

Artículo Original

Diversidad de Orquídeas de los Bosques Deciduo y Siempre Verde Estacional en Manabí,  
Ecuador

Diversity of Orchids of the Deciduous and Evergreen Seasonal Forests in Manabí, Ecuador

Mariana de J. Mites Cadena

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, y

Edwin Patricio Oña

Ministerio del Ambiente, Quito, Ecuador.

La correspondencia sobre este artículo debe ser dirigida a Mariana de J. Mites Cadena.

E-mail: [mmites@puces.edu.ec](mailto:mmites@puces.edu.ec)

Fecha de recepción: 19 de enero de 2018.

Fecha de aceptación: 12 de febrero de 2018.

¿Cómo citar este artículo? (Normas APA): Mites Cadena, M. de J., Oña, E.P. (2018).  
Diversidad de Orquídeas de los Bosques Deciduo y Siempre Verde Estacional en Manabí,  
Ecuador. *Revista Científica Hallazgos21,3* (2), 154- 168. Recuperado de  
<http://revistas.puces.edu.ec/hallazgos21/>

Revista Científica Hallazgos21. **ISSN 2528-7915. Indexada en Latindex.** Periodicidad: cuatrimestral  
(marzo, julio, noviembre).

Director: José Suárez Lezcano. Teléfono: (593)(6) 2721459, extensión: 163.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas. Calle Espejo, Subida a Santa Cruz,  
Esmeraldas. CP 08 01 00 65. Email: [revista.hallazgos21@puces.edu.ec](mailto:revista.hallazgos21@puces.edu.ec).

<http://revistas.puces.edu.ec/hallazgos21/>

### Resumen

Se evalúa la diversidad de orquídeas en dos bosques de la costa ecuatoriana, el bosque siempre verde estacional de tierras bajas El Cerro y el bosque deciduo de tierras bajas en Bahía de Caráquez, en la provincia de Manabí. En cada bosque se establecieron cinco transectos de 50 x 20 m, recolectando a mano todas las orquídeas fértiles que fueron observadas. La dominancia se estimó por el índice de Simpson ( $\lambda$ ), la diversidad por el de Shannon-Wiener ( $H'$ ), el número de especies esperadas por el de Chao 2 y la similitud por el coeficiente de Jaccard (J). En el bosque El Cerro, se recolectaron 423 orquídeas, representando 21 especies y 17 géneros. La dominancia fue baja (0.14) y la diversidad general  $H'$  fue 2.34. El estimador Chao 2 predijo una riqueza total de 39 especies. El estimador J mostró que la similitud entre los transectos fue baja (menor a 40%). Los transectos se caracterizaron por tener especies exclusivas. A pesar del ambiente seco, se recolectaron 16 orquídeas en el bosque de Bahía de Caráquez, pertenecientes a 4 especies y 4 géneros. La dominancia fue 0.3 y  $H'$  fue 1.3. El índice Chao 2 predijo una riqueza total de 5 especies. Tres especies fueron reportadas por primera vez para la Provincia de Manabí: *Aspasia psittacina*, *E. rhizomaniacum* y *Peristeria elata*; Ocho especies de orquídeas tuvieron algún grado de amenaza y requieren planes especiales de manejo para su conservación.

**Palabras clave:** orquídeas amenazadas; *orchidaceae*; biodiversidad; brassia; peristeria.

### Abstract

This study evaluates orchid diversity in two forests of the Ecuadorian coast, the lowland evergreen seasonal forest El Cerro and the deciduous lowland forest at Bahía de Caráquez, both in Manabí Province. Five transects of 50 x 20 m were established in each forest where all seen fertile orchids were handpicked. Dominance was estimated by Simpson index ( $\lambda$ ), diversity by Shannon-Wiener ( $H'$ ) index, expected species by Chao 2 index, and similarity by Jaccard coefficients (J). In forest El Cerro, 423 orchids were collected, representing 21 species and 17 genera. Dominance was low (0.14) and general  $H'$  was 2.34. Chao 2 estimator predicted a total richness of 39 species. The J estimator showed that similarity among transects was low (less than 40%). Transects were characterized by unique species. In spite of the dry environment, 16 orchids were found in the forest at Bahía de Caráquez, belonging to 4 species and 4 genera. Dominance was 0.3 and  $H'$  was 1.3. Chao 2 predicted a total richness of 5 species. Three species were recorded for the first time for the Manabí Province: *Aspasia psittacina*, *E. rhizomaniacum* and *Peristeria elata*; Eight orchid species had some degree of threat and require special management plans for their conservation.

**Keywords:** threatened orchids; *orchidaceae*; biodiversity; brassia; peristeria.

### **Diversidad de Orquídeas de los Bosques Deciduo y Siempre Verde Estacional en Manabí, Ecuador**

La familia de Orchidaceae, es una de las más grandes familias de las angiospermas, con aproximadamente 25,000-30,000 especies en el mundo (Mulder, 1990). La mayoría de las especies están distribuidas en los trópicos (Dressler, 1982). Las plantas de orquídeas pueden ser hierbas, epifitas o terrestres y se encuentran adaptadas a diferentes hábitats (Hodgson & Anderson, 1991). Algunas especies de estas plantas puede adaptarse a diferentes ambientes e incluso a invernaderos.

A pesar de su pequeño tamaño (283,561 km<sup>2</sup>), Ecuador tiene una diversidad de hábitats y microclimas. Factores como la altura de la Cordillera de los Andes, la influencia de las corrientes marinas fría y caliente, la precipitación, han determinado la proliferación de orquídeas (Dodson & Escobar, 1994, (Dodson 2001, 2002); Jacquemyn et al. ( 2005) indican que dentro del sistema tropical, uno de los principales gradientes que pueden ejercer grandes diferencias en la composición y diversidad de las especies vegetales es la altitud.

En este sentido, Krömer et al. (2007) encontraron un pico de elevación media (500 - 1200 metros sobre el nivel del mar,) para la diversidad de epifitas vasculares en bosques de montaña bolivianos dentro del rango 350-2200 m.s.n.m. Kuper et al. (2004) sugieren que la rotación florística entre epifitas Neotropicales de montaña es más alta que las de tierras bajas. Los sitios de muestreo situados a sólo unos pocos kilómetros de distancia entre sí suelen mostrar diferencias considerables en sus inventarios de especies de epifitas. Endara (2011) indica que actualmente hay un registro de 4187 especies de orquídeas en Ecuador, con un alto nivel de endemismo de

1707 especies, reportadas para el país; un total de 3035 especies de orquídeas han sido recolectadas y preservadas en herbarios. Las orquídeas están distribuidas desde el nivel del mar hasta los 4500 m.s.n.m, con una diversidad mayor entre los 1000 -3000 m.s.n.m., estando el pico más alto de diversidad entre los 1500 - 2500 m.s.n.m (Dodson 2003).

En la actualidad, se puede verificar que las especies de orquídeas endémicas en las tierras bajas costeras tienen una distribución restringida, concentrada en los niveles de altitud 84 – 351, donde se realizó el presente estudio. La mayoría de las especies endémicas son epifitas 82%, el 8% terrestres y el 5% son terrestres o epifitas facultativas según Endara (2011). Sin embargo, en los bosques deciduos costeros todas las especies endémicas reportadas son epifitas.

El bosque El Cerro, es considerado bosque siempre verde estacional, mientras el bosque de Bahía de Caráquez es deciduo de tierras bajas (Ministerio Ambiente, 2013). Ambas comunidades están afectadas en este momento por el crecimiento de las actividades agrícolas y ganaderas, que sustituyen a la vegetación natural por plantas con interés comercial y pastos.

Es necesario realizar estudios sobre la vegetación de la zona, antes de que desaparezcan los bosques y no se pueda hacer un registro de la riqueza de especies en estos frágiles ecosistemas.

Un considerable número de orquídeas presentes en el bosque seco de la costa ecuatoriana entre 84 - 351 m.s.n.m., están amenazadas a desaparecer debido al corte indiscriminado del resto del bosque primario y el crecimiento de la frontera agrícola.

El presente estudio se realizó para identificar especies abundantes y categorías de amenaza en estas áreas silvestres. Las amenazas se evaluaron según los

parámetros de conservación de IUCN (2012), de acuerdo a los parámetros de conservación I- IV de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres (CITES, 2015). Esto permitirá establecer prioridades para la conservación de especies endémicas y en bosques silvestres.

### Método

El estudio fue realizado en bosques primarios. Las plantas fueron colectadas en el bosque El Cerro, parroquia Ricaurte del Cantón Chone, a 351 m.s.n.m. (UTM 17 M 0523319N 9835351E); y en el bosque de Bahía de Caráquez, del Cantón Sucre (UTM 17 M 0607652N 9930402E), a 84 m.s.n.m., ambos lugares en la provincia de Manabí, Ecuador.

El Ministerio del Ambiente (2013) describe las características del bosque siempre verde estacional El Cerro como estratificado, con copas de árboles entre 20 and 25 m, con individuos emergentes de hasta 40m de alto. Aunque las hojas se mantienen durante todo el año, algunas caen durante la estación seca (mayo a diciembre). La precipitación anual es de 880 mm y el promedio de la temperatura es 24 °C. Este bosque se desarrolla en terrenos accidentados por debajo de 400 m.s.n.m. Algunas familias de árboles característicos de este bosque son Moraceae, Lecythidaceae, Fabaceae, Malvaceae y Polygonaceae.

El bosque caducifolio de tierras bajas ha expandido las copas de 10 and 25 m, Con un sub-escariado semi-abierto y un escaso estrato herbáceo. Las hojas de los árboles regularmente caen durante la época seca (mayo- diciembre). La precipitación anual es alrededor 700 mm y la temperatura es 26 °C. Este bosque se desarrolla sobre antiguas tierras planas aluviales, suaves terrenos montañosos. Algunas familias de árboles

característicos son Malvaceae, Fabaceae, Sterculiaceae, Cactacea y Euphorbiaceae.

Las muestras fueron colectadas por un equipo de cinco observadores durante la época lluviosa en marzo, 2015. En ambos bosques se establecieron cinco transectos de 50 x 20 m transectos (0.1 ha en cada uno), establecidos de acuerdo al método usado por Gentry y Dodson (1987) para determinar la diversidad de plantas epífitas. Los transectos fueron establecidos considerando la variación de microhabitat en cada bosque, para realizar la comparación cuantitativa entre los hábitats. Para reducir el "efecto botánico", descrito por Kindlmann y Vergara (2011) en relación con el esfuerzo de muestreo, se estableció el mismo número de transectos en ambos sitios de estudio y se muestreo con la misma intensidad.

En el bosque El Cerro, los transectos fueron separados por una distancia de 200 m cada uno. El transecto R1 fue localizado en la base de una colina; R2 fue localizado en la pendiente de la colina; R3 estuvo en la cima de la colina con algunos árboles muertos en pie; R4 estaba situado en la ladera de una colina y tenía una porción de terreno plano con claros en el bosque y muchos troncos muertos ya sea de pie o caído, debido a las tormentas; R5 estuvo en una pendiente. Los transectos R1, R2 y R3 tienen principalmente árboles jóvenes con una pequeña cantidad de musgo en las ramas. Esto contrastaba con los transectos R4 y R5 que tenían árboles viejos y más altos, con abundantes musgos y bromeliáceas en las ramas. El transecto R4 tubo numerosos claros asociados a árboles muertos y caídos.

En Bahía de Caráquez, la densidad del bosque fue similar en todos los transectos; el transecto B1 fue localizado en la cima de la colina y a 2 km de distancia de los otros transectos; B2 y B3 estuvieron en la base de la colina, mientras que B4 y B5 ubicados en

la cima de la colina. Con la finalidad de verificar la ausencia de orquídeas en los transectos B3, B4 and B5, se realizó un nuevo muestreo en septiembre 2016, con similar resultado.

Las orquídeas fueron reconocidas usando binoculares mientras se caminaba a lo largo del transecto y fueron recolectadas con podadora aérea de 6 m de largo.

Las plantas sin flores fueron cultivadas en un vivero cerca el bosque El Cerro, a una altura de 300 m.s.n.m. y a una temperatura promedio de 32°C, hasta que emitan flores para permitir la identificación taxonómica.

Las flores fueron recolectadas y preservadas en alcohol al 10% de glicerina. La identificación de las especies fue realizada por comparación de las muestras del Herbario Nacional del Ecuador (Quito, Ciencias Naturales Ecuador - QCNE), la verificación de los nombres científicos con la base de datos Trópicos del Jardín Botánico de Missouri y consultando Dodson (1999), Dodson & Escobar (1994) y Endara (2011).

La verificación de las especies la realizaron botánicos especializados en orquídeas, de la Universidad de Florida en los EEUU. Las muestras recolectadas fueron depositadas en el Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica. La información de cada especie identificada es parte del "Catálogo de orquídeas del bosque El Cerro, Ricaurte, Manabí, Ecuador" (MJMC, preparación).

La categoría de amenaza de las especies de orquídeas fue evaluada como: no evaluadas (NE), no amenazada (NA), datos deficientes (DD), preocupación menor (LC), casi amenazado (NT), vulnerable (VU), en peligro (EN), peligro crítico (CE), regionalmente extinto (RW), extinto en la naturaleza (EW) y extinto (E) (Endara 2011; IUCN 2012).

### Análisis de Datos

La diversidad Alfa en cada localidad fue calculada usando el índice de diversidad de Simpson ( $\lambda$ , Simpson 1949), debido a que el principal interés del estudio fue medir la dominancia relativa de algunas especies en los sitios de estudio (Ludwig, 1988).

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad (1)$$

Donde  $p_i (= n_i / N)$  es la abundancia relativa de especies  $I$ ;  $n_i$  es el número de individuos de la especie y  $N$  es el número total de especies de la muestra.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Shannon y Weaver, 1948) estimado en ambos sitios de estudio:

$$H' = -\sum_{i=1}^N p_i \ln(p_i) \quad (2)$$

donde  $N$  es el número de especies en cada muestra y  $p_i$  es la abundancia relativa de la especie en la muestra, como en (1).

El valor de  $\lambda$  y  $H'$  entre los diferentes transectos se compararon estimando su varianza, grados de libertad y la t-de Student, utilizando el procedimiento descrito en Simpson (1949) y Moreno (2001). Un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05 se mantuvo mediante la corrección de Bonferroni (Bonferroni 1936), para contrarrestar la reducción de  $\alpha$  debido a las comparaciones múltiples. En el caso donde se efectuaron  $m$  comparaciones, el nivel de significación fue  $\alpha / m$ .

Para complementar el índice de Shannon-Wiener, se estimó la equidad ( $J'$ ) (Pielou, 1975) como:

$$J' = H' / H_{\max} \quad (3)$$

donde  $H_{\max} = \ln(N)$  mide la proporción de la diversidad con relación a la máxima diversidad esperada en una comunidad de  $N$  especies.  $J'$  varía entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

El índice no paramétrico Chao 2 (Chao, 1987) fue utilizado para estimar el número de especies esperadas en una comunidad, utilizando datos de ocurrencia de múltiples

muestras en conjunto para estimar la diversidad de especies de todo el sitio del estudio:

$$\text{Chao } 2 = S + L^2 / 2M \quad (4)$$

Donde S como en (2), L es el número de especies presentes solamente en una muestra y M es el número de especies en dos muestras.

La diversidad Beta fue utilizada para comparar la riqueza entre comunidades y se estimó a través del Coeficiente de Similitud de Jaccard (Jaccard, 1901) y calculado como sigue:

$$I_j = C / (A + B - C) \quad (5)$$

Donde A y B son el número de especies de cada comunidad y C es el número de especies compartidas entre los lugares de muestreo; Ij varía entre 0 y 1

## Resultados

### Diversidad en el Bosque El Cerro

Un total de 423 orquídeas fueron colectadas en esta localidad, estimándose la densidad promedio ( $\pm$  SD) de orquídeas en  $846 \pm 492$  plantas/ha. Se registró a 21 especies agrupados en 17 géneros (Tabla 1). Las especies más frecuentes y abundantes en esta muestra fueron *Epidendrum rhizomaniacum* Rchb. f. (29.8%), *Oncidium* sp 5 (10.1%), *Cyrtochiloides riopalenquianum* Dodson (9.9%), *Epidendrum anceps* Jacq. (9.9%), *Pescatoria wallisi* Linden & Rchb. F. (9.9%) y *Brassia jipijapensis* Dodson & Williams (8.3%).

La variación del número de especies de orquídeas de cada transecto en esta localidad (rango 7 - 11) (ver Tabla 2). Sin embargo, una alta proporción de especies (29 a 46%) fue ubicada en cada transecto. La densidad de orquídeas no está asociada a la posición geográfica del transecto, ya que la menor y mayor densidad se encontraron en los transectos en pendientes.

El índice de dominancia fue bajo (0.198) en el transecto R2 con 7 especies identificadas, mientras que la mayor dominancia (0.871) fue observada en R4 con la menor riqueza (3 especies) (ver Tabla 3). La dominancia en los transectos R1, R2, R3 and R5 fue significativamente diferente en comparación con el R4 ( $p < 0.05$ ), pero la prueba t- Student no pudo separar claramente el dominio entre los transectos anteriores. La dominancia del muestreo fue 0.141.

El índice de Shannon-Weaner H' fue creciente con el número de especies, desde 0.29 en R4 (con 3 especies) a 1.75 en el transecto R2 (con 7 especies) (Tabla 3). La Diversidad en transectos R1, R2, R3 y R5 no fue significativamente distinto entre si, pero diferente significativamente desde el R4 ( $p < 0.05$ ). La Diversidad de total de la parcela fue 2.339, significativamente más alta que en alguno de los transectos. La equidad de especies sugiere que la uniformidad de la presencia de especies fue alta entre los transectos, desde 0.63 a 0.90, excepto en transecto R4 donde alcanzó 0.27. En todos los transectos había de una a tres especies más abundantes que otras, como *E. anceps* que fue la más abundante R1, *B. jipijapensis* y *E. rhizomaniacum* en R2; *E. rhizomaniacum* en R3; *C. riopalenqueanum* en R4 y *E. rhizomaniacum*, *O. sp 5* y *P. wallisi* in R5 (Tabla 1).

La estimación del número de especies esperadas en la parcela total según Chao 2 predijo una riqueza total de 39 especies, pero en el recuento se registró 21 especies en las muestras de campo, alcanzando el 54% de las especies esperadas en el inventario.

Con el Índice de Similitud de Jaccard Ij, el orden de similitud entre los transectos fue: R2 - R3 > R5 > R1 > R4 (Ver Figura 1).

**Tabla 1**

Abundancia de las especies de orquídeas recolectadas en transectos de 50 x 20 m en el bosque El Cerro, Manabí, Ecuador

Géneros o especies	Transectos					Frecuencia	Frecuencia relativa
	R1	R2	R3	R4	R5		
<i>Epidendrum rhizomaniacum</i>	0	9	66	0	51	126	0.298
<i>Oncidium</i> sp 5.	0	0	0	0	43	43	0.102
<i>Cyrtchiloides riopalenqueanum</i>	0	0	0	41	1	42	0.099
<i>Epidendrum anceps</i>	42	0	0	0	0	42	0.099
<i>Pescatoria wallisii</i>	0	0	0	0	42	42	0.099
<i>Brassia jipijapensis</i>	14	10	10	0	1	35	0.083
<i>Gongora grossa</i>	11	0	7	0	0	18	0.043
<i>Polystachya concreta</i>	0	5	12	0	1	18	0.043
<i>Psychmorchis pusilla</i>	5	2	3	0	0	10	0.024
<i>Dimerandra rinbachii</i>	0	0	0	0	9	9	0.021
<i>Stanhopea aff. anulata</i>	0	4	0	0	4	8	0.019
<i>Psychmorchis</i> sp.	6	0	0	0	0	6	0.014
<i>Oncidium</i> sp. 1	5	0	0	0	0	5	0.012
<i>Maxillaria</i> sp 1.	0	0	4	0	0	4	0.010
<i>Peristeria elata</i>	0	0	0	2	2	4	0.010
<i>Xylobium</i> sp.	0	4	0	0	0	4	0.010
<i>Epidendrum macroöphorum</i>	1	0	0	0	2	3	0.007
<i>Catassetum expansum</i>	0	1	0	0	0	1	0.002
<i>Notylia</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0.002
<i>Stelis</i> sp.	0	0	0	0	1	1	0.002
<i>Trigonidium riopalenquense</i>	0	0	0	1	0	1	0.002
TOTAL ABUNDANCE	84	35	103	44	157	423	1

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En general, hubo una baja similitud entre los transectos. La mayor similitud fue entre los transectos R2 y R3 (40%) y se debió a que se comparten 4 de las 7 especies de orquídeas, entre ellos, mientras que los transectos restantes tenían similitudes desde 0 a 29% compartiendo 3 especies o ninguna. El transecto R4 fue el más diferente de los otros por los claros de bosque debido a los árboles muertos con la menor

**Tabla 2**

Número de especies únicas, compartidas y nuevas registradas en cada transecto en el bosque El Cerro, Parroquia Ricaurte, Manabí, Ecuador

Especies	Transectos				
	R1	R2	R3	R4	R5
Únicas	3	2	2	1	4
Compartidas	4	5	5	2	7
Nuevas	7	5	2	3	4
Total	7	7	7	3	11
Especies acumulativas	7	12	14	17	21

Fuente: Elaboración propia de los autores.

cantidad de especies de orquídeas. Solamente *Brassia jipijapensis* fue compartida por cuatro transectos, mientras *Epidendrum rhizomaniacum* y *Polystachia concreta* fueron compartidas por tres transectos.

aproximadamente similar en la parcela (1.34 y 1.32, respectivamente).

El estimador Chao 2 predijo una riqueza total de 5 especies para toda la parcela, lo que significó que el recuento fue del 80% de las especies esperadas en el inventario.

### Hábitat de las Orquídeas

**Tabla 3**

Índice de diversidad y número esperado de especies de orquídeas del Bosque El Cerro, Parroquia Ricaurte, Manabí, Ecuador

Índice	Total sitio	Transectos				
		R1	R2	R3	R4	R5
Riqueza	21	7	7	7	3	11
Dominancia de Simpson ( $\lambda$ )	0.141	0.307 <sup>a</sup>	0.198 <sup>ab</sup>	0.441 <sup>ac</sup>	0.871 <sup>d</sup>	0.256 <sup>a</sup>
Shannon-Wiener_(H')	2.339	1.489 <sup>a</sup>	1.746 <sup>a</sup>	1.219 <sup>a</sup>	0.292 <sup>b</sup>	1.57 <sup>a</sup>
Equidad (J')	0.768	0.765	0.897	0.626	0.266	0.655
Chao-2 (Número esperado de especies)	39					

Nota: Valores con dominancia no significativos ( $p < 0.05$ ).

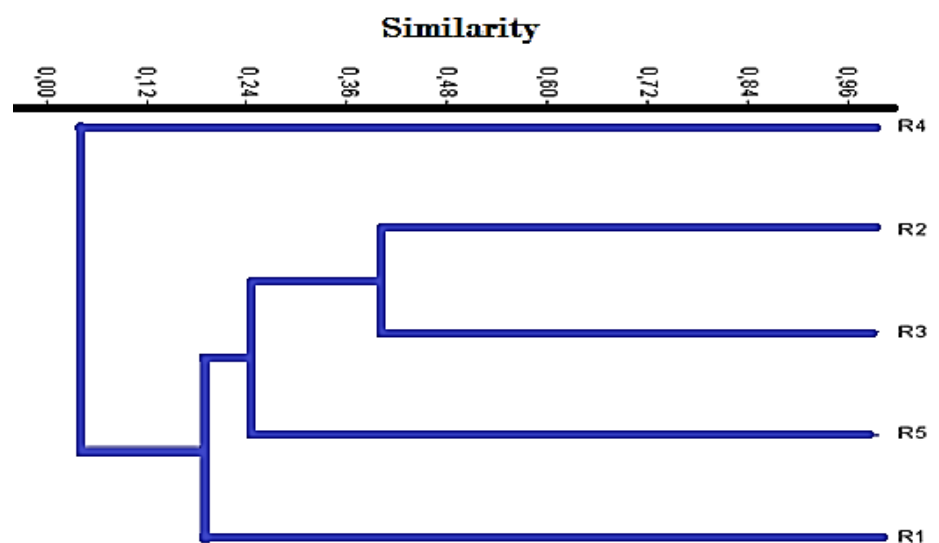
Fuente: Elaboración propia de los autores.

### Diversidad en Bosque de Bahía de Caráquez

Un total de 16 orquídeas fueron recolectadas en esta localidad, con una densidad promedio ( $\pm$ SD) de  $32 \pm 49$  plantas/ha. Todas fueron agrupadas en 4 especies representadas por 4 géneros. Únicamente los transectos B1 y B2 registraron la presencia de orquídeas. La especie más frecuente en este sitio de muestreo fue *Campylocentrum* sp. (37.5%), seguida por *Cattleya* sp. y *Catasetum expansum* Rchb.f., ambos con (25%). Todos los individuos fueron colectados en estado de deshidratación.

El índice de diversidad de Simpson varió entre 0.27 y 0.52. La Dominancia en el transecto B1 fue aproximadamente similar toda la parcela. Así mismo, el índice de diversidad H' fue alto en B1 y

Todas las orquídeas fueron epífitas, la mayoría crecen en las ramas y viven en los árboles muertos caídos o en pie, desde 0.5 m a 15 m; únicamente *Lokhartia* sp. fue observada creciendo sobre el fuste de los árboles.



**Figura 1.** Coeficiente de Similitud de Jaccard en los transectos del bosque El Cerro, Parroquia Ricaurte, Manabí, Ecuador.

Fuente: Elaboración propia de los autores.



La distribución de orquídeas en el bosque El Cerro podría ser dividido en tres estratos, un estrato bajo 0.5 - 4 m, un intermedio de 4 - 10 m y un estrato alto de 10-15 m. Aunque las especies pueden ocupar varios estratos en el bosque, la mayoría de las orquídeas fueron encontradas en un solo estrato. Un estimado de 14 especies (67%) de las orquídeas del bosque El Cerro fueron encontradas en el estrato bajo, 4 especies (19%) en el estrato intermedio y 3 especies (14%) en el estrato alto. En cambio, las 4 especies de orquídeas del bosque de Bahía de Caráquez fueron encontradas en estrato intermedio. Los árboles de este último bosque no crecieron más de 10 m.

*Lokhartia* sp. y *Campylocentrum* sp. fueron recolectadas a 4 m en el bosque de Bahía de Caráquez. Las especies Umbrophilas, como *Dimerandra rimbachii* y *Notylia* sp., fueron encontradas en el estrato bajo del bosque (1.5 - 4 m), pero en el estrato alto a *Cattleya* sp. en el bosque de Bahía de Caráquez, la cual se encontró a 8 m. Este individuo fue protegido de la luz solar por Cactáceas creciendo en las proximidades del árbol hospedero. En el bosque El Cerro 11 de 21 especies (52%) encontradas se consideran umbrophilas, mientras 3 de las 4 especies de orquídeas (75%) encontradas en el bosque de Bahía de Caráquez fueron heliophilas.



Figura 2. *Catasetum Expansum*.



Figura 3. *Catasetum expansum*.



Figura 4. *Pescatoria wallisii*.



Figura 5. *Epidendrum rhizomaniacum*.



Figura 6. *Peristeria elata*.



Figura 7. *Aspasia psittacina*.



Figura 8. *Cyrtochiloides riopalenqueanum*.



Figura 9. *Gongora Grossa*.



Figura 10. *Brassia jipijapensis*.



Figura 11. *Dimerandra rimbachii*.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Las especies de orquídeas heliofíticas, como *Epidendrum rhizomaniacum*, *Gongora grossa*, *Xylobium* sp. y *Pollystachia concreta*, fueron recolectadas más allá de los 9 m en el bosque El Cerro, mientras que

### Similitud en los Bosques

La composición de las especies muestra importantes diferencias entre la evaluación de los bosques, porque solo una especie, *Catasetum expansum*, del record de 23 especies, fue compartida por ambos lugares.

Sin embargo, el color de las flores de *C. expansum* en bosque El Cerro era vino oscuro en el callo del labio y amarillo con manchas oscuras alrededor del labelo (Figura 2), mientras en bosque de Bahía de Caráquez el callo y el labelo fueron de color naranja y el resto del labelo era amarillo y los sépalos eran verdes (Figura 3).

Los índices de dominancia de Simpson y diversidad de Shannon-Weaner del bosque El Cerro fueron significativamente altos más que en el bosque deciduo de Bahía de Caráquez ( $p < 0,01$ ). El índice de similitud Ij entre los dos sitios de estudio fueron bajos (0.042).

#### Categorías de Amenaza

Tres de las especies colectadas fueron primer registro para la provincia de Manabí: *Pescatoria wallisii* Linden & Rchb.f., *Epidendrum rhizomaniacum* y *Peristeria elata* Hook (Figuras 4-6).

Algunas especies son reportadas por la IUCN en categoría VU, *Aspasia psittacina* (Rchb. f.) Rchb. f., *Cyrtochiloides riopalenqueanum*, *Gongora grossa* Rchb.f. (Figura 7-9), *P. elata* y *Trigonidium riopalenquense*. Una de las especies consideradas en la categoría EN fue encontrada, *B. jipijapensis* (Figura 10). Otras especies están en categoría NT, como: *Dimerandra rinbachii* (Schltr.) Schltr (Figura 11) y *Pescatoria wallisii* Linden & Rchb.F.

#### Discusión

Todas las especies de orquídeas evaluadas en este estudio fueron epífitas. Atwood (1986) y Endara (2011) indican que el número de orquídeas epífitas superan al grupo terrestre. Los primeros se localizan sobre todo en el dosel de árboles hospederos, asociados a abundantes musgos, pero también sobre troncos muertos caídos o de pie en bosques húmedos. El hábito epífítico es la forma de

vida observada en el 82% de la población de orquídeas en Ecuador (Endara 2011).

Factores ambientales en el bosque El Cerro como mayor humedad y precipitación, temperatura más baja y abundante musgo en las ramas de los hospederos arbóreos fueron factores que favorecen la proliferación de orquídeas epífitas, en contraste con las condiciones más secas observadas en el bosque de Bahía de Caráquez. En cambio, la densidad y riqueza de especies fue 26 veces y 5 veces en el bosque El Cerro, respectivamente en comparación con el de Bahía de Caráquez. La dominancia del bosque El Cerro fue baja y la diversidad fue alta más que en el bosque deciduo de Bahía de Caráquez. Sin embargo, la dominancia y la diversidad dentro de los transectos en ambos bosques fue comparable. Sin embargo, la dominancia y la diversidad, dentro de los transectos en ambos bosques fue comparable ( $\lambda$  estuvo en el intervalo 0.2 a 0.9 y  $H'$  desde 0.3 a 1.8 en bosque El Cerro, mientras que el valor de  $\lambda$  fue 0.3 a 0.5 y  $H'$  0.7 a 1.3 en el bosque de Bahía de Caráquez). Este fenómeno puede estar asociado con el número menor y comparable de especies de orquídeas presentes en los transectos de ambos bosques.

La Equidad se asocia a la forma en que las especies están representadas en números dentro de una comunidad (Pielou, 1975). Las pocas especies de orquídeas encontradas en el bosque de Bahía de Caráquez estuvo más uniformemente representada (equidad 0.97 en ambos transectos) que las especies en el bosque El Cerro (equidad 0.3 a 0.9). El ambiente más seco en el bosque de Bahía de Caráquez puede impedir que cualquier especie se haga dominante en comparación con el ambiente más indulgente en el bosque de El Cerro. Los claros del bosque El Cerro debido a los árboles caídos, posiblemente causados por

las fuertes tormentas, mostraron una menor cantidad de orquídeas que aquellas cubiertas con mayor densidad de árboles. A pesar de que las ramas de los árboles presentaban orquídeas, el grado de iluminación en el ambiente seco probablemente afectó la sobrevivencia y capacidad de reproducción de las orquídeas existentes.

La distribución de las orquídeas en los transectos de los dos lugares fue heterogénea, en la densidad y composición de las especies, las cuales fueron reflejadas en la baja similitud de los transectos, de acuerdo al índice de Jaccard.

Además, todos los transectos en el bosque de El Cerro tienen especies de orquídeas exclusivas cuya proporción varió de 29 a 46% de la riqueza total de orquídeas del bosque. Cada transecto fue caracterizado por un conjunto único de especies de orquídeas, lo que sugiere que la dispersión de orquídeas tiene limitaciones y que cada grupo de individuos de una especie dentro de un transecto se comporta como una metapoblación, con capacidad variable para interactuar con otros individuos dentro del bosque (Winkler et al., 2009).

La limitada dispersión de las orquídeas en los bosques evaluados, podría estar asociada a varios factores como: disponibilidad de especies arbóreas hospederas apropiadas para contener orquídeas (Martínez-Meléndez et al., 2008; Orta-Pozos y López-Trabanco, 2013), pero ver en Hiets y Hirtz-Seifert, 1995 para un rol no significativo de las especies de orquídeas distribuidas entre especies de árboles), la escasez de polinizadores limitan la fertilización de las flores y la producción de semillas (Tupac-Otero y Flanagan, 2013; Batygina et al., 2003); la falta de hongos simbióticos micorrízicos específicos que restringe la germinación de semillas de orquídeas (McCormick et al., 2013). Este

fenómeno pudiera estar asociado al endemismo observado en el noreste de Ecuador, donde el 20% de especies reportadas son endémicas (Dodson y Gentry, 1993).

Los cambios en la densidad de las orquídeas pudieran estar asociados al tipo de bosque y la altura dentro de él. En el bosque de El Cerro, la mayoría de las orquídeas eran umbrófilas y ocupaban el estrato inferior (0.5-4 m), con una rápida reducción de la densidad y riqueza de especies hacia los estratos superiores. Sobre los 10 m, de altura únicamente 3 especies heliophíticas fueron encontradas. En el bosque de Bahía de Caráquez, la mayoría de las especies de orquídeas fueron encontradas en el estrato intermedio (4 – 10 m), lo que sugiere que el estrato inferior en este sitio es menos adecuado para la supervivencia de las orquídeas.

Después de verificar las especies en el Herbario Nacional y Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la base de datos Trópicos del Jardín Botánico de Missouri, se determinó 3 especies de orquídeas como los primeros registros para la provincia de Manabí: *Pescatoria wallisii*, *Epidendrum rhizomaniacum* y *Peristeria elata*. La última especie es de distribución amplia en Ecuador, y fue reportada para 3 provincias: Pichincha, Los Ríos y Manabí, y en la eco región de los bosques costeros (Mites, 2015). *Pescatoria wallisii* tiene una amplia distribución en 7 provincias de Ecuador, en los bosques montañosos costeros y meridionales de los Andes ecuatorianos. *Epidendrum rhizomaniacum* se encuentra en 5 provincias, principalmente en los bosques costeros y de montaña del centro y sur del Ecuador.

Ocho especies de orquídeas de este estudio, tienen diferente categoría de amenaza, 5 son vulnerables, 1 en peligro, 2 casi amenazadas (IUCN, 2012; Mites,

2015). Algunos factores de amenaza que determinan tal condición podrían ser la destrucción del hábitat natural, el crecimiento de la frontera agrícola y la excesiva extracción de orquídeas de la naturaleza. (Endara, 2011).

### Conclusiones

La diversidad de orquídeas fue alta en el bosque estacional siempre verde, donde 21 especies de orquídeas se encontraron con baja dominancia, las especies individuales forman parches aislados dentro del bosque. En cambio, a pesar de las condiciones más secas del bosque deciduo en Bahía de Caráquez, se encontraron 4 especies de orquídeas con mayor dominancia que en el bosque siempre verde.

Las orquídeas viven como hospederos en las ramas de los árboles y troncos hasta 15 m de alto, pero algunos están muertos en pie o caídos. Las especies de orquídeas

umbrophilas ocupaban la parte inferior (0.5-4 m) del bosque El Cerro. Las especies Heliophíticas fueron encontradas en ambos bosques El Cerro y Bahía de Caráquez ocupando los estratos medio (4-10 m) y alto (10-15 m).

Finalmente, los esfuerzos y acciones de conservación en los bosques evaluados son alta prioridad, con la finalidad de mantener la diversidad y endemismo, así como el de las plantas vasculares en general. Es necesario reducir la amenaza impuesta a los bosques silvestres por el crecimiento de la frontera agrícola. Los planes de manejo son necesarios para la conservación de especies clasificadas como amenazadas, que incorporen la identificación de poblaciones naturales, estudios sobre su dinámica poblacional *in situ* y *ex situ*, programas de conservación, con la ayuda de jardines botánicos, instituciones de investigación y universidades del país.

### Referencias

- Atwood, J. T. (1986). The size of the Orchidaceae and the systematic distribution of epiphytic orchids. *Selbyana*, 9, 171-186.
- Batygina, T., Bragi, E. & Vasilyeva, V. (2003). El sistema reproductivo y germinación de las orquídeas. *Acta Biológica Cracoviensia, Series Botánica* 45(2): 21-34.
- Bonferroni, C. E. (1936). Teoría statistica delle classi e calcolo delle probabilità. Pubblicazioni del R Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze.
- Chao, A. (1984). Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11, 265-270.
- Chao, A. (1987). Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43, 783-791.
- Dice, L. R. (1945). Measures of the Amount of Ecologic Association Between Species. *Ecology*, 26 (3), 297-302. [doi:10.2307/1932409](https://doi.org/10.2307/1932409).
- Dodson, C. (1999). Orchidaceae. In: P.M. Jørgensen & S. León-Yáñez (eds.). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*(pp. 630-770). Monographs on Systematics Botany. Missouri Botanical Garden 75.
- Dodson, C. (2001). *Native Ecuadorian Orchids*. Volume 2 (pp. 268- 297). Editorial Colina. Medellín, Colombia.
- Dodson, C. (2002). *Native Ecuadorian Orchids*. Volume 3. Pp. 433-437. Dodson Trust, Sarasota, Florida.

- Dodson, C. (2003). Native Ecuadorian Orchids. Volume 4. Pp. 732-735. Dodson Trust, Sarasota, Florida.
- Dodson, C. & Escobar, R. (1994). *Orquídeas Nativas del Ecuador* (pp. 49-51). Editorial Colina. Medellín, Colombia.
- Dodson, C. & Gentry, A. (1993). Extinción biológica en el Ecuador occidental. Pp. 27-60 *En*: P. A. Mena y L. Suárez (Eds.) Memorias del Simposio "La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador". 10-12 June 1992, Quito.
- Dressler, R. (1982). *The Orchids. Natural History and Classification*(pp. 2 – 8). Harvard University Press. Cambridge.
- Endara, L. (2011). Orchidaceae. In: León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa & H. Navarrete (eds.), *Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador*, 2nd. Edition(pp. 441 – 702).Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Gentry, A. & Dodson, C. (1987). Contribution of nontrees of a tropical rain forest. St. Louis. *Biotropica*19, 149-156
- Hietz,P. & Hietz-seifert, U. (1995). Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6: 487-498.
- Hodgson, M. & Anderson, N. (1991). *Orchids of the World*(pp. 1-23). Charles Letts & Co. Ltd. London.
- IUCN. 2012. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

- Jaccard, P. (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des alpes et des jura. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 37, 547-579.
- Jacquemyn, H., Micheneau, C., Roberts, D. L. & Pailler, T. (2005). Elevational gradients of species diversity, breeding system and floral traits of orchid species on Reunion Island. *Journal of Biogeography* 32, 1751-1761.
- Kindlmann, P. A. & Vergara, C. A. (2011). How uniform is species diversity in tropical forests? *Lankesteriana* 11(3), 269-274.
- Krömer T., S. R. Gradsein & A. Acebey. 2007. Diversity and ecology of vascular epiphytes in natural montane forests and fallows of Bolivia. *Ecología en Bolivia* 42(1): 22-33.
- Kuper, W., H. Kreft, J. Nieder, N. Koster & W. Barthlott (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31, 1477-1487.
- Ludwig, J. (1988). *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*(pp. 89-95). A Willey - Interscience Publication. New York.
- Martínez-Meléndez N., Pérez-Ferrera, M. A. & Flores-Palacios, A. (2008). Vertical stratification in host preference by vascular epiphytes in a Chiapas, Mexico, cloud forest. *Revista de Biología Tropical* 56(4): 2069-2686.
- McCormick, M. K., Taylor, D. L., Whigham, D. F. & O'neil, J. P. 2013. Distribution of orchid populations, a matter of fungi? Pp. 12 *In*: 31<sup>st</sup>. New Phytologist Symposium. Orchid symbioses: models for evolutionary ecology. 14-16 May 2013, Rende, Italy.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Modelo bioclimático para la representación cartográfica de ecosistemas del Ecuador continental*. Quito, Ecuador.

- Mites, M. (2001). *Diversidad y taxonomía de orquídeas*. Tesis Doctoral. Carrera de Biología, Universidad Central, Quito, Ecuador.
- Mites, M. (2015). Catálogo de orquídeas. Bosque El Cerro, Chone, Manabí, Ecuador. Pontifica Universidad Católica del Ecuador, Portoviejo.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (pp. 24 – 32). M&E Manual y Tesis SEA, Zaragoza.
- Mulder, D & Mulder, T. (1990). *Orchids travel by air* (pp. 10-15). Printed by Knijnenberg, Krommenie, The Netherlands.
- Orta Pozo, S & P. López Trabanco. 2013. Patterns which characterized the relationships host-orchid in the Biosphere Reserve "Sierra del Rosario". *Revista Científica Avances* 15(3): 254-264.
- Sanford, W. W. (1968). Distribution of epiphytic orchids in semi-deciduous tropical forests in southern Nigeria. *Journal of Ecology* 56(3): 697-705.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1948) A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423 and 623–656.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163, 688. doi:10.1038/163688a0
- Tupac, O. J. & Flanagan, N. S. (2013). Above ground orchid interactions: pollination and mycorrhizae in tropical epiphytic orchids. Pp. 17 *In*: 31<sup>st</sup>. New Phytologist Symposium. Orchid symbioses: models for evolutionary ecology. 14-16 May 2013, Rende, Italy.
- Winkler, M., Hulber, K. & Hietz, P. (2009). Population dynamics of epiphytic orchids in a metapopulation context. *Annals of Botany* 104: 995-1004.