

Parámetros poblacionales y regeneración natural de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch (Burseraceae), en Zapotillo, Ecuador

Population parameters and natural regeneration of *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch (Burseraceae), in Zapotillo, Ecuador

Zhofre Aguirre Mendoza

Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, ECUADOR
zhofre.aguirre@unl.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6829-3028>
zhofre.aguirre@unl.edu.ec

Orlando Cabrera Guerrero

Universidad Nacional de Loja, ECUADOR
<https://orcid.org/0000-0002-6829-3028>

Resumen

La dinámica poblacional estudia la composición y tamaño de la población de una especie a través de la densidad, edad, sexo, distribución espacial, procesos biológicos y ambientales que los impulsan y sus variaciones en el tiempo. El objetivo de la investigación fue evaluar los parámetros poblacionales y la regeneración natural de *Bursera graveolens* (Burseraceae) en Malvas, cantón Zapotillo, Ecuador. Se instalaron 18 parcelas temporales de 20 m x 20 m, en forma sistemática con un distanciamiento de 250 m. Se anidaron parcelas de 2 m x 2 m para estudiar plántulas y brinzal; subparcelas de 5 m x 5 m para latizal bajo y de 10 m x 10 m para latizal alto. La distribución espacial se calculó mediante el Índice de Morisita Estandarizado (Ip) y Análisis del Vecino Próximo (Qgis), la densidad poblacional se determinó aplicando la fórmula de densidad absoluta, para la estructura de edades se agrupó a los individuos en clases diamétricas, para la regeneración natural se calculó los parámetros estructurales: densidad relativa, frecuencia e IVI. El patrón de distribución espacial según el índice de Morisita Estandarizado es uniforme (- 0,087), la densidad es de 119 individuos/ha, la mayoría de individuos se agrupa entre 22,60 cm y 25,74 cm de DAP. La regeneración natural es escasa, la categoría con mayor número de individuos es brinzal con 114 individuos/ha y tiene mayor IVI. La población es mayormente adulta; se evidenció que la regeneración es escaza, debido al sobrepastoreo de ganado caprino y colección de frutos para obtener aceites esenciales.

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

Abstract

Population dynamics studies the composition and size of the population of a species through density, age, sex, spatial distribution, biological and environmental processes that drive them and their variations over time. The objective of the research was to evaluate the population parameters and the natural regeneration of *Bursera graveolens* (Burseraceae) in Malvas, Zapotillo canton, Ecuador. 18 temporary plots of 20 m x 20 m were installed, systematically with a spacing of 250 m. 2 m x 2 m plots were nested to study seedlings and sapling; subplots of 5 m x 5 m for low bed and 10 m x 10 m for high bed. The spatial distribution was calculated using the Standardized Morisita Index (Ip) and Near Neighbor Analysis (Qgis), the population density was determined by applying the absolute density formula, for the age structure the individuals were grouped into diameter classes, for natural regeneration structural parameters were calculated: relative density, frequency and IVI. The spatial distribution pattern according to the Standardized Morisita index is uniform (- 0.087), the density is 119 individuals / ha, most individuals are grouped between 22.60 cm and 25.74 cm DBH. Natural regeneration is scarce, the category with the highest number of individuals is sapling with 114 individuals / ha and has the highest IVI. The population is mostly adult; it was evidenced that regeneration is scarce, due to overgrazing of goats and collection of fruits to obtain essential oils

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

Citación: Aguirre, Z. & O. Cabrera. 2021. Parámetros poblacionales y regeneración natural de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch (Burseraceae), en Zapotillo, Ecuador. Arnaldoa 28(2):305-318 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.282.28203>

Introducción

Desde épocas remotas la humanidad ha hecho uso de diversas especies silvestres para su subsistencia (Aguirre *et al.*, 2013), es el caso de *Bursera graveolens*, utilizada como medicina ancestral, además su madera seca es empleada como incienso.

Hace algunos años esta especie se utilizaba a nivel industrial con la finalidad de extraer aceite esencial a partir de su madera, un proceso no sustentable, ya que implica el aprovechamiento total del árbol. En el año 2005 con el fin de cubrir la demanda del mercado, se inició un estudio para la extracción de aceite esencial de otras partes de la especie sin poner en riesgo su permanencia. En este sentido, Manzano (2009), señala que para el año 2007 se identificó en los frutos y flores una mayor concentración de aceite esencial del “palo santo”.

Los bosques secos en Ecuador se distribuyen en las provincias de Manabí, Guayas, Santa Elena, El Oro y Loja. Aproximadamente 28 000 km² del Ecuador occidental es bosque seco y se estima que el 50% ha desaparecido (Sierra *et al.*, 1999). En la provincia de Loja estos ecosistemas se desarrollan entre 0 a 1000 m s.n.m, y ocupan una superficie de 3400 km² (Herbario Loja *et al.*, 2001, 2003; Aguirre *et al.*, 2006; Aguirre & Kvist, 2009). En el bosque seco existe la presencia de asentamientos humanos, reflejada en la expansión de la frontera agrícola, que ha puesto en riesgo la conservación del ecosistema y de la biodiversidad, debido a la escases de información científica (Aguirre *et al.*, 2006); además, se caracterizan por estar sometidos a un largo período de sequía que condiciona la mayoría de sus procesos ecológicos (Mass & 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 de aves y es el hábitat de especies de flora y fauna con características únicas en el mundo, razón por la cual ha sido clasificada como ecoregión y es prioridad regional de conservación (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2007). Además, los remanentes de bosque seco tienen una reducción considerable por el desarrollo urbano, por tradición la población local extrae recursos forestales maderables, sobreexplotando especies forestales valiosas como: *Handroanthus crysanthus* (“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 & Delgado, 2005).

La regeneración natural de *Bursera graveolens* no es abundante, se ve afectada especialmente en estado juvenil, ya que sirven de alimento para el ganado, son ramoneados por caprinos y animales silvestres como el “venado” y “conejo” (Motto, 2005). La conservación y manejo es necesario; y, para lo cual es procedente generar conocimientos sobre su ecología, considerando componentes como: abundancia, tamaño poblacional, distribución y factores causales de distribución; aspecto que es fundamental en el estudio de la dinámica poblacional de especies vegetales (Smith & Smith, 2007).

El objetivo de la investigación, fue evaluar los parámetros poblacionales y la regeneración natural de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch (Burseraceae), en el sector Malvas, cantón Zapotillo, Ecuador. Este artículo, presenta la densidad, estructura etaria, distribución espacial y

regeneración natural de *Bursera graveolens*, la información recabada constituye un insumo importante para la toma de decisiones para el manejo sostenible.

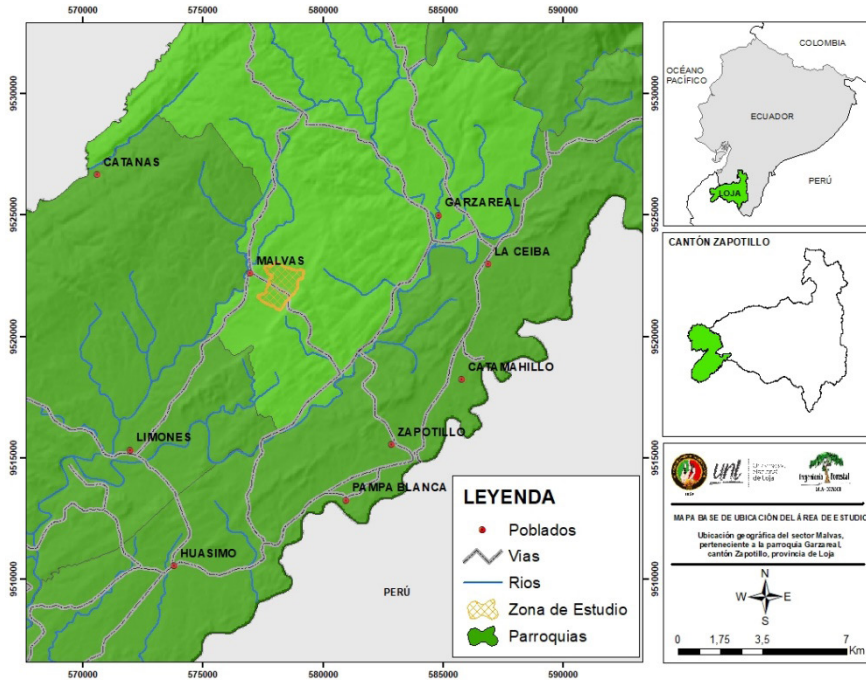


Fig. 1. Ubicación del área de estudio en el contexto parroquial y cantonal de Zapotillo.

Materiales y métodos

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 Garzarreal, cantón Zapotillo, provincia de Loja, dentro de la Reserva de Biosfera Transfronteriza Bosques de Paz (Ecuador - Perú), en las siguientes coordenadas UTM: 17 S 577053 E 9522600 N. En la Figura 1 se ilustra la ubicación del área de estudio.

Metodología

Unidad de muestreo

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 estado fitosanitario de los individuos iguales o mayores a 10 cm de DAP.

Para evaluar la regeneración natural, cada parcela fue dividida en subparcelas, según las categorías definidas, éstas son: plántulas y brinjal en subparcelas de 2 m x 2 m, latizal alto en subparcelas de 5 m x 5 m y latizal alto en subparcelas de 10 m x 10 m, según sugerencias de Cárdenas *et al.* (2008) y Aguirre (2019).

Parámetros estudiados

Para determinar la distribución o disposición espacial se registraron coordenadas geográficas (puntos GPS) de 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 1:1500.

Para los cálculos se utilizaron el índice de Morisita (Ip) y análisis del vecino próximo del programa QGIS 3.12 (Chamorro, 2011).

- Índice de Morisita

Se realizó el cálculo del Índice de Morisita (Id) con la siguiente expresión (Brower *et al.*, 1998):

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

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 Estandarizado (Krebs, 1999).

- Índice de Uniformidad

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

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

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

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).

Obtenidos los valores críticos, se realizó el cálculo del Índice de Morisita Estandarizado (Ip), es importante saber que el Índice de Morisita estandarizado 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 1.

Tabla 1. Interpretación del índice de Morisita estandarizado (I_p)

Cálculo		Interpretación	
$I_d \geq M_c > 1,0$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	Valor	Significado
$M_c > I_d \geq 1,0$	$I_p = 0,5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0$	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

Fuente: Krebs (1999).

Para determinar la densidad poblacional se inventarió a todos los árboles de *Bursera graveolens* dentro de cada cuadrante con diámetro mayores o iguales a 10 cm de DAP. Una vez registrados todos los árboles se aplicó la fórmula de densidad poblacional. Según Aguirre (2019), se obtiene en función de la relación del número total de individuos de una especie encontrada) y la superficie muestreada (A).

Para la estructura de edades se utilizó los datos obtenidos de las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP), 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 & Smith (2007) y Morlans (2004) es procedente cuando no se puede trabajar con anillos de crecimiento.

Regeneración natural

Para determinar la regeneración natural se instalaron unidades de muestreo de diferentes tamaños, dependiendo de la categoría conforme se muestra en la Tabla 2. Se contabilizó los individuos de la especie, agrupando en categorías de regeneración según la propuesta de Cárdenas *et al.* (2008).

Tabla 2. 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)

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 3, según lo recomendado por Aguirre (2019); Orozco Brumer (2002).

Tabla 3. Fórmulas para el cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación aplicados a la regeneración natural *Bursera graveolens*.

Parámetro	Fórmula
Densidad (ind/m ²)	$D = \frac{\text{Número de individuos por categoría}}{\text{Total área muestreada}}$
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 de valor de importancia simplificado (%)	$IVI = \frac{DR + FR}{2}$

Resultados

Disposición espacial de *Bursera graveolens*

La disposición espacial obtenida mediante el cálculo del Índice de Morisita

Estandarizado, muestra que *Bursera graveolens* presenta un índice de $-0,087$, que significa que la especie tiene tendencia hacia un patrón de distribución uniforme conforme se observa en la Figura 2.

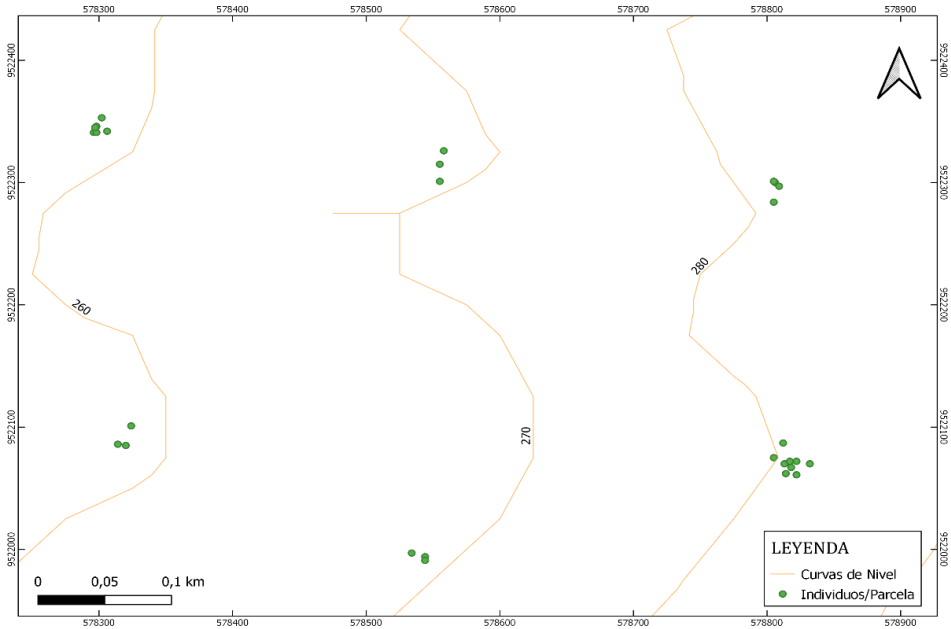


Fig. 2. Mapa de disposición espacial de *Bursera graveolens* a escala 1:1500, en el sector Malvas, cantón Zapotillo.

El proceso de análisis vectorial en el software Qgis 3.12, se obtuvo la matriz 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, lo cual se puede observar en Tabla 4.

Tabla 4. 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
Índice de vecino más cercano	1,944
Número de puntos	7
Z	4,781

Densidad poblacional

Se registraron 86 individuos con diámetro mayor a 10 cm en 0,72 hectáreas de muestreo, lo que representa 119 individuos por hectárea, conforme se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. 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

Estructura etaria

La clase diamétrica que agrupa mayor número de individuos es la clase 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 clase diamétricas que agrupa menor cantidad de individuos son 10 cm a 13,2 cm de DAP con un individuo que representa el 1,16% y 13,3 cm a 16,5 cm con un individuo que representa el 1,16% del total, obsérvese

la Figura 3 para comprensión de este resultado.

La pirámide poblacional presenta una forma con base estrecha, es decir una población en declinación, debido a la existencia de mayor número de individuos adultos que jóvenes.

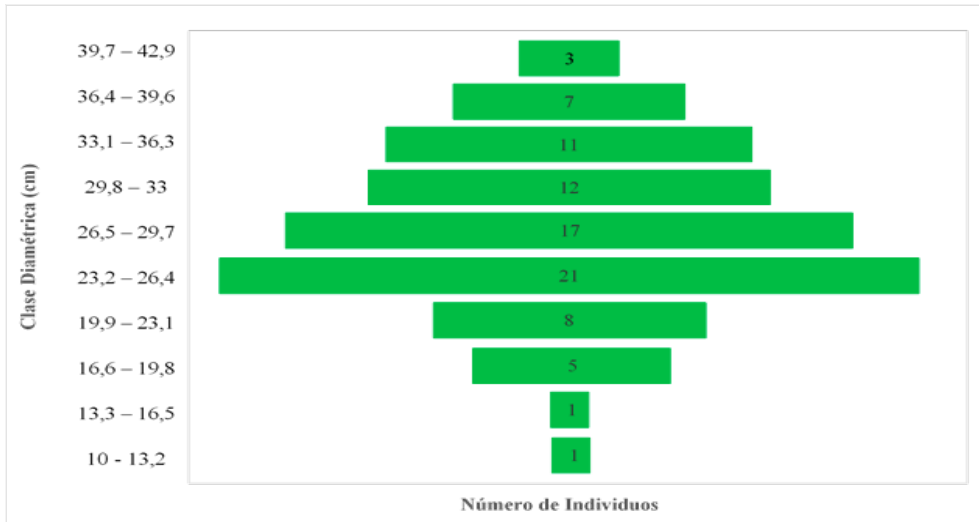


Fig. 3. Pirámide poblacional de la estructura etaria en base al diámetro de *Bursera graveolens*, en el sector de Malvas, cantón Zapotillo.

Regeneración natural de *Bursera graveolens*

Se identificaron 117 individuos de regeneración natural en 0,72 ha de muestreo, la categoría brinzal registra 82 individuos, seguido de plántulas con 25 individuos y la categoría con menor número de individuos es latizal alto con un individuo. La categoría

sobresaliente es brinzal con el 70,09% y la menor es latizal alto con 0,85%. La densidad por hectárea es de 114 individuos/ha en la categoría brinzal, seguido de la categoría plántulas con 35 individuos/ha y latizal alto tiene una densidad de un individuos/ha (ver Figura 4).

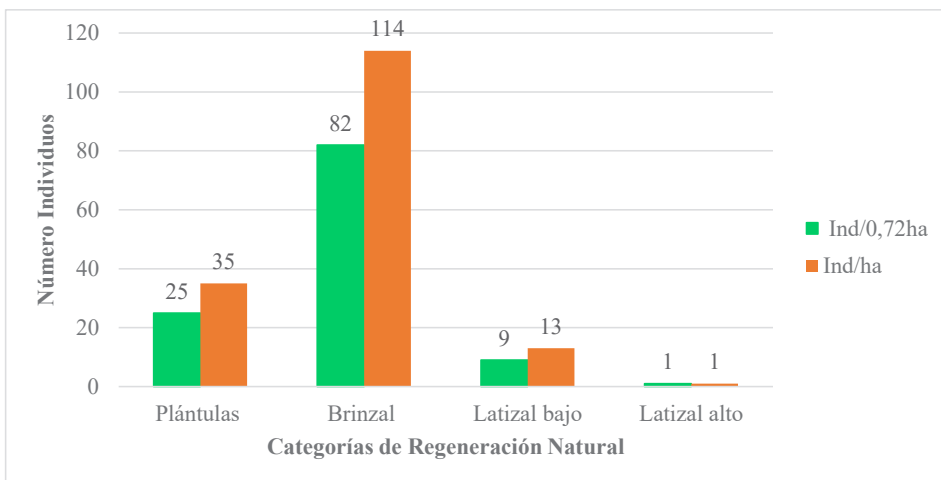


Fig. 4. Número de individuos por categoría de regeneración natural en el sector Malvas, cantón Zapotillo.

La categoría brinzal constituye la categoría de regeneración natural más importante ecológicamente en densidad, densidad relativa, frecuencia relativa e

IVI; y, la categoría con menor importancia ecológica es latizal alto, obsérvese la Tabla 6 para mejor comprensión.

Tabla 6. 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
Total		117	163	100,00	100,00	100,00

Discusión

Disposición espacial de *Bursera graveolens*

En un espacio determinado los organismos que pertenecen a una población o comunidad se distribuyen de forma aleatoria, uniforme o agregada (Franco-López *et al.*, 1989). En este contexto el patrón de distribución espacial de *Bursera graveolens* en el sector de Malvas, cantón Zapotillo es de - 0,087 (Morisita), que es una tendencia de distribución uniforme, resultado que difiere a lo reportado por Encarnación (2019), quien detalla en su investigación ejecutada en dos sitios, para *Podocarpus oleifolius* el índice es de 0,50 para el sitio I y 1 para el sitio II, presentando una tendencia hacia un patrón agrupado. Además, el patrón de distribución espacial mediante el análisis del vecino próximo es 1,94 tiene tendencia a patrón uniforme, resultado diferente a lo registrado por

Encarnación (2019) que reporta un patrón agrupado con individuos concentrados en ciertas zonas, esto es importante ya que permite demostrar que las especies tienen sus propios patrones de distribución y que es significativo su estudio y conocimiento. Palacios *et al.* (2017), que señala que en la investigación realizada en el Chocó - Colombia, se evaluó la estructura poblacional de 8 especies maderables, determinándose el patrón de distribución espacial mediante el Índice de Morisita, siete especies presentan distribución uniforme y *Anacardium excelsum* presenta patrón de distribución agregada. Así mismo, Caldato *et al.* (2002), en su estudio de estructura poblacional de *Ocotea puberula*, en Argentina, señala que la distribución espacial mediante el Índice de Morisita fue de 2,8 y 2,6 para bosque secundario y primario respectivamente, corresponde a un patrón de dispersión agregado para los dos tipos de bosque.

Densidad poblacional

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), que registraron 100 individuos por hectárea en los bosques estacionalmente secos de la Región de Piura y, resultado inferior a lo reportado por Guerra (2013), quien señala una densidad poblacional de 358 árboles por hectárea en el cerro "Garabo" Morropón - Piura, Perú.

Estructura etaria

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), que 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), registra 173 árboles de *Bursera graveolens* con un DAP entre 4 y 17 cm; y, 133 árboles entre 18 cm y 31 cm.

Lamprech (1990) indica que es 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 más frecuente, información que contrasta con lo reportado por Morlans (2004), 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,

situación ratificada por Aguirre & Geada (2015).

Regeneración natural de *Bursera graveolens*

En El Valle del Palo Santo (sector Malvas), se registró 117 individuos, distribuidos en cuatro categorías (plántulas, brinzal, latizal bajo y latizal alto), dato considerablemente bajo reflejado en el nivel de sobrevivencia de las plántulas, tal como lo corrobora Uslar *et al.* (2003), quien señala que la especie está expuesta a diferentes perturbaciones que se ven reflejadas en reducción de sus poblaciones. Los resultados de esta 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), añade que muy pocas plántulas de *Bursera graveolens* llegan a estado adulto, debido a factores como la falta de humedad y actividades antrópicas, mientras que Aguirre & Geada (2015) señala que la baja supervivencia de la especie está relacionada con el pastoreo caprino y estrés hídrico presente en la zona en gran parte del año.

Un factor importante para la existencia y sobrevivencia de regeneración natural de *Bursera graveolens* es el pastoreo caprino (*Capra hircus*) que seguirá siendo un aspecto trascendental para la perpetuidad de la especie. González *et al.* (2005) indican que *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 esta investigación; el problema radica en el sobrepastoreo de ganado caprino, los individuos registrados de regeneración

natural pertenecen a parcelas que se encuentran dentro del predio cercado que maneja la Asociación Comunitaria Bolívar Tello Cano, cabe recalcar entonces que la regeneración o sucesión natural en campo abierto es mínima o casi nula, lo que da bases técnicas para indicar que el problema de regeneración de *Bursera graveolens* es complejo y comprueba la hipótesis de que es una especie con sus poblaciones en declive, conforme lo plantea Morlans (2004).

Conclusiones

La distribución espacial de *Bursera graveolens*, corresponde a un patrón espacial uniforme, relacionado probablemente a que la especie se encuentra en bosque seco, donde tienen que adaptarse y sobrevivir ante actividades antrópicas y limitado recurso hídrico.

La densidad poblacional es afectada por factores que impiden la secuencia de sucesión natural, además por las actividades antrópicas imperantes en la zona. Además, la población de *Bursera graveolens*, es adulta, con escasos individuos jóvenes, por ende, la población de la especie está en declinación.

La regeneración natural de *Bursera graveolens* en la zona de evaluación es escasa, la concentración de individuos se da en la categoría brinzal, esto no garantiza incremento poblacional, porque muchos individuos morirán por el sobrepastoreo de ganado caprino y las actividades antrópicas de colección de frutos para la extracción de aceites esenciales.

Literatura citada

Aguirre, Z. 2019. Métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. ISBN: 978-9942-36-127-1

Aguirre, Z. & L. Kvist. 2009. Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja,

municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa*, 16(2): 87 – 99. ISSN: 1815-8242.

Aguirre, Z.; Y. Betancourt & G. Geada. 2012. Aprovechamiento del palo santo *Bursera graveolens* en los bosques secos de Ecuador. <http://www.monografias.com/trabajoag93/aprovechamiento-del-palo-santo-burseragraveolens-ecuador.shtml>

Aguirre, Z.; P. Kvist & R. Linares. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*, 13(2): 324 – 350. ISSN: 1815-8242.

Aguirre, Z. & T. Delgado. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. *Revista EcoCiencia*, 4(1): 9 – 24.

Aguirre, Z.; Y. Betancourt; G. Geada & H. Jasen. 2013. Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Revista Científica Avances*, 15(2): 144 – 155. ISSN: 1562-3297.

Aguirre, Z. & G. Geada. 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.

Brower, J.; J. Zar & C. Ende. 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 4a Ed. WCB/McGraw-Hill Companies, U.S.A.

Caldato, S. & R. Pezutti. 2010. Estructura poblacional de *Myrcarpus frondosus* Allemão en un bosque en galería de la selva paranaense en Misiones, Argentina. *Revista Ciencia Forestal*, 20(3): 411 – 418.

Cárdenas, L.; M. Martínez; J. Iglesias; A. Barrizonte & R. Caballero. 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

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>

Encarnación, A. 2019. Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador [Tesis de grado, Universidad Nacional

- de Loja]. Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Loja <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22610>
- Espinosa, C.; M. De la Cruz; A. Luzuriaga & A. Escudero.** 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2): 167-179.
- Franco, J.; A. De la Cruz-Agüero; A. Cruz; N. Rocha; G. Navarrete; E. Flores; S. Kato; L. Sánchez; G. Abarca & C. Bedia.** 1989. Manual de ecología. Trillas. http://biblioteca.uaan.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=28540&shelfbrowse_itemnumber=52154
- González, E.; J. García & J. Correa.** 2005. Especies forestales del bosque seco Cerro Negro – Cazaderos”. Fundación Ecológica Arcoiris. 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, CINFA, SNV.** 2003. Zonificación ecológica de los seis cantones de influencia del Proyecto Bosque Seco. Fase II. Informe Final. Herbario Loja — Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Herbario Loja, UNISIG, CINFA.** 2001. Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Krebs, C.** 1999. *Ecological Methodology*. 2a Ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California USA.
- Lamprecht, 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-arbores-possibilidades-y-metodos-para-un-aprovechamiento-sostenido/oclc/503255833>
- Maass, M. & A. Burgos.** 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
- 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>
- 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>
- 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.
- Palacios, L.; K. Perea; D. Bellido & H. Caicedo.** 2017. Estructura poblacional de ocho especies maderables amenazadas en el departamento del Chocó-Colombia. *Research Journal*, 9(1), 107-114
- Rasal, M.; J. Troncos & C. Lizano.** 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.
- Sierra, R.; C. Cerón; W. Palacios & R. Valencia (Eds).** 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF Y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Smith, T. & R. Smith.** 2007. *Ecología*. PEARSON EDUCATION. https://bgf-info9.webnode.com/_files/200000679-4ac514ac53/Ecologia.6ed.Smith.PDF.pdf
- Uslar, Y.; B. Mostacedo & M. Saldías.** 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39(1): 78-91.