



Influencia del gradiente altitudinal sobre la Composición y estructura del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa



Influence of the altitudinal gradient on the Composition and structure of “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa



Influência do gradiente altitudinal na Composição e estrutura de “Floresta e vegetação protetora El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa


Carlos Salas Macías^{1*}; Karime Montes Escobar²; Gary Sánchez Sancán³; Walter Alcívar Chávez³; Adrián Murillo Choez⁴; Fabrizio Vera Cedeño⁴; Dante Bolcato Bolcato⁵; Sergio Iglesias Abad⁶.


¹Departamento de Agronomía. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Km 15 vía Portoviejo-Santa Ana. Lodana, Ecuador. 131302. Correo electrónico: carlos.a.salas.m@gmail.com; 

²Departamento de Matemáticas y Estadística. Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Avenida Urbina y Che Guevara. Portoviejo, Ecuador. 130105. Correo electrónico: kmontes@utm.edu.ec; 

³Carrera de Agronomía. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Km 15 vía Portoviejo-Santa Ana. Lodana, Ecuador. 131302. Correo electrónico: (GS) gsanchez1885@utm.edu.ec,  (WA): walcivar4989@utm.edu.ec; 

⁴Departamento de innovación e investigación. Ecuadorian Hands. Calle 2^{da} paralela #1806 entre calles 18 y 19. Manta, Ecuador. 130215. Correo electrónico: (AM) adrianmurillo15@gmail.com,  (FV) fabrizio@ecuadorianhands.com; 

⁵Departamento de innovación e investigación. *El Artesan*. Cdla. Luis Gencon, Calle Rogelio Figueroa, Puerto López. Ecuador, 131950. Correo electrónico: elartesan@yahoo.com, 

⁶Carrera de Ingeniería Ambiental. Universidad Católica de Cuenca (UCACUE). Av. de las Américas y Humboldt. Cuenca, Ecuador. 010101. Correo electrónico: siglesias@ucacue.edu.ec, .

Recibido el 18-01-2020 • Aceptado el 23-03-2020.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: carlos.a.salas.m@gmail.com

Resumen

El bosque seco es uno de los ecosistemas más amenazados debido a la facilidad de fragmentación asociada a actividades antropogénicas. En Manabí, este ecosistema alberga gran cantidad de especies cuyas poblaciones han sufrido algún tipo de modificación como consecuencia de prácticas tradicionales de extracción no sostenible. Mediante sistemas de información geográfica (SIG) se establecieron aleatoriamente 24 parcelas permanentes de muestreo circulares con un área de 500 m², considerando tres pisos altitudinales (200 - 250; 251 - 300 y > 300 msnm). En dichas parcelas se registraron datos de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total de individuos con DAP > 5 cm. A partir de estos datos se calcularon parámetros estructurales (abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia). Se encontraron 627 individuos, agrupados en 11 familias y 21 especies. El bosque motivo de estudio tuvo tendencia a la homogeneidad con dominancia de especies como *Ceiba trischistandra*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina* y *Cochlospermum vitifolium*; estas seis especies representaron el 74 % de las especies encontradas. Las familias con mayor importancia ecológica son Malvaceae, Burseraceae, Fabaceae, Boraginaceae y Bixaceae. La altitud se asocia significativamente con la abundancia de especies. El bosque presentó estados sucesionales intermedios y aunque se evidenció un grado considerable de intervención, mantuvieron un potencial importante en procesos ecosistémicos.

Palabras clave: florística, bosque seco, abundancia, frecuencia, índice de valor de importancia, ecología.

Abstract

Dry forest is one of the most threatened ecosystems due to the ease of fragmentation associated with anthropogenic activities. In Manabí, this ecosystem is habitat of many species whose populations have undergone modification as a result of traditional and unsustainable extraction practices. Using geographic information systems (GIS) 24 permanent circular sampling plots were randomly established with an area of 500 m² considering three altitude floors (200 - 250; 251 - 300 and > 300 masl). In these plots, data on chest height diameter (DBH) and total height of individuals with DBH > 5 cm. were registered. Using this data, structural parameters were calculated (abundance, frequency, dominance and the importance value index). The analysis found 627 individuals, grouped into 11 families and 21 species. The results show that the study forest tends to be homogeneous with dominance of species such as *Ceiba trischistandra*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina* and *Cochlospermum vitifolium*; these six species represent 74 % of the species found in the area of studies. The most ecologically important families were Malvaceae, Burseraceae, Fabaceae, Boraginaceae and Bixaceae. Altitude is significantly associated with

species abundance. The forest had intermediate successional states and although a considerable degree of intervention was evident, they maintain an important potential in ecosystem processes.

Keywords: floristic, dry forest, abundance, frequency, importance value index, ecology.

Resumo

A floresta seca é um dos ecossistemas mais ameaçados devido à facilidade de fragmentação associada às atividades antropogênicas. Em Manabí, esse ecossistema abriga um grande número de espécies cujas populações sofreram algum tipo de modificação como consequência das práticas tradicionais de extração insustentável. Por meio de sistemas de informação geográfica (SIG), foram estabelecidas aleatoriamente 24 parcelas circulares de amostragem circular, com área de 500 m², considerando três pisos altitudinais (200 - 250; 251 - 300 e > 300 de masl). Nessas parcelas, foram registrados dados de diâmetro na altura do peito (DAP) e altura total de indivíduos com DAP > 5 cm. Parâmetros estruturais (abundância, frequência, dominância e índice de importância) foram calculados a partir desses dados. Foram encontrados 627 indivíduos, agrupados em 11 famílias e 21 espécies. A floresta em estudo apresentou tendência à homogeneidade com predominância de espécies como *Ceiba trichistandra*, *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina* e *Cochlospermum vitifolium*; essas seis espécies representaram 74 % das espécies encontradas. As famílias com maior importância ecológica são Malvaceae, Burseraceae, Fabaceae, Boraginaceae e Bixaceae. A altitude está significativamente associada à abundância de espécies. A floresta apresentou estados sucessórios intermediários e, embora um grau considerável de intervenção fosse evidente, eles mantiveram um potencial significativo nos processos ecossistêmicos.

Palavras-chave: florística, floresta seca, abundância, frequência, índice de importância, ecologia.

Introducción

Desde sus orígenes, la especie humana ha sobrevivido mediante el aprovechamiento de los elementos de su entorno, siendo en algunas zonas no solo una extracción esporádica sino un aprovechamiento desmedido de recursos (Ferrer-Paris *et al.*, 2019), lo cual condujo al deterioro y desaparición de especies (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). Al respecto,

Introduction

Since its origins, the human species has survived by taking advantage of the elements of its environment, being in some areas not only a sporadic extraction but an excessive use of resources (Ferrer-Paris *et al.*, 2019), which led to the deterioration and disappearance of species (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010). In this regard, several authors agreed

varios autores concordaron en que a futuro los efectos del cambio climático podrían trastornar el funcionamiento de los ecosistemas debido a un aumento en la estacionalidad (Escribano-Ávila, 2016), este hecho afectó a todos los componentes del sistema, uno de ellos las especies arbóreas presentes en el mismo. En este orden de ideas, con el objetivo de avanzar en materia de conservación, no solo de las especies, sino también de las interacciones que ocurren en los ecosistemas y los bienes y/o servicios que estos proveen (Keith *et al.*, 2013), la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) ha propuesto recientemente la creación de la lista roja de los ecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2012). El modelo incluye cinco criterios para evaluar el riesgo de colapso del ecosistema, los cuales son: a) Reducción en la distribución geográfica, b) Distribución geográfica restringida, c) Degradación ambiental, d) Interrupción de los procesos o interacciones bióticas y e) Análisis cuantitativo que estima la probabilidad de colapso del ecosistema (Bland *et al.*, 2017; Keith *et al.*, 2013).

Considerando lo expuesto, es probable que el ecosistema de bosque seco neotropical sea susceptible de ser categorizado como amenazado de acuerdo con los criterios de este modelo (Hoekstra *et al.*, 2005; Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010), dado que son ecosistemas que se encuentra especialmente afectados por la presión antropogénica (Miles *et al.*, 2006) y están expuestos a una variedad de amenazas climáticas (Sekercioglu *et al.*, 2008). Aunque

that in the future the effects of climate change could disrupt the functioning of ecosystems due to an increase in seasonality (Escribano-Ávila, 2016), this fact affected all the components of the system, one of them the tree species present in it. In this order of ideas, with the aim of advancing conservation, not only of species, but also of the interactions that occur in ecosystems and the goods and/or services they provide (Keith *et al.*, 2013), the IUCN (International Union for Conservation of Nature) recently proposed the creation of the red list of ecosystems (Rodríguez *et al.*, 2012). The model includes five criteria to assess the risk of ecosystem collapse, which are: a) Reduction in geographic distribution, b) Restricted geographic distribution, c) Environmental degradation, d) Disruption of biotic processes or interactions and e) Quantitative analysis which estimates the probability of ecosystem collapse (Bland *et al.*, 2017; Keith *et al.*, 2013).

Considering the above, the neotropical dry forest ecosystem is likely to be classified as threatened according to the criteria of this model (Hoekstra *et al.*, 2005; Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010), given that they are ecosystems that are especially affected by anthropogenic pressure (Miles *et al.*, 2006) and are exposed to a variety of climate threats (Sekercioglu *et al.*, 2008). Although these forests have less species richness than the wet ones, priority must be given to their conservation and restoration due to the high degree of endemism, they have experienced immeasurable

estos bosques poseen menor riqueza de especies que los húmedos, se debe dar prioridad a su conservación y restauración debido al alto grado de endemismo, han experimentado inmensurables pérdidas en su cobertura forestal (Griscom y Ashton, 2011; Salas *et al.*, 2017) y juegan un papel importante en la regulación de los ciclos biogeoquímicos (Joshi y Dhyani, 2019).

Ecuador, posee una sexta parte de su territorio cubierto por bosques caducifolios y semicaducifolios (MAE, 2016) con una tasa de deforestación nacional de aproximadamente 30 km². año⁻¹ durante 2008-2014 (MAE, 2015). En su mayoría, se encuentran entre 0 y 1000 msnm. Se desarrollan en condiciones edafológicas particulares; suelos llanos y rocosos, altas concentraciones salinas y estratos arcillosos, ocasionalmente arenosos impermeables que no permiten retención de humedad y áreas con precipitaciones de entre 400 y 600 mm, focalizadas en 3 o 4 meses (MAE, 2012). Debido a este periodo de sequía, estos bosques son altamente deciduos y sus componentes poseen una fisionomía característica. En este sentido, las zonas con mayor cantidad de bosques secos en el Ecuador se encuentran en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, el Oro y Loja (Aguirre, 2013). En la Provincia de Manabí, las zonas de bosque seco son abundantes, siendo dominadas por *Ceiba trischistandra* y otras especies de importancia ecológica y económica.

En términos generales, la conservación de estos ecosistemas implica el conocimiento y evaluación

losses in their forest cover (Griscom y Ashton, 2011; Salas *et al.*, 2017) and they play an important role in the regulation of biogeochemical cycles (Joshi y Dhyani, 2019).

Ecuador, has a sixth of its territory covered by deciduous and semi-deciduous forests (MAE, 2016) with a national deforestation rate of approximately 30 km².year⁻¹ during 2008 - 2014 (MAE, 2015). Most of them are between 0 and 1000 masl. They develop under particular edaphological conditions; flat and rocky soils, high salt concentrations and clay strata, occasionally sandy impermeables that don't allow moisture retention and areas with rainfall of between 400 and 600 mm, focused on 3 or 4 months (MAE, 2012). Due to this dry period, these forests are highly deciduous and their components have a characteristic physiognomy. In this sense, the areas with the largest number of dry forests in Ecuador are found in the provinces of Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro and Loja (Aguirre, 2013). In the Manabi Province, dry forest areas are abundant, being dominated by *Ceiba trischistandra* and other species of ecological and economic importance.

In general terms, the conservation of these ecosystems implies the knowledge and evaluation of the behavior of the species on the forest surface and the design of mechanisms to determine the possibilities of use, conservation and/or regulation. In this sense, the present study had as objective the evaluation of the most important structural characteristics of an area with dry forest through an altitudinal gradient.

del comportamiento de las especies en la superficie del bosque y el diseño de mecanismos para determinar las posibilidades de aprovechamiento, conservación y/o regulación. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo la evaluación de las características estructurales más importantes de un área con bosque seco a través de un gradiente altitudinal.

Materiales y métodos

Ubicación

El área de estudios está ubicada en Joá a 6 kilómetros de la ciudad de Jipijapa (figura 1) y se ubica gráficamente a 1°23'34.72" de latitud Sur y 80°35'51.12" longitud Oeste. Es el límite entre la llanura de Tiján, que se extiende de Sur a Norte desde Piñas de Julcuy y las estibaciones de la Cordillera Costanera de Chongón - Colonche. Su clima es de Bosque Seco Ecuatorial. Específicamente se seleccionó como sujeto de estudio un área de 50 hectáreas el cual cuenta con un Plan de Manejo Integral (PMI No. 06308007502) y con Informe de Inspección Técnica en Zona Boscosa de la Comuna de Joá del Cantón Jipijapa (No. 026-2019-JC-BIOD-DPAM.MAE), como requisitos para la declaratoria de la categoría "Bosque y Vegetación Protector".

Métodos

Se utilizaron 24 parcelas permanentes de muestreo circulares de 500 m² cada una, las mismas fueron dispuestas al azar sobre el terreno en estudio (50 ha) considerando tres pisos altitudinales (200-250; 251-300 y > 300

Materials and methods

Location

The study area is located in Joá, 6 kilometers from the city of Jipijapa (figure 1) and is graphically located at 1°23'34.72" south latitude and 80°35'51.12" west longitude. It is the limit between the Tiján plain, which stretches from South to North from Piñas de Julcuy and the stowage of the Chongón-Colonche Coastal Range. Its climate is of Equatorial Dry Forest. Specifically, an area of 50 hectares was selected as the subject of study, which has an Integral Management Plan (PMI No. 06308007502) and a Technical Inspection Report in the Wooded Area of the Joá Commune of the Jipijapa Canton (No. 026-2019-JC-BIOD-DPAM.MAE), as requirements for the declaration of the category "Protective Forest and Vegetation".

Methods

24 permanent circular sampling plots of 500 m² each were used, they were randomly arranged on the field under study (50 ha) considering three altitudinal floors (200-250; 251-300 and > 300 masl). Six plots were established for each floor and data for total height and diameter at chest height (DBH) were recorded for each of the species with DBH > 5 cm. The sampling period started in August 2019 and ended in September of the same year, during the dry season. From the data recorded in the field, a structural study was carried out, which included the following parameters:

msnm). Se establecieron seis parcelas por cada piso y se registraron datos de altura total y diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada una de las especies con DAP > a 5 cm. El periodo de muestreo inició en agosto del 2019 y finalizó en septiembre del mismo año, durante la época seca. A partir de los datos registrados en campo se realizó el estudio estructural que comprendió los siguientes parámetros:

Abundance: refers to the number of individuals per hectare and per species, two types of abundance are considered:

Absolute abundance (Aba) = number of individuals per species

Relative abundance (Ab %) = number of individuals per species with respect to the total number of individuals found in the study area (ni)

$$Ab \% = (ni / N) \times 100$$

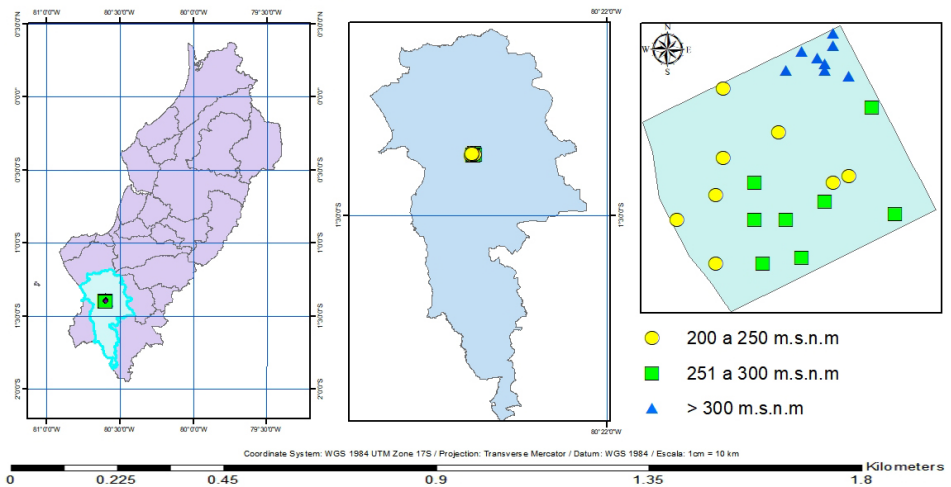


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en el bosque “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Figure 1. Location of the sampling plots in the forest “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Abundancia: hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie, se consideran dos tipos de abundancia:

Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie

Abundancia relativa (Ab %) = número de individuos por especie con respecto al número total de individuos

Where:

ni = number of individuals of the i-th species

N = total number of individuals in the sample

In order to find some association between species abundance and altitudinal floors, a simple correspondence analysis was

encontrados en el área de estudio (ni)

$$Ab \% = (ni / N) \times 100$$

Donde:

ni = número de individuos de la iésima especie

N = número de individuos totales en la muestra

A fin de encontrar alguna asociación entre la abundancia de especies y los pisos altitudinales, se realizó un análisis de correspondencia simple. Este análisis permitió graficar observaciones como puntos en un espacio Euclídeo de baja dimensión e identificar las asociaciones de mayor peso entre dos variables.

Frecuencia: permitió determinar el número de parcelas en que apareció una determinada especie, se utilizaron dos frecuencias:

Frecuencia absoluta (FrA) = permitió determinar el número de parcelas en donde apareció una determinada especie, es decir, la existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

$$FrA = (F_i / F_t) \times 100$$

Frecuencia relativa (Fr %) = permitió determinar el número de parcelas en que apareció una determinada especie en relación con el total de parcelas inventariadas.

$$Fr \% = (FrA_{ni} / FrA_t) \times 100$$

Donde:

Fi = frecuencia absoluta de la iésima especie

Ft = total de las frecuencias en el muestreo

Dominancia: es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas o la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el

performed. This analysis allowed to plot observations as points in a low-dimensional Euclidean space and to identify the associations of greater weight between two variables.

Frequency: it allowed determining the number of plots in which a certain species appeared, two frequencies were used:

Absolute frequency (FrA) = allowed determining the number of plots where a certain species appeared, that is, the existence or absence of a certain species in a plot.

$$FrA = (F_i / F_t) \times 100$$

Relative frequency (Fr%) = allowed to determine the number of plots in which a certain species appeared in relation to the total of inventoried plots.

$$Fr \% = (FrA_{ni} / FrA_t) \times 100$$

Where:

Fi = absolute frequency of the i-th species

Ft = total of the frequencies in the sampling

Dominance: is the degree of coverage of the species as an expression of the space occupied by them or the sum of the horizontal projections of the trees on the ground. Sometimes this determination is somewhat complicated due to the vertical structure of some forest types, in this case it is expressed by the relationship between the basal area of the set of individuals of a species and the sampled area.

Absolute dominance (Da) =

$$Da = G_i / G_t$$

Where:

Gi = basal area in m² for the i-th species

suelo. En ocasiones esta determinación es un tanto complicada debido a la estructura vertical de algunos tipos de bosque, en este caso se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada.

Dominancia absoluta (D_a) =

$$D_a = G_i / G_t$$

Donde:

G_i = área basal en m^2 para la iésima especie

G_t = área basal en m^2 de todas las especies

Dominancia relativa ($D\%$) =

$$D\% = (D_{as} / D_{at}) \times 100$$

Donde:

D_{as} = dominancia absoluta de una especie

D_{at} = dominancia absoluta de todas las especies

Índice de valor de importancia (IVI). Formulado por Curtis y McIntosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calculó para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Este índice permitió comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugirió una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

Resultados y discusión

El análisis de los datos recabados en campo dio lugar a parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia de las especies en el área de estudio. Al respecto, se encontraron

G_t = basal area in m^2 for all the species

Relative dominance ($D\%$) =

$$D\% = (D_{as} / D_{at}) \times 100$$

Where:

D_{as} = absolute dominance of a species

D_{at} = absolute dominance of all the species

Importance value index (IVI). Formulated by Curtis and McIntosh (1951), it is possibly the best known, it was calculated for each species from the sum of relative abundance, relative frequency and relative dominance. This index allowed comparing the ecological weight of each species within the forest. The similar IVI value for different species recorded in the inventory suggested an equality or similarity of the forest in its composition, structure, site quality and dynamics.

Results and discussion

The analysis of the data collected in the field gave rise to ecological parameters of frequency, density and dominance of the species in the study area. In this regard, 627 individuals were found, grouped into 11 families and 21 species (table 1), which suggested that the forest under study tended to be homogeneous. The results of the evaluated structural parameters are presented below:

Abundance

According to the results, the most abundant species is *Cordia lutea* (19.30 %), followed by *Bursera graveolens* (18.02 %); while the rarest

627 individuos, agrupados en 11 familias y 21 especies (cuadro 1), lo cual sugirió que el bosque motivo de estudio tendió a ser homogéneo. A continuación, se presentan los resultados de los parámetros estructurales evaluados:

species in this area is *Jatropha curcas* (0.16 %) (figure 2). Simple correspondence analysis showed that there are significant associations between species abundance and altitudinal floors ($p < 0.05$). The resulting graph (figure 3) with a

Cuadro 1. Caracterización taxonómica de las especies identificadas en el “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Table 1. Taxonomic characterization of the species identified in the “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Bototillo	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Bixaceae
Moyuyo	<i>Cordia lutea</i> Lam.	Boraginaceae
Palo santo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Burseraaceae
Zapotillo	<i>Cynophalla sclerophylla</i> (Iltis & Cornejo) Iltis & Cornejo	Capparaceae
Zapote de perro	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	Capparaceae
Pegador	<i>Cynophalla mollis</i> (Kunth) J. Presl.	Capparaceae
Sebastian	<i>Capparis angulata</i> Ruiz & Pav. ex DC.	Capparaceae
Chala	<i>Croton rivinifolius</i> Kunth.	Euphorbiaceae
Piñón	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae
Algarrobo	<i>Prosopis</i> sp.	Fabaceae
Jolote	<i>Cojoba arborea</i> (L.) Britton & Rose.	Fabaceae
Cascol	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth.	Fabaceae
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Fabaceae
Seca	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	Fabaceae
Pepito colorado	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Fabaceae
Ceibo	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	Malvaceae
Jaile	<i>Eriotheca ruizii</i> (K. Schum.) A. Robyns	Malvaceae
Mata palo	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Cerezo	<i>Muntingia calabura</i> L.	Muntingiaceae
Ebano	<i>Ziziphys thyrsoflora</i> Benth.	Rhamnaceae
Colorado	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae

Abundancia

De acuerdo con los resultados, la especie más abundante es *Cordia lutea* (19,30 %), seguida de *Bursera graveolens* (18,02 %); mientras que la especie más escasa en esta área es *Jatropha curcas* (0,16 %) (figura 2). El Análisis de correspondencia simple demostró que existen asociaciones significativas entre la abundancia de especies y los pisos altitudinales ($p < 0,05$). La grafica resultante (figura 3) con una inercia total de 100% en dos ejes, muestra que la presencia de *Erythrina velutina*, *Prosopis* sp., *Colicodendron scabridum*, *Cochlospermum vitifolium*, *Caesalpinia glabrata* y *Croton rivinifolius* tienen mayor asociación con menores altitudes (200-250 msnm). Es importante indicar que solo dos de las especies (*C. glabrata* y *C. rivinifolius*) son específicas de este piso altitudinal. En este mismo sentido, *Ficus* sp., *Jatropha curcas*, *Cynophalla sclerophylla*, *Capparis angulata* y *Acacia farnesiana* se asocian más a altitudes entre 251 a 300 msnm. y *Cynophalla mollis*, *Cojoba arborea*, *Ziziphus thyrsoflora*, *Geoffroea spinosa* junto a *Pouteria* sp., estuvieron mayormente en altitudes sobre los 300 msnm. Adicionalmente fue posible observar que especies como *Muntingia calabura*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Ceiba trichistandra* y *Cordia lutea* no estuvieron asociadas a ningún piso altitudinal en específico, pues estuvo presente a lo largo del gradiente altitudinal.

total inertia of 100% in two axes, shows that the presence of *Erythrina velutina*, *Prosopis* sp., *Colicodendron scabridum*, *Cochlospermum vitifolium*, *Caesalpinia glabrata* and *Croton rivinifolius* have greater association with lower altitudes (200 - 250 masl). It's important to indicate that only two of the species (*C. glabrata* and *C. rivinifolius*) are specific to this altitudinal floor. In this same sense, *Ficus* sp., *Jatropha curcas*, *Cynophalla sclerophylla*, *Capparis angulata* and *Acacia farnesiana* are more associated with altitudes between 251 to 300 masl and *Cynophalla mollis*, *Cojoba arborea*, *Ziziphus thyrsoflora*, *Geoffroea spinosa* along with *Pouteria* sp., were mostly at altitudes above 300 masl. Additionally, it was possible to observe that species such as *Muntingia calabura*, *Bursera graveolens*, *Eriotheca ruizii*, *Ceiba trichistandra* and *Cordia lutea* were not associated with any specific altitudinal floor, as it was present along the altitudinal gradient.

Frequency

The most frequent species in this study were: *C. trichistandra* (11.80 %), *C. lutea* (11.80%), *B. graveolens* (10.80 %), *E. ruizii* (9.23 %) and *E. velutina* (8.21 %), which represented just over 50 % of the species in the area (figure 4). The species with the least frequency was *J. curcas* (0.51 %). On this aspect, Aguirre and Delgado (2005) mention that the high frequency of *E. ruizii* could be a characteristic of a young and recovering forest.

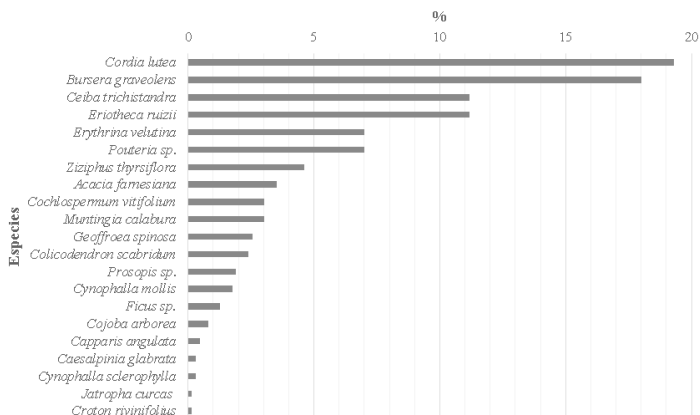


Figura 2. Abundancia relativa de especies del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Figure 2. Relative abundance of species of the “Forest and protective vegetation El Artesan-EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

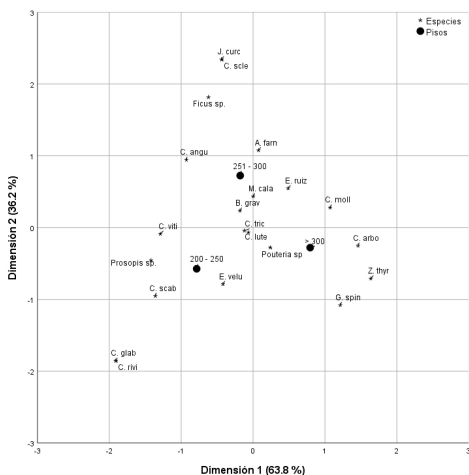


Figura 3. Análisis de correspondencia para pisos altitudinales y especies presentes del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Figure 3. Correspondence analysis for altitudinal floors and species present in the “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Frecuencia

Las especies más frecuentes en este estudio fueron: *C. trichistandra* (11,80 %), *C. lutea* (11,80 %), *B. graveolens* (10,80 %), *E. ruizii* (9,23 %) y *E. velutina* (8,21 %), las cuales representaron poco más del 50 % de las especies en el área (figura 4). La especie con menor frecuencia fue *J. curcas* (0,51 %). Sobre este aspecto, Aguirre y Delgado (2005) mencionan que la alta frecuencia de *E. ruizii* podría ser una característica de un bosque joven y en proceso de recuperación.

Dominance

For this study, the dominant family was Malvaceae, with 38.15 % followed by Burseraceae with 12.62 % and Fabaceae with 12.43 %, which agrees with Herazo-Vitola *et al.*, (2017), who report the dominance of Fabaceae in seven locations in the tropical dry forest in northern Colombia. The least dominant family was Euphorbiaceae with 0.57 %. In general terms, the dominant species in the tree stratum were *C. trichistandra*, *C. vitifolium*, *B. graveolens*, *E. ruizii* and *E. velutina* (figure 5). In this regard, Aguirre *et*

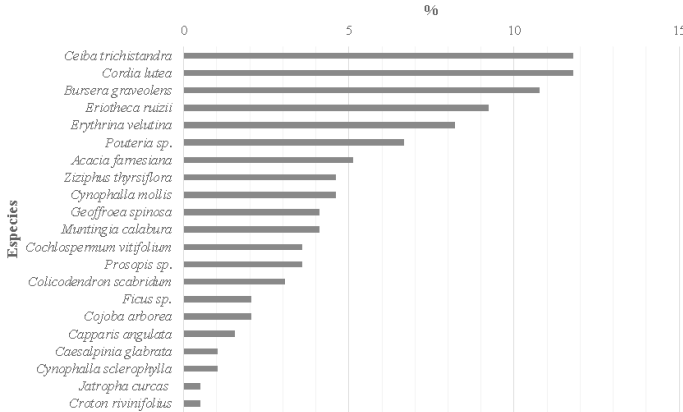


Figura 4. Frecuencia relativa de especies del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Figure 4. Relative frequency of species of the “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa

Dominancia

Para este estudio, la familia dominante fue Malvaceae, con el 38,15 % seguida de Burseraceae con 12,62 % y Fabaceae con 12,43 %, lo cual concuerda con Herazo-Vitola

al. (2001) recorded that the dominant stratum is represented by *Ficus sp.*, *C. trichistandra* and *E. ruizii*, and species such as *B. graveolens*, *C. vitifolium*, *G. spinosa* and *Erythrina sp.* are found in the middle stratum,

et al., (2017), quienes reportan la dominancia de Fabaceae en siete localidades del bosque seco tropical al norte de Colombia. La familia menos dominante fue la Euphorbiaceae con 0,57 %. En términos generales las especies dominantes en el estrato arbóreo fueron *C. trichistandra*, *C. vitifolium*, *B. graveolens*, *E. ruizii* y *E. velutina* (figura 5). Al respecto, Aguirre *et al.* (2001) registraron que el estrato dominante está representado por *Ficus* sp., *C. trichistandra* y *E. ruizii* y en el estrato medio se encuentran especies como *B. graveolens*, *C. vitifolium*, *G. spinosa* y *Erythrina* sp., concordando con los resultados obtenidos en este estudio.

agreeing with the results obtained in this study.

On the other hand, Aguirre and Delgado (2005) mention that as a result of human activities and after the abandonment of the lands, the forest types that dominate the landscape are the thorny dry scrubs, the sparse wooded dry scrubs, the faical and a very sparse forest dominated by *C. trichistandra* and *E. ruizii*. Due to the above, it's possible that the forest formations in the Joa, Jipijapa area have developed after a period of exploitation and abandonment, thus causing the dominance of these two species.

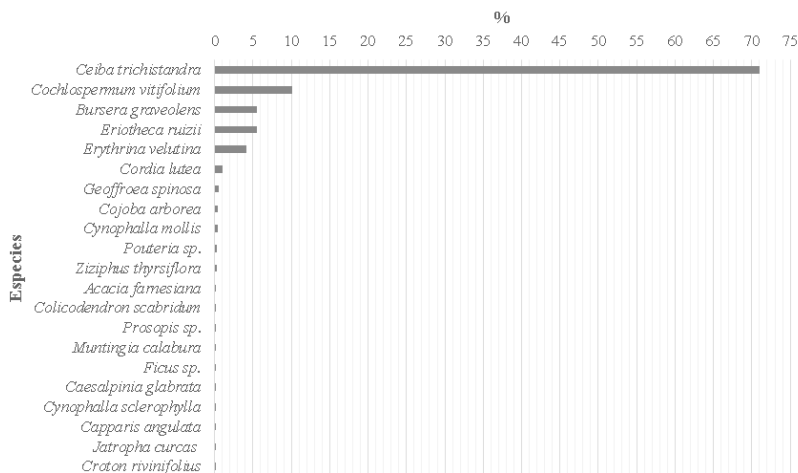


Figura 5. Dominancia relativa de especies del "Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands", Joa, Jipijapa.

Figure 5. Relative dominance of species of the "Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands", Joa, Jipijapa.

Por otra parte, Aguirre y Delgado (2005) mencionan que como resultado de las actividades humanas y luego del abandono de las tierras, los tipos de bosque que dominan el paisaje son el matorral seco espinoso, el matorral seco arbolado ralo, el faical y en el mejor de los casos un bosque muy ralo dominado por *C. trichistandra* y *E. ruizii*. Por lo expuesto, es posible que las formaciones de bosque en el área de Joa, Jipijapa se hayan desarrollado luego de un periodo de aprovechamiento y abandono, provocando de esta manera la dominancia de estas dos especies.

El comportamiento de la distribución diamétrica de los 627 individuos mostró una curva de tendencia típica en forma de “J invertida”, lo cual demostró que un gran número de árboles se encontraban en las clases diamétricas inferiores y esta cantidad fue disminuyendo conforme aumentó el diámetro del tallo (figura 6). Este hecho podría ser un indicativo de que el bosque posee buena regeneración (Uslar *et al.*, 2004) o que la comunidad vegetal está en desarrollo hacia fases de crecimiento y productividad más avanzadas (Arruda *et al.*, 2011; Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011) y muestra que el total de la población posee una estructura bien conservada (Encinas *et al.*, 2011).

El cuadro 2 presenta el porcentaje de individuos en cada clase diamétrica considerando el piso altitudinal, en términos generales el comportamiento fue el mismo, gran porcentaje de individuos se concentraron en clases diamétricas inferiores y esta cantidad disminuyó conforme aumentó la clase

The behavior of the diametric distribution of the 627 individuals showed a typical trend curve in the form of an “inverted J”, which showed that a large number of trees were in the lower diameter classes and this number decreased as the stem diameter of the tree increased (figure 6). This fact could be an indication that the forest has good regeneration (Uslar *et al.*, 2004) or that the plant community is developing towards more advanced stages of growth and productivity (Arruda *et al.*, 2011; Hernández-Stefanoni *et al.*, 2011) and shows that the total population has a well-preserved structure (Encinas *et al.*, 2011).

Table 2 presents the percentage of individuals in each diameter class considering the altitudinal floor, in general terms the behavior was the same, a large percentage of individuals concentrated in lower diameter classes and this number decreased as the diameter class increased. However, unusual behavior could be observed in the diametric class “> 115” cm in the first altitudinal floor (200-250), where three times more individuals were located than in the 251-300 floor and five times more than in the floor > 300 masl.

Importance value index (IVI)

The species with the highest ecological value were *C. trichistandra* followed by *B. graveolens*, *C. lutea*, *E. ruizii*, *E. velutina* and *C. vitifolium*, these six species represented 74 % of those found in the sample; the species with the lowest ecological value in the area was *C. rivinifolius* (figure 7). This fact corroborates what was

diamétrica. Sin embargo, se pudo observar un comportamiento inusual en la clase diamétrica “> 115” cm en el primer piso altitudinal (200-250), donde se ubicaron tres veces más individuos que en el piso 251-300 y cinco veces más que en el piso >300 msnm.

stated by Aguirre *et al.* (2001) and Jaramillo *et al.* (2018), who mention *C. trischistandra*, *E. ruizii* and *B. graveolens* as the most important in the dry forest of the Loja Province in Ecuador.

The families with the greatest ecological importance were

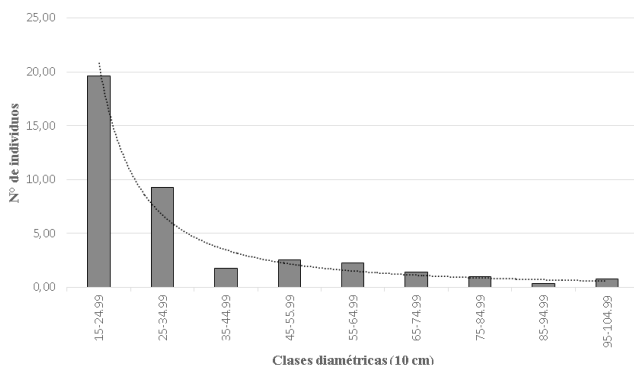


Figura 6. Distribución diamétrica del total de los individuos del "Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands", Joa, Jipijapa.

Figure 6. Diametric distribution of the total of the individuals of the "Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands", Joa, Jipijapa.

Cuadro 2. Distribución diamétrica de los individuos por piso altitudinal del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Table 2. Diametric distribution of individuals by altitudinal floor of the “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Piso altitudinal Clase diamétricas	200-250 %	251-300 %	> 300 %
5-14,99	64,20	57,96	57,33
15-24,99	17,05	21,24	20,00
25-34,99	5,68	11,06	10,22
35-44,99	1,14	1,33	2,67
45-55,99	2,84	2,65	2,22
55-64,99	2,27	1,77	2,67
65-74,99	2,27	0,88	1,33
75-84,99	0,57	0,88	1,33
85-94,99	0,00	0,00	0,89

Cuadro 2. Distribución diamétrica de los individuos por piso altitudinal del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Table 2. Diametric distribution of individuals by altitudinal floor of the “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Piso altitudinal Clase diamétricas	200-250 %	251-300 %	> 300 %
95-104,99	0,57	0,88	0,89
105-114,99	0,00	0,44	0,00
≥ 115	3,41	0,88	0,44
Total	100	100	100

Índice de valor de importancia (IVI)

La especie con mayor valor ecológico fue *C. trischistandra* seguida de *B. graveolens*, *C. lutea*, *E. ruizii*, *E. velutina* y *C. vitifolium*, estas seis especies representaron el 74 % de las encontradas en el muestreo; la especie con menor valor ecológico en el área fue *C. rivinifolius* (figura 7). Este hecho corrobora lo expuesto por Aguirre *et al.* (2001) y Jaramillo *et al.* (2018), quienes mencionan a *C. trischistandra*, *E. ruizii* y *B. graveolens* como las más importantes en el bosque seco de la Provincia de Loja en Ecuador.

Las familias con mayor importancia ecológica fueron Malvaceae, Burseraceae, Fabaceae, Boraginaceae y Bixaceae. Resultados similares obtuvieron Mendoza y Kvist (2009), Aguirre *et al.* (2013) y Mendoza *et al.* (2015) en estudios realizados en los bosques secos de la provincia de Loja, al sur del Ecuador. En este mismo aspecto, Herazo-Vitola *et al.* (2017) reportaron a Fabaceae como la de mayor importancia en siete

Malvaceae, Burseraceae, Fabaceae, Boraginaceae and Bixaceae. Similar results were obtained by Mendoza and Kvist (2009), Aguirre *et al.* (2013) and Mendoza *et al.* (2015) in studies carried out in the dry forests of the Loja province, southern Ecuador. In this same aspect, Herazo-Vitola *et al.* (2017) reported Fabaceae as the most important in seven locations in the Tropical Dry Forest in Montes de María in Colombia.

The analysis carried out considering the altitudinal floors, showed that *C. trischistandra* had a higher ecological value in the three floors. This fact basically responds to their abundance in this forest, which despite being equal to or in some cases less than other species, tend to take up a lot of space with very large DBH. Table 3 shows the results of the five most important species on each altitudinal floor, and the percentage that each represented with respect to the total species on each floor was also included. In this regard, Lozano (2002) mentions that the semi-deciduous dry forest in Ecuador is characterized by

localidades del Bosque Seco Tropical en los Montes de María en Colombia.

El análisis realizado considerando los pisos altitudinales, mostró que *C. trichistandra* tuvo mayor valor ecológico en los tres pisos. Este hecho responde básicamente a su abundancia en este bosque, que pese a ser igual o en algunos casos menor a otras especies, tienden a ocupar mucho espacio con DAP muy grandes. El cuadro 3 muestra los resultados de las cinco especies más importantes en cada piso altitudinal, se incluyó, además, el porcentaje que representó cada una con respecto al total de las especies en cada piso. En este aspecto Lozano (2002) menciona que el bosque seco semideciduo en Ecuador se caracteriza por poseer vegetación caducifolia como *C. trichistandra* y *B. graveolens*, las cuales se presentan dentro de los 200 a 400 msnm.

having deciduous vegetation such as *C. trichistandra* and *B. graveolens*, which occur within 200 to 400 meters above sea level.

Conclusions

The area under study, has a large number of species in low diametric classes, which ensures the permanence of the forest over time because these species will develop to enter high diametric classes, this behavior is an indication that the forest it's dynamic.

The species with the highest ecological value in the *El Artesan-EcuadorianHands* Forest and protective vegetation are: *C. trichistandra*, *B. graveolens*, *C. lutea* and *E. ruizii*, because their abundance is not associated with any altitudinal floor, that is, they appear along the entire altitudinal gradient in similar proportions.

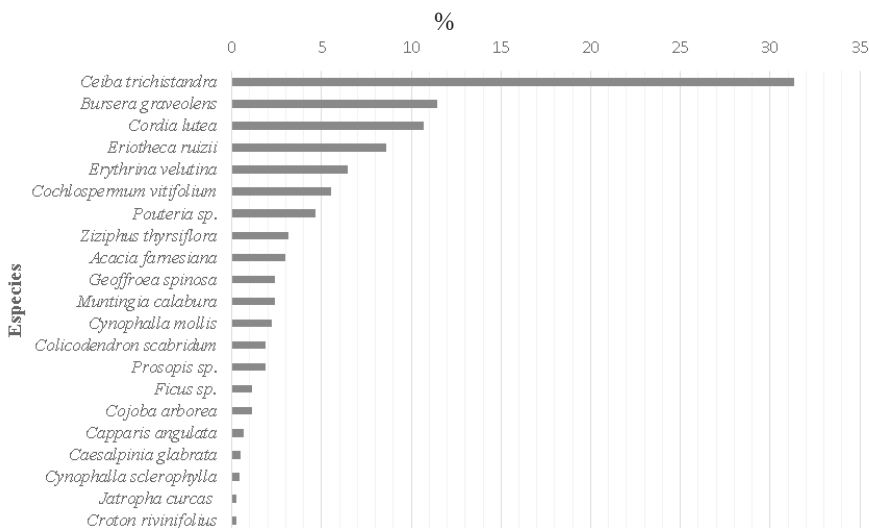


Figura 7. Índice de Valor de Importancia (IVI) de especies del "Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands", Joa, Jipijapa.

Figure 7. Importance Value Index (IVI) of species of the "Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands", Joa, Jipijapa.

Cuadro 3. Especies más importantes según IVI en cada piso altitudinal del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Table 3. Most important species according to IVI in each altitudinal floor of the “Forest and protective vegetation El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa.

Piso altitudinal	Especie	IVI (100%)	% con respecto al total
200 - 250 msnm	<i>Ceiba trischistandra</i>	29,40	73,25
	<i>Cochlospermum viti-folium</i>	12,26	
	<i>Cordia lutea</i>	11,51	
	<i>Bursera graveolens</i>	10,73	
	<i>Erythrina velutina</i>	9,35	
	<i>Ceiba trischistandra</i>	35,07	
251 - 300 msnm	<i>Bursera graveolens</i>	13,38	72,623
	<i>Cordia lutea</i>	10,47	
	<i>Eriotheca ruizii</i>	9,71	
	<i>Acacia farnesiana</i>	3,99	
	<i>Ceiba trischistandra</i>	28,67	
	<i>Ceiba trischistandra</i>	28,67	
> 300 msnm	<i>Eriotheca ruizii</i>	12,01	68,93
	<i>Bursera graveolens</i>	10,54	
	<i>Cordia lutea</i>	10,30	
	<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	7,41	

Conclusiones

El área motivo de estudio, cuenta con gran número de especies en clases diamétricas bajas, lo cual asegura la permanencia en el tiempo del bosque debido a que dichas especies se desarrollarán para ingresar a clases diamétricas altas, este comportamiento es un indicativo de que el bosque es dinámico.

There are species highly associated with a particular altitudinal floor, such as the case of *C. glabrata* and *C. rivinifolius* in the lower part; *J. curcas* and *C. sclerophylla* in the middle floor and *C. arborea*, *Z. thyrsoiflora* and *G. spinosa* at altitudes higher than 300 masl.

End of English Version

Las especies con mayor valor ecológico en el Bosque y vegetación protector El Artesan- Ecuadorian Hands son: *C. trischistandra*, *B. graveolens*, *C. lutea* y *E. ruizii*, debido a que su abundancia no está asociada a ningún piso altitudinal, es decir, se presentan a lo largo de todo el gradiente altitudinal en similares proporciones.

Existen especies altamente asociadas con un piso altitudinal en particular, pudiendo citar casos como el caso de *C. glabrata* y *C. rivinifolius* en la parte baja; *J. curcas* y *C. sclerophylla* en el piso medio y *C. arborea*, *Z. thyrsoflora* y *G. spinosa* en altitudes mayores a 300 msnm.

Literatura citada

- Aguirre, Z., E. Cueva, B. Merino, W. Quizhpe y A. Valverde. 2001. Evaluación ecológica rápida de la vegetación en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. En: Vásquez, M., M. Larrea, L. Suárez y P. Ojeda (Eds.), Biodiversidad en los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja. Pp. 15-35. EcoCiencia, Ministerio del Ambiente, Herbario LOJA y Proyecto Bosque seco, Quito, Ecuador.
- Aguirre, Z., y T. Delgado. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. En: Vásquez, M., J. Freire y L. Suárez (Eds.). Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco. Quito. Ecuador. Pp. 9-24.
- Aguirre, Z., Y. Figueras, G. López, y H. González. 2013. Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Avances*. 15(2):144-155.
- Aguirre-Mendoza, Z. H. 2013. Composición florística y estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Avances* 15(2):144-155.
- Arruda, D., D. Brandão, F. Costa, G. Tolentino, R. Brasil, S. D'Ángelo Neto y Y. Nunes. 2011. Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in Northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Árvore* 35(1):131-142.
- Bland, L, D. Keith, R. Miller, N. Murray y J. Rodríguez. 2017. Guidelines for the application of IUCN Red List of ecosystems categories and criteria. Guidelines for the application of IUCN Red List of ecosystems categories and criteria (Version 1). Gland, Switzerland: IUCN (International Union for Conservation of Nature). Disponible en: <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.rle.1.en>.
- Curtis, J. y R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(3):476-496.
- Encinas, J., O. Santana y C. Imaña. 2011. Estructura diamétrica de un fragmento del bosque tropical seco de la región del Eco-museo del Cerrado, Brasil. *Colombia forestal* 14(1):23-30.
- Escribano-Ávila, G. 2016. Neotropical de la provincia ecuatoriana: un pequeño gran desconocido. *Ecosistemas* 25(2):1-4.
- Ferrer-Paris, J., I. Zager, D. Keith, M. Oliveira-Miranda, J. Rodríguez, C. Josse, M. González-Gil, R. Miller, C. Zambrano-Torrelino y E. Barrow. 2019. An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies. *Conservation Letters* 12(2): e12623.
- Griscom, H., y M. Ashton. 2011. Restoration of dry tropical forests in Central America: a review of pattern and process. *For. Ecol. Manage* 261:1564-1579.
- Herazo-Vitola, F., J. Mercado Gómez y H. Mendoza Cifuentes. 2017. Estructura y composición florística del bosque seco

- tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). *Ciencia en desarrollo* 8(1):71-82.
- Hernández-Stefanoni, J., J. Dupuy, F. Tun-Dzul y F. May-Pat. 2011. Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology* 26(3):355-370.
- Hoekstra, J., T. Boucher, T. Ricketts y C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: Global disparities of habitat loss and protection. *Ecolgy Letters* 8:23-29.
- Jaramillo Díaz, N., Z. Aguirre Mendoza y C. Yaguana Puglla. 2018. Componente florístico del bosque seco, sector Bramaderos, parroquia Guachanama, cantón Paltas, suroccidente de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 25(1):87-104.
- Joshi, R. y S. Dhyani. 2019. Biomass, carbon density and diversity of tree species in tropical dry deciduous forests in Central India. *Acta Ecologica Sinica* 39(4):289-299.
- Keith, D., J. Rodríguez, K. Rodríguez-Clark, E. Nicholson, K. Aapala, Alonso, M. Asmussen, S. Bachman, A. Basset, E. Barrow, J. Benson, M. Bishop y M. Bonifacio. 2013. Scientific foundations for an IUCN Red List of Ecosystems. *PLOS one* 8(5): e62111.
- Lozano, C. 2002. Los tipos de bosque en el sur de Ecuador. pp. 29–50. En: Aguirre M. y J. Madsen (eds.). *Botánica austroecuatoriana: estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe*. Ediciones Abya Yala, Quito.
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador). 2016. Mapa interactivo ambiental. Consultado el 06 de enero de 2019. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>
- MAE (Ministerio del Ambiente de Ecuador). 2015. Estadísticas del Patrimonio Natural: Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente de Ecuador. Dirección de comunicación.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). 2012. Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Quito, Ecuador.: Ministerio del Ambiente de Ecuador. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Dirección nacional Forestal. Proyecto Evaluación Nacional Forestal - ENF. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO.
- Mendoza, Z., Y. Betancourt y G. Geada. 2015. Composición florística y estructura de los bosques secos de la Provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 20(1):117-128.
- Mendoza, Z. A. y L. P. 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.
- Miles, L., A. Newton, R. DeFries, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos y J. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J. Biogeogr* 33:491-505.
- Portillo-Quintero, C.A. y G. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143:144-155.
- Rodríguez, J. P., K. Rodríguez-Clark, D. Keith, E. Barrow, J. Benson, E. Nicholson, y P. Wit. 2012. IUCN Red List of Ecosystems. *Sapiens* 5(2):60-70.
- Salas Macías, C. A., J. Alegre Orihuela y S. Iglesias Abad. 2017. Estimation of above-ground live biomass and carbon stocks in different plant formations and in the soil of dry forests of the Ecuadorian coast. *Food and Energy Security* 6(4): e00115.
- Sekercioglu, C.H., S. Schneider, J. Fay, S. Loarie. 2008. Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conserv Biol.* 22(1):140-150.
- Uslar, Y. V., B. Mostacedo y M. Saldias. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 39(1):25-43.