Esta investigación no tiene hipótesis.

## 2. Marco Referencial

### 2.1. Antecedentes

Los bosques secos tropicales, cubren grandes áreas en Centro y Suramérica, este ecosistema es caracterizado por presentar estaciones prolongadas de sequía, baja precipitaciones, obteniendo como resultado una biodiversidad característica de plantas, animales y microorganismos adaptados a condiciones de estrés hídrico (Escorcía & Rodríguez, 2019).

La dinámica de las masas forestales, estudia los cambios del bosque incluida su estructura a través del tiempo y el comportamiento por la influencia antrópica. Una masa es un grupo de árboles espacialmente continuos asociados con otros tipos de vegetación con estructuras similares que crecen bajo suelos y condiciones ambientales iguales. La distribución puede describirse por especies, patrones espaciales horizontales y verticales, por el tamaño de crecimiento o muerte de las especies o sus partes, o la relación de estas y otras variables (Cabezas, 2016).

La ganadería extensiva ha afectado significativamente la biodiversidad y conservación del bosque seco tropical (bs-T), actualmente considerado el ecosistema más amenazado en la tierra. La composición florística, riqueza y estructura de un bosque contribuyen en la conservación de los procesos ecológicos y la importancia de la biodiversidad del bs-T, por ello Ballesteros, Morelo & Pérez (2019), estudiaron la “Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba”.

Melo (2019), estudió el análisis estructural de fragmentos bosque seco tropical encontrado en la Ecorregión Estratégica de la Tatacoa y su área de influencia en el sur del departamento del Tolima, lo que permitió detallar los patrones de la estructura vertical y horizontal (midiendo el DAP de árboles, e índice de valor de importancia-IVI) del bosque para contribuir el uso sostenible, restauración y conservación de los bosques secos (tienden a ser homogéneos con predominio de especies arbóreas).

El análisis estructural del bosque se realiza mediante inventario forestal dentro de parcelas (subparcelas) de muestreos con distintos tamaños, Graciano, Aguirre, Alanís & Lujan (2017), estudiaron la composición, estructura y diversidad de especies arbóreas realizando un censo de todas las especies con sitios de muestreo de 50 x 50 m (2 500 m<sup>2</sup>), mientras Lodoño & Torres (2015), en la caracterización de la vegetación en el (bs-T) establecieron parcelas permanentes de 500 m<sup>2</sup>.



## **2.2. Estructura Primordial de un Bosque**

El análisis de la estructura de la vegetación de diferentes comunidades vegetales se basa en la composición florística y características como la diversidad, altura, frecuencia, dominancia, abundancia y área basal de las especies integrantes (Matteucci & Colma, 1982).

La estructura, composición y diversidad arbórea del bosque son características frecuentes y útiles usadas para representar y comparar tipos de bosques, a través de la evaluación de estas peculiaridades, se puede conocer el estado, distribución actual, y los cambios próximos del bosque, con el fin de obtener el material para su conservación y manejo (Moreno, 2001).

La estructura de los bosques secos, incluyendo la densidad, área basal, la altura y estratificación que varían y dependen de la influencia humana. Por ello, los bosques secos tropicales son considerados como ecosistemas de alta resiliencia con diversidad biológica interesante actualmente modificada por la actividad humana (Muñoz, Erazo & Armijos, 2014).

En consecuencia, la estructura del bosque busca establecer cómo están distribuidos los individuos en el espacio disponible, la forma en que compiten los árboles y si existen estratos menos agresivos, ligados a leyes y principios matemáticos que permiten describir el comportamiento de los individuos, asociadas a variables como: diámetros normales de altura; distribución espacial de árboles y especies; diversidad florística y asociaciones del ecosistema boscoso, expresados en formulaciones científicas para el estudio estructural (Cabezas, 2016).

### **2.2.1. Factores ambientales**

Los diferentes tipos de bosque, son provenientes de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto de interacción de las especies que lo coexisten en un espacio perenne (Matteucci & Colma, 1982).

La composición de un bosque tropical está determinado por factores ambientales como: posición geográfica; clima; suelos y topografía; dinámica del bosque y ecología de las especies; tamaño y frecuencia de los claros; temperamento de las especies y fuentes de semillas (Díaz, 2018).

### **2.2.2. Características edáficas del suelo**

El suelo cambia, en ocasiones por fuerzas de la naturaleza o acciones antrópicas, los ecosistemas pasan transiciones naturales (bosques) a sistemas ganaderos y agrícolas, lo que altera las funciones del suelo al ser utilizado sin tener en cuenta su vocación, superando la capacidad y uso del recurso (Aguirre, Piraneque & Vásquez, 2018).

Las características físicas del suelo de toda la región costa nos permite conocer su estructura, y diversidad de utilidades, los suelos que se pueden observar son: vertisoles, alfisoles, entisoles, aridisoles, molisoles, andisoles e inceptisoles cada uno son sus propias características (Rivera, 2019).

### **2.3. Caracterización Florística**

La variedad de climas en los diferentes rangos de altitud en Ecuador, como el tipo de suelo, factores externos como la cordillera, humedad, corrientes marinas, complejidad geológica y geomórfica dan como resultado la diversidad florística (Cuvi, 2010).

Su definición se determina como: unidades de vegetación o patrones de comunidades reales, según las especies características exclusivas o diferenciales indicadoras de condiciones ecológicas (Rodríguez & Avella, 2017).

Por ello, los estudios de la caracterización florística, permiten conocer las especies en un área geográfica, su distribución, asociación y fisonomía (Escobar, 2013). Además, la preeminencia del análisis de estructura y composición florística permite entender el estado ecológico y necesidades del manejo de un bosque para promover procesos y funciones naturales del ecosistema, y conservar la diversidad, por ello las características florísticas y estructurales son substanciales para la planificación del manejo y conservación de los recursos forestales (Hernández & Giménez, 2016).

### **2.4. Biodiversidad**

La diversidad biológica o biodiversidad es la variedad del mundo viviente (especies de plantas, animales, hongos y microorganismos), en un espacio determinado, incluye, además, la variabilidad genética que podemos encontrar en una población de la misma especie y los distintos ecosistemas, paisajes o regiones, los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes. Por ello, el convenio de biodiversidad la divide en tres componentes: la diversidad de ecosistemas;

la diversidad de especies; y, la diversidad de genes. Sin embargo, cuenta con dos elementos fundamentales: 1) la riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema; 2) la equitabilidad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema (Bravo, 2014, p. 11).

Según (Jiménez, Gabriel & Tapia, 2017), en el concepto de diversidad biológica o biodiversidad se refieren a la variedad de los seres vivos en lo referente al número, variabilidad genética y a los ecosistemas que los albergan. El concepto es un sinónimo de “la vida sobre la Tierra”, con los siguientes niveles:

I. Niveles de la diversidad biológica: La biodiversidad comprende la diversidad genética, de especies y de ecosistemas en el planeta tierra o en una determinada región.

a) La diversidad genética representa la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos, cuya base está en los cromosomas.

b) La diversidad de especies se refiere al número de especies presentes en un ecosistema y es sinónimo de “riqueza de especies”. Hasta el presente se han descrito cerca de 1.7 millones de especies de seres vivos, pero se calcula que existan entre 5 y 100 millones.

c) La diversidad de ecosistemas se refiere a la distribución espacial de los diversos ecosistemas (bosques, lagos, ríos, desiertos, otros), y que albergan las especies y las poblaciones en forma de hábitat, comunidades vegetales y animales.

II. Cambios de la diversidad biológica: la diversidad biológica está sujeta a cambios en el tiempo y en el espacio.

III. Pérdida de la diversidad biológica o biodiversidad: La biodiversidad está sujeta a pérdidas, cuya expresión más crítica es la extinción de especies (p. 65).

#### **2.4.1. Índices de diversidad**

La diversidad de especies en un ecosistema está representada por tres escalas que se constituyen en los índices alfa, beta y gamma diversidad, a saber:

- Diversidad alfa ( $\alpha$ ): la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea.
- Diversidad beta ( $\beta$ ): es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje.

- Diversidad gamma ( $\delta$ ): es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Jiménez *et al.*, 2017).

## 2.5. Especies Forestales

Una especie forestal, es todo vegetal perenne y de estructura leñosa que suministra madera, o el vegetal de estructura leñosa, fibrosa y básica que puebla la tierra para satisfacer al hombre, animales, en sus necesidades fundamentales (FAO, 2021).

Es decir, en cercas, barreras y soportes se usan las siguientes especies forestales: Yagual, pantsa o yuwall (*Polylepis incana*, *P. seríce*a, *P. weberbaueri*), kishwar (*Buddleja incana*, *B. pichinchensis*), piquil (*Gynoxys halli*), especies del género *Bachcharis*, conocida como chilca. La familia Euphorbiaceae: (*Euphorbia laurifolia*), piñon (*Jatropha curcas*) y el nacedero rojo (*Euphorbia cotinifolia*), y porotón (*Erythrina edulis*); controladoras de erosión: Guadua (*Guadua angustifolia*), kishwar (*Buddleja incana*) o el pantsa (*Polylepis incana*); integradoras de sistemas agroforestales: *Inga*, *Barnadesia*, *Erythrina*, *Jatropha*, *Spondias*, y *Pithecellobium*; regeneradoras de vegetación: algarrobo (*Prosopis pallida*, *P. juliflora*), guaba (*Inga manabiensis*, *I. striata*, *I. spectabilis*), leucaena (*Leucaena leucocephala*, *L. trichoides*), porotillo (*Pithecellobium excelsum*), amarillo (*Centrolobium ochroxylum*), bálsamo (*Myroxylon balsamum*) y guarango (*Mimosa quitensis*), mata ratón (*Gliricida sepium*), tomalón (*Desmodium intortum*); y, mejoradoras de suelos y fertilizantes con géneros más destacados de las leguminosas son: *Erythrina*, *Inga* y *Acacia* (Bravo, 2014).

Las especies forestales nativas de los bosques del Ecuador, tienen un papel importante en la ecología ambiental, como parte fundamental de la biodiversidad, aplicabilidad de los conocimientos adquiridos en el manejo forestal, por cuanto se están perdiendo extensas áreas boscosas como consecuencia de la tala indiscriminada, aumento de las fronteras agrícolas e invasión, y la explotación petrolera, lo que causa impactos en la flora, fauna y el suelo (Zaragocín, 2010).

## 2.6. Bosque Seco

Es una formación vegetal con precipitación anual menor de 1 600 mm con una temporada seca (cinco meses), sus procesos ecológicos son marcadamente estacionales y su productividad es menor que los bosques húmedos (menor altura y área basal). Este

ecosistema es importante por su diversidad biológica, sin embargo, enfrenta gran cantidad de problemas socioambientales, lo cual ha reducido las áreas del bosque, creando amenazas a su flora y fauna (Muñoz, Armijos & Erazo, 2019).

Manabí tiene tres tipos de bosques; el bosque seco deciduo (de) de 0 a 700 msnm, es el famoso bosque de ceiba o ceibo, dominado por *Ceiba trichistandra* y otras Bombacaceae actualmente Malvales; el bosque seco semideciduo (sd) de 200 a 1 100 msnm, con especies como: *Centrolobium ochroxylum*, *Phytolacca dioica*, *Triplaris cumingiana*, *Cochlospermum vitifolium* y *Gallesia integrifolia*; y, el bosque seco montano bajo (sm) de 900 a 1 600 msnm, con especies como: *Fulcaldea laurifolia*, *Chionanthus pubescens*, *Annona cherimolia*, *Tecoma stans*, *Jacaranda sparrei*, y *Cordia alliodora* (Aguirre, Kvist & Sánchez, 2006).

### 2.6.1. Bosque seco tropical

Los bosques tropicales son los ecosistemas más complejos en términos de diversidad de especies, además, por sus características medioambientales, resultan ser ecosistemas muy complejos, pero, a su vez, de una enorme fragilidad (Lamprecht, 1990). El bosque seco tropical, también llamado xerófilo o caducifolio es un bosque que crece en áreas que no reciben lluvia durante muchos meses del año (seis meses), entre mediados de diciembre hasta mediados de mayo, se encuentran en zonas cálidas y bajas en la que los ecosistemas son frecuentes con matorrales espinosos y árboles achaparrados (Fundación secretos para contar, 2011).

Espinosa, de la Cruz, Luzuriaga, & Escudero (2012) con respecto a los bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial señalan:

Son reconocidos como uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. La acelerada pérdida de cobertura vegetal de estos bosques ha ocasionado que, actualmente se encuentren restringidos a una pequeña fracción de su área de distribución histórica. Conocer su diversidad biológica, así como cuáles son los factores que controlan el funcionamiento y la estructura de estos bosques, resulta prioritario para poder desarrollar acciones de conservación efectivas. Pese a que el esfuerzo dedicado al estudio y conocimiento de estos bosques no es comparable al de otros bosques de la región, especialmente a las pluviselvas húmedas, los trabajos desarrollados han permitido describir una buena parte de su diversidad florística en amplias regiones del Neotrópico, constatar el elevado

nivel de endemidad de su flora, obtener algo de información sobre los factores que determinan su estructura y funcionamiento, así como esbozar cuáles pueden ser las causas que los están empujando a la desaparición (p. 167).

### **2.6.2. Bosque tropical estacionalmente seco**

Este bioma es uno de los más importantes dentro del Neotrópico tanto por su diversidad como por su endemismo, unificado a la vulnerabilidad ante el cambio de uso del suelo por parte del ser humano, esencialmente en la agricultura y ganadería. Se han utilizado varios nombres para este bioma, por ejemplo: selvas bajas o mediana en dependencia de su tamaño; y caducifolia, subcaducifolia o subperenifolia en relación con la abundancia de las especies que pierden sus hojas en la época seca; bosques tropicales caducifolios o subcaducifolios; bosques tropicales bajos deciduos o subdeciduos (De Nova *et al.*, 2018). Y finalmente (Villaseñor, 2016) lo llama bosque tropical estacionalmente seco.

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES), son reconocidos por su importancia biológica y económica al poseer un alto número de especies endémicas y proveer diversos servicios ecosistémicos, los cuales forman una región florística con alta diversidad y endemismo, sin embargo, es calificado como el ecosistema tropical más amenazado debido al nivel de alteración y fragmentación (Astudillo, Flor, Medina & Medina, 2019).

### **2.6.3. Bosques tropicales estacionalmente secos interandinos**

En Ecuador, las zonas de bosque seco están incluidas en las formaciones de la costa, en las subregiones centro y sur, que se extienden desde la provincia de Esmeraldas y los Ríos al norte hasta Lambayaque y Libertad del sur de Perú. En Loja se localiza la mayor superficie de este ecosistema que incluye tierras bajas, estribaciones occidentales bajas de la cordillera de los andes y los valles secos interandinos del sur, ambos bosques de Ecuador y Perú están caracterizados por poseer en el BTES, una alta diversidad y una extraordinaria cantidad de especies endémicas de diferentes grupos taxonómicos (Espinosa, De la Cruz, Luzuriaga & Escudero, 2012).

Según (Aguirre, Kvist & Sánchez, 2006) los bosques secos interandinos se encuentran desde los 1 300 msnm hacia arriba, lo que probablemente facilita un mayor intercambio entre bosques de la costa y los bosques interandinos, los cuales son:

El bosque seco interandino del S (i-s): se ubican en los valles interandinos entre los 1 100 y 2 000 msnm [Loja (Catamayo, Vilcabamba, Malacatos, Quinara), y Azuay (Susudel-río, León, vañle Yunguilla-Jubones)], aquí la intervención ha sido desde la época precolombina y en el año 2006 la vegetación era de tipo matorral achaparrado, muy enmarañado con mezcla de plantas armadas de espinas y especies que poseen látex, con alturas máximas de 4 m. Se desarrollan especies en bosquetes como: *Acacia macracantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Ceiba insignis* y *Cybistax antisiphilitica* (12 m de dosel superior), además son sobresalientes *Echinopsis pachanoi* y *Dodonaea viscosa*. Y, bosque seco interandino del N (i-n): ubicado entre los 1 800 y 2 600 msnm desde Imbabura en el norte hasta Azuay en el sur. Su vegetación es arbustiva, espinosa, xerofítica, poco densa y con alturas de hasta 4 m (en acceso difícil bosque con dosel de hasta 8 m), además, la diversidad de especies arbóreas es baja, con una representación en dominancia de las familias botánicas Fabaceae y Mimosaceae con especies características como: *Acacia macracantha*, *Croton wagneri*, *Caesalpinia spinosa*, *Dodonaea viscosa* y *Schinus molle* (p. 168).

## 2.7. Análisis Estructural del Bosque

La estructura de la vegetación, la diversidad de especies y los procesos de los ecosistemas han sido identificados como componentes esenciales para la persistencia a largo plazo de los sistemas naturales manifestado por (Espinosa *et al.*, 2012).

(Jiménez *et al.*, 2017) en la medición de la estructura de un bosque mencionan varios índices y entre ellos:

*Índices de dominancia*: son denominados índices de heterogeneidad porque consideran tanto la uniformidad como la riqueza de especies, como el *índice de Simpson*: Posibilidad de dos individuos cualesquiera extraídos al azar de la comunidad infinitamente grande perteneciesen a diferentes especies. Y, índices de equidad sobre diversidad como: el *índice de Shannon-Weaver*: Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (p. 112-115).

### **2.7.1. Estructura horizontal**

La estructura horizontal se puede evaluar mediante la determinación de los valores de abundancia, dominancia y la frecuencia relativa de cada especie; así como las distribuciones de abundancia de árboles por clase diamétrica (Jiménez *et al.*, 2017). Además, pueden evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es decir evalúa el comportamiento de árboles individuales en la superficie del bosque (Alvis, 2009).

### **2.7.2. Estructura vertical**

La estructura vertical se describe tomando en consideración los estratos del bosque y las especies dominantes en cada uno de ellos, determinada por la asociación de distintos individuos que componen el ecosistema y ocupan sitios definidos en respuesta a factores climáticos, gradientes altitudinales, disturbio natural u ocasionado por el hombre (Jiménez *et al.*, 2017; Reyes, Garza, Rodríguez, Calderón & Martínez, 2017).

#### *2.7.2.1. Abundancia de especies*

La abundancia se describe como el número de individuos y especies por hectárea, es decir la cantidad precisa de individuos de una especie con respecto al total de la población inventariada en un área determinada (Lamprecht, 1990).

#### *2.7.2.2. Frecuencia de especies*

La frecuencia absoluta está definida por el número de parcelas de muestreo en el cual se encuentra una especie por la razón que entre el número de parcelas en los que la especie aparece y el número total de parcelas establecidas, mientras la frecuencia relativa es la medida estadística que informa la cantidad de veces que se repite un suceso al realizar un número determinado de experimentos aleatorios (Rodríguez & Ramírez, 2018)

#### *2.7.2.3. Dominancia de especies*

La dominancia absoluta se representa por la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie, expresada en  $m^2/ha$ = metros cuadrados por hectárea, y la relativa es la relación de la suma de la dominancia absoluta de todas las especies (Moreno, 2001; Rodríguez & Ramírez, 2018).



### **2.7.3. Posición Sociológica**

La posición sociológica (PS) es la expresión de la expansión vertical de las especies, expresado en un índice que informa sobre la composición florística de los distintos estratos o substratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos. Una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos los substratos, por el contrario, será de dudosa procedencia en la etapa climática si se encuentra solamente en el substrato superior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior (Acosta, Araujo & Iturre, 2014).

## **2.8. Índices de Abundancia Proporcional**

### **2.8.1. Índice de valor importancia (IVI)**

Se deduce para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Demuestra a las especies que se encuentran mejor adaptadas (Lamprecht, 1990).

### **2.8.2. Shannon-Weaver (índice de equidad)**

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología o demás ciencias similares para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total (Basáñez, Alanís, & Badillo, 2014).

### **2.8.3. Simpson (dominancia de especies)**

Índice de diversidad de Simpson permite medir la riqueza de los organismos, representando la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados

al azar pertenezcan a la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes (Moreno, 2001).

#### **2.8.4. Riqueza de Margalef**

La riqueza específica es simple de establecer y descifrar, y la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación, la cual esta se relaciona con el número de especies forestales presentes dentro de una comunidad. Es decir, es un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de la comunidad, para medir la riqueza de las especies independientemente del tamaño de la muestra, se basan en la relación del número total de especies y el número total de individuos observados, además los valores inferiores a dos son determinados como zonas de baja diversidad y los valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

#### **2.9. Marco Legal Constitución de la República del Ecuador**

El código orgánico del ambiente define en el Art. 1.- garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay; Art. 2.- las normas de este código son de cumplimiento obligatorio para todas las entidades organismos y dependencias que comprenden el sector público, personas naturales, jurídicas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos dentro del territorio nacional; Art. 3.- con fines de regular derechos, establecer principios y lineamientos ambientales, establecer instrumentos fundamentales del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, establecer mecanismos de conservación, regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, regular el bienestar y protección animal, prevenir y controlar los impactos ambientales, garantizar la participación de personas de manera equitativa para la conservación y restauración de la naturaleza, establecer mecanismos que promuevan la generación de información ambiental, establecer medidas eficaces, para enfrentar el cambio climático, y determinar las atribuciones de la autoridad ambiental nacional sobre la política ambiental ante los municipios (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

Sección segunda de biodiversidad establece: Art. 400.- el estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con

responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola, silvestre y patrimonio genético del país; Art. 4001.- se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la asamblea nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El estado regulará estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales; Art. 402.- se prohíbe el otorgamiento de derechos, incluidos de la propiedad intelectual, sobre productos derivados o sintetizados, obtenidos a partir del conocimiento colectivo asociado a la biodiversidad nacional; y el Art. 403.- el estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos de la naturaleza (Constitución de la República del Ecuador, 2021).

La sección tercera de patrimonio natural y ecosistemas, según la Constitución de la República del Ecuador, (2021) define:

El Art. 404.- se declara al patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, es científico, cultural o paisajístico, y exige su protección conservación, recuperación y promoción; Art. 405.- El sistema de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas; Art. 406.- el estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otro, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos, húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros; y el Art. 407.- el cual prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrían explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la asamblea nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

### **2.9.1. Normas para manejo forestal sustentable de bosque seco**

Las normas para el manejo forestal sustentable del bosque seco, según (Albán, 2021) son:

El Art. 7.- el Ministerio del Ambiente en su calidad de Autoridad Ambiental Nacional y/o los organismos seccionales competentes, autorizarán el aprovechamiento del bosque seco mediante la entrega de licencias de aprovechamiento forestal sustentable; Art. 8.- Para la elaboración del plan de manejo integral se deberá cumplir con varios requisitos como: la descripción del área, copia certificada del terreno, croquis de la finca, evaluación ecológica de la flora y fauna, zonificación del área, informe técnico, declaración juramentada, resolución de la asamblea en tierras colectivas e información georeferenciada; Art. 9.- vigencia y/o duración; Art. 10.- la zonificación de todas las zona; Art. 11 y 12.- del programa de aprovechamiento forestal simplificado; Art. 13 y 14.- con excepción de árboles amenazados o en peligro de extinción, y el árbol como referente ecológico será clasificado como de reserva y no será utilizado; Art. 15.- no se cobrará el valor de derecho del pie en monte; Art.. 16.- la licencia de aprovechamiento tendrá vigencia de un año; Art. 17, 18, 19 y 20.- de programas de corta para la conversión local, volumen, croquis y fórmulas adecuadas para la obtención del volumen (p. 5-13).

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Ubicación del Área de Estudio

Portoviejo, es la capital de la provincia de Manabí con una extensión de 967 km<sup>2</sup>, cuya población proyectada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC es de 321 800 habitantes, lo que significa que es el cantón mayormente poblado de la provincia, a más de ser catalogado por la Cátedra UNESCO como ciudad intermedia, por sus características territoriales endógenas ejerce una influencia notable sobre el resto de los cantones (Arteaga, Pelegrín & Gómez, 2020).

La Tomatera es el bosque más alto de Portoviejo (Figura 1), nace en el cerro San Pablo, se extiende por la parte superior del Jardín Universitario y limita con la parte posterior del vertedero municipal. Hasta 1960 fue usada como vía de comunicación entre la comunidad Río Chico (Rocafuerte) y Portoviejo. La zona, catalogada como un bosque seco, es el área verde de la capital provincial. Ubicada a 250 msnm con una extensión de 1 000 km<sup>2</sup> (Escobar, 2018), equivalente a 100 000 hectáreas.

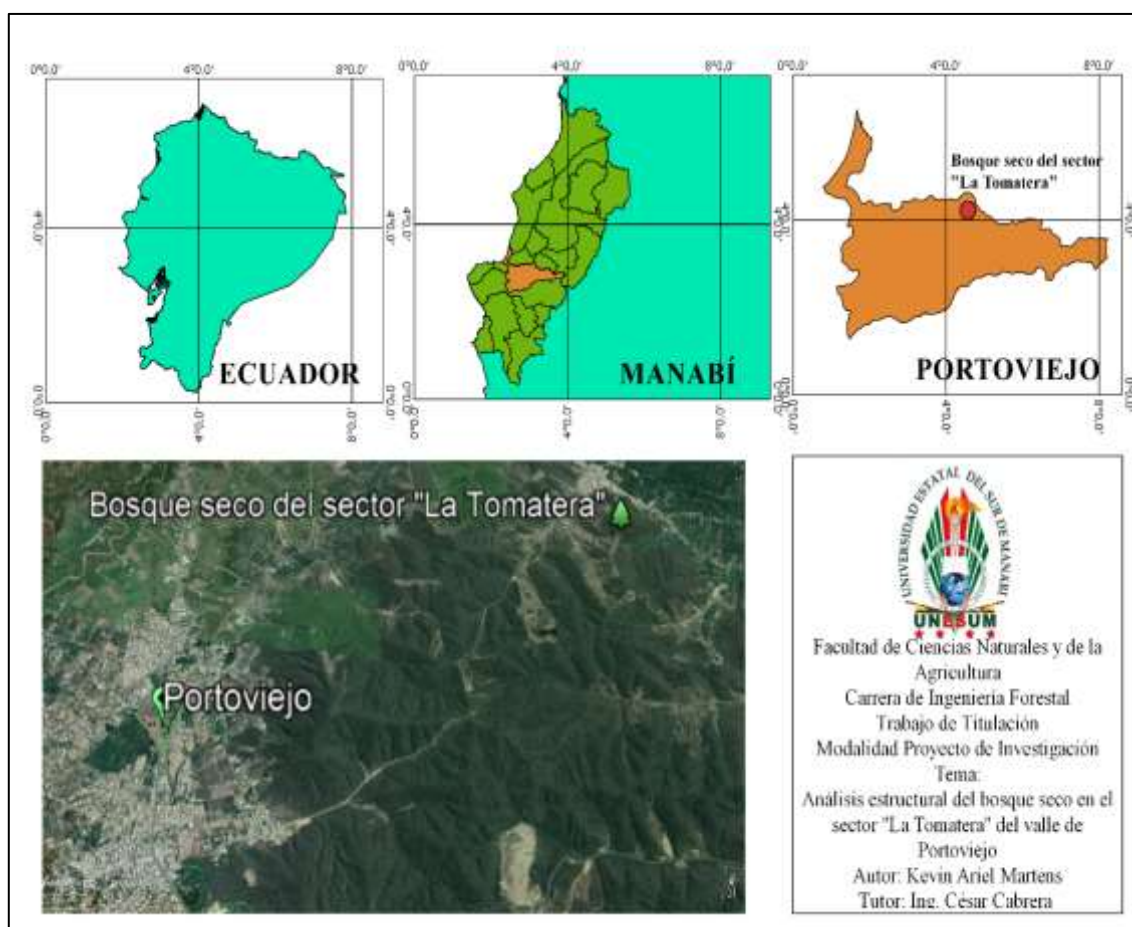


Figura 1 Ubicación del área de estudio, bosque seco del sector "La Tomatera"

### 3.1.1. Clima

Portoviejo está localizado en una región clasificada por Holdridge como sub-desértica tropical, esta ciudad y su área de influencia se ubican en una región ecológica clasificada como monte espinoso tropical, con una altura media de 44 m.s.n.m., rodeada de colinas con alturas menores a los 300 m.s.n.m. Además, presenta relieves que van desde planos a casi planos de valles fluviales, llanuras aluviales costeras y pie de monte occidental, terrazas, llanuras y cuencas deprimidas costeras. Tiene una temperatura media anual de 25,4 °C y alrededor de 460 mm de precipitaciones [Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2012)].

### 3.1.2. Flora

La flora es compuesta por exuberante vegetación característica de la costa ecuatoriana como: el ceibo (*Ceiba trichistandra* A, Gray- Bakh), entre otros (Escobar, 2018).

### 3.1.3. Fauna

Su fauna se encuentra compuesta por animales endémicos como: loros (*Psittacara erythrogenys* Lesson), tigrillo (*Leopardus pardalis* Linnaeus), oso hormiguero (*Tamandua mexicana* Saussure), armadillo (*Dasypus novemcinctus* Linnaeus), mono aullador (*Alouatta palliata* Gray, *Cebus aequatorialis* Allen), guanta (*Cuniculus paca* Linnaeus), ardilla (*Simosciurus neboxii* Geoffroy St.-Hilaire y *Simosciurus stramineus* Eydoux y Souleyet), serpientes (*Bothrops asper*- *Boa constrictor*), entre otros (Escobar, 2018).

### 3.1.4. Características edáficas del suelo de Portoviejo

En Portoviejo el relieve está formado por colinados muy bajos a muy altos, así como superficies y vertientes de mesa con pendientes variables. La cobertura principal son bosques secos (oeste del cantón) y húmedos (este del cantón) con un orden de suelos del 58,93 % de inceptisol, 20,67 % de molisol, 8,50 % de entisol, 5,44 % de alfisol y 1,99 % de vertisol. El inceptisol se ubica en los colinados y zonas con vertientes, terrazas y valles fluviales con diferentes niveles de fertilidad con grupos como; eutrudepts (suelo údico); calciustepts (suelo ústico) y haplustepts (suelo ústico y

arídico) en transición del nivel húmedo [Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2012)].

### **3.2. Metodología**

La metodología que se utilizó *in situ* fue un inventario forestal para analizar las especies arbóreas del bosque seco en el sector “La Tomatera”, tomando variables dasométricas individuales como: la circunferencia a la altura de pecho (CAP a 1,30 m) con una cinta métrica (Anexo 1) para luego transformarlo a diámetro a la altura del pecho (DAP), o con la forcípula como material técnico, altura total con el clinómetro Suunto (instrumento de precisión utilizado por ingenieros para medir alturas, entre otros), registro de datos utilizando Microsoft Excel y el programa estadístico Estimates 9,1 para el análisis de la biodiversidad y estructura del bosque.

### **3.3. Métodos**

La aplicación del inventario forestal se estableció mediante la ubicación de las 20 parcelas de 500 m<sup>2</sup> al azar, metodología de un inventario rápido según Gentry (1988) e Izquierdo *et al.* (2015), donde se marcó coordenadas georeferencial (GPS), CAP transformado a DAP y altura.

La identificación de las especies se determinó por el matero (conocedor del lugar de estudio), el docente tutor *in situ* (Anexo 2) y los especímenes sin identificar fueron tomados como muestra con una podadora aérea manual para ser observados por docentes de dendrología y botánica de la carrera de ingeniería forestal para su respectiva identificación o búsqueda en base de datos vía online.

El diseño de las parcelas (Figura 2) se realizó de 20 m x 25 m, según la metodología de Lemos & González (2015).

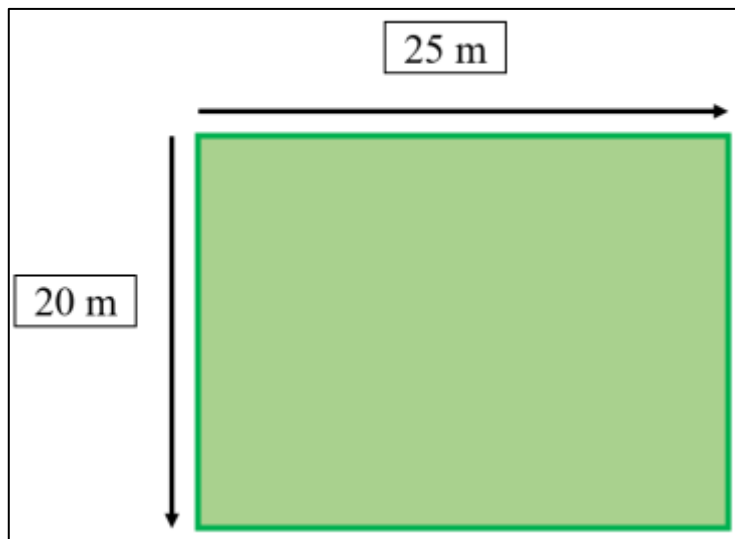


Figura 2 Diseño de las parcelas

Para cada especie se determinó su abundancia, dominancia y frecuencia de acuerdo con el número de árboles; con base en su presencia en los sitios de muestreo, aplicando el programa estadístico Estimates 9,1 y las ecuaciones respectivas para obtener los resultados de índices de valor importancia ecológica, Shannon-Weaver, Simpson y riqueza de Margalef.

La estructura vertical y horizontal se analizó considerando individuos de cada parcela de unidad de muestreo total o estrato arbóreo con la curva de abundancia de las especies mediante programa estadístico Estimates 9,1 con dos estimadores no paramétricos o índices de completitud (ACE y Chao 1). Además, la estructura horizontal se valoró con variables ecológicas de abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie con la sumatoria porcentual para el IVI (Índice de Valor de Importancia Ecológica).

### 3.3.1. Unidad de muestreo

La unidad de muestreo se determinará con la fórmula de la intensidad propuesta por (Vega, 2013), ecuación (1), con una población de 100 hectáreas y una muestra de 500 m<sup>2</sup>.

$$I.M = \frac{A * 10\ 000\ m^2 * \% \text{ de muestreo}}{500\ m^2} \quad (1)$$

$$I.M = \frac{100 * 10\ 000\ m^2 * 1\ \%}{500\ m^2}$$



$$I.M = \frac{1\,000\,000\ m^2 * 1\ \%}{500\ m^2} = 20\ \text{parcelas}$$

IM= Intensidad de Muestreo

A= Área (superficie en hectáreas de la plantación o bosque)

500 m<sup>2</sup> = superficie de una parcela

% = porcentaje de muestreo

### 3.3.1.1. Ubicación de las unidades de muestreo

En la Figura 3, se reflejan el total de las unidades de muestreo ubicadas dentro de la población en estudio.

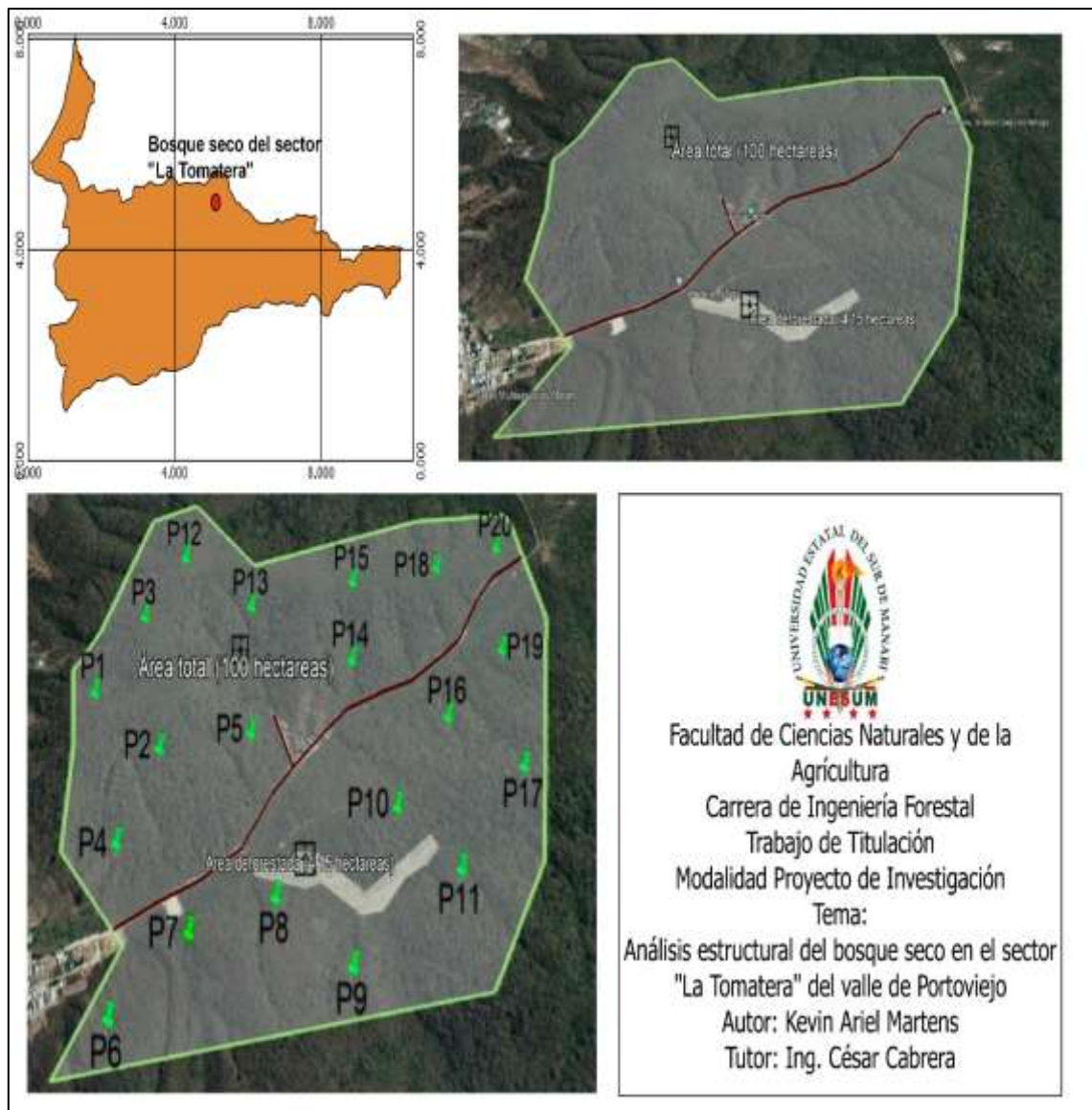


Figura 3 Ubicación de las unidades de muestreo o parcelas.

Tabla 1  
Coordenadas de la población de estudio y parcelas

Área de 100 hectáreas					
X	Y	X	Y	X	Y
561038	9885599	560992	9886392	562730	9885980
562955	9886702	562906	9887092	562420	9886513
562050	9887053	561588	9887205	560926	9887175
Parcelas	X	Y	Parcelas	X	Y
<b>P1</b>	561048	9886514	<b>P11</b>	562400	9885939
<b>P2</b>	561316	9886328	<b>P12</b>	561393	9886967
<b>P3</b>	561229	9886759	<b>P13</b>	561683	9886770
<b>P4</b>	561178	9886077	<b>P14</b>	562089	9886559
<b>P5</b>	561669	9886354	<b>P15</b>	562126	9886836
<b>P6</b>	561193	9885675	<b>P16</b>	562445	9886355
<b>P7</b>	561444	9885846	<b>P17</b>	562702	9886195
<b>P8</b>	561742	9885909	<b>P18</b>	562503	9886868
<b>P9</b>	561991	9885737	<b>P19</b>	562714	9886556
<b>P10</b>	562202	9886111	<b>P20</b>	562791	9886930

### 3.3.2. Fórmulas

Para la estimación de la abundancia relativa se empleó la siguiente ecuación (2): (Lamprecht, 1990) citado por (Leal, Leal, Alanís, Pequeño, Mora & Buendía, 2018).

$$A_i = \frac{N_i}{S} \quad AR_i = \left( \frac{N_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) * 100 \quad (2)$$

Dónde:

**AR<sub>i</sub>** = Abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total

**A<sub>i</sub>** = Abundancia absoluta de la especie i

La dominancia se evaluó mediante la ecuación (3), citado por Moreno (2001); Leal *et al.*, (2018).

$$D_i = \frac{Nb_i}{S(ha)} \quad DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum_{i=1..n} D_i} \right) * 100 \quad (3)$$

Donde:

**DR<sub>i</sub>** = Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total

**D** = Dominancia absoluta de la especie i (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>)

Las frecuencias absoluta y relativa se obtuvieron con las ecuaciones (4), citado por Leal *et al.*, (2018).

$$F_l = \frac{P_l}{NS} \qquad FR_l = \left( \frac{F_l}{\sum_{l=1..n} F_l} \right) * 100 \quad (4)$$

Donde:

**F<sub>l</sub>** = Frecuencia absoluta (porcentaje de presencia en los sitios de muestreo)

**f<sub>i</sub>** = Número de sitios en la que está presente la especie i

**N** = Número de sitios de muestreo

**FR<sub>l</sub>** = Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total

El Índice de Valor de Importancia (IVIE) se define a través de la ecuación (5), citado por Moreno (2001); (Leal *et al.*, 2018).

$$I.V.I. E. = Ar_1 + Fr_1 + Dr_1 \quad (5)$$

Donde

**Fr<sub>1</sub>** = Frecuencia relativa

**Dr<sub>1</sub>** = Dominancia relativa

**Ar** = Abundancia relativa

### 3.3.2.1. Índice de Shannon- Weaver (diversidad general)

La diversidad de especies, por su estructura, se analizó basándose en el Índice de Shannon-Weaver (H') citado por (Basáñez, Alanís, & Badillo, 2014), según la ecuación (6):

$$H' = \sum -P_i * \ln P_i \quad (6)$$

Dónde:

**H'** = Índice de Shannon-Weaver

**P<sub>i</sub>** = Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total

**ln** = Logaritmo natural

### 3.3.2.2. Índice de diversidad de Simpson

Medir la riqueza de los organismos, representando la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, Moreno (2001), aplicando la fórmula (7), como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1-λ.

$$\lambda = \sum (p_i)^2 \quad (7)$$

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### 3.3.2.3. Índice de riqueza específica (Margalef)

$$DMg = \frac{S-1}{\ln(n)} \quad (8)$$

Dónde:

**S** = número total de especies

**n** = número total de individuos observados (Margalef, 1995).

## 4. Resultados

### 4.1. Identificación de las Especies Forestales del Bosque Seco “La Tomatera”

En el bosque seco del sector “La Tomatera” se identificaron 9 familias, 11 géneros y 11 especies de plantas leñosas angiospermas o especies forestales (Tabla 2).

En total se registraron 398 individuos en las 20 parcelas inventariadas. Las familias botánicas mejor representadas en relación con la riqueza de especies son: Fabaceae y Bixaceae, constituidas con tres y dos especies, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 2

*Especies identificadas en el bosque seco del sector "La Tomatera"*

N°	Nombre científico	Nombre común	Género
1	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Palo Santo	Bursera
2	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	Ceibo	Ceiba
3	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bototillo	Cochlospermum
4	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Parece.	Zapote de perro	Colicodendron
5	<i>Cordia lutea</i> Lam.	Moyuyo	Cordia
6	<i>Croton scouleri</i> Var. <i>Grandifolius</i> Müll. Arg.	Chala	Croton
7	<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	Barbasco	Jacquinia
8	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	Leucaena
9	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	Mirto	Myrcianthes
10	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Dormilón	Pentaclethra
11	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algarrobo	Prosopis

Tabla 3

*Familias botánicas identificadas en el bosque seco del sector "La Tomatera"*

N°	Familias botánicas	N° de individuos
1	Bixaceae	2
2	Boraginaceae	1
3	Burseraceae	1
4	Capparaceae	1
5	Euphorbiaceae	1
6	Fabaceae	3
7	Malvaceae	1
8	Myrtaceae	1
9	Theophrastaceae	1

### 4.2. Determinación de la Estructura Vertical y Horizontal del Bosque Seco “La Tomatera”

Se determinó la riqueza de la estructura vertical y horizontal utilizando estimadores no paramétricos ACE (especies <10) y Chao 1 (especies encontradas entre una y dos veces), a través de la curva de acumulación de especies lo cual mostró que el estimador con mayor exactitud es Chao 1 con una representatividad del 92 %, seguido de ACE

con el 76 % (Figura 4). Además, indicó un adecuado número de individuos y especies, suficiente para demostrar la riqueza florística del bosque seco.

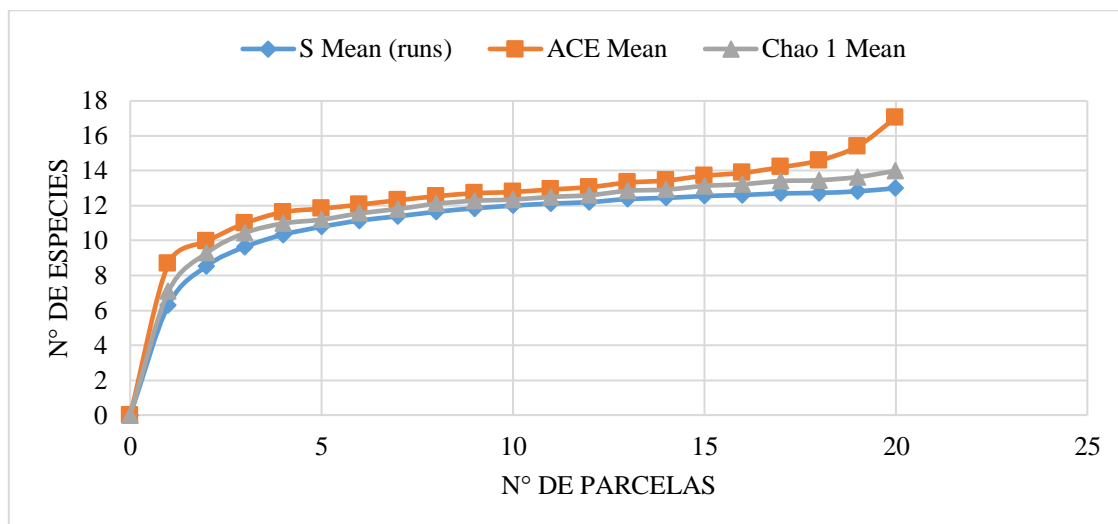


Figura 4 Curva de acumulación de especies e índices de completitud.

El análisis de conglomerados representa los datos de la abundancia de especies por parcelas, resultante del bosque seco en el sector “La Tomatera”, donde la totalidad de parcelas alcanzan una similitud mayor del 50 %; en tanto la parcela uno y tres se parecen en un 92,77 %; dos y cinco en 86,94 %; cuatro y seis en 91,92 %; siete, seis y cuatro en 82,99 %; ocho y nueve en 94,88 %; 10, nueve y ocho en 87,26 %; 12 y 13 en 94,88 %; 11, 12 y 13 en 60,01 %; 12,13 y 15 en 89,08 %; 14 y 16 en 77,98 %; 17 y 19 en 91,92 %; y la parcela 18 y 20 en un 92,77 % (Figura 5).

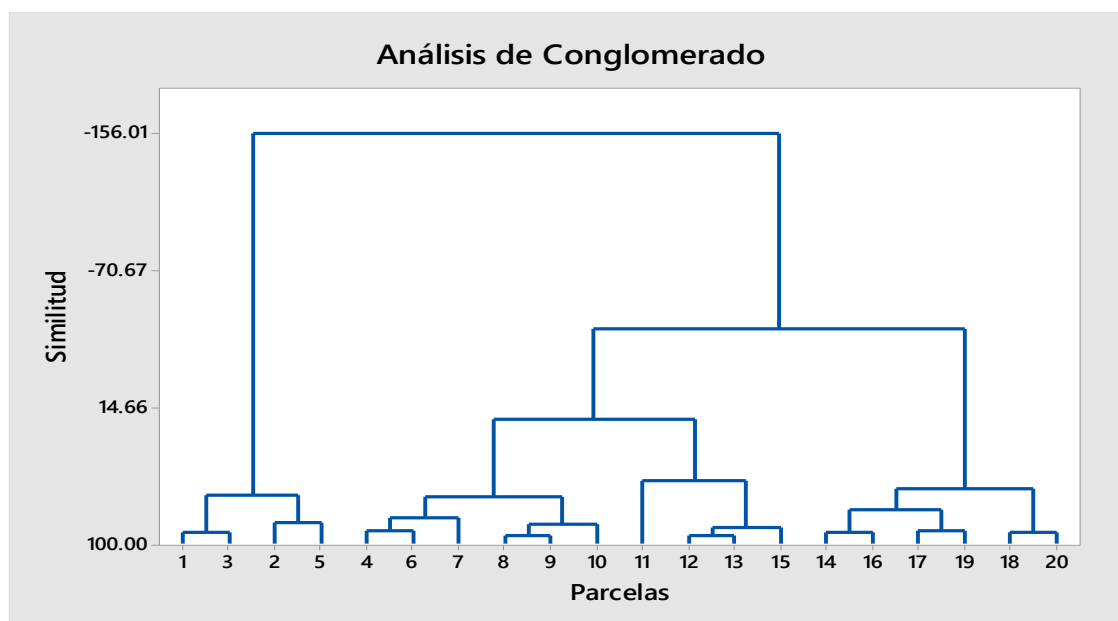


Figura 5 Análisis de conglomerados jerárquicos obtenidos de los datos de abundancia de especies en las parcelas establecidas, dendograma.

Las clases diamétricas según la estructura horizontal se dividieron de 10 en 10 cm, es decir 1 – 9,9 cm; 10 – 19,9 (Figura 6); y así continuamente. El bosque seco del sector “La Tomatera” describe a la mayoría de individuos jóvenes (30 %, 20 % y 16 %) y muy pocos en su madurez (4 %, 1 % y 8 %), característica principal de actividad antrópica en tráfico de especies y deforestación, por lo cual manifiesta un comportamiento en tendencia de J invertida (Lamprecht, 1990).

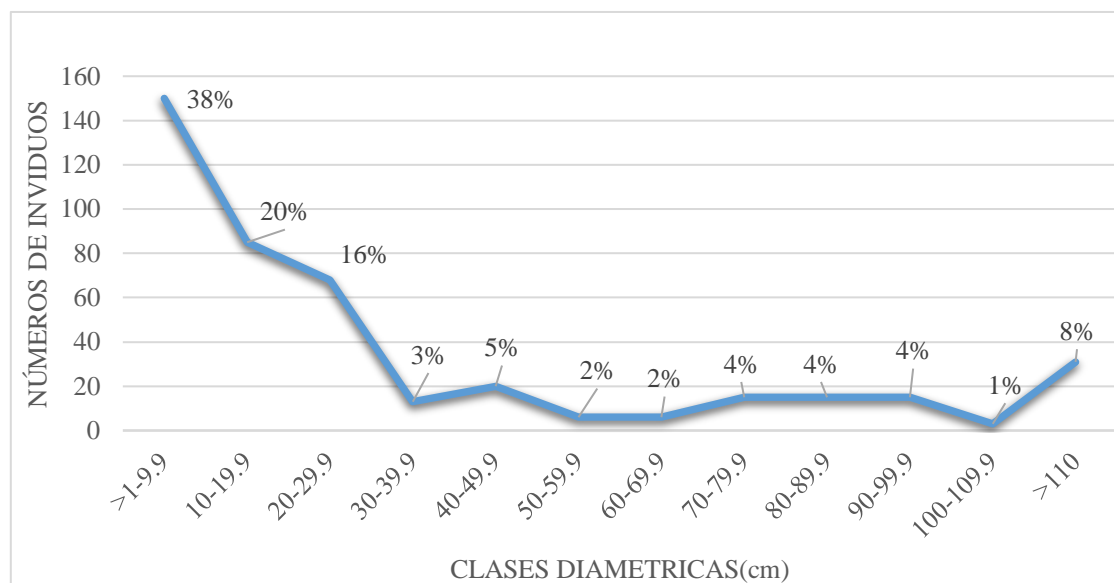


Figura 6 Distribución de clases diamétricas (cm) en tendencia de J invertida

Mientras, la estructura vertical se determinó en clases altimétricas de cinco en cinco, es decir >0,01 – 4,99, 5 – 9,99 y así sucesivamente, encontrándose una tendencia de mayor número de individuos en las tres primeras clases (Figura 7), que representan alturas de 1 – 15 metros, con tendencia a disminuir en las de mayor altura.

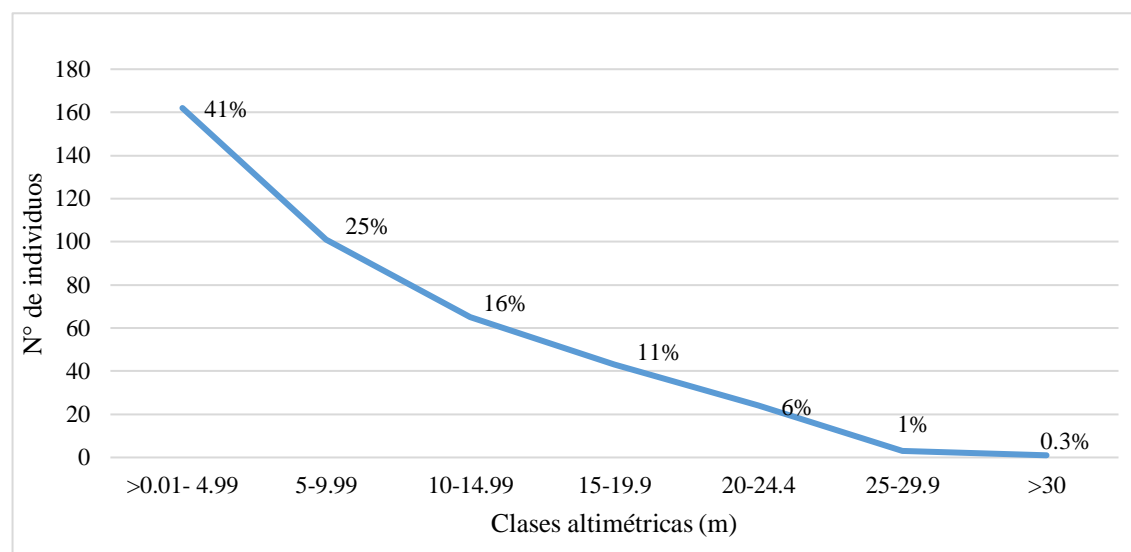


Figura 7 Distribución de clases altimétricas (m) en tendencia de J invertida

### 4.3. Estimación de los Índices de Valor Importancia Ecológica, Shannon-Weaver, Simpson y Riqueza de Margalef.

Las especies más importantes ecológicamente son: *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh. con más del 30 %, seguida de *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. con un máximo del 11 %, Tabla 4.

Tabla 4  
Estimación del índice de valor importancia ecológica

N°	Nombre científico	Aa	Ar (%)	Fa	Fr (%)	Da	Dr (%)	IVI (100%)
1	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	16	4,02	5	4,20	0,05	0,43	2,88
2	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	80	20,10	18	15,13	9,07	83,48	39,57
3	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	61	15,33	10	8,40	1,14	10,51	11,41
4	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Parece.	57	14,32	16	13,45	0,08	0,77	9,51
5	<i>Cordia lutea</i> Lam.	17	4,27	9	7,56	0,10	0,90	4,24
6	<i>Croton scouleri</i> Var. <i>Grandifolius</i> Müll. Arg.	6	1,51	4	3,36	0,01	0,12	1,66
7	<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	29	7,29	11	9,24	0,09	0,79	5,77
8	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	58	14,57	17	14,29	0,15	1,42	10,09
9	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	12	3,02	8	6,72	0,01	0,08	3,27
10	<i>Pentaclethra maculosa</i> (Willd.) Kuntze	1	0,25	1	0,84	0,00	0,05	0,38
11	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	61	15,33	20	16,81	0,16	1,46	11,20
<b>Total</b>		<b>398</b>	<b>100,00</b>	<b>119</b>	<b>100,00</b>	<b>10,87</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Nota: Aa= abundancia absoluta; Ar= abundancia relativa; Fa= frecuencia absoluta; Fr= frecuencia relativa; Da= dominancia absoluta; Dr= dominancia relativa; IVIE= índice de valor importancia ecológica.

El índice de equidad de Shannon- Weaver valoró la heterogeneidad de la comunidad en diversidad de 3,02 categorizada como normal (Tabla 5).



Tabla 5  
Estimación del índice Shannon- Weaver

N°	Nombre científico	Aa	Aa/PI	$\ln(Aa/Pi)/\ln(2)$	$Aa/PI * \ln(Aa/Pi)/\ln(2)$	$Aa/PI * \ln(Aa/Pi)/\ln(2) * -1$
1	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	16	0,04	-4,64	-0,19	0,19
2	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	80	0,20	-2,31	-0,47	0,47
3	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	61	0,15	-2,71	-0,41	0,41
4	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Parece.	57	0,14	-2,80	-0,40	0,40
5	<i>Cordia lutea</i> Lam.	17	0,04	-4,55	-0,19	0,19
6	<i>Croton scouleri</i> Var. <i>Grandifolius</i> Müll. Arg.	6	0,02	-6,05	-0,09	0,09
7	<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	29	0,07	-3,78	-0,28	0,28
8	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	58	0,15	-2,78	-0,40	0,40
9	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	12	0,03	-5,05	-0,15	0,15
10	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	1	0,00	-8,64	-0,02	0,02
11	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	61	0,15	-2,71	-0,41	0,41
<b>Total</b>		<b>398</b>	<b>1,00</b>		<b>-3,02</b>	<b>3,02</b>

Nota: Aa= abundancia absoluta; PI= sumatoria total de la abundancia absoluta; Ln= logaritmo natural.

Simpson estimó que la probabilidad de que dos individuos de especies diferentes en dos “parcelas” sucesivas al azar sin “repetición”, tomando en cuenta mayormente a las especies abundantes o dominantes, minimizando las especies raras es de diversidad alta con un 0,86 (Tabla 6).

Tabla 6  
Estimación del índice de Simpson

N°	Nombre científico	Aa	Aa/PI	Pi (2)
1	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	16	0,04	0,00
2	<i>Ceiba trichistandra</i> (A. Gray) Bakh.	80	0,20	0,04
3	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	61	0,15	0,02
4	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Parece.	57	0,14	0,02
5	<i>Cordia lutea</i> Lam.	17	0,04	0,00
6	<i>Croton scouleri</i> Var. <i>Grandifolius</i> Müll. Arg.	6	0,02	0,00
7	<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	29	0,07	0,01
8	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	58	0,15	0,02
9	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) McVaugh	12	0,03	0,00
10	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	1	0,00	0,00
11	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	61	0,15	0,02
<b>Total</b>		398		0,14
<b>1- <math>\sum Pi (2)</math></b>				<b>0,86</b>

Nota: Aa= abundancia absoluta; PI= sumatoria total de la abundancia absoluta.

El índice de Margalef determinó una biodiversidad en riqueza específica de especies forestales de la vegetación en “La Tomatera” baja con el 1,67.

Tabla 7  
*Estimación del índice de Margalef*

Total de individuos (n)	398
S (número total de especies)	11
S-1	10
Ln(n)	5,99
S-1/Ln(n)	1,67
<b>Margalef</b>	<b>1,67</b>

*Nota:* Ln= logaritmo natural.

## 5. Discusión

En el bosque seco del sector “La Tomatera” se identificó 9 familias, 11 géneros y 11 de especies forestales con un total de 398 individuos con las familias botánicas con mayor representatividad Fabaceae y Bixaceae, similar al estudio en bosque seco por Aguirre, Chamba, Díaz & Pacheco (2021) con la familia Fabaceae.

La curva de acumulación del estimador no paramétrico Chao 1 y ACE marcó una representatividad del 92 % y 76 %, respectivamente, además es suficiente para demostrar la riqueza florística del bosque seco, conforme al estudio de Jaramillo, Aguirre & Yaguana (2018) con el número de especies esperadas en función al número de parcelas.

El resultado del análisis del agrupamiento en los conglomerados según la abundancia de las especies permitió evidenciar la similitud de composición florística de las parcelas con más del 50 %, similar al conjunto de parcelas en estudio de bosque seco de Aguirre, Betancourt, Geada & Jasen (2013).

La distribución diamétrica de la estructura horizontal del bosque declina conforme aumenta el grosor de los individuos, adoptando el modelo de “J invertida”, similar al estudio de Cueva, Lozano & Yaguana (2019) característico de los bosques secos en proceso de recuperación.

Las clases altimétricas en la estructura vertical obtuvo la tendencia de mayor número de individuos en los primeros rangos, con alturas de 1 a 15 metros, con predisposición a disminuir en las de mayor altura, al igual que el estudio de Herazo, Mercado & Mendoza (2017) con mayor número de individuos en las primeras clases de alturas de 1 a 10 metros, con tendencia a disminuir en mayor altura.

*Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh., *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. son las especies más importantes ecológicamente similar al artículo de Aguirre, Chamba, Díaz & Pacheco (2021); y (Jaramillo *et al.*, 2018) con *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh. y *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.

El índice de equidad de Shannon- Weaver valoró la heterogeneidad de la comunidad en diversidad de 3,02 categorizada como normal o media, paralelo al estudio de Cue, Palacios & Carrión (2020) con 3,12, y desigual al estudio con diversidad baja de Aguirre, Chamba, Díaz & Pacheco (2021) y (Jaramillo *et al.*, 2018) con 2,32 y 2,4, respectivamente.

El índice de Simpson estimó de diversidad alta con un 0,86, al igual que el artículo en bosque seco de Aguirre *et al.*, (2013) con diversidad de 0,89; y Cue *et al.*, (2020) con 0,95.

Y, el índice de Margalef determinó una biodiversidad en riqueza específica baja con el 1,67, lo que difiere con Cue *et al.*, (2020) donde los valores son mayores que 5 indicando una riqueza de especies alta.

## 6. Conclusiones

Las especies forestales identificadas son típicas del bosque seco, decíduo o semidecíduo de la costa ecuatoriana.

Los estimadores no paramétricos de la curva de acumulación con el análisis de conglomerados representaron alta exactitud, representatividad y similitud, mientras la estructura horizontal y vertical demostró al bosque seco en estado de inmadurez en proceso de recuperación con individuos mayormente jóvenes en sus clases diamétricas y altimétricas.

La estimación de los índices de diversidad y riqueza en el bosque seco “La Tomatera” establecieron a *Ceiba trichistandra* (A. Gray) como la especie con mayor importancia ecológica, diversidad media-alta según Shannon- Weaver y Simpson, y baja riqueza de especies forestales según Margalef.

## **7. Recomendaciones**

Instituir sistemas, programas o herbarios botánicos dentro de la carrera de ingeniería forestal de la Universidad Estatal del Sur de Manabí en la identificación de especímenes e caracterización de nuevas especies.

Establecer a los municipios de cada cantón del país la lista de especies y familias ecológicamente importantes del bosque seco evitando la destrucción y promoviendo a la conservación de la vegetación leñosa.

Profundizar en las variables ecológicas, ambientales e índices de diversidad sobre los aspectos estructurales del bosque seco de Portoviejo.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Acosta, H., V., Araujo, A., P. & Iturre, M., C. (2014). *Caracteres estructurales de las masas*. Recuperado de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>
- Aguirre, F, S. E., Piraneque, G, N. V., & Vásquez, P, J. R. (2018). Características edáficas y su relación con usos del suelo en Santa Marta, Colombia. *Entramado*, 14(1), 242-250. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v14n1/1900-3803-entra-14-01-242.pdf>
- Aguirre, M. Z. Betancourt, F. Y. Geada L. G. & Jasen, G. H. (2013). Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Revista científica Avances*, 15(2). 144-155. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5350870>
- Aguirre, M., Z., Chamba, V., M., Díaz, L., M. & Pacheco, P., E. (2021). Composición florística y estructura de un remanente de bosque seco en la Estación Experimental Zapotepamba, Loja, Ecuador. *Bosque Latitud Cero*, 11(1), 97-112. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/11oaO6EISzwL1vK56RS-IV4xCOHw98fBq/view>
- Aguirre, O., Hui, G., Von Gadow, K., & Jiménez, J. (2003). An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables. *Forest ecology and management*, 183(1-3), 137-145. Recuperado <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112703001026>
- Aguirre, Z., Kvist, L., & Sánchez T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. (pp. 162–187). Recuperado de <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf>
- Albán, M., A. (2021). *Normas para el manejo forestal sustentable del bosque seco*. Ministerio del Ambiente. (28 de agosto del 2007 – Estado: vigente). Recuperado de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/NORMAS-PARA-MANEJO-FORESTAL-SUSTENTABLE-DE-BOSQUE-SECO.pdf>
- Alvis, G, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayan. *Revista de biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1). 115-122 Recuperado de

<http://revistabioteecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/bioteecnologia/articulo/viewFile/114/94>

- Arteaga, D., J., R., Pelegrín, E., N. & Gómez, G., S. (2020). Planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Estudio de caso: Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Portoviejo. *Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 5(3), 40-50. Recuperado de <http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Recus>
- Astudillo, S., E., Flor, J. P., Medina, G., & Medina, A. (2019). Gestión de los bosques tropicales estacionalmente secos de la provincia de Santa Elena, Ecuador: una perspectiva desde la conservación. *Industrial data*, 22(2), 117-138. Doi: <https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.17393>
- Ballesteros, C., J., Morelo, G., L., & Pérez, T., J. (2019). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 41(1), 224-234. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/26618686>
- Basáñez, A. J., Alanís, J. L., & Badillo, E. (2014). Floristic composition and arboreal structure of the semideciduous and tropical forest at the ejido “El remolino”. Papantla. Vera Cruz: *Revista de Avances en Investigación Agropecuaria*, 12 (2). 3-22. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83712202.pdf>
- Bravo, V., E. (2014). *La biodiversidad del Ecuador*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>
- Cabezas, D., J., A. (2016). *Composición florística y estructural de la vegetación arbórea de un bosque seco tropical del alto Magdalena en el departamento del Tolima*. (Tesis de Grado). Universidad del Tolima. Ibagué-Tolima.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017. Estado: vigente. Recuperado de [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Constitución de la República del Ecuador. (2021). *Normas del derecho legislativo*. (20 de octubre del 2008- Estado: vigente). Recuperado de [https://wipolex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.html#LinkTarget\\_5991](https://wipolex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.html#LinkTarget_5991)
- Cue, G., J., L., Chagna, A. J., E., Palacios, C., W., A. & Carrión, B., M., A. (2020). Biodiversidad del componente forestal en dos campus de la Universidad Técnica



- del Norte, Ecuador. *Revistas de las Agrociencias*, 24, 9-28. doi:  
[https://doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i24.2360](https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i24.2360)
- Cueva, E., Lozano, D., & Yaguana, C. (2019). Efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística, estructura y biomasa arbórea del bosque seco andino, Loja, Ecuador. *Bosque (Valdivia)*, 40(3), 365-378. Recuperado de  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-92002019000300365&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-92002019000300365&script=sci_arttext)
- Cuvi, H., A. (2010). *Estudio de la diversidad florística a diferentes gradientes altitudinal en el bosque montano alto LLucud, cantón Chambo, provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.
- De Nova, V, J. A., Lara, P. C., Magdalena, M., Rodríguez, S., Martínez, J. F., & Olivo, A. M. (2018). *Los bosques tropicales estacionales*. Reyes-Hernández, H., JA de Nova-Vázquez y A. Durán-Fernández (coords.), Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa: biodiversidad y acciones para su conservación. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí/Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. San Luis Potosí, p, 59-77. Recuperado de  
[https://www.researchgate.net/profile/J-Arturo-De-Nova/publication/326835169\\_Los\\_bosques\\_tropicales\\_estacionales/links/5b67a75145851584787f1a91/Los-bosques-tropicales-estacionales.pdf](https://www.researchgate.net/profile/J-Arturo-De-Nova/publication/326835169_Los_bosques_tropicales_estacionales/links/5b67a75145851584787f1a91/Los-bosques-tropicales-estacionales.pdf)
- Díaz, Q., E. (2018). *Análisis estructural del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante parcelas permanentes de medición*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú.
- Escobar, N. (2013). Diagnóstico de la Composición Florística Asociada a Actividades Agropecuarias en el Cerro Quinini (Colombia). *Revista Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca*, 1(1), 10-28. Recuperado de  
[http://200.14.47.231/index.php/Ciencias\\_agropecuarias/article/view/181](http://200.14.47.231/index.php/Ciencias_agropecuarias/article/view/181)
- Escobar, P., P., A. (2018). *Reserva La Tomatera aplicación para ciclistas y senderistas*. (Tesis de Maestría). Universidad Casa Grande. Guayaquil. Ecuador.
- Escorcía, L., K. P., & Rodríguez, C., G. M. (2019). *Códigos de barra genéticos en especies arbóreas del bosque seco tropical de la costa caribe colombiana*. (Tesis de grado). Universidad Simón Bolívar. Barranquilla. Colombia.

- Espinosa, C. I., de la Cruz, M., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2). 167-179. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/16374398.pdf>
- Fundación secretos para contar. (2011). *secretosparacontar.org*. Recuperado de <http://www.secretosparacontar.org/Lectores/Contenidosytemas/Bosquesseco tropical es.aspx?CurrentCatId=264>
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, (pp. 1-34). Missouri.
- Graciano, Á., G., Aguirre, C., Ó. A., Alanís, R., E., & Lujan, S., J. E. (2017). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(12), 535-542. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3586/358652577012.pdf>
- Herazo, V., F., Mercado, G., J., & Mendoza, C., H. (2017). Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 8(1), 71-82. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v8n1/0121-7488-cide-8-01-00071.pdf>
- Hernández, P., & Giménez, A. M. (2016). Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Madera y bosques*, 22(3), 37-48. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712016000300037#B19](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712016000300037#B19)
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI (2012). *Memoria técnica del cantón Portoviejo*. Recuperado de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_portoviejo\\_clima\\_e\\_hidrologia.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_portoviejo_clima_e_hidrologia.pdf)
- Izquierdo, E. G., Blanco, J. A., López, G. G., Sospedra, R. S., González, M. G., Moreno, B. M., & Fonseca, J. S. (2015). *Contribución a la ecología del bosque semideciduo mesofilo en el sector oeste de la Reserva de la Biosfera “Sierra del Rosario”, orientada a su conservación*. (Tesis doctorado) Cuba.
- Jaramillo, D., N., Aguirre, M., Z., & Yaguana, P., C. (2018). Componente florístico del bosque seco, sector Bramaderos, parroquia Guachanama, cantón Paltas,

- suroccidente de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 25 (1). 87 – 104.  
Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a05v25n1.pdf>
- Jiménez, A., Gabriel, J. & Tapia, M. (2017). *Ecología Forestal*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/322156894>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido* (No. 634.95 L239s esp.). GTZ.
- Leal, E., C. E., Leal, E., N., Alanís, R., E., Pequeño, L., M. Á., Mora, O., A., & Buendía, R., E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(48), 252-270. doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>
- Lemos, V. L., & González, A. M. T. (2015). Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia). *Colombia forestal*, 18(1), 71-85. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939622006.pdf>
- Linares, P., R., Kvist, L., Z., Aguirre, M., & Gonzales, C. (2010). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forest. *Biodiversity and Conservation*, 19(1): 165- 185. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-009-9713-4>
- Lodoño, L. V. & Torres, G. A. M. (2015). Estructura y composición vegetal de un bosque seco tropical en regeneración en Bataclán (Cali, Colombia). *Colombia Forestal*, 18(1), 71-85.
- Margalef, R. (1995). *Ecología*. Barcelona, Omega. Recuperado de <http://www.ediciones-omega.es/ecologia/47-ecologia-978-84-282-0405-7.html>
- Matteucci & Colma, (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Monografía Secretaría general OEA (Serie Biología N°22), 8:12-22.
- Melo, O. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento del Tolima, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 23(1), 31-51. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682019000100031&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682019000100031&script=sci_abstract&tlng=en)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (MAGAP, 2012). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional*

- escala 1:25 000*. Recuperado de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_portoviejo\\_geopedologia.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PORTOVIEJO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_portoviejo_geopedologia.pdf)
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Recuperado de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Muñoz, C., J., Armijos, O., D. & Erazo, S., S. (2019). *Flora y fauna del bosque seco*. Recuperado de [https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/FLORA%20Y%20FAUNA%20DEL%20BOSQUE%20SECO\\_compressed\\_compressed.pdf](https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/FLORA%20Y%20FAUNA%20DEL%20BOSQUE%20SECO_compressed_compressed.pdf)
- Muñoz, J., Erazo, S. & Armijos, D. (2014). Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental “El Chilco” en el suroccidente del Ecuador. *Revista CEDAMAZ*, 4(1), 53-61. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/271833163\\_Composicion\\_floristica\\_y\\_estructura\\_del\\_bosque\\_seco\\_de\\_la\\_quinta\\_experimental\\_El\\_Chilco\\_en\\_el\\_suroccidente\\_del\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/271833163_Composicion_floristica_y_estructura_del_bosque_seco_de_la_quinta_experimental_El_Chilco_en_el_suroccidente_del_Ecuador)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020). ONU programa para el medio ambiente. *El estado de los bosques del mundo- Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021). *Glosario de definiciones*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/j5484s/j5484s12.htm>
- Rangel, A., J. L., & Martínez, H., N. J. (2017). Comparación de los ensamblajes de escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico-Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(2), 389-401. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345317300623>
- Reyes, J. C., Garza, E. J., Rodríguez, E. B., Calderón, O. A., & Martínez, J. I. (2017). Productividad y estructura vertical de un bosque templado con incidencia de incendios forestales. México: *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8 (43), 64-88. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v8n43/2007-1132-remcf-8-43-00064.pdf>

- Rivera, G., R., E. (2019). *Características físicas, ubicación geográfica y calidad del suelo agrícola de las provincias de la costa ecuatoriana*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Machala. Machala. Ecuador.
- Rodríguez, A., & Ramírez, W. (2018). *Inventario florístico del ecosistema de manglar en el sector Ostional (Muisne-Esmeraldas)*. (Tesis de Grado). Universidad Estatal Del Sur de Manabí. Jipijapa.
- Rodríguez, R., K. J., & Avella, M., E. A. (2017). *Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la vegetación arbórea, en la reserva forestal cárpatos (Guasca, Cundinamarca)*. (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.
- Vázquez, M., A., Larrea, M., Suárez, L., & Ojeda, P. (2001). Biodiversidad en los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. *EcoCiencia*, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque Seco, Quito. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=40536>
- Vega, D. (2013). *Seguimiento y valoración de teca (Tectona grandis L.f.), para la exportación en la provincia de Los Ríos, empresa REYBANPAC*. (Tesis de grado). Escuela Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3), 559-902. Doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345316300707>
- Zaragocín, B, N. E. (2010). *Crecimiento inicial de cuatro especies forestales y sin socio con maíz y fréjol en el colegio Fernando Chávez R. Otavalo- Ecuador. Capitulo I. Introducción*. (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.

## 9. Anexos

Anexo 1: - Establecimiento de parcelas y toma de variables dasométricas.



Anexo 2: - Identificación de especies arbóreas





## Document Information

<b>Analyzed document</b>	revision urkund kevin ariel martens.docx (D120647679)
<b>Submitted</b>	2021-12-01T13:59:00.000000
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	martens-kevin2251@unesum.edu.ec
<b>Similarity</b>	10%
<b>Analysis address</b>	cesar.cabrera.unesum@analysis.unkurd.com

## UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

*Creada el 7 de febrero de año 2001, según Registro Oficial No. 261*

### **AUTORIZACIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL DE LA UNESUM.**

Quien suscribe, Martens Aguayo Kevin Ariel, en calidad de autor del trabajo de investigación titulado: "Análisis estructural del bosque seco en el sector "La Tomatera" del valle de Portoviejo", otorgo a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción y distribución pública de la obra, la cual constituye un trabajo de autoría propia.

Declaro que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Estatal del Sur de Manabí, donde autorizo a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Además, como autor titular de la investigación y en relación a la misma, declaro que la Universidad Estatal del Sur de Manabí se encuentra libre de toda responsabilidad sobre el contenido de la obra y que, en ella asumo toda responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta autorización, se cede a la Universidad Estatal del Sur de Manabí el derecho exclusivo de archivar y publicar para ser consultado y citado por terceros la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se haga para obtener beneficios económicos.

**Atentamente**



Martens Aguayo Kevin Ariel

**CI: 1314012251**