



Universidad  
Nacional  
de Loja

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y LA  
REGENERACIÓN NATURAL DE *Bursera graveolens* (Kunth)  
Triana & Planch, EN EL SECTOR MALVAS, CANTÓN  
ZAPOTILLO, ECUADOR.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

Cesar Orlando Cabrera Guerrero

**DIRECTOR:**

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D.

**LOJA – ECUADOR**

**2021**



Universidad  
Nacional  
de Loja

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Loja, 20 de enero del 2021.

Señora Ingeniera

Johana Muñoz Mg. Sc

**GESTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL, UNL**

Loja.-

De mi consideración:

El señor Egresado Cesar Orlando Cabrera Guerrero, levantó, sistematizó y analizó los datos y, escribió los resultados de su investigación de tesis denominada: *EVALUACIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y LA REGENERACIÓN NATURAL DE *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, EN EL SECTOR MALVAS, CANTÓN ZAPOTILLO, ECUADOR*; entregó el documento de su tesis, éste fue revisado y corregido en tres borradores en formato digital.

Luego de las correcciones realizadas cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Nacional de Loja, en aspectos de forma y contenido. Además, certifico que la investigación de tesis se realizó dentro del cronograma aprobado.

Por esta razón **AUTORIZO** para que el señor Cesar Orlando Cabrera Guerrero, presente su trabajo de investigación para que sea calificado por un tribunal y continúe con los trámites para su graduación.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente.,



Firmado electrónicamente por:

ZHOFRE  
HUBERTO  
AGUIRRE  
MENDOZA

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Ph.D.

**DIRECTOR DE TESIS**

CI. 1102470067



Universidad  
Nacional  
de Loja

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

### FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Ing. Oscar Rodrigo Ordoñez Gutiérrez Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

#### **CERTIFICA:**

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y LA REGENERACIÓN NATURAL DE *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, EN EL SECTOR MALVAS, CANTÓN ZAPOTILLO, ECUADOR**, de autoría del Señor egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal, Cesar Orlando Cabrera Guerrero, portador de la cédula N° 1105192676, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para la sustentación pública.

Loja, 10 de mayo de 2021

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**OSCAR RODRIGO  
ORDONEZ  
GUTIERREZ**

.....  
Oscar Ordoñez Gutiérrez Mg. Sc.  
**PRESIDENTE**



Firmado electrónicamente por:

**DARIO ALFREDO  
VEINTIMILLA  
RAMOS**

.....  
Darío Veintimilla Ramos Mg. Sc.  
**VOCAL**

**OSCAR LENIN  
JUELA  
SIVISACA**

Firmado digitalmente por OSCAR LENIN  
JUELA SIVISACA  
DN: cn=OSCAR LENIN JUELA  
SIVISACA, o=EC-LOJA  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2021-05-10 20:46:05.00

.....  
Oscar Juela Sivisaca Mg. Sc.  
**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Cesar Orlando Cabrera Guerrero, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



Firmado electrónicamente por:  
CESAR ORLANDO  
CABRERA GUERRERO

**Correo:** cesar.o.cabrera@unl.edu.ec

**Cédula:** 1105192676

**Fecha:** Loja, 11 de mayo de 2021.

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Cesar Orlando Cabrera Guerrero, declaro ser el autor, de la tesis titulada **EVALUACIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y LA REGENERACIÓN NATURAL DE *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, EN EL SECTOR MALVAS, CANTÓN ZAPOTILLO, ECUADOR**, como requisito para optar por el grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional (RDI):

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los once días del mes de mayo del dos mil veintiuno, firma el autor.

**Firma:**



Firmado electrónicamente por:  
**CESAR ORLANDO  
CABRERA GUERRERO**

**Autor:** Cesar Orlando Cabrera Guerrero

**Número de cédula:** 1105192676

**Dirección:** Loja, Cantón Loja. Barrio Ciudad Victoria (Calle Jaime Hurtado)

**Correo electrónico:** cesar.o.cabrera@unl.edu.ec

**Celular:** 0994085765

### DATOS COMPLEMENTARIOS

**Director de Tesis:** Ing. Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D.

**Tribunal de Grado:** Ing. Oscar Rodrigo Ordóñez Gutiérrez Mg. Sc. (Presidente).

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Mg. Sc. (Vocal).

Ing. Oscar Lenin Juera Sivilaca Mg. Sc. (Vocal).

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Dios por la vida y la salud para finalizar con éxito mi investigación, a la Universidad Nacional de Loja, la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, la Carrera de Ingeniería Forestal, y a todo el personal docente y administrativo que contribuyeron día a día en mi formación profesional.

A mi familia, en especial a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

Al Dr. Zhofre Aguirre Mendoza por sus observaciones, ayuda y sobre todo paciencia en el desarrollo de la investigación.

De igual forma a los distinguidos miembros del tribunal, Ing. Oscar Ordóñez, Ing. Darío Veintimilla e Ing. Oscar Juela, gracias a sus conocimientos supieron guiarme técnicamente en el trabajo investigativo.

A la comunidad de Malvas ubicada en el cantón Zapotillo por darme la oportunidad de convivir y realizar mi trabajo de titulación, en especial a los miembros de la Asociación Comunitaria Bolívar Tello Cano y a la Sra. Violeta Condoy quien me brindó su ayuda en la fase de campo.

A mis compañeros, amigos y hermanos de la vida Marivi, Gonzalo, Jonathan Guamán y Jonathan López por brindarme los mejores momentos dentro y fuera de las aulas de clase.

A una persona quien en esta última etapa de formación me brindó Felicidad, Entusiasmo y Resiliencia, además infinitas gracias por su apoyo incondicional, por creer en mí y por dejarme ser parte de su vida, pero sobre todo por motivarme hacer las cosas de mejor manera.

*Gracias a todos.*

*Cesar Orlando Cabrera.*

## **DEDICATORIA**

**Con todo el amor del mundo dedico este trabajo de investigación a:**

Indiscutiblemente le dedico este trabajo de investigación a nuestro Padre Dios y a la Virgen del Cisne, por darme la fortaleza, fe, esperanza y la luz para culminar mi carrera profesional.

A mis amados, grandiosos y extraordinarios padres, Magali y Lenin que siempre estuvieron apoyándome en todo momento, siendo ejemplo de superación y entrega, inculcando en mí valores y principios de humildad, honradez y superación; enseñándome que el amor, unión y comprensión, fortalecen nuestro espíritu y a no desmayar ante las adversidades que en la vida se presentan.

A mis queridos hermanos Jhon y Mateo por ser mi motivación, mis ganas de superarme y por formar parte de mi caminar.

A mis familiares y amigos quienes me han brindado su apoyo y han sido un pilar fundamental durante esta etapa de mi vida.

*Con cariño...*

*Cesar Orlando.*

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>PORTADA</b> .....	<b>I</b>
<b>CERTIFICADO DIRECTOR DE TESIS</b> .....	<b>II</b>
<b>CERTIFICADO TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>III</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>IV</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>XII</b>
<b>TÍTULO</b> .....	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XVI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Ecología de poblaciones .....	4
2.2. Rasgos básicos para describir la estructura de las poblaciones .....	4
2.2.1. Disposición espacial.....	4
2.2.1.1. Métodos para evaluar la disposición espacial en especies vegetales.....	6
2.2.1.2. Índices para determinar la disposición espacial.....	7
a) Índice de Morisita .....	7
b) Índice de varianza media (I) .....	8
c) Índice de Clark-Evans (R) .....	9
2.2.2. Estructura de edades. ....	9
2.2.3. Densidad poblacional.....	11
2.3. Regeneración natural de especies forestales .....	11
2.3.1. Metodología para registrar, medir y evaluar la regeneración natural. ....	12
2.3.2. Condiciones y factores que influyen en la regeneración natural. ....	13
2.4. Muestreo dirigido a especies arbóreas particulares .....	13
2.5. Descripción botánica de <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch. ....	14

2.5.1.	Distribución de <i>Bursera graveolens</i> en el Ecuador. ....	15
2.5.2.	Importancia ecológica y económica de la especie. ....	15
2.5.3.	Amenazas para <i>Bursera graveolens</i> .....	16
2.6.	Estudios relacionados sobre ecología de poblaciones .....	16
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
3.1.	Área de estudio .....	21
3.2.	Descripción del área de estudio .....	21
3.3.	Diseño de muestreo.....	22
3.4.	Evaluación de los parámetros poblacionales de <i>Bursera graveolens</i> .....	24
3.4.1.	Disposición espacial.....	25
3.4.2.	Densidad poblacional.....	28
3.4.3.	Estructura etaria .....	28
3.5.	Evaluación de la regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> .....	29
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
4.1.	Evaluación de parámetros poblacionales de <i>Bursera graveolens</i> .....	31
4.1.1.	Disposición espacial de <i>Bursera graveolens</i> . ....	31
4.1.2.	Densidad poblacional de <i>Bursera graveolens</i> .....	32
4.1.3.	Estructura etaria de <i>Bursera graveolens</i> . ....	33
4.2.	Evaluación de la regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> . ....	34
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>36</b>
5.1.	Evaluación de parámetros poblacionales de <i>Bursera graveolens</i> .....	36
5.1.1.	Disposición espacial de <i>Bursera graveolens</i> . ....	36
5.1.2.	Densidad poblacional de <i>Bursera graveolens</i> .....	37
5.1.3.	Estructura etaria de <i>Bursera graveolens</i> . ....	38
5.2.	Evaluación de regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> . ....	39
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Categorías de regeneración natural, recomendadas para la investigación.....	12
Tabla 2. Intensidad de muestreo para cada categoría de regeneración natural .....	13
Tabla 3. Hoja de campo para recolección de datos de <i>Bursera graveolens</i> .....	24
Tabla 4. Interpretación del índice de Morisita estandarizado (Ip) .....	27
Tabla 5. Registro del número de individuos por cuadrante .....	28
Tabla 6. Categorías de regeneración natural utilizadas para el estudio de <i>Bursera graveolens</i> . .....	29
Tabla 7. Hoja de campo para recolección de datos de regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> . .....	29
Tabla 8. Fórmulas para el cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación aplicados a la regeneración natural <i>Bursera graveolens</i> . .....	30
Tabla 9. Matriz de análisis de vecino más próximo de <i>Bursera graveolens</i> , en el sector de Malvas, cantón Zapotillo, utilizando el software Qgis 3.12. ....	32
Tabla 10. Número de individuos y densidad poblacional de <i>Bursera graveolens</i> en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.....	32
Tabla 11. Parámetros estructurales de la regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> en el sector de Malvas, cantón Zapotillo. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Modelos generalizados de la distribución espacial de poblaciones. ....	5
Figura 2. Disposición espacial por la metodología: a) individuo o vecino más cercano, b) pares al azar c) cuadrantes centrados. ....	7
Figura 3. Representación de una pirámide poblacional.....	10
Figura 4. Diagrama de la estructura de una población de acuerdo con la edad. ....	10
Figura 5. Ubicación del área de estudio en el contexto parroquial y cantonal de Zapotillo.....	21
Figura 6. Diseño de muestreo para la evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> , indicando la ubicación de las parcelas para el muestreo. ....	23
Figura 7. Forma y diseño de parcelas y parcelas anidadas para la evaluación de parámetros poblacionales y de regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> .....	24
Figura 8. Proceso a seguir para Análisis de vecino más próxima en Qgis 3.4.....	27
Figura 9. Mapa de disposición espacial de <i>Bursera graveolens</i> a escala 1:2 500, en el sector Malvas, cantón Zapotillo.....	31
Figura 10. Pirámide poblacional de la estructura etaria en base al diámetro de <i>Bursera graveolens</i> , en el sector de Malvas, cantón Zapotillo. ....	33
Figura 11. Número de individuos / 0,72 ha de las categorías de regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> en el sector Malvas, cantón Zapotillo. ....	34
Figura 12. Número de individuos/ha por categoría de regeneración natural <i>Bursera graveolens</i> en el sector Malvas, cantón Zapotillo.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Anexo 1. Cálculo del Índice de Morisita para determinar la disposición espacial de <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch. ....	52
Anexo 2. Base de datos de densidad poblacional de <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch, por parcela. ....	54
Anexo 3. Base de datos de individuos de <i>Bursera graveolens</i> igual o mayor a 10 cm de DAP, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.....	55
Anexo 4. Base de datos de la regeneración natural de <i>Bursera graveolens</i> , en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.....	58
Anexo 5. Evidencia de los trabajos de campo del proceso de la investigación. ....	58

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y  
LA REGENERACIÓN NATURAL DE *Bursera graveolens*  
(Kunth) Triana & Planch, EN EL SECTOR MALVAS,  
CANTÓN ZAPOTILLO, ECUADOR.**

## RESUMEN

El estudio de la dinámica de poblaciones es esencial para el manejo de los bosques secos, éstos son ecosistemas con un alto grado de amenaza y poco estudiados. *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, es una especie típica de este ecosistema y tiene importancia ecológica y económica para la población humana por sus usos ancestrales y actualmente por la extracción de aceite esencial. Además, sus poblaciones han sufrido cambios, debido al constante sobrepastoreo de ganado caprino y a su aprovechamiento inapropiado. Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar los parámetros poblacionales: distribución espacial, densidad poblacional, estructura etaria y la regeneración natural de *Bursera graveolens*, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo; para lo cual se realizó un muestreo sistemático estableciendo 18 parcelas temporales de 20 m x 20 m con una separación de 250 m entre parcelas, se registraron datos de altura, DAP, coordenadas geográficas y estados fitosanitario. Para levantar información de regeneración natural, cada parcela fue dividida en subparcelas, según las categorías: plántulas y brinzal en subparcelas de 2 m x 2 m, latizal bajo en subparcelas de 5 m x 5 m y latizal alto en subparcelas de 10 m x 10 m. Para determinar la distribución espacial se utilizó el Índice de Morisita Estandarizado ( $I_p$ ) y Análisis del Vecino Próximo en Qgis, la densidad población de determinó aplicando la fórmula de densidad absoluta, para la estructura de edades se usó la agrupación de los individuos en clases diamétricas, y para la evaluación de la regeneración natural se calculó los parámetros estructurales densidad relativa, frecuencia e Índice de Valor de Importancia. El patrón de distribución espacial de *Bursera graveolens*, mediante el índice de Morisita Estandarizado es uniforme (- 0,087), la densidad es de 119 individuos/ha, la estructura etaria muestra que la mayor cantidad de individuos se agrupa entre 22,60 cm y 25,74 cm de DAP con 19 individuos, seguida de la clase diamétrica entre 25,75 cm a 28,89 cm de DAP con 18 individuos. La regeneración natural es escasa, la categoría que contiene mayor número de individuos es

brinjal con 114 individuos/ha, siendo también la de mayor Índice de Valor de Importancia. Se determinó que la población de *Bursera graveolens* está formada mayormente por individuos adultos, también se evidencia que la regeneración de la especie es escasa, debido principalmente al sobrepastoreo y actividades antrópicas de colección de frutos y semillas para la obtención de aceites esenciales.

**Palabras clave:** parámetros poblaciones, distribución espacial, densidad poblacional, estructura etaria, regeneración natural, *Bursera graveolens*.

## ABSTRACT

The study of population dynamics is essential for the management of dry forests; these are ecosystems with a high degree of threat and little studied. *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, is a typical species of this ecosystem and has ecological and economic importance for human the population that uses it ancestrally and currently for the extraction of essential oil; In addition, their populations suffer changes due to the constant overgrazing of goats and inappropriate use. This research was carried out with the aim of evaluating population parameters: spatial distribution, population density, age structure and the natural regeneration of *Bursera graveolens*, in the Malvas sector, Zapotillo canton. Systematic sampling was carried out establishing 18 temporary plots of 20 m x 20 m with a separation of 250 m between plots, height data, DAP, geographical coordinates, and phytosanitary states were recorded. To gather natural regeneration information, each plot was divided into subplots, according to the categories: seedlings and sapling subplots of 2 m x 2 m, low latizal of 5 m x 5 m subplots and high latizal of 10 m x 10 m subplots. To determine the spatial distribution the *Standardized Morisita Index* ( $I_p$ ) and Near Neighbor Analysis was used in Qgis, the population density was determined by applying the absolute density formula, for the age structure the grouping of individuals in diametric classes was used, and for the assessment of natural regeneration, the structural parameters relative density, frequency, and Importance Value Index were calculated. The spatial distribution pattern of *Bursera graveolens*, using the Standardized Morisita index is uniform ( $-0,087$ ), the density is 119 individuals/ha, the age structure shows that the largest number of individuals is grouped between 22,60 cm and 25,74 cm of DAP with 19 individuals, followed by the diametric class between 25,75 cm to 28,89 cm of DAP with 18 individuals. Natural regeneration is scarce, the category containing the highest number of individuals is sapling with 114 individuals/ha, also being the one with the highest Importance Value Index. It was determined that the *population of Bursera graveolens* is mostly made up of adult

individuals, it is also evident that the regeneration of the species is scarce, mainly due to overgrazing and anthropic fruit and seed collection activities for obtaining essential oils.

**Keywords:** population parameters, spatial distribution, population density, age structure, natural regeneration, *Bursera graveolens*.

## 1. INTRODUCCIÓN

La deforestación de los bosques nativos producto de actividades antrópicas ha ocasionado la pérdida de diversidad genética, específica y ecosistémica (Lovera, 2003). Cada elemento que conforman los ecosistemas se degrada, modificando los procesos, esto conlleva a que en algunos casos se provoque extinciones indirectamente de las especies (Navarro *et al.*, 2015).

En la zona sur de Ecuador que corresponde a las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, la deforestación crece a ritmo acelerado; según Orbe (2015) y Aguirre *et al.* (2012), en el sur de Ecuador los bosques nativos están amenazados por actividades como la agricultura, ganadería y explotación maderera, siendo la principal fuente de ingresos económicos para el sustento de las familias.

Los bosques secos son ecosistemas en los que generalmente existen asentamientos humanos, siendo además poco estudiados y muy amenazados, principalmente por la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, motivo por el cual son intervenidos y destruidos (Aguirre *et al.*, 2006). Se caracterizan por estar sometidos a un período de sequía que condiciona la mayoría de sus procesos ecológicos (Mass y Burgos, 2011).

El bosque seco ecuatoriano, es catalogado como área de importancia biológica debido a que forma parte de la región Tumbesina que posee un alto grado de endemismo y así mismo habitan especies de flora y fauna con características únicas en el mundo, razón por la cual ha sido clasificada como ecorregión y es prioridad regional de conservación. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2007).

Pese a la importancia biológica del bosque seco, se evidencia una considerable reducción de sus remanentes por el desarrollo poblacional y las constantes presiones antrópicas como la extracción de recursos forestales maderables y no maderables, conversión de áreas,

que han desencadenado en la sobreexplotación de especies valiosas como: *Handroanthus crisanthus* (guayacán); *Loxopterigium huasango* (gualtaco); *Bursera graveolens* (palo santo). Considerando que estas especies son representativas del bosque seco de la región sur del Ecuador, no existen acciones concretas de manejo y conservación (Aguirre y Delgado, 2005).

En esta perspectiva *Bursera graveolens* se ha utilizado desde épocas remotas como medicina natural y la madera seca como incienso, hace algunos años a nivel industrial mediante la extracción de aceite esencial a partir de su madera, un proceso no sustentable, ya que implica la tala del árbol. En el año 2005 con el fin de cubrir la necesidad del mercado, se inició un estudio para la extracción de aceite esencial de otras partes de la especie sin ocasionar daño al ambiente; y, en el año 2007 se encontró una significativa concentración de aceite esencial en los frutos y flores del palo santo (Manzano, 2009). En la actualidad la Asociación Comunitaria “Bolívar Tello Cano”, ubicada en el Valle del Palo Santo, sector Malvas, cantón Zapotillo, aprovecha de forma sostenible esta especie, extrayendo el aceite esencial de palo santo (Asociación Comunitaria Bolívar Tello Cano, 2016).

La regeneración natural de *Bursera graveolens* no es abundante, se ve afectada especialmente porque las plántulas jóvenes son alimento del ganado, son ramoneados por caprinos y animales silvestres como el venado y conejo (Motto, 2005).

Es necesario realizar acciones de conservación y manejo de *Bursera graveolens*, para generar conocimientos sobre su ecología, considerando componentes como: la abundancia relativa y/o tamaño poblacional, distribución y factores causales de su distribución y abundancia, aspecto que es fundamental en el estudio de la dinámica poblacional de especies vegetales (Smith y Smith, 2007); y que se cubrieron en esta investigación, con el cumplimiento de los objetivos:

## Objetivo General

Contribuir con información científica sobre los parámetros poblacionales y la regeneración natural de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, en el sector Malvas, cantón Zapotillo, con miras a su manejo sostenible.

## Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros poblacionales de *Bursera graveolens*, a través del análisis de la disposición espacial, densidad poblacional y estructura etaria en el sector Malvas, cantón Zapotillo.
- Evaluar el estado de la regeneración natural de *Bursera graveolens*, en el sector Malvas, cantón Zapotillo.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Ecología de poblaciones**

La ecología de poblaciones se define como el estudio de la dinámica poblacional que identifica cuales son los factores que influyen en la abundancia poblacional en una región; y/o tamaño poblacional, a través del conocimiento de los factores que determinan dicha situación (Hurtado, 2012). Complementando este concepto Smith y Smith (2007), manifiesta que las poblaciones presentan una estructura, esta relación se da entre el porcentaje de individuos por clase de edades y el espacio entre cada individuo.

### **2.2. Rasgos básicos para describir la estructura de las poblaciones**

Para describir la estructura de poblaciones se debe considerar aspectos importantes como:

#### **2.2.1. Disposición espacial.**

La disposición espacial expresa la manera como los individuos de una población se ubican en un espacio determinado, siendo un parámetro fundamental para entender las distintas estrategias que utilizan las especies para provechar los recursos, considerando que los bosques no son homogéneos, por lo tanto, toda el área no es el hábitat apropiado para el establecimiento de los individuos de la especie (Smith y Smith, 2007). El análisis de patrón de distribución espacial de especies vegetales, se apoyan en diferentes métodos e índices probabilísticos (Aguirre *et al.*, 2003), de manera particular en los índices de Cox y Morisita, en los cuales solo se necesita contar con información sobre abundancia de la especie en estudio (Ledo *et al.*, 2012; Ledo, 2013).

Según Morlans (2004), la distribución espacial puede ser al azar, uniforme y agrupada (Figura 1).

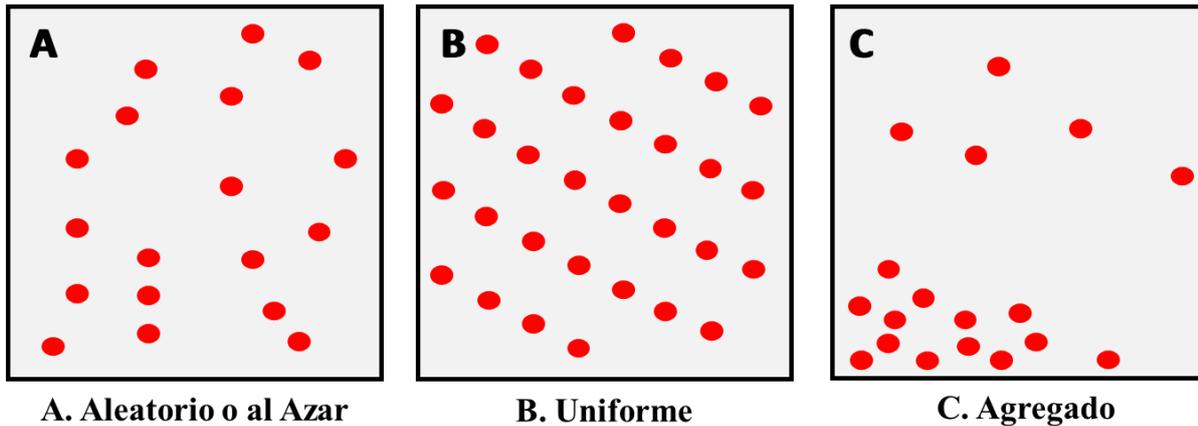


Figura 1. Modelos generalizados de la distribución espacial de poblaciones.

Fuente: Morlans, (2004)

*Distribución al azar*, se presenta donde el ecosistema es muy homogéneo y no hay atracción social.

*Distribución uniforme*, los individuos se encuentran distribuidos uniformemente y tienen un espaciamiento de manera casi similar. Smith y Smith (2007), menciona que una distribución uniforme generalmente resulta de alguna forma de interacción negativa entre los individuos (competencia), en las poblaciones de plantas existe una competencia por los recursos como el agua o nutrientes.

*Distribución agrupada*, ocurre como respuesta a los diferentes tipos de hábitat donde los individuos encuentran las mejores condiciones ambientales. La agregación responde también al modo de reproducción y dispersión de propágulos, comportamiento social, discontinuidad de ecotopos favorables, fuego, inundaciones recurrentes. La distribución agrupada es la más frecuente en la naturaleza y se produce por la tendencia a la agregación de sus individuos, así como las plantas tienden a esparcir sus semillas, los animales también pueden colocar sus nidos o crías en las proximidades o en el mismo lugar habitado por ellas.

Según Morlans (2004), manifiesta que la tendencia de los organismos a distribuirse en agregados se debe a diferentes causas como:

- *El tipo de reproducción de la especie* que forma la población. En las plantas y algunos animales inferiores, la agregación es inversamente proporcional a la movilidad de los elementos de diseminación como: semillas, esporas, huevos y larvas.
- *Las diferencias de hábitat* producen una discontinuidad, que obliga a los individuos a vivir en un área reducida.
- *Las variaciones climáticas diarias o estacionales* que ocasionan la agregación de los organismos para resistir mejor los cambios en los factores como temperatura, humedad y viento.
- *Factores bióticos* adversos que conducen a una agrupación de los individuos para protegerse mejor contra los peligros externos y atracción social de los organismos.

De acuerdo con Begon *et al.* (2006) la importancia de estudiar la disposición espacial en una población de una determinada especie concierne a determinar las propiedades emergentes y entender los procesos biológicos subyacentes, identificar factores generadores que permitan interpretar la dinámica poblacional a partir de los cambios en el patrón espacial.

#### ***2.2.1.1. Métodos para evaluar la disposición espacial en especies vegetales.***

Autores como Juárez (2013), Montani y Busso (2004) y Martella *et al.* (2012) realizaron una recopilación de algunos métodos que se emplean desde 1999 para determinar el tipo de disposición espacial (Figura 2):

- a) Método de individuo más cercano: Se ubican puntos al azar y se miden las distancias entre cada individuo más cercano a él. Se obtienen tantas distancias como puntos al azar y se registra igual número de individuos.
- b) Método del vecino más cercano: Se selecciona el árbol más cercano al punto al azar y se mide la distancia entre el árbol y su vecino más cercano. Se obtienen tantas distancias como puntos y se registran dos veces más árboles que en el método anterior.

- c) Método de pares al azar: Se traza una línea imaginaria entre el punto de muestreo y el individuo más próximo a él, para luego trazar una perpendicular a esta línea que pase por el punto. Se mide entonces la distancia entre el individuo más próximo al punto, pero por fuera del ángulo de exclusión de  $180^\circ$ , del cual la primera línea imaginaria es la bisectriz ( $2^\circ$  integrante del par) y el primer individuo.
- d) Métodos de los cuadrantes centrados: Con cada punto de muestreo como centro, se traza un par de coordenadas ortogonales; se mide la distancia entre el punto los cuatro árboles más cercanos ubicados en cada uno de los cuadrantes. Por cada punto se obtienen cuatro distancias que se promedian y se registran cuatro árboles, se considera un número mínimo.

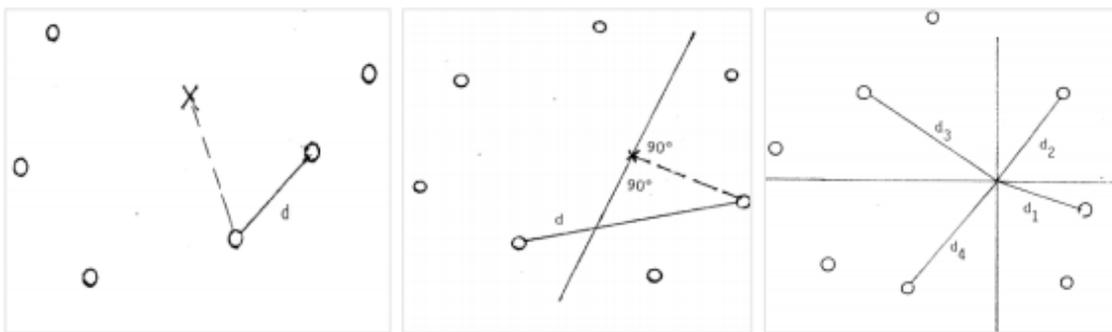


Figura 2. Disposición espacial por la metodología: a) individuo o vecino más cercano, b) pares al azar c) cuadrantes centrados.

Fuente: Montani y Busso, (2004)

### 2.2.1.2. Índices para determinar la disposición espacial.

#### a) Índice de Morisita

Debido a que el tamaño del cuadrante (UM) puede afectar la estimación, es deseable entonces tener una medida de dispersión independiente del tamaño de la unidad muestral. Supóngase que la población consiste en manchones de individuos de diferentes densidades y

dentro de cada manchón los individuos están distribuidos de forma aleatoria; para situaciones como ésta se puede usar el modelo de Morisita (1959):

$$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - \sum_{i=1}^n X_i} \quad (1)$$

Donde:

$I_d$  = Índice de Morisita

$\sum X^2$  = Sumatoria las frecuencias observadas al cuadrado

$n$  = Número de muestras.

### b) Índice de varianza media (I)

Indica la razón entre el valor de la varianza y la media muestral del conjunto a analizar. Explora el patrón de puntos que se recuenta por parcela (quadrat analysis). De acuerdo con la variación del número de individuos por parcela, si la distribución se asemeja a una distribución de Poisson la disposición es al azar, si es mayor a lo esperado ( $S^2 > \bar{X}$ ), la distribución es contagiosa y si la variación del número de individuos es menor a lo esperado ( $S^2 < \bar{X}$ ), es uniforme:

$$C = \frac{S^2}{\bar{X}} \quad (2)$$

Donde:

$S^2$  = Varianza de los organismos.

$\bar{X}$  = Media de los organismos

Para determinar si el valor del coeficiente de dispersión (CD) se desvía significativamente de la unidad, es decir si efectivamente la varianza es mucho mayor que la media y que tal diferencia no es por errores aleatorios de medición, se efectuó una prueba de hipótesis con un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , utilizando la prueba T-student como estadístico de prueba.

$$t = \frac{\left(\frac{S^2}{\bar{X}}\right)}{\sqrt{\frac{2}{(n-1)}}} \quad (3)$$

**c) Índice de Clark-Evans (R)**

Clark y Evans (1954) fueron los primeros en sugerir un método para analizar patrones para mapas espaciales. Utilizaron la distancia desde un individuo hasta su vecino más cercano como medida relevante. Estas distancias se miden para todos los individuos en el mapa espacial y, por lo tanto, no hay problemas con el muestreo aleatorio porque es una enumeración completa de esta población local.

$$R = r_A r_E \quad (4)$$

Donde:

$r_A$  = Distancia al vecino más cercano.

$r_E$  = Distancia esperada al vecino más cercano.

<b>Valoración</b>	<b>Significancia</b>
R = 1	Patrón espacial aleatorio
R = 0	Patrón espacial agrupado
R = 2,15	Patrón espacial uniforme

**2.2.2. Estructura de edades.**

La dificultad que se muestra para determinar la proporción de edades de acuerdo con Morlans (2004), es que se requiere un conocimiento de la biología de la especie, sin embargo, se puede analizar a los anillos de crecimiento, pero estos en ocasiones no tienen una visualización clara. Cuando no es posible determinar la edad individual también se puede utilizar las clases diamétricas de la especie para corroborar un estudio biológico.

La estructura etaria de las poblaciones es poco estudiada, la razón principal es la dificultad para determinar la edad de las especies (Smith y Smith, 2007).

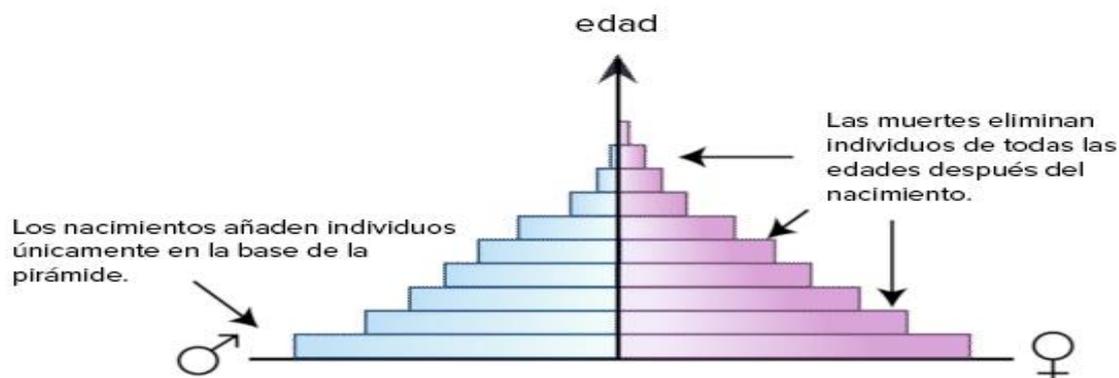


Figura 3. Representación de una pirámide poblacional.

Fuente: Morlans (2004)

Morlans (2004), describe tres tipos de pirámides de distribución etaria: el primer tipo de pirámide con una base amplia, es decir una proporción alta de individuos jóvenes, característico de las poblaciones de crecimiento rápido. El segundo es de tipo intermedio con un porcentaje moderado de los individuos en todas las edades, propio de poblaciones estacionarias; el tercero presenta una base estrecha con mayor cantidad de individuos adultos que jóvenes, característico de poblaciones que están declinando (Figura 3 y 4).

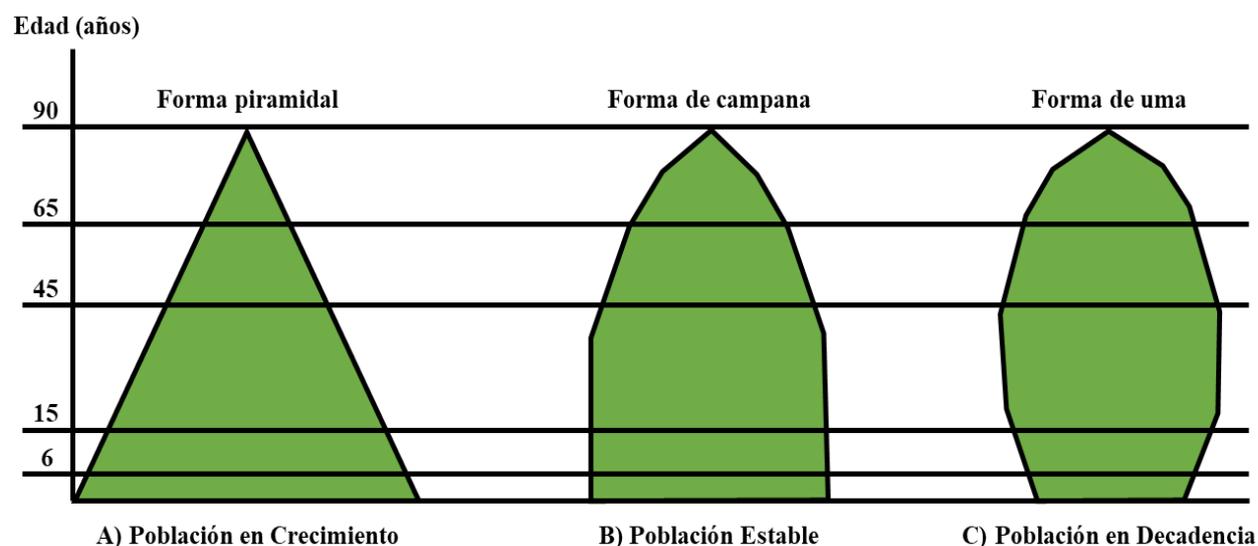


Figura 4. Diagrama de la estructura de una población de acuerdo con la edad.

Fuente: Morlans (2004)

### **2.2.3. Densidad poblacional.**

La densidad poblacional permite consolidar la información y efectuar comparaciones en tiempo y espacio; se define como el número de individuos de una población por unidad de área y hábitat (Martella *et al*, 2012). Smith y Smith (2007), mencionan que para referirse a la disposición por zonas se utiliza el término de densidad ecológica, es decir, el número de individuos por unidad de espacio habitable disponible.

Existe una relación entre número de individuos, abundancia y densidad. Por abundancia se entiende al número (absoluto) de individuos de la población y, por densidad al número de individuos por unidad de espacio (superficie o volumen), donde se pueden distinguir una densidad bruta, que considera al espacio total y una densidad específica o ecológica, que considera el espacio que efectivamente puede ser colonizado por una población dada.

La medición de la abundancia poblacional es la actividad primordial tanto para la investigación y posterior la toma de decisiones en el manejo de la especie.

### **2.3. Regeneración natural de especies forestales**

Muñoz (2017), menciona que la regeneración natural es el proceso mediante el cual se perpetúan las especies, ya que de las semillas se generan nuevas plantas; además constituye el conjunto de actividades ecológicas cíclicas que depende de factores bióticos y abióticos, así como de las actividades antrópicas que ocurren dentro del bosque.

Las fases de producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas representan un cuello de botella muy fuerte en la demografía de las especies, pues los estadios más tempranos en el ciclo de vida de las plantas (semillas y plántulas) son los más vulnerables a las de origen ambiental y biótico, y por ende los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad (Aguirre *et al.*, 2014). Los estudios de regeneración natural en el bosque

seco son escasos Contento (2000), Herbario Loja *et al.*, (2001); Morales (2002), Ambuludí (2009), Aguirre y Geada (2015).

### 2.3.1. Metodología para registrar, medir y evaluar la regeneración natural.

El estudio de la regeneración natural se realiza dentro de la misma parcela de muestreo sea esta temporal o permanente (Aguirre, 2019). Así mismo, Cárdenas *et al.* (2008) contabiliza a los individuos de la especie en cuatro categorías de regeneración (Tabla 1). Orozco y Brumér (2002) mencionan que el conocimiento y la metodología para muestrear la regeneración natural determinan la sostenibilidad a largo plazo de la producción maderera cuando se habla de explotación en bosques nativos.

Tabla 1. Categorías de regeneración natural, recomendadas para la investigación

<b>Categoría de regeneración</b>	<b>Dimensión</b>
Plántulas	1 a 30 cm de altura
Brinzal	0,3 m-<1,5 m altura
Latizal bajo	$\geq 1,5$ m – 4,9 cm DAP
Latizal alto	$\geq 5$ cm - 9,9 cm DAP

Fuente: Cárdenas *et al.* (2008)

Para cada categoría de regeneración se utiliza una unidad de registro de tamaño diferente, de manera que, si el tamaño de la regeneración aumenta, también aumenta el tamaño de la parcela de muestreo, las dimensiones de las parcelas se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Intensidad de muestreo para cada categoría de regeneración natural

<b>Categoría de regeneración</b>	<b>Tamaño de unidad de registro</b>
Plántula	2 m x 2 m
Brinzal	2 m x 2 m
Latizal bajo	5 m x 5 m
Latizal alto	10 m x 10 m

Fuente: Cárdenas *et al.* (2008)

La selección del área se puede hacer de manera aleatoria o sistemática. Si se utiliza el muestreo sistemático, se debe determinar previamente las direcciones y distancias para la instalación de las parcelas. Este tipo de muestreo es el más utilizado ya que da mayor facilidad de acceso y agiliza las labores de campo (Orozco y Brumér, 2002).

### **2.3.2. Condiciones y factores que influyen en la regeneración natural.**

Para Serrada (2003), la regeneración natural se puede dar sólo cuando la especie se encuentra en condiciones favorables de los factores ecológicos que definen su estación; además la masa por regenerar deberá tener madurez y producción suficiente de semilla.

Las condiciones del suelo influyen en la regeneración natural independientemente de la concordancia de sus propiedades con la especie, debido a que aquí se desarrollaran los procesos de germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las plántulas (Muñoz y Muñoz, 2010).

### **2.4. Muestreo dirigido a especies arbóreas particulares**

Díaz (2005), menciona varios aspectos en cuanto al muestreo realizado a especies arbóreas dentro del bosque. En primer lugar, considera que el monitoreo es un requisito fundamental para el estudio de las condiciones de la especie, esto hace referencia a que puede ser considerada de alto valor para conservación, o si se encuentra en alguna categoría que

requiera medidas para su protección. Por otro lado, al manejar un bosque la composición de las especies arbóreas puede cambiar, ya que al hacerlo los aspectos biológicos requeridos como el nivel de luz, que influyen en el crecimiento, sobrevivencia de árboles jóvenes, producción de frutos y germinación de semillas de las especies, creando un efecto contrario que afecta su sostenibilidad ecológica y su importancia comercial y de conservación.

Otro de los planteamientos que se destaca del estudio de Díaz (2005), es que los niveles de luz permiten hacer una clasificación funcional de las especies (tolerante e intolerante), lo que estaría relacionado con la longevidad y calidad de madera, cuya importancia relativa variará dependiendo del tipo y grado de perturbación del bosque

## **2.5. Descripción botánica de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.**

**Reino:** Vegetal

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Dicotiledónea

**Orden:** Sapindales

**Familia:** Burseraceae

**Género:** *Bursera*

**Especie:** *graveolens*

**Nombre Científico:** *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.

**Nombre común:** Palo Santo

*Bursera graveolens* es una especie nativa, decidua y de uso no maderable que se distribuye en los Bosques Secos Tropicales (Borja y Lasso, 1990; Rzedowski *et al.*, 2004). En ecosistemas favorables alcanza alturas de hasta de 15 metros, con copa de hasta 12 metros de diámetro, cabe recalcar que todas sus partes vegetativas tienen olor agradable (Puescas, 2010).

El fuste es cilíndrico ramificado desde 2 m del suelo. Copa redondeada, medianamente cerrada. Corteza externa lisa, color azulado a pardo cenizo (joven) y marrón (adulto). Presencia de glándulas resiníferas que exudan una resina con olor alcanforado o incienso (Aguirre, 2012). Hojas compuestas, imparipinnadas y alternas, pueden tener entre 3 a 4 pares de folíolos, pero también pueden llegar hasta 9 folíolos, su borde es aserrado-dentados. Flores hermafroditas pequeñas, blanco-lila de 3 cm de longitud en inflorescencia panícula de 10 cm de longitud, siendo la floración a finales del mes de abril, realizando una mayor floración en los meses de junio y julio. El fruto es una drupa abayada, presenta un color verde a verde rojizo, aovado de 1 cm de longitud con tres ángulos, dehiscente, glabra. Las semillas de la especie son de longitud promedio 6 a 8 mm y presentan un color marrón lustroso y en la parte superior lo caracteriza el color rojizo, con ranura de color, se propaga por semillas (Puecas, 2010; Aguirre, 2012; Rzedowski *et al.*, 2004).

#### **2.5.1. Distribución de *Bursera graveolens* en el Ecuador.**

Esta especie habita en planicies y laderas del bosque seco, entre 0 y 2000 m.s.n.m., en las provincias de Loja, El Oro, Guayas, Santa Elena, Manabí, Imbabura y Galápagos (Jorgensen y León-Yáñez, 1999).

#### **2.5.2. Importancia ecológica y económica de la especie.**

Puecas (2010), menciona que el proceso de floración de esta especie inicia en el mes de abril, teniendo un mayor auge en los meses de junio y julio. Se desarrolla en la zona de vida que según Holdridge es bosque seco ecuatorial, se encuentra a escasos metros del mar y la composición del suelo es 90 % arena. El área de distribución de la especie es amplia, sin embargo, la mayoría de los árboles se encuentran en bosques primarios, por lo cual la deforestación es una importante amenaza (León-Yáñez *et al.*, 2011).

*Bursera graveolens* se ha utilizado desde épocas remotas como medicina natural y la madera seca como incienso, en la actualidad tiene uso a nivel industrial mediante la extracción de aceite esencial a partir de su madera, un proceso ecológicamente no sustentable ya que implica la tala del árbol. En el año 2005 se inició un estudio para la extracción de aceite esencial de otras partes de la especie y fue en el año 2007 que se encontró una significativa concentración de aceite esencial en los frutos (Manzano, 2009).

### **2.5.3. Amenazas para *Bursera graveolens*.**

Los bosques secos son ecosistemas que están amenazados principalmente por la ampliación de la frontera agrícola, quema de vegetación y pastoreo; además, el desarrollo de zonas urbanas reduce los remanentes con vegetación, los mismos que tradicionalmente han interactuado con la población local, facilitando la extracción de recursos forestales madereros, incluso se han sobreexplotado especies forestales valiosas como: *Handroanthus crisanthus*, *Loxopterigium huasango*, *Bursera graveolens* (Aguire y Delgado, 2005).

## **2.6. Estudios relacionados sobre ecología de poblaciones**

La evaluación de parámetros poblaciones y de generación natural del *Bursera graveolens* son probablemente escasos, por tal razón este análisis hace referencia a estudios de ecología de poblaciones y de generación natural de otras especies forestales.

Linares-Palomino (2005), en su investigación que tiene como objetivo el estudio de la distribución espacial de cuatro especies de árboles características de los bosques secos del Parque Nacional Cerros de Amotape en el noreste peruano. Se instalaron seis parcelas de 10 000 m<sup>2</sup> cada una, y se inventario las especies de interés. Para cumplir con el objetivo se utilizó una versión modificada de la estadística K de Ripley. *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns (Bombacaceae), *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. (Burseraceae), *Caesalpinia glabrata* Kunth (Leguminosae) y *Cochlospermum*

*vitifolium* (Willd.) Spreng. (Cochlospermaceae) presentan patrones que no son significativamente diferentes de un patrón completamente al azar en 11 de los 17 casos analizados. *B. graveolens* mostró una estructura espacial con patrones agrupados, regulares y aleatorios.

En el estudio de Guerra (2013), el cual tiene por objetivo determinar la distribución por clase diamétrica de *Bursera graveolens* “palo santo” en el cerro “Garabo” Morropón – Piura, se instalaron 14 transectos de 100 x 10 metros, se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada individuo, se elaboró una tabla de distribución y el histograma para establecer la curva de distribución. Los resultados indican una densidad poblacional de 358 árboles/ha, se registró 173 árboles de *Bursera graveolens* con un DAP entre 4 y 17 cm; y, 133 árboles entre 18 cm y 31 cm. La curva de distribución tuvo tendencia a una J-invertida, disminuyendo el número de árboles conforme aumentaba el diámetro infiriendo que el desarrollo del palo santo fue sometido a ciertas perturbaciones.

Flóres y Raz (2019), en su estudio que brinda información sobre la estructura poblacional y distribución espacial de *Brosimum alicastrum* en dos localidades: Dibulla (Guajira) y Santa Catalina (Bolívar), en el Caribe colombiano. Se instalaron seis parcelas en la Guajira y una parcela en Bolívar, cada una de 10 000 m<sup>2</sup>. Se censaron y se midió todos los individuos tomando en cuenta variables las cuales permitieron clasificarlos en 6 categorías de tamaño, además se georreferenció para realizar el análisis de distribución espacial. Las poblaciones de *Brosimum alicastrum* en las dos localidades se comportan de forma diferente. La distribución de los individuos en las diferentes categorías de tamaño permite distinguir tres tipos de patrones de estructura poblacional, los patrones tipo I y tipo II se encontraron en la Guajira y el patrón tipo III en Bolívar. La distribución espacial es agregada para la Guajira y uniforme para Bolívar. Con esta investigación no sólo pueden brindar pautas para el manejo y

aprovechamiento de PFNM, sino también para el manejo y conservación de bosques, especialmente el bosque seco tropical, considerado como ecosistema frágil.

Palacios *et al.*, (2017), en una investigación realizada en el Choco – Colombia, con el objetivo de evaluar la estructura poblacional y estado actual de 8 especies maderables se instaló una parcela de 50 m x 50 m, se registraron en forma de zig zag todos los individuos con DAP mayor o igual a 10 cm (adultos), a partir del árbol mayor se instaló una parcela circular para registrar los individuos menores a 10 cm de DAP (jóvenes), así mismo en diagonal a la primera parcela instalada, se instalaron 12 parcelas de 2 m x 2 m para individuos de 0,30 a 1,30 m de altura. Los resultados obtenidos muestran que *Hymenaea oblongifolia* y *Dipterix oleifera* son las especies con valores más altos en cuanto a densidad, la clase diamétrica en la que se encontraron mayor número de individuos es de 30,1 cm a 40 cm de DAP. En cuanto al patrón de distribución espacial de acuerdo con el cálculo del Índice de Morisita las especies *Cedrela odorata* (0,1), *Terminalia oblonga* (0,14), *Humiriastrum procerum* (0,067), *Dipterix oleifera* (0,059) *Hymenaea oblongifolia*, (0,607) *Carapa guianensis* (0,02) y *Huberodendron patinoi* (0,025), presentaron una distribución uniforme, y la especie *Anacardium excelsum* (1,02) presentó una distribución agregada.

En el estudio denominado Estructura poblacional de *Myrcarpus frondosus* Allemão realizado por Caldato y Pezzutti (2010) en un bosque en galería de la selva paranaense en Misiones, Argentina, se utilizaron la caracterización de estadios de tamaño y distribución espacial de la especie. Para el muestreo se instaló parcelas circulares en donde se registraron individuos con DAP mayor o igual a 10 cm de DAP, y para la regeneración natural se registraron individuos desde 2 cm a 9,9 cm de DAP. En la zona de estudio se encontró 396 individuos (431 ind/ha), de los cuales 180 son árboles y 216 pertenecen a regeneración natural. La distribución de la especie según el índice de Morisita fue de 1,71, lo que representa un

patrón de dispersión agregada, así mismo presenta una forma de distribución de “J” invertida, indicando una entrada continua de nuevos individuos en la población estudiada.

De acuerdo al estudio de Rivera-Fernández *et al.* (2012), sobre “Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratozamia mexicana* BRONGN. (ZAMIACEAE), realizado en un ambiente conservado y uno perturbado, en la comunidad de Coacoatzintla, Veracruz – México”, se menciona que las poblaciones vegetales son afectadas por factores bióticos y abióticos, los cuales influyen en procesos de regeneración natural. Los objetivos planteados en esta investigación fueron conocer la estructura poblacional de *Ceratozamia mexicana* en un sitio conservado y en un sitio perturbado; y, determinar si los parámetros poblacionales como estructura sexual, densidad población y distribución espacial son modificados en el sitio perturbado. Para ello se instalaron ocho parcelas de 25 m<sup>2</sup> en cada sitio y se utilizaron métodos de análisis de varianza, índices de distribución espacial, además de factores edáficos y climáticos determinados por métodos convencionales. Entre los resultados se mostró que en el sitio conservado existe una estructura demográfica de “J” invertida, mientras que en el sitio perturbado existe una variación mínima teniendo una distribución discontinua. La densidad poblacional existente fue de 0,78 ind/m<sup>2</sup> (sitio conservado) y 0,26 ind/m<sup>2</sup> (sitio perturbado). La distribución espacial según el índice de Morisita el patrón de distribución es aleatorio para el desarrollo de la especie juvenil, adultos no reproductivos y reproductivos, mientras que para las plántulas el patrón de distribución fue agregado. Finalmente, el autor manifiesta que la perturbación si afecta significativamente la distribución y la estructura poblacional de la especie, disminuyendo la cantidad de individuos reproductivos y también alterando su distribución espacial.

Caldato *et al.* (2002), para estudiar la estructura poblacional de *Ocotea puberula* (Nees et Mart.) Nees (Lauraceae), en bosques de sucesión secundaria y primaria en Misiones, Argentina, se instaló dos parcelas permanentes de muestreo de tres hectáreas (300 m por 100m)

cada una y fueran instaladas en los tipos de bosques antes mencionados, cada parcela fue dividida en 75 subparcelas de 20 m<sup>2</sup>, en donde se registraron todos los individuos iguales o superiores a 20 cm de altura. La densidad poblacional de la especie en el bosque secundario fue de 339 individuos (113 ind/ha); de los cuales 263 fueron regeneración natural, mientras que en el bosque primario la densidad fue de 37 individuos (6,2 ind/ha). La distribución espacial de *Ocotea puberula* se obtuvo mediante el Índice de Morisita, siendo para el bosque secundario de 2,8 y de 2,6 para bosque primario, lo que corresponde a un patrón de dispersión agregado para los dos estadios de sucesión de bosque estudiado.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en el área denominada “El Valle del Palo Santo”, ubicada en la comunidad de Malvas, perteneciente a la parroquia Garza Real, cantón Zapotillo, provincia de Loja, en la Región sur-occidental del Ecuador (Figura 5), dentro de la Reserva de Biosfera Transfronteriza Bosques de Paz (Ecuador – Perú), en las siguientes coordenadas UTM: 17 S 577053 E 9522600 N.

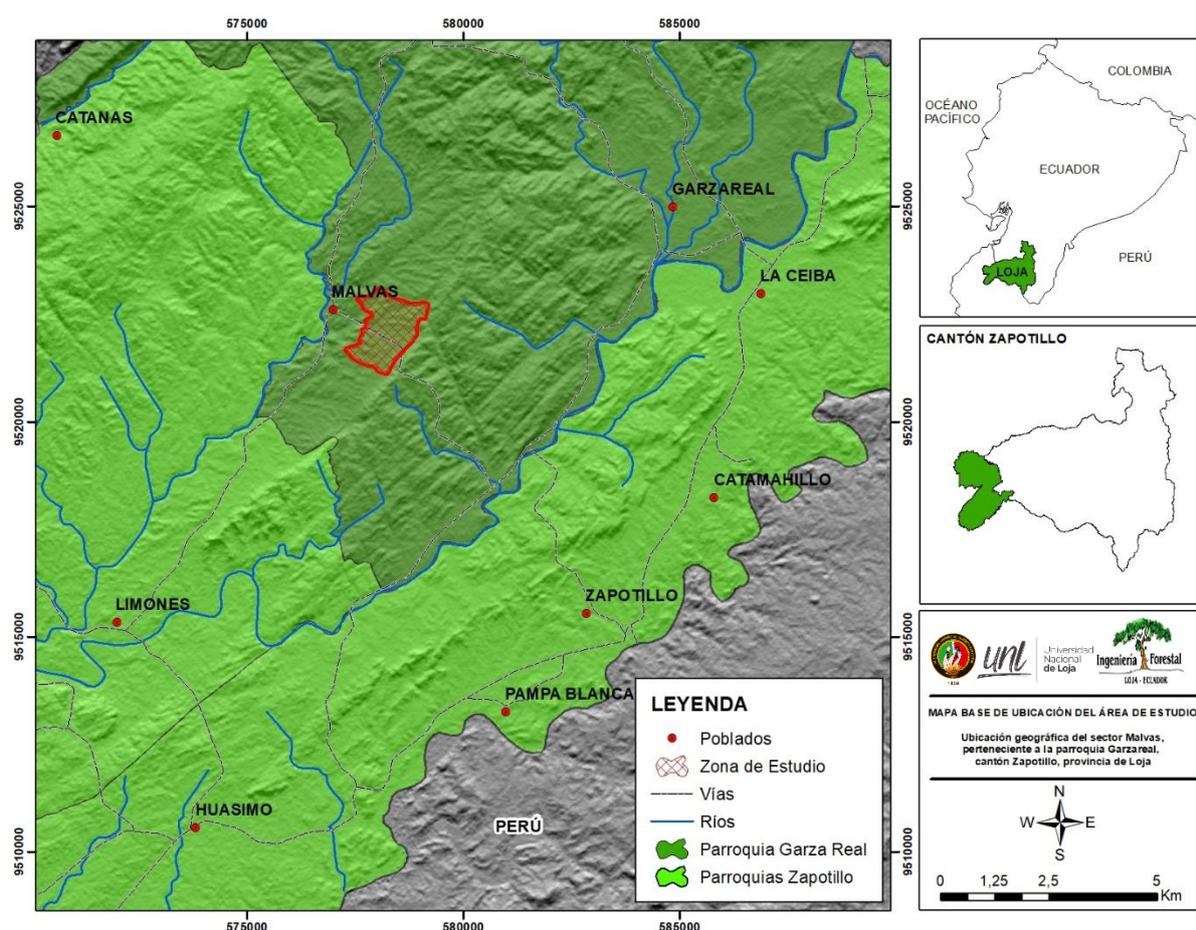


Figura 5. Ubicación del área de estudio en el contexto parroquial y cantonal de Zapotillo.

#### 3.2. Descripción del área de estudio

El Valle del Palo Santo se encuentra en la comunidad de Malvas a 12 km de la cabecera cantonal de Zapotillo, tiene una superficie de aproximadamente 500 hectáreas, con terrenos de

pendiente colinada del 20 %. En esta localidad actualmente las familias con ayuda principalmente de la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional y la Universidad Técnica Particular de Loja han conformado la Asociación Comunitaria “Bolívar Tello Cano”, que se dedica a la extracción y comercialización de aceite esencial de *Bursera graveolens* (palo santo), en vista de que en este sitio es donde se encuentra la mayor concentración de individuos de esta especie.

Se caracteriza por presentar un bosque estacionalmente seco que es el hábitat de un gran número de plantas y especies animales únicas, y es una prioridad para la conservación de la biodiversidad. Lamentablemente, la mayoría del ecosistema se encuentra intervenido, alterado y degradado debido a actividades antrópicas (Asociación Comunitaria Bolívar Tello Cano, 2016).

### **3.3. Diseño de muestreo**

Se utilizó un diseño de muestreo sistemático, para aquello utilizando el software libre Qgis se sobrepuso una malla sobre el área de estudio (210 ha), con un distanciamiento de 250 metros de parcela a parcela, considerando el efecto de borde de 50 metros (Figura 6).

El número de unidades de muestreo o tamaño de la muestra se determinó en función de la fórmula  $n = N*i$ , donde (n) es la unidad de muestreo, (N) es el tamaño de la población estadística e (i) es la intensidad de muestreo. El tamaño de la población estadística es de 24 unidades de muestreo, cantidad que proporciona el software (Qgis) al ingresar el polígono de trabajo y la distancia entre parcelas, además, se trabajó con una intensidad de muestreo del 75 %. En este sentido, el tamaño de la muestra para el estudio poblacional de la especie fue de 18 parcelas de 20 x 20 metros que corresponde a 0,72 hectáreas.

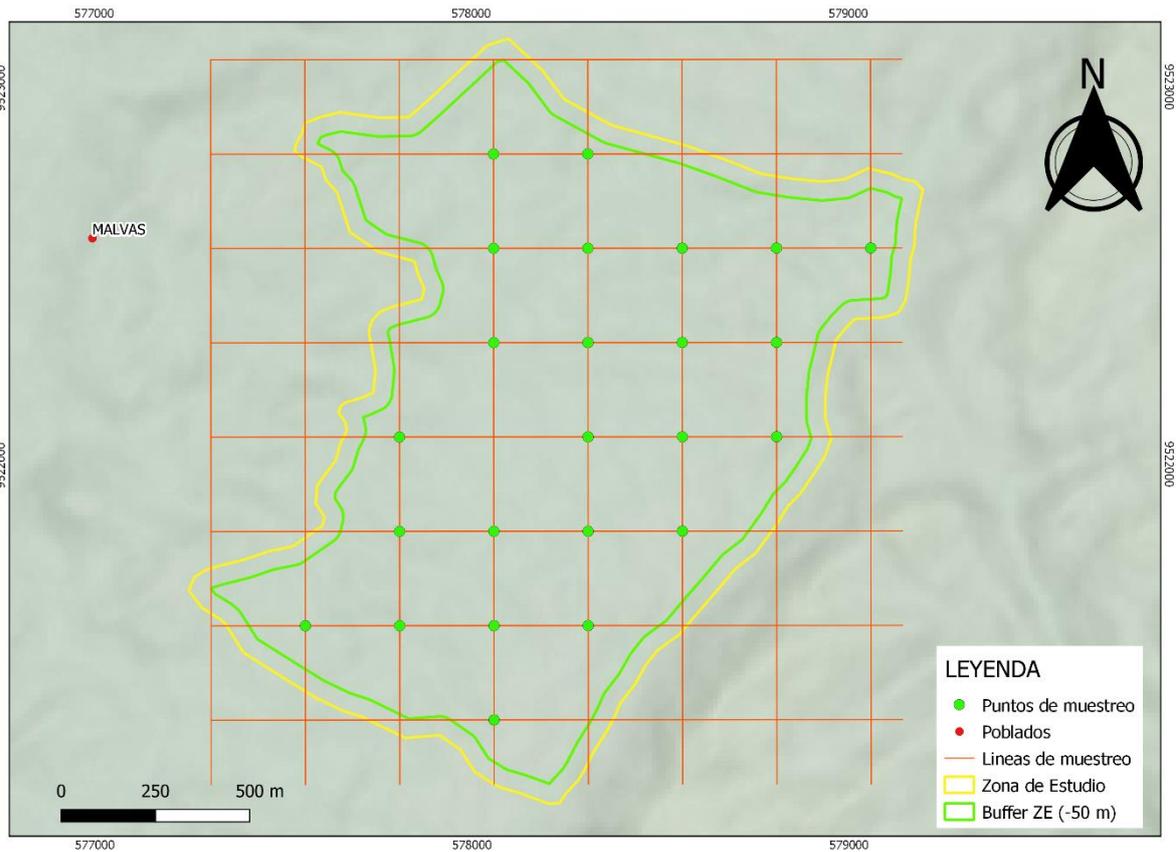


Figura 6. Diseño de muestreo para la evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Bursera graveolens*, indicando la ubicación de las parcelas para el muestreo.

Se instalaron 18 parcelas temporales, estas unidades de muestreo son de forma cuadrada, de 20 x 20 metros, separadas a una distancia de 250 metros entre ellas, en la cual se registraron los individuos iguales o mayores a 10 cm DAP, dentro de las mismas se demarcaron parcelas anidadas: de 10 x 10 m para medir latizal alto; parcelas de 5 x 5 m para medir latizal bajo, parcelas de 2 x 2 m para medir plántulas y brinzales (Figura 7), según la metodología propuesta por Aguirre (2019).

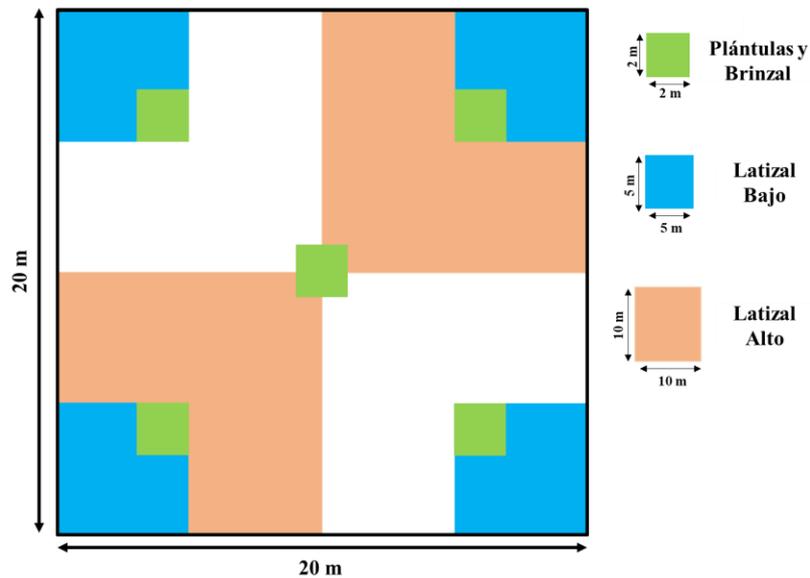


Figura 7. Forma y diseño de parcelas y parcelas anidadas para la evaluación de parámetros poblacionales y de regeneración natural de *Bursera graveolens*.

### 3.4. Evaluación de los parámetros poblacionales de *Bursera graveolens*

La estructura poblacional del *Bursera graveolens*, se determinó mediante la evaluación de densidad poblacional, disposición espacial y estructura etaria. En la zona de estudio los datos obtenidos en cada una de las parcelas se registraron en una hoja de campo donde constan las siguientes variables de cada individuo (Tabla 3).

Tabla 3. Hoja de campo para recolección de datos de *Bursera graveolens*.

Nro. del Árbol	Longitud (X)	Latitud (Y)	DAP > 10 cm	Altura (m)	Estado fitosanitario

		<b>Hoja de campo para el registro de Individuos de <i>Bursera graveolens</i></b>	
Coordenadas UTM _____		Lugar _____	
Parcela Nro. _____		Fecha _____	
Altitud (msnm) _____		Pendiente (%) _____	
Observaciones _____			

- Número de árbol: corresponde al número del individuo registrado en cada parcela de muestreo.
- Coordenadas: es la ubicación geográfica de cada individuo respecto del eje Y, orientado al Norte, y el eje X que corresponde a la distancia de un árbol respecto al eje Y.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP): es la medida que se realiza al fuste del árbol a 1,30 m de altura de la superficie del suelo. Su medición se realizó con una cinta métrica.
- Altura total: comprende la medición de la altura del árbol desde el nivel del suelo hasta la parte alta de la copa del árbol.
- Estado fitosanitario del árbol: corresponde a la condición de salud que presenta el árbol y que se puede apreciar a simple vista si está siendo atacado por agentes patógenos. La evaluación del estado fitosanitario comprende los siguientes aspectos: totalmente sano, presencia de plantas parásitas, atacado por insectos en hojas o tallo y enfermo.

#### **3.4.1. Disposición espacial.**

La disposición espacial de la especie se describió en función a cada parcela de 20 x 20 metros establecido en el área de estudio. Se registraron coordenadas geográficas (puntos GPS) de todos los árboles con diámetros mayores o iguales a 10 cm de DAP que se encontraron en el muestreo y en base a ello se generó un mapa utilizando SIG, a escala de 1:1500. Para los cálculos se utilizaron el índice de Morisita ( $I_p$ ) y el análisis del vecino próximo del programa QGIS 3.12, este método consiste en tomar un punto de referencia dentro de cada parcela de muestreo, y a partir de ese punto medir la distancia, azimut o rumbo con una brújula del individuo al vecino más cercano de las especies de interés; de manera que se obtiene información de la ubicación de cada árbol dentro de las parcelas (Chamorro, 2011).

##### **a) Índice de Morisita**

Se realizó el cálculo del Índice de Morisita ( $I_d$ ) con la siguiente expresión:

$$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - \sum_{i=1}^n X_i} \quad (1)$$

Dónde:

**n**: Tamaño de la muestra.

$\sum_{i=1}^n X_i^2$  = Sumatoria del número de individuos al cuadro.

$\sum_{i=1}^n X_i$  = Sumatoria de todos los individuos.

Se realizó el cálculo de los valores críticos para el Índice de Morista.

- Índice de Uniformidad

$$M_u = \frac{X_{(0,975)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1} \quad (6)$$

Dónde:

$X_{(0,975)}^2$  = Valor de  $X^2$  de la tabla (valores críticos de la distribución de Ji-Cuadrado) con n-1 grados de libertad, que tiene a la derecha el 97,5% del área.

$X_i$  = Número de individuos/cuadrante.

**n** = tamaño de muestras (número de cuadrante).

- Índice de Agregación

$$M_c = \frac{X_{(0,025)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1} \quad (7)$$

Dónde:

$X_{(0,975)}^2$  = Valor de  $X^2$  de la tabla (valores críticos de la distribución de Ji-Cuadrado) con n-1 grados de libertad, que tiene a la derecha el 97,5% del área.

$X_i$  = Número de individuos/cuadrante.

**n** = tamaño de muestras (número de cuadrante).

Una vez que se obtuvieron los valores críticos, se realizó el cálculo del Índice de Morista Estandarizado (Ip), mismo que varía entre -1 y 1, con límites de confianza del 95 % entre -0,5 y 0,5 y se interpretó el resultado de acuerdo con la Tabla 5.

Tabla 4. Interpretación del índice de Morisita estandarizado ( $I_p$ )

CÁLCULO		INTERPRETACIÓN	
$I_d \geq M_c > 1,0$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	<b>VALOR</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
$M_c > I_d \geq 1,0$	$I_p = 0,5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0$	Disposición aleatoria
$1,0 > I_d > M_u$	$I_p = - 0,5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p < 0$	Disposición uniforme
$1,0 > M_u > I_d$	$I_p = - 0,5 + 0,5 \left( \frac{I_d - M_u}{M_u} \right)$	$I_p > 0$	Disposición agregada

### b) Análisis de vecino más próximo Qgis

Se añadió el archivo que contiene las coordenadas geográficas de los árboles de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch en formato CSV, luego en el software Qgis se realizó el proceso que se ilustra en la Figura 8.

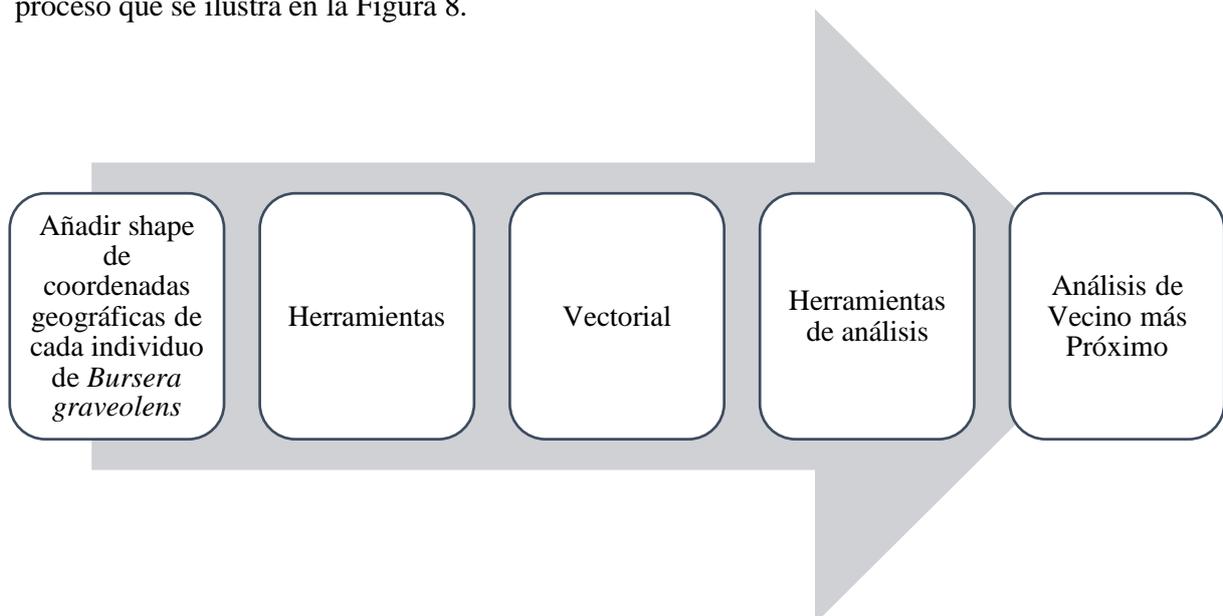


Figura 8. Proceso a seguir para Análisis de vecino más próxima en Qgis 3.4

El análisis de vecino más cercano constituye una prueba de hipótesis, en el que se obtienen los siguientes parámetros:

- Índice del vecino más cercano: si el valor es uno, la distribución es aleatoria, valor mayor a uno es dispersa, menor a uno es agrupada (concentrada en ciertas zonas).
- Z-Score: valor de significancia estadística, define qué tan alejados se encuentran los individuos del centro de la distribución normal.
- Distancia media observada: distancia media entre los puntos.
- Distancia media esperada: si los valores tuvieran una distribución aleatoria.

### 3.4.2. Densidad poblacional.

Para evaluar la densidad poblacional se inventarió a todos los árboles de *Bursera graveolens* con diámetros mayores o iguales a 10 cm de DAP dentro de cada parcela o cuadrante de 20 x 20 metros. Una vez registrados todos los árboles se procedió a llenar los datos de la tabla 4 para determinar el número de individuos, luego se aplicó la fórmula de densidad poblacional que se obtiene en función de la relación del número total de individuos de una especie encontrada ( $\sum x_i$ ) y la superficie muestreada (A) (Aguirre, 2019).

$$D = \frac{\text{Número total de individuos de la especie}}{\text{Total de área muestreada}} \quad (5)$$

Tabla 5. Registro del número de individuos por cuadrante

<b>Zona de estudio:</b>	
<b>Cuadrantes</b>	<b>Nº de individuos</b>
1	
2	
3	
n	
<b>Total</b>	$\sum \bar{x}$

### 3.4.3. Estructura etaria

Para este estudio se utilizaron los datos obtenidos de las mediciones de todos los individuos de *Bursera graveolens* iguales o mayores a 10 cm de DAP en las parcelas

temporales de 20 x 20 metros, a partir de estos datos se procedió a agrupar los individuos en 10 clases diamétricas, y de esta manera obtener la pirámide de distribución de edades, que según Smith y Smith (2007) y Morlans (2004) es procedente cuando no se puede trabajar con anillos de crecimiento.

### 3.5. Evaluación de la regeneración natural de *Bursera graveolens*

Para determinar la regeneración natural en las parcelas temporales del área de estudio, se instalaron unidades de muestreo de diferentes tamaños, dependiendo de la categoría (Tabla 6). Se contabilizó los individuos de la especie arbórea, agrupando en categorías de regeneración según la propuesta de Cárdenas *et al.*, (2008).

Tabla 6. Categorías de regeneración natural utilizadas para el estudio de *Bursera graveolens*.

Categorías de regeneración	Descripción de la categoría	Tamaño de la unidad de muestreo
Plántulas	1 a 30 cm de altura	2 m x 2 m
Brinzal	0,30 a < 1,5 m de altura	2 m x 2 m
Latizal bajo	1,50 m de altura y 4,9 cm de DAP	5 m x 5 m
Latizal alto	5 cm a 9,9 cm DAP	10 m x 10 m

Fuente: Cárdenas *et al.*, (2008)

Las variables que se registraron para regeneración natural son las que se indican en la tabla 7.

Tabla 7. Hoja de campo para recolección de datos de regeneración natural de *Bursera graveolens*.

 <b>Hoja de campo para el registro de Regeneración Natural de <i>Bursera graveolens</i></b>							
Coordenadas UTM_____				Lugar_____			
Fecha_____				Altitud (msnm)_____			
Pendiente (%) _____				Parcela Nro. _____			
Nro.	Nro. S-P	DAP (cm)	Altura (m)	Plántula	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto

- Número de subparcela: corresponde al número de subparcela de generación natural al que pertenece el individuo.
- Diámetro: es el diámetro del tallo o fuste del individuo, la medición se la realizó con ayuda de una cinta métrica.
- Altura: corresponde a la altura total del individuo, desde la base hasta copa o rama más alta. Se realizó con ayuda de un flexómetro.
- Nombre de categoría de regeneración natural: se ubica a que categoría de regeneración natural (plántula, brinzal, latizal alto y latizal bajo) pertenece cada individuo registrado.

Con los datos obtenidos se calcularon los parámetros estructurales: densidad, densidad relativa, frecuencia e índice de valor de importancia IVI, por cada categoría de regeneración natural, usando las fórmulas de la Tabla 8, según lo recomendado por Aguirre (2019); Orozco Brumer (2002).

Tabla 8. Fórmulas para el cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación aplicados a la regeneración natural *Bursera graveolens*.

<b>Parámetro</b>	<b>Fórmula</b>
Densidad (ind/m <sup>2</sup> )	$D = \frac{\text{Número de individuos por categoría}}{\text{Total área muestreada}}$
Densidad relativa (%)	$DR = \frac{\text{Número de Individuos de la especie por categoría}}{\text{Número total de individuos de todas las categorías}} \times 100$
Frecuencia relativa (%)	$FR = \frac{\text{Número de parcelas en las que se inventaria las categorías}}{\text{Sumatoria de frecuencia de todas las categorías}} \times 100$
Índice valor de importancia simplificado (%)	$IVI = \frac{DR + FR}{2}$

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación de parámetros poblacionales de *Bursera graveolens* en El Valle del Palo Santo

#### 4.1.1. Disposición espacial de *Bursera graveolens*.

##### a) Índice de Morisita Estandarizado (Ip)

La disposición espacial obtenida mediante el cálculo del Índice de Morisita (Anexo 1), muestra que *Bursera graveolens* presenta un índice de  $-0,087$ , que significa que la especie tiene tendencia hacia un patrón de distribución uniforme (Figura 9).

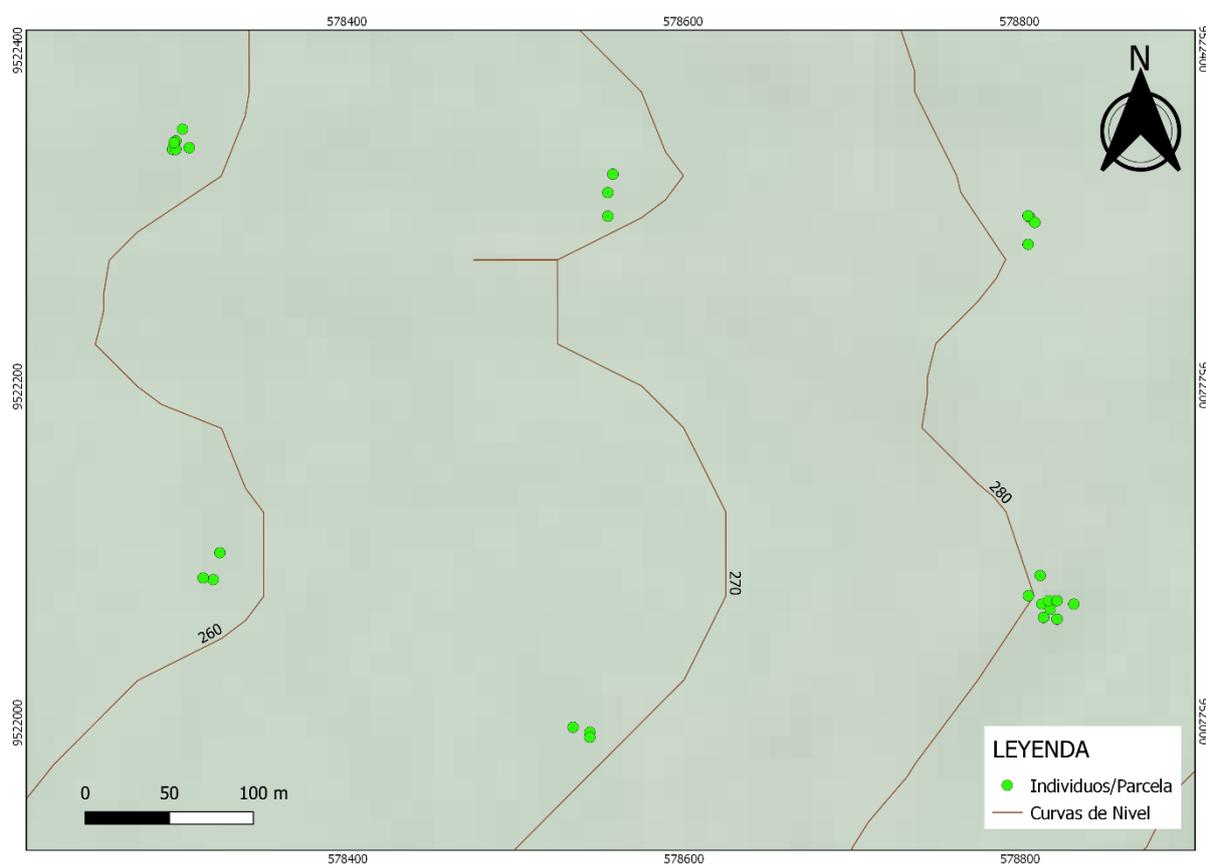


Figura 9. Mapa de disposición espacial de *Bursera graveolens* a escala 1:2 500, en el sector Malvas, cantón Zapotillo.

### b) Análisis de vecino más próximo Qgis

Luego de realizar el proceso de análisis vectorial en el software Qgis 3.12, se obtuvo la matriz representada en la Tabla 9, la misma que muestra el nivel de agregación de la especie con un valor de 1,94 lo cual indica un patrón disperso en la zona de estudio.

Tabla 9. Matriz de análisis de vecino más próximo de *Bursera graveolens*, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo, utilizando el software Qgis 3.12.

PARÁMETRO	VALOR
Distancia media observada	5,776 m
Distancia media esperada	2,970 m
<b>Índice de vecino más cercano</b>	<b>1,944</b>
Número de puntos	7
Z	4,781

#### 4.1.2. Densidad poblacional de *Bursera graveolens*.

Del muestreo realizado se registraron 86 individuos con un diámetro igual o mayor a 10 cm (Anexo 3), en 0,72 hectáreas de muestreo, lo que representa un equivalente de 119 individuos por hectárea. En la tabla 10 se presenta la densidad poblacional de *Bursera graveolens*.

Tabla 10. Número de individuos y densidad poblacional de *Bursera graveolens* en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.

Nombre científico	Área de muestre (ha)	Número de individuos	Densidad Poblacional (ind/ha)	Desviación Estándar
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	0,72	86	119	±2,29

#### 4.1.3. Estructura etaria de *Bursera graveolens*.

En la zona de estudio los resultados de la estructura etaria de *Bursera graveolens* muestran que la clase diamétrica que agrupa un mayor número de individuos es la comprendida entre 23,2 cm a 26,4 cm de DAP con 21 individuos, que representan el 24,42 % del total, seguida de la clase diamétrica que va de 26,5 cm a 29,7 cm de DAP con 17 individuos que representa el 19,77 %, mientras que las clases diamétricas que agrupan menor cantidad de individuos son las que van desde 10 cm a 13,2 cm de DAP con 1 individuo que representa el 1,16 % y, de 13,3 cm a 16,5 cm con 1 individuo que representa el 1,16 % del total.

La grafica de la pirámide poblacional presenta una forma con base estrecha, es decir una población en declinación, ya que existe mayor número de individuos adultos que jóvenes (Figura 10).

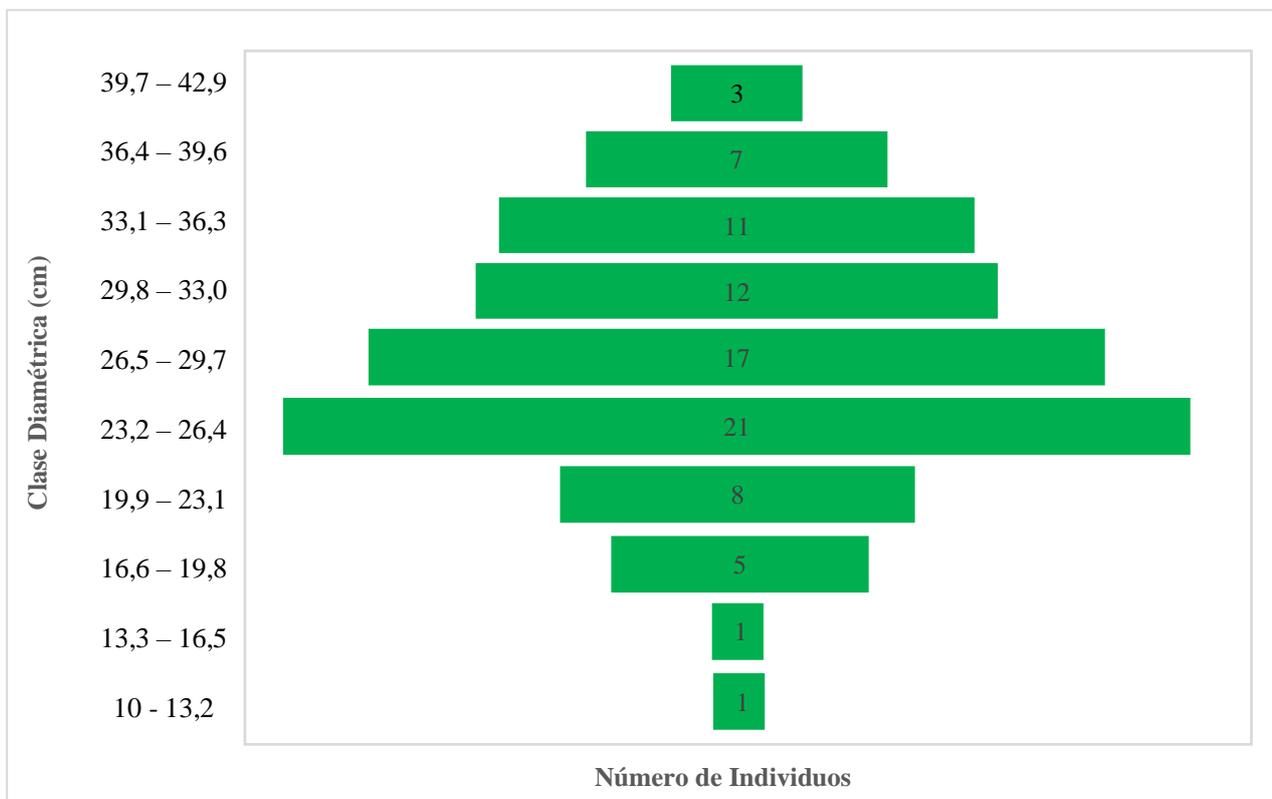


Figura 10. Pirámide poblacional de la estructura etaria en base al diámetro de *Bursera graveolens*, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.

#### 4.2. Evaluación de la regeneración natural de *Bursera graveolens*.

Se registraron un total de 117 individuos de regeneración natural. En la figura 12 se muestra las diferentes categorías de regeneración natural, siendo la más sobresaliente brinzal con el 70,09 % y la menor es latizal alto con 0,85 %.

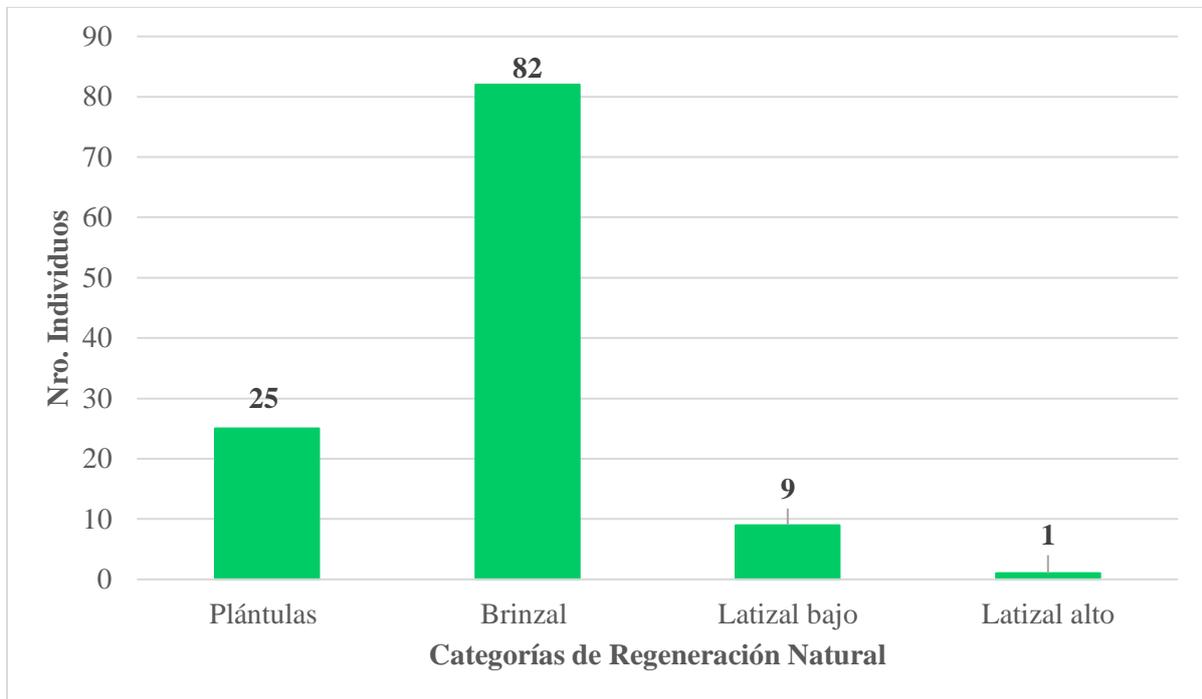


Figura 11. Número de individuos / 0,72 ha de las categorías de regeneración natural de *Bursera graveolens* en el sector Malvas, cantón Zapotillo.

##### 4.2.1. Densidad por hectárea de la regeneración natural de *Bursera graveolens* en Malvas, Zapotillo.

La densidad por hectárea es de 114 individuos/ha en la categoría brinzal, seguido de la categoría plántulas con 35 individuos/ha y la categoría de latizal alto tiene una densidad de 1 individuos/ha. La Figura 13 ilustra esta distribución.

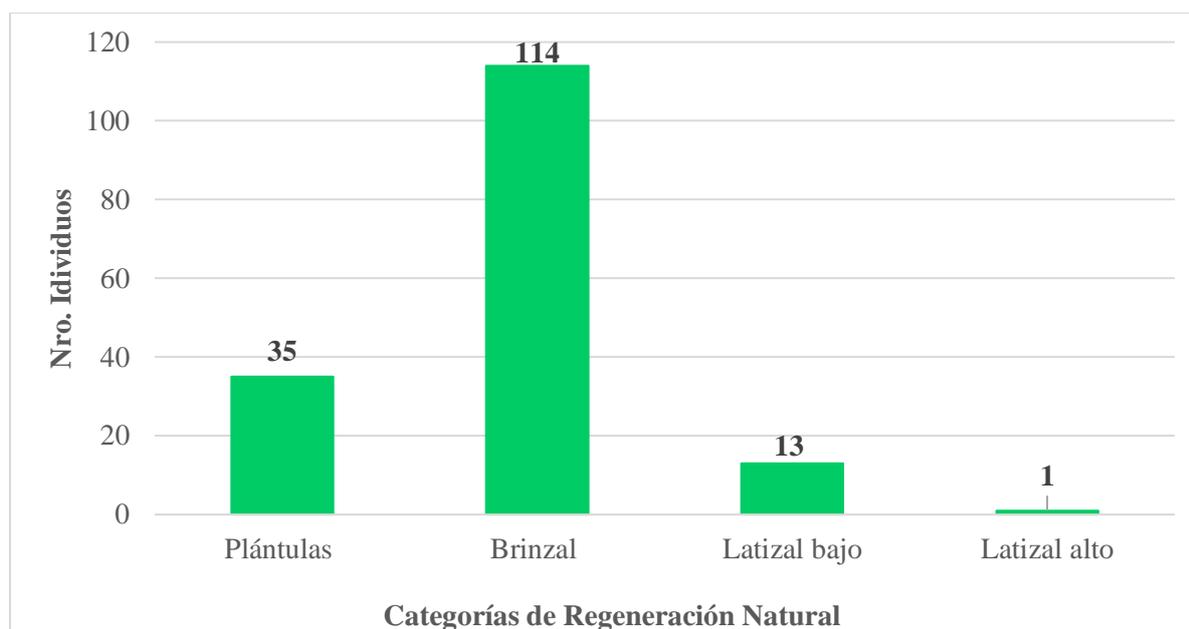


Figura 12. Número de individuos/ha por categoría de regeneración natural de *Bursera graveolens* en el sector Malvas, cantón Zapotillo.

#### 4.2.2. Parámetros estructurales de la regeneración natural de *Bursera graveolens* en Malvas, Zapotillo.

En la Tabla 11 se presentan los resultados de los parámetros estructurales de la regeneración natural de *Bursera graveolens*. La categoría brinzal constituye la categoría de regeneración natural más importante ecológicamente en densidad, densidad relativa, frecuencia relativa e IVI; y, la categoría de regeneración natural con menor importancia ecológica es latizal alto.

Tabla 11. Parámetros estructurales de la regeneración natural de *Bursera graveolens* en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.

Nombre Científico	Categoría de Regeneración Natural	Número de Individuos	Densidad	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Plántulas	25	35	21,37	25	23,18
	Brinzal	82	114	70,09	33,33	51,71
	Latizal Bajo	9	13	7,69	33,33	20,51
	Latizal Alto	1	1	0,85	8,33	4,59
<b>Total</b>		<b>117</b>	<b>163</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Evaluación de parámetros poblacionales de *Bursera graveolens*

#### 5.1.1. Disposición espacial de *Bursera graveolens*.

Lograr una comparación de los resultados obtenidos en la investigación con estudios similares se torna complejo, debido que en Ecuador los estudios de este tipo son escasos, por tanto, la información es escasa. Algunos estudios realizados se enfatizan sobre aspectos generales de distribución espacial y en diferentes especies. Es importante señalar que:

Estudios de disposición espacial permiten identificar mecanismos y factores, los cuales promueven la coexistencia de la diversidad vegetal de los ecosistemas (Montañez *et al.*, 2010).

Según (Franco-López *et al.*, 1989), en un espacio determinado los organismos que pertenecen a una población o comunidad se distribuyen de forma aleatoria, uniforme o agregada. En este contexto el patrón de distribución espacial calculado mediante el Índice de Morisita en el sector de Malvas, cantón Zapotillo es de - 0,087, presentando una tendencia hacia un patrón de distribución uniforme, resultado que es similar a lo reportado por Flóres y Raz (2019), quienes detallan en su investigación ejecutada en la localidad de Santa Catalina (Bolívar) en el Caribe colombiano, que para la especie *Brosimum alicastrum* mediante el cálculo de coeficiente de variación del DAP presenta una tendencia hacia un patrón regular o uniforme. Además, el patrón de distribución espacial mediante el análisis del vecino próximo en el presente estudio es 1,94 con tendencia a patrón disperso, resultado diferente a lo registrado por Flóres y Raz (2019), quién señala que en la localidad de Dibulla (Guajira), la especie *Brosimum alicastrum* el coeficiente de variación del DAP presenta una tendencia hacia un patrón de distribución espacial agregado.

Es importante resaltar que las especies tienen sus propios patrones de distribución y que es necesario su estudio y conocimiento. Sin embargo, Linares-Palomino (2005), en su

investigación sobre la distribución espacial de cuatro especies de árboles características de los bosques secos del Parque Nacional Cerros de Amotape en el noreste peruano, señala que *B. graveolens* mostró una estructura espacial con patrones agrupados, regulares y aleatorios, siendo la única especie que presenta los tres tipos de patrones espaciales.

### **5.1.2. Densidad poblacional de *Bursera graveolens*.**

*Bursera graveolens*, se encuentra de forma uniforme en el bosque seco, en el sector de Malvas, la especie tiende a desarrollarse en zonas cercanas a quebradas y sobre peñascos o cascajo, información corroborada con lo reportado por Rasal *et al.* (2011) y Manzano (2009) quienes además indican que el rango altitudinal óptimo para el desarrollo de la especie es entre 0 – 1500 m.s.n.m., lo cual se comprueba en la zona de Malvas, en donde la especie se desarrolla desde 240 a 280 m.s.n.m.

La densidad poblacional de *Bursera graveolens* en el sector de Malvas es de 119 individuos/ha, resultado superior al obtenido por Rasal *et al.* (2011), quien registra 100 individuos por hectárea en los bosques estacionalmente secos de la Región de Piura, e inferior a lo que indica Guerra (2013), que reporta una densidad poblacional de 358 árboles por hectárea en el cerro “Garabo” Morropón – Piura, Perú.

El número de individuos por hectárea de *Bursera graveolens* es reducido, posiblemente la causa esté relacionada con los factores climáticos y edáficos limitados de la zona, provocando que el ritmo de crecimiento y desarrollo de la especie disminuya, información similar a lo señalado por Begon *et al.* (2006), que indican que en el caso de que exista un número elevado de individuos los recursos se van a agotar de manera acelerada, respondiendo de forma limitada el crecimiento de la especie.

### 5.1.3. Estructura etaria de *Bursera graveolens*.

Según Smith y Smith (2007), la estructura de edades es poco estudiada, debido a que es complicado determinar la edad de los individuos de una especie. Conocer la estructura diamétrica de la población mediante la recolección de datos cuantitativos constituye una acción y dato importante para a futuro diseñar, planificar y realizar planes de manejo para cada especie (Lamprecht, 1990 en Villa y Ramírez, 2005). Para entender la importancia de este parámetro es necesario conocer que la distribución de una clase diamétrica de una especie forestal se define como la relación entre el DAP y la frecuencia de sus individuos en un área determinada (Araujo e Iturre, 2006).

En esta investigación la mayor cantidad de individuos de *Bursera graveolens* se agrupan en las clases diamétricas entre 23,2 cm a 26,4 cm de DAP (21 individuos) y de 26,5 cm a 29,7 cm de DAP (17 individuos), resultado similar a lo reportado por Carrión (2016), quien en su estudio registró 19 individuos en la clase diamétrica entre 21 y 31 cm; y, 23 individuos entre 31 y 40 cm en el bosque seco semideciduo del sur occidente de la provincia de Loja, mientras que Guerra (2013), registró 173 árboles de *Bursera graveolens* con un DAP entre 4 y 17 cm; y, 133 árboles entre 18 cm y 31 cm de DAP.

De acuerdo con los estudios realizados por Lamprech (1990) es más frecuente encontrar poblaciones juveniles en mayor proporción en bosques que han sido intervenidos, en este caso en el Valle del Palo Santo la población adulta es la más frecuente, información que contrasta con lo reportado por Morlans (2004), quien además acota que cuando el número de individuos adultos es mayor que los jóvenes las poblaciones se encuentran en declinación. Siendo el preámbulo de la alteración de su dinámica, provocada por factores como: sobreexplotación, alteración de los procesos fenológicos, ausencia de regeneración natural por escasos de frutos e interrupción de las etapas de la regeneración natural (Aguirre y Geada, 2015).

## 5.2. Evaluación de regeneración natural de *Bursera graveolens*.

La regeneración natural de *Bursera graveolens* en la zona de evaluación es relativamente escasa, esto se debe principalmente al sobre pastoreo de ganado caprino, así como las actividades de aprovechamiento de PFSM bajo técnicas empíricas dejando de lado el comportamiento silvicultural y la biología de la especie (tasa de aprovechamiento mayor a lo establecido), generando que los frutos no se desarrollen adecuadamente y limiten la presencia de semillas fértiles en el suelo, y de esta manera impidiendo que se desarrollen nuevas poblaciones de la especie, información que es corroborada por Morales (2002) y Ambuludí (2009), quienes añaden que aunque existen varios estudios en bosque seco sobre inventarios florísticos, madera y estado de conservación, no hay sobre la regeneración natural de las especies aprovechadas y potenciales.

En El Valle del Palo Santo (sector Malvas), se registró 117 individuos de regeneración natural, distribuidos en cuatro categorías (plántulas, brinzal, latizal bajo y latizal alto), siendo brinzal (82 individuos) la categoría con mayor número de individuos, dato considerablemente bajo reflejados en el nivel de sobrevivencia de las plántulas, tal como lo corrobora Uslar *et al.* (2003), quien además señala que la especie está expuesta a diferentes perturbaciones que se ven reflejadas en reducción de sus poblaciones.

Así mismo, los resultados de la investigación coinciden con lo reportado por Aguirre *et al* (2012), que manifiestan que la regeneración de *Bursera graveolens* es escasa, siendo tema preocupante ya que es una especie característica de los bosques secos. Espinosa *et al.* (2012), añaden que muy pocas plántulas de *Bursera graveolens* llegan a estado adulto, debido a múltiples factores principalmente falta de humedad y actividades antrópicas mientras que Aguirre y Geada (2015) señalan que la baja supervivencia de la especie está relacionada con el estrés hídrico presente en la zona en gran parte del año.

Un factor trascendental para la existencia y sobrevivencia de regeneración natural de *Bursera graveolens* es la introducción y pastoreo de cabras (*Capra hircus*), según González *et al.* (2005), indica que las cabras (*Capra hircus*) se alimentan de plántulas de esta especie, de forma que de a poco causan un daño irremediable en la dinámica poblacional de la especie.

Todas estas manifestaciones de diferentes estudios coinciden con lo evidenciado en la esta investigación, en el sector de Malvas, el problema palpable radica en el sobrepastoreo de ganado caprino. Cabe recalcar entonces que la regeneración o sucesión natural de esta investigación en campo abierto es mínima o casi nula, los individuos registrados de regeneración natural pertenecen en su mayoría a tres parcelas que se encuentran dentro del predio cercado de aproximadamente 7 hectáreas que desde el 2007 maneja la Asociación Comunitaria Bolívar Tello Cano para la extracción de aceites esencial a partir de los frutos del palo santo, el cual consiste en cosechar el 30 % (5 kg) de frutos de cada árbol. Lo que da bases técnicas para indicar que el problema de regeneración de *Bursera graveolens* es complejo y cada vez más acentuado y comprueba la hipótesis de que es una especie con sus poblaciones en declive, conforme lo plantea Morlans (2004).

## 6. CONCLUSIONES

La distribución espacial de *Bursera graveolens*, corresponde a un patrón espacial uniforme, esto se debe a que probablemente la especie tiene que adaptarse y sobrevivir ante un limitado recurso en este caso agua, temperatura y suelo, debido a que se encuentra sobre un bosque estacionalmente seco.

La densidad poblacional de *Bursera graveolens* en el Valle del Palo Santo es de 119 individuos/ha, posiblemente afectada por factores que impiden la secuencia de sucesión natural, además por las diferentes actividades antrópicas en la zona.

La estructura de edades de *Bursera graveolens*, determinó que se trata de una población adulta, siendo baja la existencia de individuos jóvenes los cuales se ubican en las primeras clases diamétricas, por ende, la población de la especie está en declinación.

La regeneración natural de *Bursera graveolens* en la zona de evaluación es escasa, los mismo que pertenecen a la categoría brinzal, la misma que no garantiza un incremento poblacional debido a que muchos morirán por el sobrepastoreo de ganado caprino; y, desde otro punto de vista la regeneración natural será escasa debido a las actividades antrópicas de colección de frutos para la extracción de aceites esenciales.

## 7. RECOMENDACIONES

Profundizar en temas importantes en el campo forestal como los parámetros poblacionales, especialmente de la dinámica de la regeneración natural con ello se dará múltiples respuestas sobre la ecología de las especies.

Realizar seguimiento a esta investigación sobre la dinámica poblacional *de Bursera graveolens* para determinar las ocurrencias de la sucesión natural y en sí de la dinámica poblacional de la especie.

Ante la realidad actual del bosque seco es necesario que el Ministerio de Ambiente y Agua en coordinación con ONGs y los GADs cantonales y parroquiales, diseñen, planifiquen y ejecuten programas de manejo y conservación de las especies de importancia ecológica en estos ecosistemas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Z. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja.  
<https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medidic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Aguirre, C., Hui, K. Von Gadow and J. Jiménez. (2003). An analysis of spatial forest structure using neighborhood-based variables [Un análisis de la estructura forestal espacial utilizando variables basadas en el vecindario]. *Forest Ecology and Management*, 183(2), 137–145.
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos de Ecuador. Bosques Secos En Ecuador y Su Diversidad*. MAE/FAO. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Aguirre, Z., Betancourt, Y., y Geada, G. (2012). *Aprovechamiento del palo santo Bursera graveolens en los bosques secos de Ecuador*.  
<http://www.monografias.com/trabajoagus93/aprovechamiento-del-palo-santo-burseragraveolens-ecuador.shtml>
- Aguirre, Z., Betancourt, Y., y Geada, G. (2014). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. *Revista Cedamaz*, 3(1), 54 – 56.
- Aguirre, Z., Kvist, L., y Sánchez, T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Revista Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 8(1), 162–187.
- Aguirre, Z., Linares, R., y Peter, L. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Revista Arnaldoa*, 13(2), 324–346.
- Aguirre, Z., y Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. *Revista EcoCiencia*, 4(1), 9 – 24.

- Aguirre-Mendoza, Z.; Geada-López, G. (2015). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y su utilidad para el manejo local. *Revista Baracoa*, 34(1), 79-86.
- Ambuludi, L. (2009). *Estudio comparativo de la composición florística, estructura y dinámica de la regeneración natural en bosque seco intervenido y no intervenido de la reserva Laipuna, Macará, Loja*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Loja [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5358/1/Ambulud% c3% ad% 20M acas% 20Luis.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5358/1/Ambulud%c3%ad%20Macas%20Luis.pdf)
- Araujo, P. y Iturre, M. (2006). *Ordenación de bosques irregulares*. Universidad Nacional de Santiago del Estero. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-28-Ordenacion-bosques-irregulares-ARAUJO.pdf>
- Asociación Comunitaria Bolívar Tello Cano. (2016). *Protocolo Biocomunitario de la Iniciativa de Palo Santo*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). <https://absch.cbd.int/database/communityProtocol/CCC329AB-B786-E25D-2839-484840D666A7>
- Begon, M., Townsend, C., y Harper, J. (2006). *ECOLOGY*. From Individuals to Ecosystems. Blackwell. [http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo\\_thumb/Ecology-From-Individuals-to-Ecosystems-by-Michael-Begon--2006-.pdf](http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Ecology-From-Individuals-to-Ecosystems-by-Michael-Begon--2006-.pdf)
- Borja, C., y Lasso, S. (1990). *Plantas nativas para reforestación en el Ecuador (native plants for reforestation in Ecuador)*. Tropical Native Species Reforestation Information Clearinghouse (TRIC). <http://reforestation.elti.org/resource/216/>
- Caldato, S., Vera, N., y Mac Donagh, P. (2002). Estructura poblacional de *Ocotea puberula* en un bosque secundario y primario de la selva mixta Misionera. *Revista Ciencia Forestal*, 13 (1), 25-32

- Caldato, S., y Pezzutti, R. (2010). Estructura poblacional de *Myrocarpus frondosus* Allemão en un bosque en galería de la selva paranaense en Misiones, Argentina. *Revista Ciencia Forestal*, 20(3), 411 – 418.
- Cárdenas, L., Martínez, M., Iglesias, J., Barrizonte, A., y Caballero, R. (2008). *Manejemos el bosque*. Instituto de Investigaciones Forestales. [http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id=33&cf\\_id=24](http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=33&cf_id=24)
- Carrión, H. (2016). *Gestión y participación local para el aprovechamiento sostenible de desechos orgánicos del palo santo (Bursera graveolens), en el bosque seco semideciduo del sur occidente de la provincia de Loja, Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad de Jaén]. Biblioteca de la Universidad de la Rioja <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=152059>
- Chamorro, R. (2011). *Patrón de distribución espacial de siete especies de valor comercial en área de bosques intervenidos y no intervenidos en tres comunidades del municipio El Castillo, Rio San Juan* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Universitario de Nicaragua <https://repositorio.una.edu.ni/1146/>
- Clark, P., y Evans, F. (1954). *Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations* [Distancia al vecino más cercano como medida de las relaciones espaciales en las poblaciones]. *Journal Ecology*, 35(4), 445-453. <https://doi.org/10.2307/1931034>
- Contento, R. (2000). *Estudio de la composición florística y regeneración natural del bosque seco en la Ceiba Grande, Zapotillo* [Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Loja

<https://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/10278/1/TESIS%20CONTENTO%20.pdf>

Díaz, F. (2005). *Evaluación del estado actual de las poblaciones de 23 especies forestales en bosques naturales en el municipio de El Castillo, Rio San Juan, Nicaragua* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio Digital CATIE <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/1989>

Espinosa, C., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. y 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.

Flórez-P. M. y Raz L. (2019). Estructura poblacional y patrón espacial de *Brosimum alicastrum* en el bosque seco de la región Caribe de Colombia. *Caldasia* 41(1):152–164.

Franco-López, J., De la Cruz-Agüero, A., Cruz-Gómez, A., Rocha-Ramírez, N., Navarrete-Salgado, G., Flores-Martínez, E., Kato-Miranda, S., Sánchez-Colón, L., Abarca-Arenas, G y Bedia-Sánchez., C. (1989). *Manual de ecología*. Trillas. [http://biblioteca.uaaan.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=28540&shelfbrowse\\_itemnumber=52154](http://biblioteca.uaaan.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=28540&shelfbrowse_itemnumber=52154)

González, E., García, J. y Correa, J. (2005). *Especies forestales del bosque seco Cerro Negro – Cazaderos*”. Fundación Ecológica Arcoíris. [https://books.google.com.ec/books/about/Especies\\_forestales\\_del\\_Bosque\\_Seco\\_Cerro\\_Negro.html?id=wzKzHAAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Especies_forestales_del_Bosque_Seco_Cerro_Negro.html?id=wzKzHAAACAAJ&redir_esc=y)

Guerra, M. (2013). *Distribución de clases diamétricas de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planchon 1872 BURSERACEAE “palo santo”, en el cerro “Garabo” Morropón – Piura* [Tesis de grado, Universidad de Piura]. Repositorio Digital de la Universidad de Piura <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1341>

- Herbario Loja, UNISIG, CINFA. (2001). *Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja*.
- Hurtado, I. (2012). *La ecología como ciencia, su historia, campo de estudio e importancia*. Universidad Virtual del Estado de Guanajuato.
- Jorgensen, P., y León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Missouri Botanical Garden [http://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/citar\\_catalogo.shtml](http://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/citar_catalogo.shtml)
- Juaréz, M. (2003). *Ecología y análisis estructural de los bosques mixtos de la sierra de San Carlos, Tamaulipas* (Tesis Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León). México
- Lamprech, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH <https://www.worldcat.org/title/silvicultura-en-los-tropicos-los-ecosistemas-forestales-en-los-bosques-tropicales-y-sus-especies-arboreas-posibilidades-y-metodos-para-un-aprovechamiento-sostenido/oclc/503255833>
- Ledo, A. (2013). Tratado sobre la distribución espacial de las especies leñosas de un bosque de niebla tropical. *Revista Ecosistemas*, 22(1), 77-79.
- Ledo, A., Condés, S y Montes, F. (2012). Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. *Revista Peruana de Biología*, 19(1),113-124.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [https://www.researchgate.net/publication/318970039\\_Libro\\_Rojo\\_de\\_las\\_Plantas\\_Endemicas\\_del\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/318970039_Libro_Rojo_de_las_Plantas_Endemicas_del_Ecuador)

- Linares-Palomino, R. (2005). Spatial distribution patterns of trees in a seasonally dry forest in the Cerros de Amotape National Park, northwestern Peru. *Revista Peruana de Biología* 12(2): 317 - 326
- Lovera, S. (2003). *Ir a la raíz del problema: las causas de la deforestación y de la degradación forestal*. La Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/XII/MS12B-S.htm>
- Maass, M., y Burgos, A. (2011). *Water Dynamics at the Ecosystem Level in Seasonally Dry Tropical Forests*. Seasonally Dry Tropical Forests. Ecology and Conservation. [https://www.researchgate.net/publication/289778837\\_Water\\_Dynamics\\_at\\_the\\_Ecosystem\\_Level\\_in\\_Seasonally\\_Dry\\_Tropical\\_Forests](https://www.researchgate.net/publication/289778837_Water_Dynamics_at_the_Ecosystem_Level_in_Seasonally_Dry_Tropical_Forests)
- Manzano, P. (2009). Potencial Fitofármaco de *Bursera Graveolens* (Palo Santo), del Bosque Seco Tropical, Península de Santa Elena, Provincia del Guayas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., y Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres Mónica. *Revista Madera y Bosques*, 3(1), 71–79. <https://doi.org/10.21829/myb.1997.311380>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2007). *Normas para manejo forestal sustentable de bosque seco*. MAE. <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/NORMAS-PARA-MANEJO-FORESTAL-SUSTENTABLE-DE-BOSQUE-SECO.pdf>
- Montani, T., y Busso, C. (2004). *Métodos de estudio de la vegetación*. Guía de Trabajos Prácticos de ECOLOGÍA.

- Montañez, R., Escudero, C., y Duque, A. (2010). Patrones de distribución espacial de especies arbóreas en bosques de alta montaña del departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 63(2), 5629-5638.
- Morales, M. (2002). *Estudio de la composición florística y comportamiento de la regeneración natural del bosque seco en tres áreas en el cantón Macará* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Loja <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5187/1/COMPOSICI%C3%93N%20FLOR%C3%8DSTICA%2C%20ESTRUCTURA%2C%20ENDEMISMO%20Y%20ETNOBOT%C3%81NICA%20DE%20LOS%20BOSQUES%20SECOS.pdf>
- Morisita, M. (1959). Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns. *Memories of the Faculty of Sciences, Kyushu University* [Medición de la dispersión y análisis de patrones de distribución. Memorias de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Kyushu], *Open Journal of Animal Sciences*, 2,215-235.
- Morlans, M. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Editorial Científica Universitaria. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Moto, P. (2005). *Plantas medicinales del bosque seco cantón Zapotillo y Macará*. UNL-COSV.
- Muñoz, J y Muñoz, L. (2010). Evaluación de la composición florística de la regeneración natural del bosque tropical de montaña en la estación científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo. *Revista Ecología Forestal*, 1(1), 88-99.
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Revista Bosques Latitud Cero*, 7(2), 130–143.
- Navarro, M., González, L., Flores, R., y Amparán, R. (2015). *Fragmentación y sus implicaciones: Análisis y reflexión documental*. Universidad de Guadalajara.

<http://www.cuc.udg.mx/sites/default/files/publicaciones/2015%20%20Fragmentaci%C3%B3n%20y%20sus%20implicaciones.%20An%C3%A1lisis%20y%20reflexi%C3%B3n%20documental.pdf>

Orbe, T. (2015, octubre 12). Aumenta deforestación en el sur de Ecuador. *Sci-Dev-Net Ediciones América Latina y El Caribe*. <https://www.scidev.net/america-latina/agropecuaria/noticias/aumenta-deforestacion-en-el-sur-de-ecuador.html>

Orozco, L., y Brumér, C. (2002). *Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Inventarios\\_Forestales%20\\_Bosques\\_Latifoliados\\_AC.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Inventarios_Forestales%20_Bosques_Latifoliados_AC.pdf)

Palacios, L., Perea, K., Bellido, D., y Caicedo, H. (2017). Estructura poblacional de ocho especies maderables amenazadas en el departamento del Chocó-Colombia. *Research Journal*, 9(1), 107-114

Puecas, M. (2010). Estudio dendrológico de la especie *Bursera Graveolens* - Palo Santo, Región Tumbes. *Journal of Controlled Release*, 156(1), 315–322.

Rasal, M., Troncos, J., y Lizano, C. (2011). Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la Menta y Timbes, Región Piura, Perú. *Revista Ecología Aplicada*, 10(2), [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162011000200002&script=sci\\_arttt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162011000200002&script=sci_arttt).

Rivera-Fernández, A., Octavio, P., Sánchez, Nadia G., Sánchez, L., Vázquez, S., y Iglesias, L. (2012) Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratozamia mexicana* BRONGN. (ZAMIACEAE) en un ambiente conservado y en uno perturbado. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(2), 110-117.

- Rzedowski, J., Medina, R., y Calderón de Rzedowski, G. (2004). Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (México). *Acta botánica mexicana*, 66(1), 66-79.
- Serrada, R. (2003). Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación. Departamento de Silvopascicultura. *Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales*, 15(1), 11-15.
- Smith, T., y Smith, R. (2007). *Ecología*. PEARSON EDUCATION. [https://bgf-info9.webnode.com/\\_files/200000679-4ac514ac53/Ecologia.6ed.Smith.PDF.pdf](https://bgf-info9.webnode.com/_files/200000679-4ac514ac53/Ecologia.6ed.Smith.PDF.pdf)
- Uslar, Y., Mostacedo, B y Saldías, M. (2004). Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39(1), 78-91.
- Villa, A y Ramírez, J. (2005). Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del Cerro Murrucucú. *Gestión y Ambiente*, 9(2), 1-18.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del Índice de Morisita para determinar la disposición espacial de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.

<b>SITIO: Sector Malvas (Valle de Palo Santo), cantón Zapotillo</b>		
<b>Cuadrante</b>	<b>Nro. Individuos</b>	<b>X2</b>
1	2	4
2	5	25
3	3	9
4	5	25
5	4	16
6	1	1
7	10	100
8	5	25
9	6	36
10	7	49
11	5	25
12	6	36
13	3	9
14	5	25
15	3	9
16	3	9
17	4	16
18	9	81
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>500</b>
<b>1. Cálculo Índice de Morista</b>		
$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - \sum_{i=1}^n X_i}$ $I_d = 18 \frac{(500) - (86)}{(86)^2 - (86)}$ $I_d = 1,02$		
<b>2. Cálculo Índice de Uniformidad</b>		
$M_u = \frac{X_{(0,975)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$		

$$M_u = \frac{7,5642 - 18 + (86)}{(86) - 1}$$

$$M_u = 0,88$$

### 3. Cálculo Índice de Agregación

$$M_c = \frac{X_{(0,025)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$$

$$M_c = \frac{30,191 - 18 + 86}{86 - 1}$$

$$M_c = 1,15$$

### 4. Cálculo Índice de Morisita Estandarizado

Interpretación	Fórmula	Cálculo
$I_d \geq M_c > 1,0$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	$I_p = 0,5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$
$M_c > I_d \geq 1,0$	$I_p = 0,5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0,5 \left( \frac{1,02 - 1}{M_u - 0,88 - 1} \right)$
$1,0 > I_d > M_u$	$I_p = -0,5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	<b><math>I_p = -0,0875</math></b>
$1,0 > M_u > I_d$	$I_p = -0,5 + 0,5 \left( \frac{I_d - M_u}{M_u} \right)$	<b>UNIFORME</b>

Anexo 2. Base de datos de densidad poblacional de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, por parcela.

<b>Nro. Parcela</b>	<b>Nro. Individuos</b>	<b>Dr (%)</b>
1	2	2,33
2	5	5,81
3	3	3,49
4	5	5,81
5	4	4,65
6	1	1,16
7	10	11,63
8	5	5,81
9	6	6,98
10	7	8,14
11	5	5,81
12	6	6,98
13	3	3,49
14	5	5,81
15	3	3,49
16	3	3,49
17	4	4,65
18	9	10,47
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>100,00</b>
<b>Ind/ha</b>	<b>119</b>	

Anexo 3. Base de datos de individuos de *Bursera graveolens* igual o mayor a 10 cm de DAP, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.

Nro. Parcela	Nro. Árbol	FAMILIA	Nombre científico	Longitud (X)	Latitud (Y)	CAP (cm)	HT (m)	DAP (cm)	Estado Fitosanitario	
1	1	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577579	9521628	114,00	7,19	36,29	6	S
1	2	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577587	9521614	118,50	14,73	37,72	6	S
2	3	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577813	9522084	78,00	8,98	24,83	6	S
2	4	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577824	9522090	67,00	10,72	21,33	6	S
2	5	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577831	9522081	81,00	5,96	25,78	6	S
2	6	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577815	9522088	93,00	9,60	29,60	6	S
2	7	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577810	9522104	88,00	8,60	28,01	6	S
3	8	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577805	9521822	82,00	11,33	26,10	6	S
3	9	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577800	9521826	91,00	13,80	28,97	6	S
3	10	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577808	9521815	120,00	9,73	38,20	6	S
4	11	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577820	9521576	92,00	9,93	29,28	6	S
4	12	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577832	9521568	83,50	9,80	26,58	6	S
4	13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577835	9521565	81,50	10,50	25,94	6	S
4	14	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577833	9521562	105,00	12,85	33,42	6	S
4	15	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	577829	9521563	112,00	13,60	35,65	6	S
5	16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578048	9522815	99,50	8,18	31,67	6	S
5	17	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578051	9522829	108,00	10,53	34,38	4	P
5	18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578057	9522831	116,00	12,88	36,92	6	S
5	19	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578096	9522818	113,00	6,91	35,97	6	S
6	20	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578059	9522581	97,00	12,86	30,88	6	S
7	21	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578099	9521825	74,00	11,01	23,55	6	S
7	22	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578098	9521824	129,00	13,50	41,06	6	S
7	23	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578092	9521827	130,00	11,20	41,38	6	S
7	24	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578108	9521820	112,00	8,70	35,65	2	E
7	25	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578116	9521842	81,00	10,98	25,78	6	S
7	26	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578117	9521838	67,00	10,05	21,33	6	S
7	27	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578115	9521833	78,40	7,50	24,96	6	S
7	28	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578114	9521829	61,50	10,02	19,58	6	S

..... Continuación Anexo 3

Nro. Parcela	Nro. Árbol	FAMILIA	Nombre científico	Longitud (X)	Latitud (Y)	CAP (cm)	HT (m)	DAP (cm)	Estado Fitosanitario	
7	29	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578112	9521828	59,00	9,50	18,78	6	S
7	30	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578112	9521829	98,00	14,40	31,19	6	S
8	31	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578059	9521580	86,00	6,36	27,37	6	S
8	32	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578073	9521571	118,00	9,50	37,56	6	S
8	33	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578065	9521586	84,00	9,85	26,74	6	S
8	34	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578056	9521590	91,00	8,10	28,97	6	S
8	35	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578055	9521590	45,00	5,10	14,32	6	S
9	36	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578026	9521357	117,00	9,80	37,24	4	P
9	37	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578024	9521370	60,00	5,50	19,10	4	P
9	38	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578027	9521372	73,00	5,95	23,24	4	P
9	39	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578030	9521370	76,00	5,80	24,19	6	S
9	40	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578044	9521371	121,00	7,20	38,52	2	E
9	41	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578035	9521358	93,50	9,20	29,76	6	S
10	42	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578271	9522813	98,00	14,40	31,19	6	S
10	43	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578273	9522820	101,00	6,22	32,15	6	S
10	44	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578272	9522821	75,50	9,75	24,03	6	S
10	45	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578274	9522827	95,00	7,08	30,24	6	S
10	46	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578280	9522824	85,00	9,50	27,06	6	S
10	47	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578284	9522819	68,00	9,79	21,65	2	E
10	48	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578281	9522808	92,00	8,95	29,28	6	S
11	49	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578326	9522577	81,00	9,40	25,78	6	S
11	50	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578330	9522579	79,00	9,15	25,15	6	S
11	51	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578327	9522587	72,50	10,20	23,08	6	S
11	52	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578328	9522588	77,00	11,70	24,51	4	P
11	53	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578335	9522587	110,00	10,14	35,01	6	S
12	54	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578302	9522353	108,00	10,85	34,38	6	S
12	55	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578306	9522342	78,00	7,42	24,83	6	S
12	56	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578296	9522341	95,00	10,20	30,24	4	P
12	57	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578298	9522341	80,00	12,10	25,46	4	P
12	58	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578298	9522346	37,50	7,14	11,94	4	P
12	59	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578297	9522345	96,00	9,70	30,56	4	P

..... Continuación Anexo 3

<b>Nro. Parcela</b>	<b>Nro. Árbol</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Longitud (X)</b>	<b>Latitud (Y)</b>	<b>CAP (cm)</b>	<b>HT (m)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Estado Fitosanitario</b>	
13	60	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578324	9522101	89,00	9,46	28,33	4	P
13	61	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578320	9522085	73,00	8,20	23,24	4	P
13	62	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578314	9522086	76,00	8,30	24,19	4	P
14	63	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578328	9521599	110,00	13,80	35,01	4	P
14	64	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578333	9521597	100,00	12,10	31,83	4	P
14	65	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578325	9521597	89,00	12,50	28,33	4	P
14	66	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578326	9521596	60,00	7,50	19,10	4	P
14	67	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578326	9521599	85,00	11,86	27,06	4	P
15	68	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578555	9522301	78,00	8,85	24,83	4	P
15	69	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578555	9522315	85,50	8,85	27,22	6	S
15	70	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578558	9522326	89,00	10,40	28,33	6	S
16	71	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578544	9521994	97,00	9,40	30,88	6	S
16	72	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578534	9521997	111,00	13,00	35,33	6	S
16	73	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578544	9521991	85,00	7,50	27,06	6	S
17	74	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578806	9522300	106,00	10,80	33,74	6	S
17	75	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578805	9522301	103,00	9,20	32,79	6	S
17	76	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578809	9522297	86,00	7,90	27,37	6	S
17	77	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578805	9522284	76,00	9,31	24,19	6	S
18	78	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578805	9522075	71,00	8,14	22,60	6	S
18	79	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578813	9522070	70,00	7,80	22,28	6	S
18	80	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578814	9522062	81,00	7,20	25,78	6	S
18	81	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578822	9522061	52,00	5,92	16,55	6	S
18	82	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578818	9522067	76,00	8,50	24,19	4	P
18	83	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578817	9522072	118,00	12,88	37,56	6	S
18	84	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578812	9522087	71,50	7,80	22,76	6	S
18	85	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578822	9522072	126,00	10,80	40,11	6	S
18	86	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	578832	9522070	71,50	7,90	22,76	6	S

Anexo 4. Base de datos de la regeneración natural de *Bursera graveolens*, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.

Nro. Parcela	FAMILIA	Nombre científico	DAP (cm)	Altura (cm)	Plántulas	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto
2	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	5,79	162			1	
8	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	6,21	190				1
8	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	3,18	161			1	
8	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	3,18	155			1	
11	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	3,18	112		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	92		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	94		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,43	71		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	23	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	75		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,64	22	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	26	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	51		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	25	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,64	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	46		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	59		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,11	36		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	88		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	54		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	146		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	147		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	95		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	114		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	42		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	170			1	
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	110		1		

..... Continuación Anexo 4

Nro. Parcela	FAMILIA	Nombre científico	DAP (cm)	Altura (cm)	Plántulas	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	118		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	69		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,80	28	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	130		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,43	49		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,23	96		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	35		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	98		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,86	83		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	59		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	99		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,64	13	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	50		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,64	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	32		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	68		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	74		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	83		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	25	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	68		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	110		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,86	68		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	62		1		

..... Continuación Anexo 4

Nro. Parcela	FAMILIA	Nombre científico	DAP (cm)	Altura (cm)	Plántulas	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,86	110		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	100		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	119		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	72		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	55		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	45		1		
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	29	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	28	1			
13	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	25	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	156			1	
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	152			1	
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	160			1	
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	3,18	151			1	
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	3,82	170			1	
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	66		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	65		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	60		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	44		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,23	109		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,07	46		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,39	40		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,23	89		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	97		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	59		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	41		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	27	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	32		1		

..... Continuación Anexo 4

Nro. Parcela	FAMILIA	Nombre científico	DAP (cm)	Altura (cm)	Plántulas	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	19	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	54		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	54		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	17	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	19	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	51		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	86		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,07	24	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	69		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	40		1		
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	20	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	23	1			
16	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,43	36		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	105		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	37		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	35		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	39		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	61		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,86	128		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,23	99		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	109		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,07	57		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	66		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,55	74		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,91	83		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	44		1		
18	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	41		1		

..... Continuación Anexo 4

<b>Nro. Parcela</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Plántulas</b>	<b>Brinjal</b>	<b>Latizal bajo</b>	<b>Latizal alto</b>
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,95	18	1			
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	0,64	21	1			
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	47		1		
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,23	155		1		
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,86	108		1		
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,43	42		1		
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	2,86	105		1		
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,27	54		1		
<b>18</b>	BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i>	1,59	72		1		

Anexo 5. Evidencia de los trabajos de campo del proceso de la investigación.





