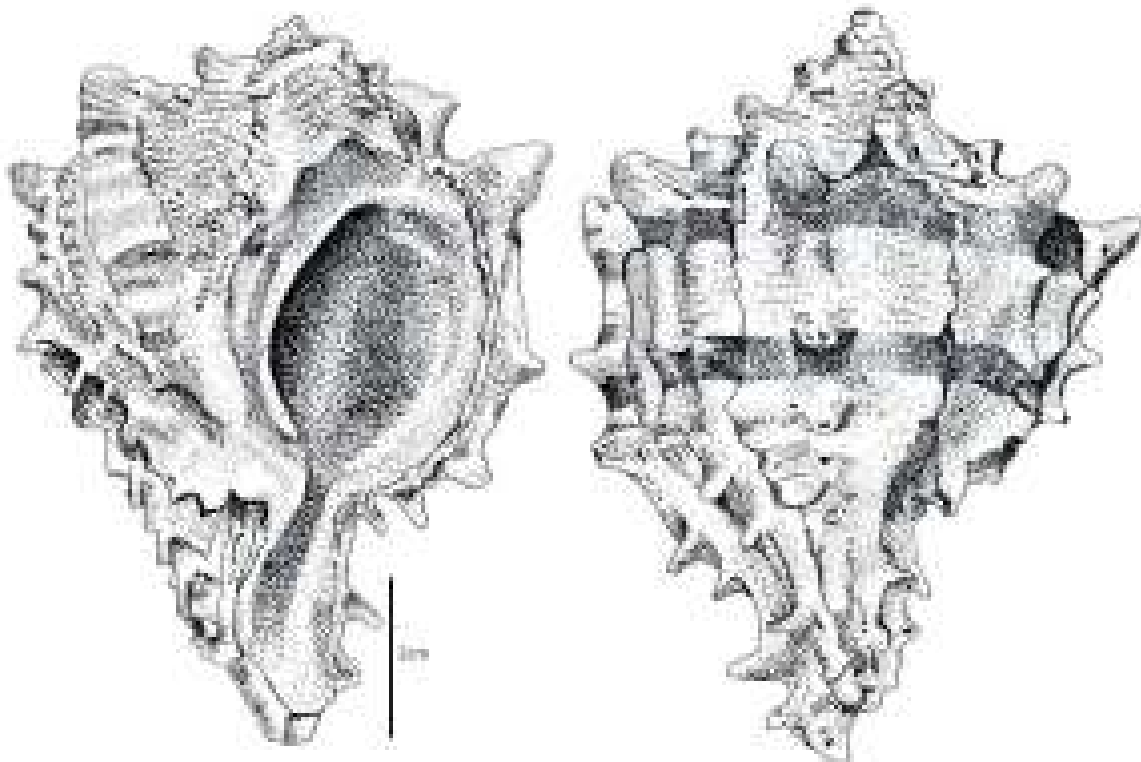


ISSN: 1390-8413

Volumen 11 | Número 2 | Diciembre 2017

Revista Científica

Ciencias Naturales y Ambientales



UNIVERSIDAD
DE GUAYAQUIL



Facultad
de Ciencias Naturales

Estado y estructura poblacional de la tilapia negra *oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) perciformes: cichlidae, en la represa La Esperanza, Quiroga-Manabí

Situation and population structure of black tilapia *oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) perciformes: cichlidae, in the dam esperanza, Quiroga-Manabi

Jorge Macías-Intriago^{1*} & Dialhy Coello²

¹Profesional, Egresado de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

² Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 8 de octubre 2017; recibido en forma revisada 27 de octubre 2017, aceptado 10 de noviembre 2017
Disponible en línea 31 de diciembre 2017

Resumen

Considerando la importancia que tiene la tilapia negra (*Oreochromis niloticus*) como actividad económica para las comunidades cercanas a la represa La Esperanza, se planteó realizar un análisis del estado y estructura poblacional de esta especie para lo cual se realizaron monitoreos de abril a septiembre de 2014, determinándose en base a ello la composición de las capturas, estructura de tallas, relación longitud-peso, madurez sexual, así como también se estimaron los parámetros y curvas de crecimientos, tasas de mortalidad y coeficiente de explotación. Los resultados determinaron la talla media de captura en 29,6 para machos y en 28,0 cm LT en hembras así como también 30,8 cm de LT como talla media de madurez de hembras, además un $LT_{\infty}=44,1$ cm, K de 0,83/año, crecimiento isométrico, altas tasas de mortalidad y un coeficiente de explotación de 0,64, lo que permite considerar que *O. niloticus* en la zona de estudio se encuentra en estado de sobreexplotación como resultado del esfuerzo de pesca ejercido.

Palabras clave: Crecimiento, ELEFAN I, madurez sexual, mortalidad

Abstract

Considering the importance of black tilapia (*Oreochromis niloticus*) as an economic activity for the communities near the La Esperanza dam, it was proposed to carry out an analysis of the state and population structure of this species, for which monitoring was carried out from April to September 2014, Determining the composition of the catches, size structure, length-weight ratio, sexual maturity, as well as the parameters and curves of growth, mortality rates and operating coefficient. The results determined the mean catch size at 29.6 for males and at 28.0 cm LT for females as well as 30.8 cm for LT as mean maturity of females, in addition a $LT_{\infty} = 44.1$ cm, K of 0.83 / year, isometric growth, high mortality rates and an exploitation coefficient of 0.64, which makes it possible to consider that *O. niloticus* in the study area is in a state of overexploitation as a result of fishing effort Exercised.

Key words: ELEFAN I, Growth, mortality, sexual maturity

Introducción

La tilapia negra *Oreochromis niloticus* es uno de los recursos dulce acuícolas más representativos en la pesquería de muchas zonas rurales del país, además el Ecuador es considerado uno de los principales productores de tilapia en el hemisferio occidental

(Barroso, 2013), es decir, la actividad pesquera dulceacuícola está generando ingresos económicos para las familias de varios sitios del país. Los habitantes de la represa La Esperanza en la parroquia Quiroga-Provincia de Manabí, se dedican a la extracción de este recurso desde hace algunos años, manifestando durante el desarrollo de esta investigación que las

* Correspondencia del autor:
E-mail: idolo87_18@hotmail.com



capturas de tilapia han descendido en la zona y que el mismo se encuentra sometido a presión pesquera, en este punto es necesario mencionar que esta especie posee rápido crecimiento, reproducción durante todo el año con cuidado parental y con una talla mínima de madurez sexual entre 8,0 a 16,0 cm de LT, que le confieren una gran habilidad para invadir y establecerse en casi cualquier tipo de ecosistema acuático (Peterson *et al.*, 2004; Morales, 1991).

La preocupación de los pescadores los ha llevado a establecer y/o implementar auto vedas, debido a que la normativa nacional existente se limita únicamente al Acuerdo Ministerial N° 027 del 12 de abril del 2005, que estipula una veda dirigida para las especies dulce acuícolas presentes en la Provincia de Los Ríos (Viceministerio de Acuicultura y Pesca, 2011).

Estudios a nivel nacional sobre esta especie a pesar de su importancia socioeconómica son limitados y entre ellos se encuentran los desarrollados por Bedoya y Carpio (2013) en el embalse de Chongón en la provincia del Guayas.

Considerando esta realidad se planteó desarrollar el presente trabajo con el objetivo de generar información biológica-pesquera para conocer su

estado en la represa La Esperanza, y contribuir así al manejo de la misma y por ende al bienestar de la comunidad dedicada a su explotación.

Materiales y Métodos

La represa La Esperanza se encuentra ubicada en la micro región centro-norte de la Provincia de Manabí, a 15 kilómetros de la ciudad de Calceta y a 5 km de la Parroquia Quiroga, específicamente 00°53'25" S. 080°04'06" O. (Figura 1).

Los organismos analizados provienen de los desembarques realizados por los pescadores en puerto La Esperanza, y fueron capturados utilizando una red de enmalle con un diámetro de ojo de malla de 4,0 a 4,5 pulgadas.

Los datos biológicos obtenidos fueron: longitud total al centímetro inferior (LT), peso del organismo en kilogramos, el sexo se determinó a través de observaciones macroscópicas y peso de gónadas en gramos. En el caso específico de los estadios de madurez sexual en hembras, se utilizó la escala de madurez gonadal para peces de agua dulce desarrollada por Revelo y Castro (2010).

Para la construcción de los histogramas de frecuencia de tallas, los individuos medidos fueron agrupados

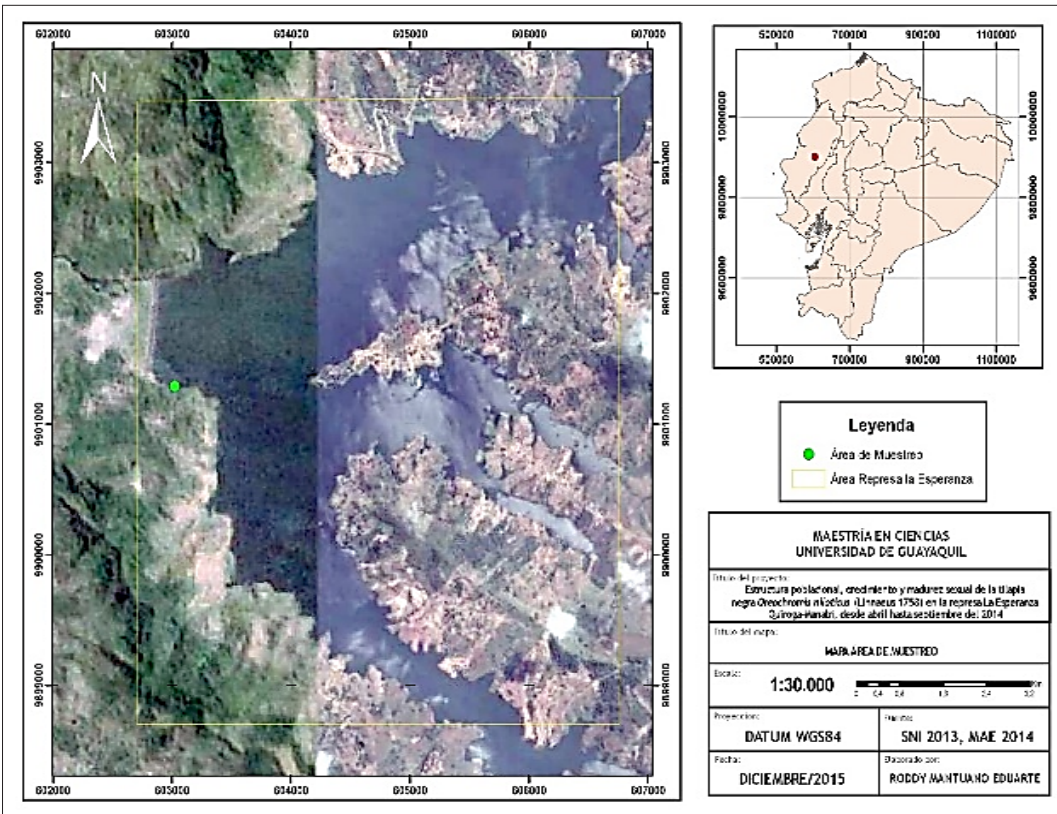


Figura 1. Ubicación geográfica de la Represa La Esperanza, Quiroga-Manabí. Fuente: SIN 2013, MAE 2014-Roddy Mantuano Eduarte.

en rangos de 2,0 cm de longitud total, realizándose una prueba t para dos muestras independientes, para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de talla y peso entre machos y hembras.

La definición de los parámetros de crecimiento (LT_{∞} y K) se realizó mediante el método indirecto ELEFAN I presente en el programa FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005), mientras que el crecimiento se determinó mediante la ecuación de la curva de crecimiento de Von Bertalanffy (1934).

$$LT = LT_{\infty} \{1 - \text{EXP}[-K(t - t_0)]\}$$

Donde:

LT = Longitud Total a la edad t ,
 LT_{∞} = Longitud Total infinita o Longitud Total asintótica,
 K = Coeficiente de crecimiento o velocidad de crecimiento,
 T_0 : Edad hipotética donde el individuo tiene longitud igual a 0.

También se determinó la razón entre sexos según lo establecido por Ricker (1975), además se calculó el coeficiente de regresión B para establecer el tipo de crecimiento de la especie y se aplicó una prueba-t de student para determinar si los especímenes muestran diferencias significativas (Pauly 1984).

La proporción sexual entre machos y hembras se determinó mediante la prueba chi-cuadrado (χ^2) (Zar, 1999) y la prueba de corrección de Yates.

$$\chi^2 = \sum [(f_1 - f_2) - 1]^2 / n$$

Donde:

f_1 y f_2 = número de machos y hembras o viceversa, de acuerdo al sexo que sea más abundante
 n = es el tamaño de la muestra.

$$\text{Corrección de Yates } \chi^2 = \frac{(f_{\text{observada}} - f_{\text{teórica}} - 0,5)^2}{f_{\text{teórica}}}$$

Para el cálculo de la talla media de madurez (LT), se consideró el valor que corresponde al 50 % de las hembras maduras sexualmente, para lo cual se utilizaron las proporciones de hembras maduras en estadios (III, IV), y se ajustó a un modelo logístico, a través de una estimación no lineal (Prager *et al.*, 1989).

$$P = 1 / \{1 + \text{exp}[-r(LT - LT_{50})]\}$$

Donde:

P = Proporción de individuos a un intervalo de talla dado
 r = Parámetro de ajuste de la curva
 LT = Longitud Total para la cual la proporción es un de individuos es estimada

También se estimaron las tasas de mortalidad para establecer el grado de explotación en que se

encuentra la especie, mientras que la mortalidad total Z se estimó mediante curvas de captura por tallas, utilizando la subrutina del FISAT II (Pauly, 1983 y Gayanilo *et al.*, 2005).

$$\text{Ln}(N_i / \Delta t_i) = a + b \cdot t_i$$

Donde:

N = número de individuos de la clase i .g
 Δt_i = tiempo necesario para que el individuo crezca a través de la clase i
 t = edad relativa que corresponde a la mitad de la longitud de la clase
 b = con signo cambiado, es una estimación de Z .

La mortalidad natural (M) se estimó mediante la fórmula de Rikhter y Efanov (1976), presente en la subrutina del FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005).

$$M = [(1.52 / t_{\text{mass}}) - 0.72] - 0.16$$

Donde:

M = mortalidad natural
 t_{mass} : edad de maduración sexual masiva.

La mortalidad por pesca (F) se determinó mediante la fórmula de Sparre y Venema (1997).

$$F = M - Z$$

Donde:

F = Mortalidad por pesca
 M = Mortalidad natural, Z = Mortalidad total

Para estimar el estado de la población de *O. niloticus* se estableció el grado de explotación (E) en que se encuentra sometida esta especie (Gulland 1971).

$$E = F / Z$$

Dónde:

E = Grado de explotación
 F = Mortalidad por pesca
 Z = Mortalidad total.

Para establecer el grado de explotación se utilizó la escala desarrollada por Gulland y Carroz (1968):

$E=0.5$ población está en el punto óptimo de explotación
 $E<0.5$ población esta sub-explotada
 $E>0.5$ población esta sobreexplotada

Resultados

Durante el período de muestreo de abril hasta septiembre 2014, se tomaron datos de 786 individuos, determinándose una talla promedio de 29,6 y 28,6 cm de LT para machos y hembras, respectivamente, siendo septiembre cuando se encontro la mayor cantidad de machos (71), mientras que en junio se notó un descenso en el número de individuos (14). Por

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de longitud total en tilapia negra desembarcada en puerto La Esperanza.

Meses	Sexo	N	LT (cm)	±Desviación Estándar	LT (cm)	
					Min	Max
abril	♂	28	32,6	3,1	27,7	39,0
	♀	47	30,6	3,3	25,8	38,1
mayo	♂	33	32,1	4,2	20,0	43,0
	♀	85	28,6	2,8	21,0	38,4
junio	♂	14	29,6	4,9	23,0	40,2
	♀	64	29,1	2,4	23,0	38,1
julio	♂	45	29,0	4,7	22,0	37,1
	♀	203	29,0	2,9	21,8	38,1
agosto	♂	30	28,1	4,7	21,9	39,0
	♀	91	27,5	3,4	22,2	38,4
septiembre	♂	71	26,9	3,1	23,0	38,5
	♀	75	26,9	2,6	23,0	34,2
Total	♂	221	29,6	4,5	20,0	43,0
	♀	565	28,6	3,1	21,0	38,4

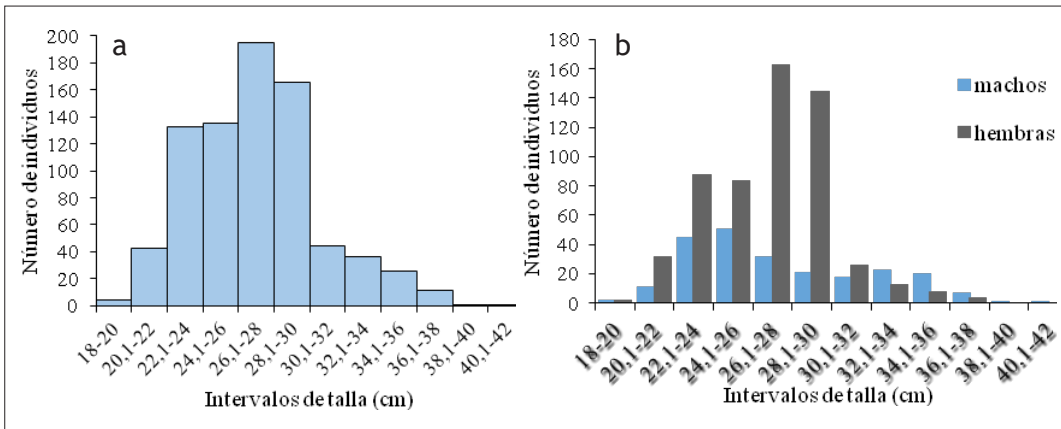


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas a) y b) sexo de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

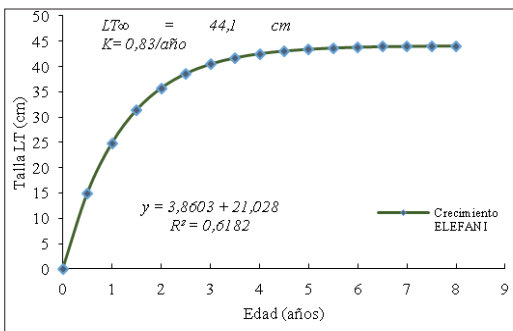


Figura 3. Crecimiento de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

otra parte en abril se observó un menor número de hembras (47), y en julio éstas alcanzaron su mayor abundancia (Tabla 1).

De manera general se estableció un mayor número de individuos en el intervalo de tallas de 26,1 a 28,0 cm de LT (Figura 2a), mientras que al analizar por sexos existe una distribución bimodal para machos con un mayor número de individuos entre los 24,1 y 26,0 cm de LT, mientras que para hembras se observó una distribución unimodal entre los 26,1 y 28,0 cm LT (Figura 2b).

Los resultados del análisis del test t determinaron que no existen diferencias significativas entre las medias de los índices de longitud-peso, teniendo un $p > 0,05$ para ambos casos, por lo cual se procedió a realizar los análisis de forma conjunta, es decir sin diferenciación de sexos.

El resultado del parámetro LT_{∞} fue de 44,1 cm, mientras que el valor K se obtuvo con la mejor puntuación "Score" y fue de 0,83/año ($S=1,000$). El análisis de la curva de crecimiento mediante la fórmula de la ecuación propuesta por Von Bertalanffy, mostró que existe un crecimiento acelerado durante el primer año de vida, llegando a tener una talla alrededor de 25 cm de LT en el año 1 de edad (Figura 3).

El modelo que mejor describió la relación entre la longitud total y el peso total (PT) fue de tipo potencial, el cual se expresó de la siguiente manera: $PT=0,0428(LT)^{2,81}$ ($R^2=0,8953$), teniendo un grado de asociación entre estas dos variables del 93,76% ($r=0,9376$) con un nivel de significancia de $p>0,05$. El valor b establecido fue 2,81, por lo que se determinó que el crecimiento de esta especie es de tipo isométrico (Figura 4).

La proporción sexual entre machos y hembras fue de 0,39:1,00 ($\chi^2=78,14$, g.l.=1, $p<0,0001$), encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

De acuerdo a los resultados la talla media de madurez sexual para hembras de *Oreochromis niloticus* se estableció en los 30,8 cm de LT (Figura 5).

La mayor parte de las hembras monitoreadas se encontraron en estadio V, lo que representó un que el 61.0 % del total de organismos monitoreados, siendo julio el mes que mayormente contribuyó a este comportamiento, mientras que en junio es cuando los diferentes estadios se mostraron bastante similares (Figura 6).

Las estimaciones de las tasas de mortalidad fueron altas, estableciéndose una mortalidad total de 3,81 con un $r^2 = 0,9661$, mientras que el valor de mortalidad natural fue de 1,36, y la tasa de mortalidad por pesca de 2,45. En consecuencia con los altos valores de las tasas de mortalidad, el coeficiente de explotación (E) fue de 0,64.

Discusión

Oreochromis niloticus capturada en la represa La Esperanza entre abril y septiembre de 2014, registró tallas entre 20,0 hasta 43,0 cm LT para ambos sexos, mientras que Bedoya y Carpio (2013) establecieron individuos de esta especie desde 15,0 hasta 45,0 cm de LT, lo cual sería resultado probablemente por el uso de artes de pesca con diferentes ojos de malla en las dos zonas, en el embalse de Chongón se utilizan redes de enmalle de 2,5 a 3,0 pulg de diámetro y cerco playero de 3,0 a 4,0 pulg de diámetro, mientras que en La Esperanza se utilizan únicamente redes de enmalle de 4,0 a 4,5 pulgadas para la extracción del recurso.

La presión pesquera que se ejerce sobre el recurso conlleva a que se estén extrayendo hembras que están por debajo de la talla media de madurez sexual establecida durante la presente investigación (30,8 cm LT), lo cual hará que a corto o mediano plazo

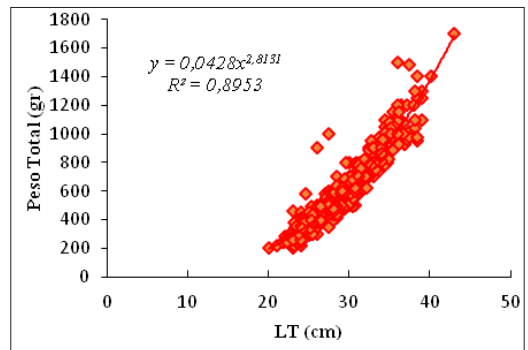


Figura 4. Relación longitud-peso para sexos combinados de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

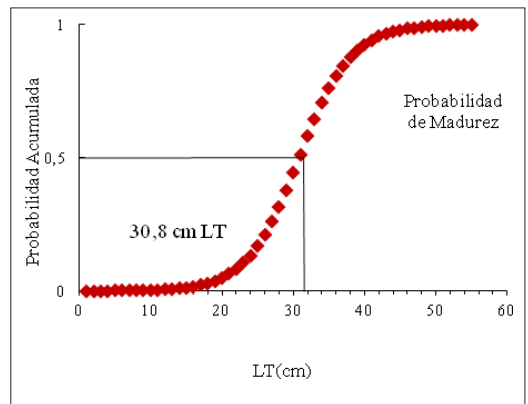


Figura 5. Curva de talla media de madurez sexual en hembras de tilapia negra en la represa La Esperanza (abril-septiembre 2014).

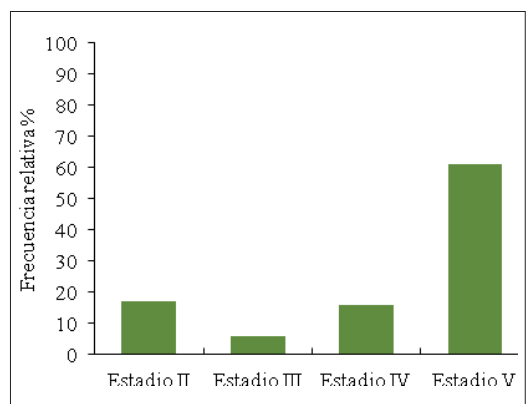


Figura 6. Número de individuos por estadios de madurez sexual en hembras de tilapia (abril-septiembre 2014).

se afecte la capacidad reproductiva de la especie y finalmente el colapso de la población según lo establecido por Gulland en 1974 al analizar este comportamiento pesquero.

Los parámetros de crecimiento establecidos en el presente estudio fueron mayores a los determinados por Beltrán-Álvarez *et al.*, (2010), Gómez-Ponce *et al.*, (2011) y Arellano *et al.*, (2013) para *Oreochromis aureus*. Debiéndose considerar que los factores físicos y biológicos, tales como la temperatura, actividad reproductiva y metabólica, además de la disponibilidad de alimento pueden causar estas diferencias en el crecimiento de esta especie. Jiménez-Badillo (2006), argumenta que los parámetros de crecimiento pueden variar para individuos que habitan en diferentes embalses, además que la presión de pesca puede ser determinante en esta variación, además establece que las diferencias ambientales pueden ser más importantes que la genética para la maduración y el crecimiento de esta especie.

El tener una constante de crecimiento mayor para esta especie en La Esperanza, tomando en cuenta que la tilapia en este embalse llega a 25,0 cm de LT durante el primer año de vida, sugiere que los factores físicos y biológicos no están afectando su crecimiento y que existe alimento disponible en el área.

La relación longitud-peso determinó un crecimiento isométrico para esta especie, Gómez-Márquez *et al.*, (2008) señala que el crecimiento alométrico es muy común en las especies del género *Oreochromis*, lo que probablemente sería resultado de la existencia en este cuerpo de agua de alimento suficiente y una densidad del agua favorable, sobre todo si consideramos que el último factor mencionado es determinante en el crecimiento (Arellano *et al.*, 2013; Peña-Messina *et al.*, 2010).

Peña-Messina *et al.*, (2010) plantean que la variación en la proporción de sexos en tilapia caracterizada por una mayor presencia de machos se debe a que después que ha concluido la fertilización de los huevos, los machos emigran desde las zonas de desove hacia áreas de alimentación ubicadas en lugares menos profundos, lo que los hace más proclives a ser capturados, situación que no se estaría cumpliendo en la represa La Esperanza debido donde hay mayor presencia de hembras (0,39:1), como resultado de una abundante vegetación sumergida en las orillas, la cual estaría siendo utilizada como zona de refugio y fuente de alimento para las hembras, haciéndolas más vulnerables a la captura que los machos.

La talla de media madurez sexual para hembras dentro de la represa La Esperanza se estableció en 30,8 cm de LT, semejante a los 30,0 cm LT que reportados en el embalse de Chongón, en este sentido Duponchelle y Legendre (2000) expresan que existe una correlación positiva entre la talla media de madurez y el tamaño del embalse en especies del género *Oreochromis*, difiriéndose en este enunciado debido a que existe una diferencia entre las dimensiones superficiales de la represa La Esperanza (7900 ha) y el embalse de Chongón (2000 ha).

Morales (1991) señala que las tilapias llegan a su madurez sexual a la edad de 2 a 3 meses con rangos

de tallas entre 8,0 a 16,0 cm de LT, situación no evidenciada en nuestros resultados que determinaron que las hembras llegan a su madurez sexual durante el primer año de vida con 30,8 cm de longitud total. Babiker & Ibrahim (1979) señalan que la madurez sexual en tilapia es en función del tamaño y que puede estar influenciada por la abundancia y disponibilidad de los alimentos, temperatura y otros factores ambientales.

En relación a la reproducción, sus periodos de desove son variables, desde dos hasta diez veces por año (Gómez-Márquez *et al.*, 2003; Castrejón *et al.*, 1995; Morales, 1991), mientras que Bardach *et al.*, (1986) manifestaron que esta especie después de que alcanza su madurez sexual puede reproducirse en periodos de dos a tres semanas, considerando la temperatura como determinante para la actividad reproductiva, todo esto explicaría el comportamiento observado en la Esperanza, registrándose mayor presencia de organismos en desove en julio y presencia de los cuatro estadios de madurez durante los seis meses de estudio, es decir, se encuentran hembras que constantemente se encuentran en etapas de recuperación, maduración, y desove.

La tasa de mortalidad natural fue menor que la tasa de mortalidad por pesca lo que determinó un coeficiente de explotación de 0,64, que según la clasificación de Gulland y Carroz (1968) determina que la misma se encuentra sobreexplotada, al analizar esto en relación a los valores de talla, peso, frecuencia reproductiva y crecimiento que evidencian en el medio condiciones favorables para el desarrollo de esta especie, especialmente disponibilidad de alimento, se considera que la sobreexplotación estaría relacionada con esfuerzo pesquero ejercido sin dejar de considerar las características del arte de pesca utilizado.

Recomendaciones

Se sugiere realizar una revisión de artes de pesca en La Esperanza, por cuanto con diámetro de ojo de malla de 4 - 4,5 pulg. se están capturando individuos pequeños (hembras) que no han llegado a la talla media de madurez sexual establecida en este estudio (30,8 cm LT).

Se propone establecer una talla media captura que esté acorde a la talla media de madurez sexual (hembras), para así obtener una sostenibilidad en el recurso y de esta manera tratar de no alterar la estructura poblacional de esta especie en la Represa La Esperanza.

Se debe considerar realizar un censo a los habitantes de la zona y sitios aledaños, para estimar qué porcentaje de la población se dedica a actividad pesquera dentro de la Represa, ya que el recurso se encuentra en pleno proceso de sobreexplotación.

En posteriores estudios considerar analizar la actividad reproductiva en machos ya que en la presente

investigación se estimó el estado reproductivo en hembras.

Se recomienda continuar con los estudios Biológicos-Pesqueros de esta especie, tomando en cuenta principalmente el esfuerzo de pesca ejercido en la represa, además considerando un período más prolongado de muestreo (2 años) por lo menos.

Referencias

- ARELLANO-TORRES, A., MONTAÑO, D. H., & GALICIA, C. M. (2013). Comparación de tres métodos indirectos para estimar el crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en un lago tropical de México. *Revista de Biología Tropical*, 61(3), 1301-1312.
- BABIKER, M.M. & H. IBRAHIM. (1979). Studies on the biology of reproduction in the Cichlid *Tilapia nilotica* (L): Gonadal maturation and fecundity. *Journal of Fish. Biol.* 14(5): 437-448.
- BARDACH, E. J., J. H. RYTHER Y W.O. MCLARNEY. (1986). Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor, S.A.: 288-316.
- BARROSO-ZAVALA N. R. (2013). Utilización De Almidón De Yuca (*Manihote Sculenta*) En La Elaboración De Salchicha De Tilapia Roja (*Oreochromis Sp*) En La Universidad Estatal Amazónica (Tesis de pregrado inédita) Universidad Estatal Amazónica Escuela De Ingeniería Agroindustrial, Puyo, Ecuador.
- BEDOYA, J. L. P., & CARPIO, C. C. (2013). Aspectos Biológicos y Pesqueros de las Principales especies capturadas en el Embalse Chongón, Durante 2012. *Boletín Científico Técnico*. INP. N° 3. Vol. 22.
- BELTRÁN-ÁLVAREZ, R., J. SÁNCHEZ-PALACIOS Y G.L. VALDEZ. (2010). Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Rev. Biol. Trop.* 58: 325-338.
- CASTREJÓN, M.T., R. PALACIOS Y A. GARCÍA-ALARCÓN. (1995). Patrón reproductivo de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, Programa Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Nov. 1995. Morelia, Mich.:24.
- DUPONCHELLE F. Y M. LEGENDRE. (2000). *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) In Lake Ayame, Cote D'ivoire: Life History Traits of a Strongly Diminished Population. IRD/GAMET, 361 rue J.R. Breton, BP. 5095, 34000 Montpellier, FRANCE.
- GAYANILO, SPARRE Y PAULY. (2005). FAO/ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. FAO, Roma, Italia. (2005); p. 168.
- GÓMEZ-MÁRQUEZ, J.L., B. PEÑA-MENDOZA, I.H. SALGADO-UGARTE & M. GUZMÁN-ARROYO. (2003). Reproductive aspects of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Coatetelco lake, Morelos, México. *Rev. Biol. Trop.* 51(1): 221-228, 2003.
- GÓMEZ-MÁRQUEZ, J.L., B. PEÑA-MENDOZA, I.H. SALGADO-UGARTE & J.L. ARREDONDO-FIGUEROA. (2008). Age and growth of the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) from a tropical shallow lake in Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 56: 875-884.
- GULLAND, J.A. & J.E. CARROZ. (1968). Management of Fishery Resources. *Adv. Mar. Bio.* 86: 1-71.
- GULLAND, J. A., (1971). The fish resources of the oceans. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 255 p.
- GULLAND, J. A. (1974). Guidelines for fishery management. FAO, Rome IT.
- JIMÉNEZ-BADILLO, L. (2006). Age-growth models for tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes, Cichlidae) of the Infiernillo reservoir, México and reproductive behavior. *Rev. Biol. Trop.* 54: 577-588.
- MORALES, D.A. (1991). La Tilapia en México. *Biología, Cultivo y Pesquerías*. AG, México, DF 190 pág.
- PAULY, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. (FAO Documento Técnico de Pesca N° 234). Roma, IT. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/003/x6845s/x6845s00.htm>
- PAULY, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM. Studies and Reviews 8, Manila, Filipinas.
- PEÑA-MESSINA, E., TAPIA VARELA, R., VELÁZQUEZ ABUNADER, J. I., ORBE MENDOZA, A. A., & RUIZ VELAZCO ARCE, J. M. D. J. (2010). Growth, mortality and reproduction of the blue tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) in the Aguamilpa Reservoir, Mexico. *Revista de biología tropical*, 58(4), 1577-1586.
- PETERSON M, SLACK WT, BROWN-PETERSON NJ, MCDONALD JL. (2004). Reproduction in Nonnative Environments: Establishment of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, in Coastal Mississippi Watersheds. *Copeia* 2004; 4:842-849.
- PRAGER, SAILA & RECKSIEC. (1987). Fishparm: A Microcomputer Program for Parameter Estimation of Nonlinear Models in Fishery Science. (1987); p. 18.
- REVELO W., Y R., CASTRO. (2010). Aspectos Biológicos y Pesqueros de los principales peces del sistema hídrico de la Provincia de Los Ríos, Durante 2009. *Boletín Científico y Técnico*, (2010), 20 (6): pág. 53-84. Instituto Nacional de Pesca.
- RICKER, E.W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191: 145-157.
- RICHTER, V.A. & V.N. EFANOV. (1976). On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.* 76/IV/8: 1-12.
- SPARRE, P., Y VENEMA, C. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales - Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de pesca N° 306/1. Roma, Italia. (1997); p. 420.
- VICEMINISTERIO DE ACUICULTURA Y PESCA (2011). ACUERDO MINISTERIAL N°. 027, RO N° 563 DEL 12 DE ABRIL DEL 2005. ECUADOR. (2011). Ministerio De Comercio Exterior, Industrialización Y Pesca. Subsecretaría De Recursos Pesqueros.
- VON BERTALANFFY, L. (1934). Untersuchungen uber die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Roux Arch.*
- ZARR, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, EE. UU.

Visitantes florales, polinización y biología floral de *Tecoma castanifolia* (D. Don) Melch. (Bignoniaceae), en dos sitios de la ciudad de Guayaquil, Ecuador

Floral visitors, pollination and floral biology of *Tecoma castanifolia* (D. Don) Melch. (Bignoniaceae), in two localities of the city of Guayaquil, Ecuador

David Anchundia^{1*} & Xavier Cornejo²

1. Biólogo, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

2. Herbario GUAY, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.

Casilla 09-01-10634, Guayaquil, Ecuador

Recibido 7 de octubre 2017; recibido en forma revisada 27 de octubre 2017, aceptado 10 de noviembre 2017
Disponible en línea 31 de diciembre 2017

Resumen

Se determinaron los visitantes florales, los polinizadores, las estrategias de polinización y la biología floral de *Tecoma castanifolia* (Bignoniaceae), en dos sitios de la ciudad de Guayaquil, durante los meses de octubre del 2016 hasta mayo del 2017. Los eventos de floración de *T. castanifolia* son de alta sincronía, cada evento tiene una duración promedio de 33 días. Las flores son hermafroditas, éstas poseen dos sistemas mediante los cuales fuerzan la aloгамia: Protandria y la hercogamia de aproximación. Las inflorescencias de *T. castanifolia*, fueron visitadas por 89 especies, entre éstos, principalmente insectos, arácnidos y aves. Los himenópteros son los visitantes más abundantes, frecuentes y los más importantes en la polinización de estos arbustos. Los polinizadores efectivos abarcan especies de tallas desde 4 mm (*Augochlorella* sp.) hasta 2 cm de longitud (*Eulaema polychroma*). Los principales polinizadores de *T. castanifolia* son: *Euglossa* sp., *Apis mellifera* y *Exomalopsis* sp. (todas Apidae), éstas transportan aproximadamente el 87,68% del polen. El conjunto de características como las interacciones planta-polinizador que no son obligadas, el síndrome de dispersión por viento y la abundancia de producción de semillas viables, permiten a *T. castanifolia* colonizar nuevas áreas y tener éxito, incluso cuando los polinizadores más importantes de una región no están presentes en otra, es decir, no están ligadas a ningún visitante específico. *T. castanifolia* es una especie promisoría para la recuperación en áreas degradadas de bosque seco en la costa de Ecuador y Perú.

Palabras claves: Bignoniaceae, Ecuador, polinización, polinizadores, sincronía floral, *Tecoma castanifolia*.

Abstract

The floral visitors, pollinators, strategies of pollination and floral biology of *Tecoma castanifolia* (Bignoniaceae) were recorded in two localities at the city of Guayaquil, in coastal Ecuador, from October 2016 to May 2017. *T. castanifolia* produce events of high flowering synchrony, each of those having an average of 33 days. The flowers are hermaphrodites; those have two systems to induce allogamy: protandry and approach herkogamy. Eighty-nine species, mostly insects, and arachnids and birds, visited the inflorescences of *T. castanifolia*. The most abundant and frequent visitors are Hymenoptera, those are the most important regarding to pollination. The effective pollinators have sizes ranging from 4 mm (*Augochlorella* sp.) to 2 cm long (*Eulaema polychroma*). The main pollinators are: *Euglossa* sp., *Apis mellifera*, and *Exomalopsis* sp. (all Apidae), those transport 87.68% of pollen grains approximately. Characteristics as the non-obligatory plant-pollinator interactions, the wind dispersal method, and the abundance of viable seeds, allows *T. castanifolia* successfully colonize new areas, even when the most important pollinators from other localities do not occur there. That suggests that the flowers of *T. castanifolia* are not linked to any specific visitor, and that *T. castanifolia* is a promissory species for restoration of disturbed habitats in dry forests of coastal Ecuador and NW Peru.

Key words: Bignoniaceae, Ecuador, pollination, pollinators, floral synchrony, *Tecoma castanifolia*.

* Correspondencia del autor:
E-mail: davidnol_21@hotmail.com



Introducción

Bignoniaceae es una familia que comprende unas 800 especies de árboles, arbustos y lianas en el neotrópico, sus síndromes de polinización han sido parcialmente documentados (Gentry, 1974; Silva et al., 2007; Santos, 2013; Torreta y Cerino, 2013). Géneros como *Handroanthus* y *Macranthisiphon*, frecuentemente son polinizados por colibríes e insectos como himenópteros; mientras que, quiropterofilia ha sido reportada en *Kigelia africana*, una especie originaria de África e introducida como una ornamental en Ecuador (Cornejo y Iltis, 2008; Cornejo, 2015). En *Tecoma castanifolia*, sus visitantes florales, polinización y biología floral no han sido previamente documentados.

Tecoma castanifolia es un arbusto o arbolito semideciduo que habita en el Bosque seco del Pacífico Ecuatorial (Jørgensen y León, 1999). Esta bioregión está compuesta por formaciones vegetales xerofíticas de tierra firme que poseen un comportamiento caducifolio y semicaducifolio, en donde más del 75% de sus especies de plantas pierden sus hojas, debido a que están sujetas a una severa estacionalidad

climática. Esta se caracteriza por la pérdida de follaje producida por el estrés hídrico a que están sometidas durante la estación seca (Mooney et al., 1996; Aguirre et al., 2006; Espinosa et al., 2012).

La fenología, síndromes de polinización y reproducción de las especies de plantas nativas son datos fundamentales, necesarios para un manejo adecuado de los ecosistemas tropicales (Díez, 2002). En el presente trabajo, se documentan los visitantes florales, polinización y biología floral de *Tecoma castanifolia*.

Materiales y métodos

Área de estudio

Para la recolección de datos se seleccionaron dos sitios de observación. El primer sitio se encuentra dentro del campus Mapasingue de la Universidad de Guayaquil (2° 08'45"S 79° 55'04"O), a 20 msnm.

Presenta una vegetación de bosque seco tropical fuertemente intervenido, sus suelos son mayormente rocosos y pertenecen a la formación Cayo del Cretácico Superior (Núñez del Arco y Dugas, 1985) (Fig. 1).

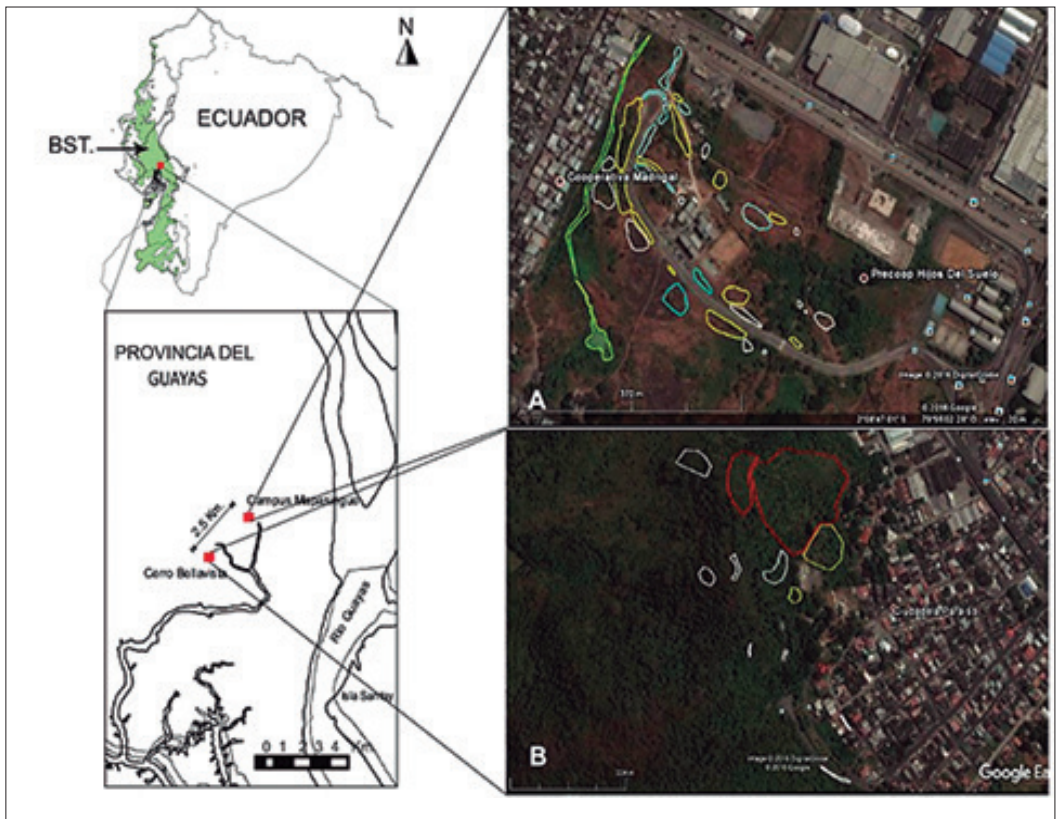


Figura 1. Área de estudio: A. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. B. Cerro Bellavista. BST. Bosque Seco Tropical. Simbología de colores en A y B: ■ Laguna dentro de la facultad de CCNN. ■ Dominancia de *T. castanifolia* > 10%, < 30%. □ Dominancia de *T. castanifolia* > 30%, < 50%. ■ Dominancia de *T. castanifolia* > 50%, < 70%. ■ Dominancia de *T. castanifolia* > 70%.

El segundo sitio se encuentra en el cerro Bellavista, que pertenece al bosque protector El Paraíso (2° 10'04" S 79° 55'29" O), a 77 msnm. Este es un remanente del bosque seco del Pacífico Ecuatorial, localizado dentro del perímetro urbano de Guayaquil (Félix, 2012).

Estos dos sitios se encuentran separados por aproximadamente 2,5 km de distancia. La distancia y la superficie de estas áreas de estudio se calcularon con Google Earth Pro (Fig. 1).

Metodología

La investigación se realizó desde octubre de 2016 hasta mayo de 2017, con visitas mensuales entre 18 y 22 días cada una. Las observaciones se realizaron en los individuos que estaban florecidos simultáneamente, se realizó el seguimiento a una muestra poblacional de 856 arbustos de *T. castanifolia*. Estas observaciones se realizaron a la altura de una persona promedio; para los arbustos que tenían mayor altura se utilizó una escalera de aluminio de 3 metros. Los datos se registraron en fichas de campo para posteriormente ser digitalizados. Los datos estadísticos fueron tratados con los programas: Minitab versión 17 y QED statistics 1.1.

Biología floral

Se determinó la sincronía de la floración monitoreando la presencia de flores en 856 arbustos de *T. castanifolia* distribuidos en ambos sitios de estudio. Se determinó la fenología poblacional en base a la sincronía de la floración; esta se calculó como el porcentaje de individuos del total de la población que florecieron en cada evento. Las categorías de sincronía según los porcentajes se estimaron de acuerdo con (Bencke y Morellato, 2002).

Las plantas en su ambiente presentan diversas estrategias de acuerdo con su biología reproductiva y específicamente de la polinización, se evaluaron las principales características propuestas por (Ramírez et al., 1990). La receptividad estigmática se determinó de dos formas (Kearns y Inouye, 1993): Observación directa a los estigmas, e indicación de presencia de peroxidasa a través de pruebas con peróxido de hidrógeno. Se verificó la producción de néctar floral por día siguiendo la metodología de (Hidalgo y Cabezedo, 1995). Además utilizando la fórmula del volumen del cilindro ($v = \pi \cdot r^2 \cdot h$), se determinó la capacidad máxima de néctar que puede contener la parte angosta interna del tubo de la flor. Para estimar el número de granos de polen por flor, en 12 flores se calculó el número de granos de polen por antera mediante un análisis cuantitativo con una cámara de Sedwick-Rafter (Reguera et al., 2011). Los granos de polen se clasificaron de acuerdo a Sáenz (1978).

Visitantes florales y polinizadores

Para registrar los visitantes florales y polinizadores se realizaron observaciones directas en 20 arbustos de *T. castanifolia*. Se observó la hora de llegada y de salida de la flor, la actividad dentro de ella, el recurso

explotado (recompensa) y permanencia en la flor. En función del tipo de recurso aprovechado, los visitantes se clasificaron en los diferentes grupos funcionales: Polinívoros, nectarívoros, herbívoros, depredadores, parasitoides y saprófagos (Rojas et al., 2000; Kevan y Beaker, 1983).

Para determinar cuál es el efecto que tiene cada visitante sobre las flores de las plantas de *T. castanifolia*, se determinó la eficiencia de cada uno y a partir de esta se estimó la importancia relativa como polinizador de cada visitante, para esto se modificó el índice de importancia de los polinizadores asociados a la planta (IVIP) (Núñez y Rojas, 2008).

Para ello se modificó el índice de importancia de los polinizadores asociados a la planta (IVIP; Núñez y Rojas, 2008), para este cálculo se tiene en cuenta las siguientes variables: capacidad de transporte de polen (CTP), abundancia (A), fidelidad (F) y constancia floral (C).

A partir del IVIP se calculó la importancia relativa de cada polinizador (IRP), de acuerdo al IRP se categorizó a los visitantes en tres grupos:

Tabla 1. Categorización de los visitantes florales (Núñez y Rojas, 2008).

Categorización de los visitantes florales IRP (%)	
Polinizadores principales (alta eficiencia)	≥60
Polinizadores secundarios (media eficiencia)	≥10 < 60
Polinizadores terciarios (baja eficiencia)	>0 < 10
Visitantes sin participación en la polinización	0

La importancia relativa de cada polinizador se calculó de la siguiente forma: El porcentaje del índice de importancia de cada polinizador asociado a la planta (IVIP), se lo dividió para la sumatoria del índice de importancia de todos los polinizadores asociados a la planta (IVIP), multiplicado por cien (Núñez y Rojas, 2008).

$$IRP = \frac{IVIP}{\sum IVIP} \times 100$$

Resultados

Fenología de floración

Durante el periodo de observaciones en campo se registraron tres eventos de floración para *Tecoma castanifolia*, a lo largo de los cuales cada arbusto produjo cantidades diferentes de inflorescencias en cada evento.

Cada evento de floración tuvo una duración aproximada de 33 días. En cada uno el mayor pico de floración se produjo aproximadamente durante una semana, este

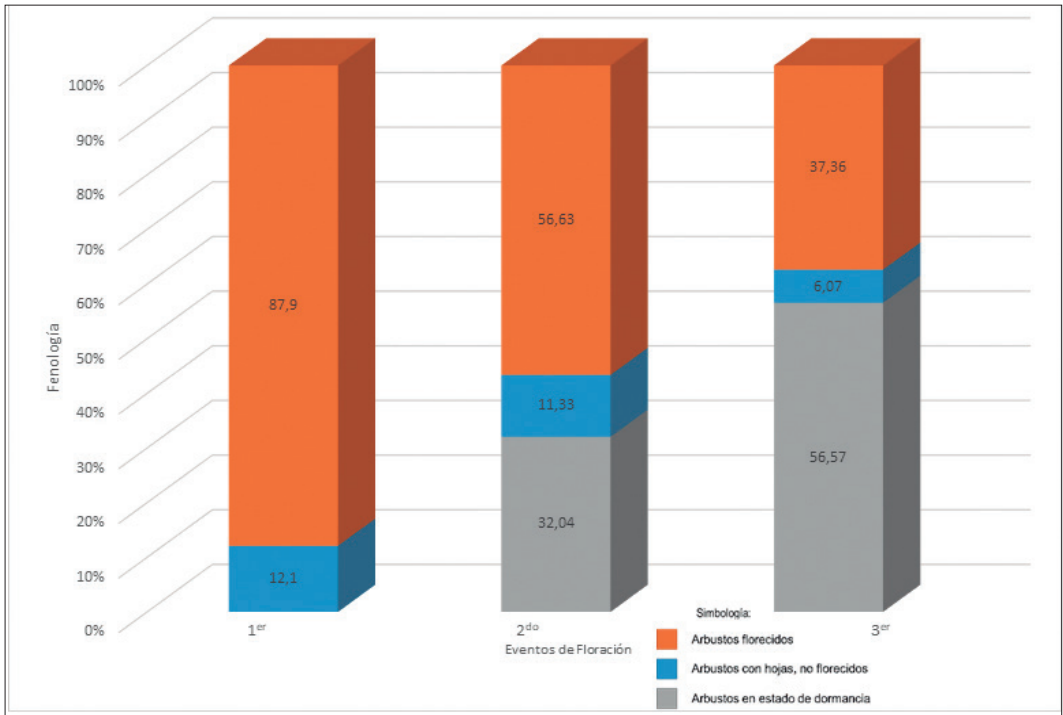


Figura 2. Fenología de *Tecoma castanifolia* en tres eventos de floración: 1er evento, octubre a noviembre de 2016. 2do evento, noviembre a diciembre de 2016. 3er evento, enero a febrero de 2017.

se produjo a los 10-13 días a partir del inicio de la floración. Una vez finalizado este periodo, la pérdida de flores se incrementa rápidamente 52% durante los próximos 4-6 días.

El desarrollo de los frutos se inicia aproximadamente cuatro semanas después del comienzo de la floración, este tarda 100 días desde su formación hasta la dehiscencia.

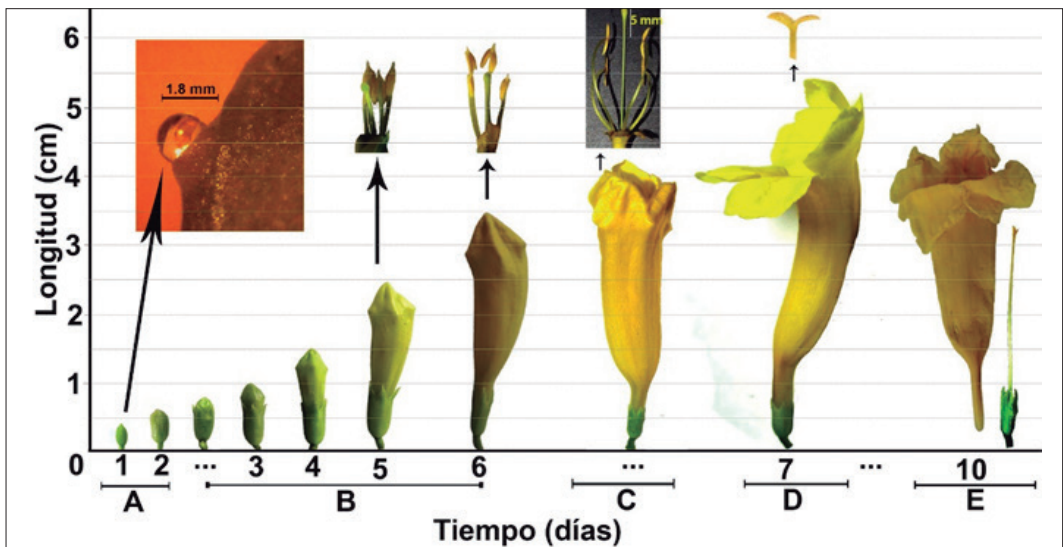


Figura 3. Fenología floral de *Tecoma castanifolia*. Los siguientes estadios florales han sido establecidos de acuerdo al desarrollo morfológico y comportamiento fisiológico: A. Desarrollo del cáliz, nótese que los nectarios calicinos (nc), están activos. B. Desarrollo de la corola, nótese que el estigma es aún excedido por los estambres. C. Preantesis, nótese que el estilo ha crecido longitudinalmente, el estigma ahora excede a los estambres, pero los lóbulos del estigma se mantienen cerrados. D. Antesis, nótese la corola abierta en su magnitud y el detalle del estigma con lóbulos ampliamente divergentes en la fase de receptividad del polen. E. Marchitez de la corola, frecuentemente exponiendo al pistilo.

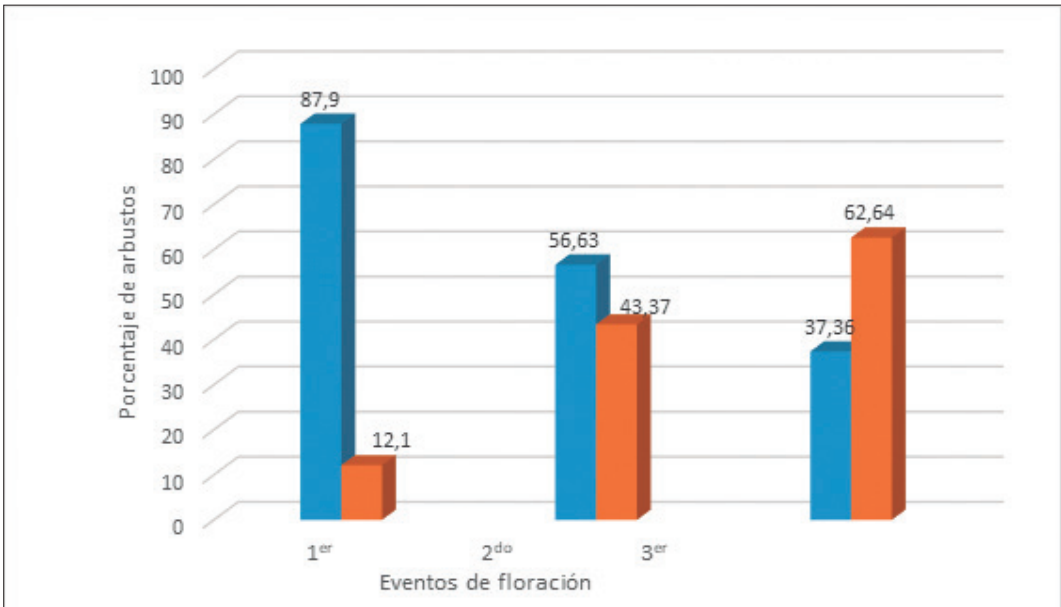


Figura 4. Sincronía floral de *Tecoma castanifolia* durante los tres eventos de floración, desde octubre de 2016 hasta febrero de 2017.

De una muestra poblacional de 856 arbustos de *T. castanifolia* se determinó: En el primer evento de floración 87,9% (753) florecieron y 12,1% no florecieron. En el segundo evento de floración 56,63% (485) florecieron, 11,33% no florecieron y 32,04% entraron a estado de dormancia y durante el tercer evento de floración 37,36% (319) florecieron, 6,07% no florecieron y 56,57% entraron en estado de dormancia (Fig. 2).

Fenología de las inflorescencias

Se diferenciaron cinco estadios fenológicos: (1) Desarrollo simultáneo de los 25 botones florales, hasta alcanzar los 4 ± 1 mm, en este estadio los nectarios calicinos ya están funcionales. (2) Desarrollo de los botones desde la base hacia el ápice del racimo, “crecimiento acrópeto”. (3) Cuando la flor ha alcanzado los $4 \pm 0,5$ cm de longitud inicia la apertura de la corola “pre-antesis” aproximadamente a los 6 días desde el inicio de su desarrollo, esta puede ocurrir durante el día o la

noche. (4) La antesis está completa al 7mo día en este estadio la flor mide 5 cm aproximadamente y el estigma entra en funcionamiento. (5) Luego de 72 horas aproximadamente de exposición a los visitantes la corola tiende a caer exponiendo al ovario (Fig. 3).

Sincronía floral

De la muestra poblacional de 856 arbustos de *T. castanifolia*, a la mitad del segundo evento de floración el 32,04% de los arbustos pasaron a estar en estado de dormancia. A finales del tercer evento de floración, el 56,57% de la muestra poblacional estaba en estado de dormancia; los arbustos en este estado se consideraron para calcular la sincronía floral, además de aquellos arbustos que presentaban hojas. De los arbustos que presentaron hojas se diferenciaron dos grupos, uno tendía a florecer simultáneamente, en tanto que el otro no florecía o florecía alternadamente en relación al grupo anterior, a lo largo de los tres eventos de floración se obtuvo un promedio elevado (60,63%) de sincronía floral (Fig. 4).

Tabla 2. Atributos florales de *Tecoma castanifolia*.

Atributos florales de <i>Tecoma castanifolia</i>	
Simetría	Zigomorfa
Antesis	Diurna y Nocturna
Color	Amarillo
Orientación de las flores con relación al sustrato	Mayormente inclinada hacia abajo, horizontal e inclinada hacia arriba.
Forma	Tubular-campanulada
Néctar	Nectario cupuliforme, Tricomas nectaríferos y nectarios
Polen	Abundante
Fragancia	Poco fragante
Longevidad de la flor abierta	Tres días
Síndrome de polinización	Melitofilia, Ornitofilia, Psicofilia y Miofilia
Dicogamia	Protandria
Hercogamia	Hercogamia de aproximación

Biología floral

Atributos florales

La flor de *Tecoma castanifolia* es hermafrodita, pero previene la autopolinización forzando la alogamia “polinización cruzada”, madurando primero las anteras con sus granos de polen y luego el pistilo “Protandria”, con una antelación de aproximadamente 24 horas, además separa los dos sexos en el espacio interno de la flor “Hercogamia de aproximación”, quedando separado el estigma de las anteras más cercanas aproximadamente 5 mm. Cuando el insecto ingresa a la flor, este, entra primero en contacto con el estigma y luego con los estambres. *T. castanifolia*, florece durante la estación seca, el despliegue floral es continuo en cada evento de floración, produciendo secuencialmente las flores para de este modo alargar el evento de floración, el cual dura aproximadamente 33 días.

Los componentes de las flores de *T. castanifolia* que atraen e influyen en el comportamiento de los visitantes se detallan en la (Tabla 2).

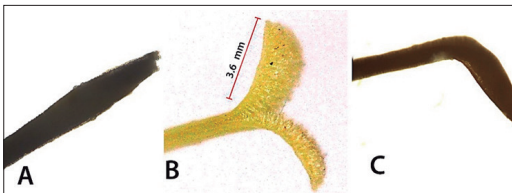


Figura 5. Receptividad estigmática de *Tecoma castanifolia*. A. Estigma antes de la fase de receptividad. B. Estigma receptivo, note la posición divergente de los lóbulos. C. Estigma cerrado, en la fase post-receptividad.

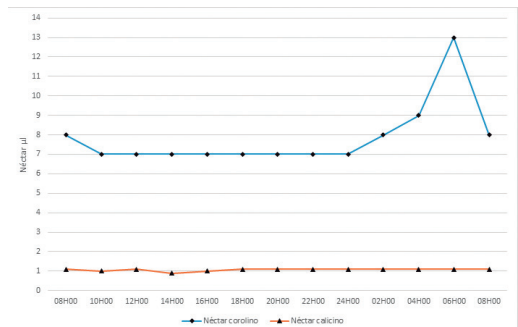








Figura 6. Producción de néctar corolino y calicino en *Tecoma castanifolia*. Durante 24h.

Receptividad estigmática

Los estigmas de las flores de *T. castanifolia* en el transcurso del tiempo presentan cambios morfológicos, en el color y en su composición enzimática. Estos se muestran receptivos desde el momento de la antesis, esto es, a partir del 7mo día de desarrollo y permanecen receptivos hasta el momento de la fecundación o hasta el tiempo límite de la flor, tres días a partir de la antesis.

Los estigmas en estado inmaduro se presentan cerrados, erectos, son de color verde-lima y no reaccionan con el peróxido de hidrógeno, indicando la ausencia de peroxidasa. En estado receptivo los estigmas se abren como un par de valvas, dejando ver células alargadas en su interior, de color amarillo-claro, reaccionan con el peróxido de hidrógeno produciendo un burbujeo incesante que indica la presencia de peroxidasa. Cuando ha recibido el polen el estigma se cierra, se curva y se frunce, su color cambia a marrón-anaranjado (Fig. 5).

Tabla 3. Características del grano de polen de *Tecoma castanifolia*.

Características del grano de polen de <i>Tecoma castanifolia</i>		
Forma	Elíptica	
Presentación	mónadas	Granos de polen separados unos de otros
Polaridad y simetría	Isopolar y simétrico	
Tamaño	Longitud del eje polar = 76 µm. Longitud del eje ecuatorial = 54 µm.	 
Aperturas	Tricolpado	
Ornamentación	Gemado	Vista polar 

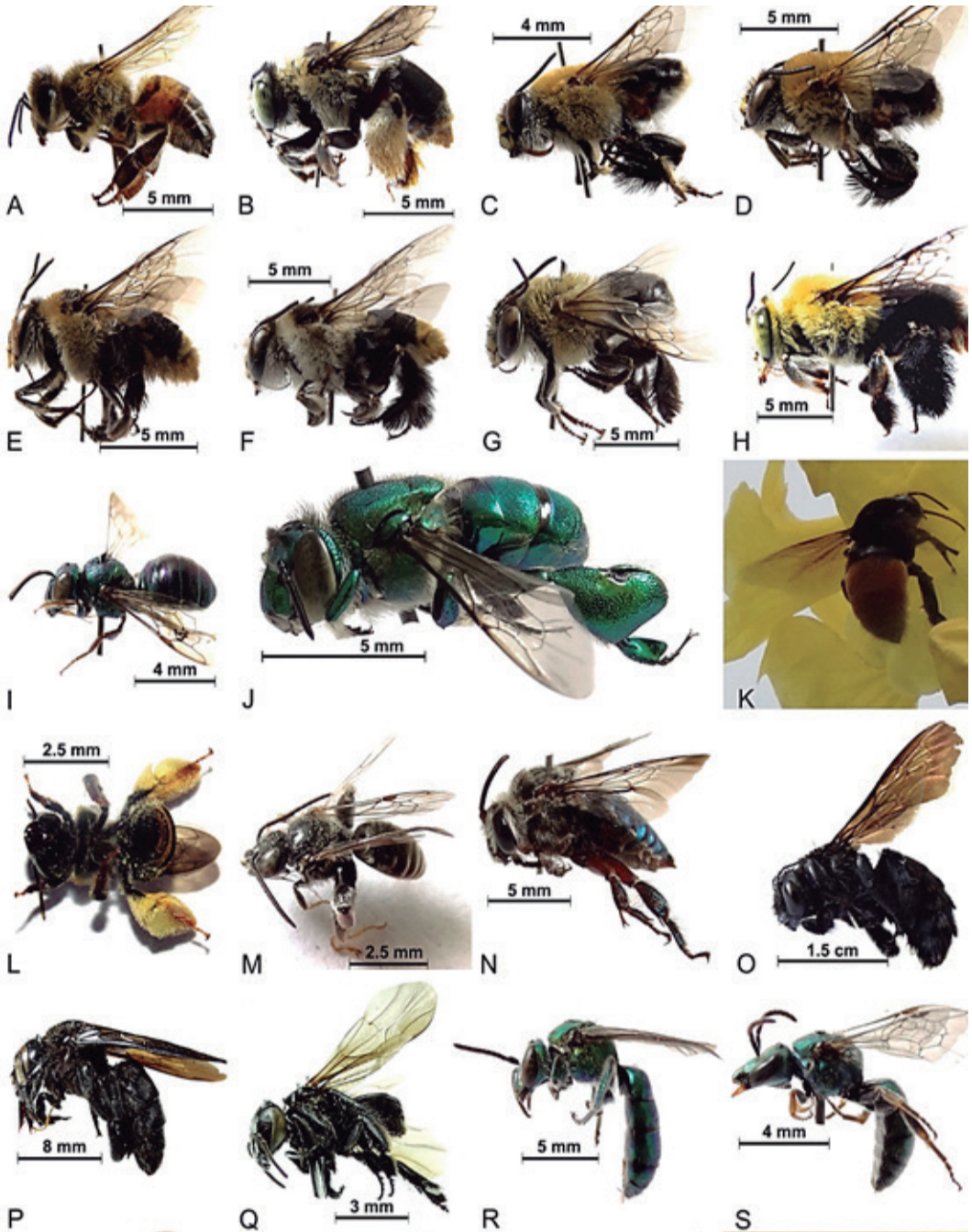


Figura 7. Orden Himenóptera. Familia Apidae: A. *Apis mellifera*. B. *Centris maculifrons*. C. *Centris* sp. 1. D. *Centris* sp. 2. E. *Centris* sp. 3. F. *Centris* sp. 4. G. *Centris* sp. 5. H. *Centris* sp. 6. I. *Ceratina* sp. J. *Euglossa* sp. K. *Eulaema polychroma*. L. *Exomalopsis* sp. M. *Ancyloscelis* sp. N. Indet. sp. O. *Xylocopa frontalis*. P. *Xylocopa* sp. Q. *Trigona* sp. Familia Halictidae: R. *Augochlora* sp. S. *Augochlorella aurata*.

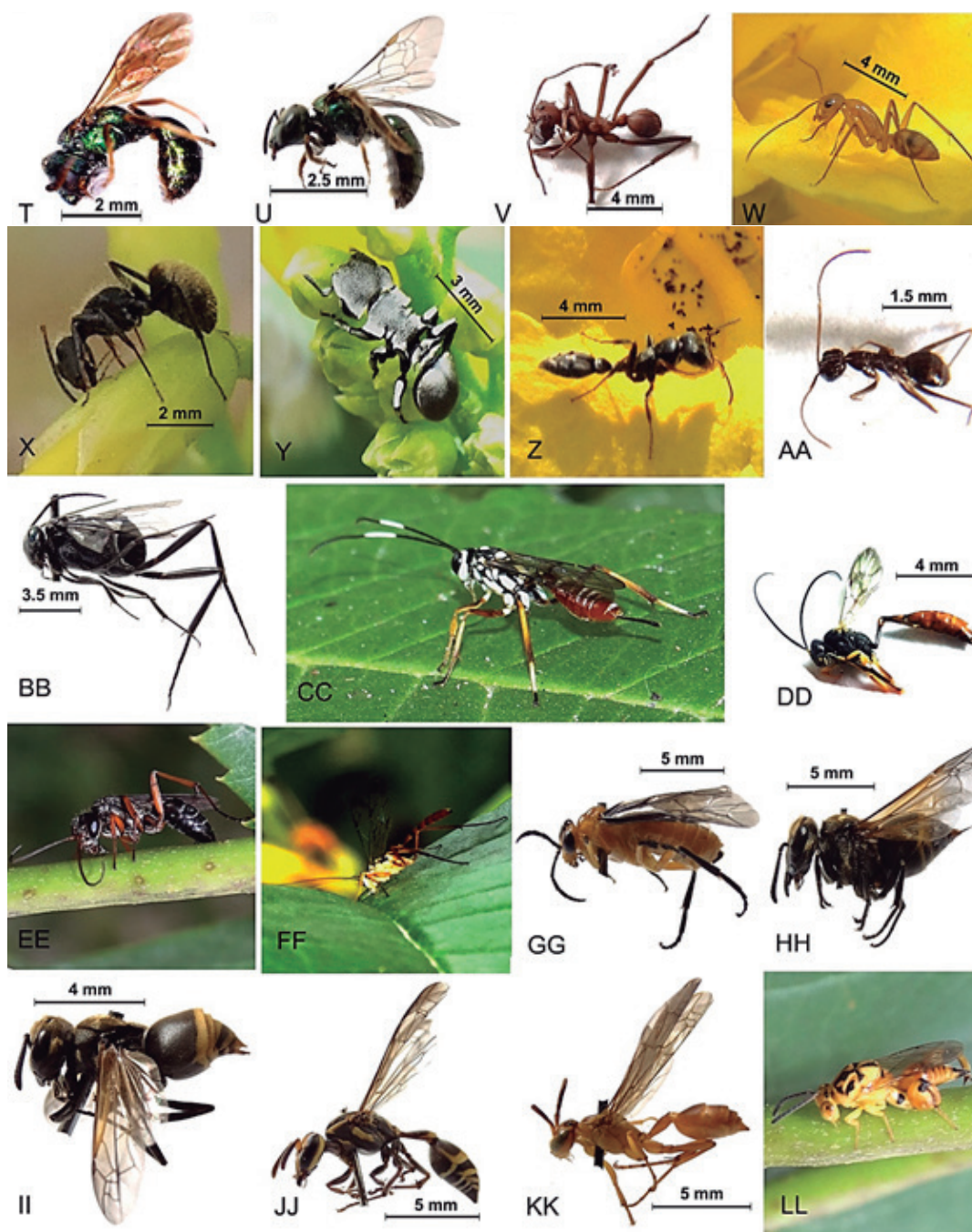


Figura 7. Orden Himenóptera. Familia Apidae: T. *Augochlorella* sp. U. *Augochlorella persimilis*. Familia Formicidae: V. *Acromyrmex* sp. W. *Pseudomyrmex* sp.1. X. *Camponotus* sp. Y. *Cephalotes inca*. Z. *Pseudomyrmex* sp. 2. AA. Indet. sp. Familia Evaniidae: BB. *Evania appendigaster*. Familia Ichneumonidae: CC. *Cryptanura* sp. DD. *Enicospilus* sp. 1. EE. *Thyrateles* sp. FF. *Enicospilus* sp. 2. Familia Pergidae: GG. Indet. sp. Familia Vespidae: HH. *Brachygastra lecheguana*. II. *Pachodynerus* sp. JJ. *Protopolybia* sp. KK. *Mischocyttarus* sp. Familia Chalcididae: LL. *Conura* sp.

Tabla 4. Visitantes florales de una población de *Tecoma castanifolia* en el Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial, entre octubre de 2016 y febrero de 2017.

CLASE / ORDEN / FAMILIA / GENERO	Abundancia relativa	Grupo funcional	Localidad	Constancia	Eficiencia	Colectados
INSECTA						
COLEOPTERA						
CERAMBYCIDAE						
<i>Arhopalus</i> sp.	*	HER	CB	CI	SP	□
CHRYSOMELIDAE						
<i>Megacerus</i> sp.	**	HER	CCNN	CI	SP	□
CURCULIONIDAE						
Indet. sp.	*	PAR	CCNN, CB	CMi	SP	□
COCCINELLIDAE						
<i>Azya orbigera ecuadorica</i> Gordon, 1980	**	PRE	CCNN, CB	CMa	SP	□
<i>Brachiacantha darlene</i> Gordon y Canepari, 2014	*	PRE	CCNN, CB	CMa	SP	□
<i>Cheilomenes sexmaculata</i> (Fabricius, 1781)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
<i>Hyperaspis esmeraldas</i> Gordon y González, 2011	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
<i>Hyperaspis onerata</i> (Mulsant, 1850)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
<i>Paraneda pallidula guticollis</i> (Mulsant, 1850)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
<i>Tenuisvalvae bromelicola</i> (Sicard, 1925)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
Indet. sp.	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
TENEBRIONIDAE						
Indet. sp. 1	*	HER	CCNN	CMi	SP	□
Indet. sp. 2	+	HER	CCNN	CMi	SP	□
HYMENOPTERA						
APIDAE						
<i>Ancyloscelis</i> sp.	*	N, P	CCNN, CB	CI	BE	□
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	***	N, NE, P	CCNN, CB	CMa	ME	□
<i>Centris maculifrons</i> Smith, 1854	*	N, P	CCNN	CI	BE	□
<i>Centris</i> sp. 1	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 2	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 3	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 4	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 5	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Centris</i> sp. 6	*	N, P	CCNN	CMi	BE	□
<i>Ceratina</i> sp.	*	N, P	CB	CMi	BE	□
<i>Euglossa</i> sp.	**	N, P	CCNN, CB	CMa	ME	□
<i>Eulaema polychroma</i> Mocsáry, 1899	*	N	CCNN, CB	CMi	BE	-
<i>Exomalopsis</i> sp.	**	N, P	CCNN, CB	CMa	ME	□
<i>Trigona</i> sp.	*	N, P	CB	CMi	BE	□
<i>Xylocopa frontalis</i> (Olivier, 1789)	*	NE	CCNN, CB	CMa	BE	□
<i>Xylocopa</i> sp.	*	NE	CCNN, CB	CI	BE	□
Indet. sp.	+	N, P	CCNN	CMi	BE	□
HALICTIDAE						
<i>Augochlora</i> sp.	*	N, NE, P	CCNN, CB	CI	BE	□
<i>Augochlora persimilis</i> (Viereck, 1910)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
<i>Augochlora</i> sp.	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
<i>Augochlora aurata</i> (Smith, 1853)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	□
CHALCIDIDAE						
<i>Conura</i> sp.	*	NE, PAR	CCNN, CB	CI	SP	-
FORMICIDAE						
<i>Acromyrmex</i> sp.	**	HER	CCNN, CB	CI	SP	□

Tabla 4. Visitantes florales de una población de *Tecoma castanifolia* en el Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial, entre octubre de 2016 y febrero de 2017 (Continuación).

CLASE / ORDEN / FAMILIA / GENERO	Abun- dancia relativa	Grupo funcio- nal	Localidad	Cons- tancia	Eficien- cia	Colecta- dos
<i>Camponotus</i> sp.	***	NE, PRE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
<i>Cephalotes inca</i> (Santschi, 1911)	*	NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	**	HER	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	**	P, HER	CCNN, CB	CI	SP	☐
Indet. sp.	*	HER	CCNN, CB	CI	SP	☐
EVANIIDAE						
<i>Evania appendigaster</i> (Linnaeus, 1758)	*	PAR	CCNN	CMi	SP	☐
ICHNEUMONIDAE						
<i>Cryptanura</i> sp.	**	PAR	CCNN	CI	SP	-
<i>Enicospilus</i> sp. 1	*	PAR	CCNN	CMi	SP	-
<i>Enicospilus</i> sp. 2	*	PAR	CCNN	CMi	SP	☐
<i>Thyrateles</i> sp.	*	PAR	CCNN	CMi	SP	-
PERGIDAE						
Indet. sp.	+	HER	CCNN	CMi	SP	☐
VESPIDAE						
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	*	NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Pachodynerus</i> sp.	*	NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
<i>Protopolybia</i> sp.	***	NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
<i>Mischocyttarus</i> sp.	*	PRE	CB	CI	SP	☐
DIPTERA						
CALLIPHORIDAE						
Indet. sp. 1	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
Indet. sp. 2	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	-
DOLICHOPODIDAE						
<i>Chrysosoma</i> sp.	*	HER, NE	CCNN, CB	CI	SP	☐
MICROPEZIDAE						
<i>Taeniptera</i> sp.	*	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
SARCOPHAGIDAE						
Indet. sp. 1	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
Indet. sp. 2	*	SAP, NE	CCNN, CB	CMa	SP	☐
STRATIOMYIDAE						
<i>Hermetia</i> sp.	*	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	-
Indet. sp. 1	*	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
Indet. sp. 2	+	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
Indet. sp. 3	+	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
<i>Sargus</i> sp.	+	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
Indet. sp. 4	+	HER, NE	CCNN, CB	CMi	SP	☐
SYRPHIDAE						
<i>Ornidia obesa</i> (Fabricius, 1775)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
<i>Palpada mexicana</i> (Macquart, 1847)	*	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
Indet. sp.	+	N, P	CCNN, CB	CMi	BE	☐
TACHINIDAE						
Indet. sp. 1	*	SAP, NE	CCNN	CMi	SP	☐
Indet. sp. 2	+	SAP, NE	CCNN	CMi	SP	☐
Indet. sp. 3	+	SAP, NE	CCNN, CB	CMi	SP	-
HEMIPTERA						
NABIDAE						
<i>Himacerus</i> sp.	*	PRE	CCNN	CMi	SP	☐
PYRRHOCORIDAE						
Indet. sp.	*	PRE	CCNN	CMi	SP	☐

Tabla 4. Visitantes florales de una población de *Tecoma castanifolia* en el Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial, entre octubre de 2016 y febrero de 2017 (Continuación).

CLASE / ORDEN / FAMILIA / GENERO	Abundancia relativa	Grupo funcional	Localidad	Constancia	Eficiencia	Colectados
REDUVIDAE						
<i>Zelus</i> sp.	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
RHOPALIDAE						
Indet. sp. 1	*	PRE	CCNN, CB	CMi	SP	□
Indet. sp. 2	*	PRE	CCNN	CMi	SP	□
LEPIDOPTERA						
HESPERIIDAE						
Indet. sp.	**	N	CCNN, CB	CI	BE	-
GEOMETRIDAE						
<i>Melanochroia chephise</i> (Stoll in Cramer, 1782)	*	N, NE	CCNN	CI	BE	-
LYCAENIDAE						
Indet. sp.	*	N	CCNN	CMi	BE	-
ARACHNIDA						
ARANEAE						
SALTICIDAE						
<i>Frigga</i> sp.	**	PRE	CCNN, CB	CI	SP	□
Indet. sp.	**	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
THOMISIDAE						
Indet. sp.	*	PRE	CCNN	CI	SP	-
AVES						
CUCULIFORMES						
CUCULIDAE						
<i>Crotophaga sulcirostris</i> Swainson, 1827	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
APODIFORMES						
TROCHILIDAE						
<i>Amazilia amazilia</i> (Lesson, 1827)	***	N, NE	CCNN, CB	CMa	BE	-
<i>Myrmia micrura</i> (Gould, 1854)	**	N, NE	CCNN, CB	CMa	BE	-
PASSERIFORMES						
TYRANNIDAE						
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
<i>Tyrannus niveigularis</i> Sclater, 1860	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
ICTERIDAE						
<i>Dives warszewiczi</i> (Cabanis, 1861)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	*	PRE	CCNN, CB	CI	SP	-

Producción de néctar de las flores

La capacidad máxima del nectario de *T. castanifolia* es de 21 de néctar, las flores bajo extracción continua cada dos horas producen constantemente ca. 7 µl de néctar, en tanto las flores de las que se extrajo el néctar cada doce horas produjeron 7 µl, es decir no existe producción de néctar si no hay extracción. La mayor producción de néctar se observó en las mañanas, ca. 13 µl. La mayor parte del néctar se localizó hacia la base en la parte angosta del tubo corolino, donde se ubica el disco nectarífero y los tricomas nectaríferos.

También se observó la producción de néctar calicino, este también es secretado de forma continua por los nectarios externos del cáliz, los cuales pueden llegar a producir ca. 1,18 ± 0,5 µl (Fig. 6).

Características del polen

El grano de polen de *Tecoma castanifolia* presenta forma elíptica, es isopolar y simétrico. Tiene una longitud ca. 76 µm, por lo que es considerado un polen grande. A estos granos se los encuentra separados unos de otros, en "mónadas". Presenta tres aperturas longitudinales "tricolpado"; la exina o "capa externa del polen" presenta ornamentación en forma de gemas o "gemado"; los granos de polen presentan una cubierta externa pegajosa denominada "manto polínico", en muchas ocasiones se pudo observar grupos numerosos de polen unidos por esta sustancia (Tabla 3).

Cantidad de polen

Tecoma castanifolia produce aproximadamente 1.775 ± 231 granos de polen por antera, una flor de T.

castanifolia, contiene en promedio 7.102 ± 924 granos de polen.

Visitantes florales y polinizadores Riqueza

Las inflorescencias de *T. castanifolia* a lo largo de los tres eventos de floración, fueron visitadas por 89 visitantes entre insectos, arácnidos y aves (Tabla 4), los cuales presentaron diferencias en abundancia, comportamiento y la frecuencia de visita.

El grupo más abundante fue la clase Insecta, cuyo orden Hymenoptera fue el más diverso, con 8 familias y 38 especies (Fig. 7), seguido del orden Diptera, con 7 familias y 19 especies. En tercer lugar se encuentra el orden Coleoptera con 5 familias y 13 especies; en cuarto lugar está el orden Hemiptera con 4 familias y 5 especies; y luego el orden Lepidoptera con 3 familias y 3 especies. La segunda clase más abundante fue la clase Aves, la cual estuvo presente con los siguientes órdenes: orden Cuculiformes con 1 familia y 1 especie, orden Apodiformes con 1 familia y 2 especies, orden Passeriformes con 2 familias y 5 especies. La tercer y menos abundante clase fue Arachnida la cual presento al orden Araneae con 2 familias y 3 especies (Tabla 4), estos últimos son estrictos predadores.

A lo largo de los tres eventos de floración de *T. castanifolia* no se registraron visitantes florales entre los mamíferos ni reptiles.

Abundancia por clase, categorizadas como: ***Muy abundante: $\geq 60\%$. ** Abundante: $\geq 30 < 60\%$. * Raro: $> 1 < 30\%$ y + Esporádico: $> 0 = 1\%$. Grupo funcional: N. Nectarívoros corolinos. NE. Nectarívoros calicinos. P. Polinívoros. PRE. Predadores. PAR. Parasitoides. HER. Herbívoros y SAP. Saprófagos. Localidades: CCNN, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. CB, Cerro Bellavista. Constancia: CMa. Máxima. CI. Intermedia y CMi. Mínima. Eficiencia: AE. Polinizadores principales, alta eficiencia. ME. Polinizadores secundarios, media eficiencia. BE. Polinizadores terciarios, baja eficiencia. SP. Visitantes sin participación en la polinización. Colectados: \square Especímenes depositados en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (MUGT).

Abundancia

Las inflorescencias de un arbusto de *T. castanifolia* pueden ser visitadas por $= 1.935 \pm 325$ visitantes por día durante la semana con el mayor pico de floración, antes y después de esta semana el número de organismos tiende a reducirse hasta $= 634 \pm 62$ visitantes por día. Los visitantes son atraídos por el néctar, polen, presas vivas, tejidos florales, sitio de cacería y sombra.

En las flores de *T. castanifolia* se observó el arribo de visitantes legítimos como las especies pequeñas de abejas *Augochlorella* sp., de 4 mm, de tamaño medio como *Euglossa* sp., de 1 cm y de tamaño grande como *Eulaema polychroma*, cuyo tamaño es de 2 cm de longitud; también arribaron visitantes ilegítimos de gran tamaño como *Xylocopa frontalis*, de 3 cm de longitud.

Constancia

Las especies que presentaron mayor constancia como polinizadores para *T. castanifolia* fueron las abejas: *Apis mellifera*, *Euglossa* sp., *Exomalopsis* sp. y *Augochlora* sp.; los dípteros: *Ornidia* sp. y *Palpada mexicana*; el lepidóptero: *Hesperidae* Indet. sp. y las aves, estrictamente colibríes: *Amazilia amazilia* y *Myrmia micrura*. Sus abundancias no presentaron diferencias significativas, entre los meses de muestreo y a lo largo de los tres eventos de floración.

El resto de las especies consideradas como polinizadoras no presentaron constancia debido a que sus abundancias variaron a lo largo de los tres eventos de floración. La mayor fluctuación se dio en las semanas con el mayor pico floral, coincidiendo con la llegada de un mayor número de visitantes, entre estos, las especies del género *Centris* fueron constantes, estando representadas por especies diferentes en cada pico.

La constancia de visita determinada a partir de la presencia y abundancia de visitantes florales a lo largo de los tres eventos de floración, permitió clasificar los visitantes en tres grupos diferentes. I. Constancia máxima (C_{Ma}), corresponde a visitantes que se presentaron en más del 60% de los arbustos florecidos a lo largo de los tres eventos de floración. II. Constancia intermedia (C_I), corresponde a los visitantes que se encontraron únicamente en el pico de floración y su abundancia fue $> 1\%$. III. Constancia mínima (C_{Mi}), son los visitantes que se encontraron en menos del 40% de los arbustos con inflorescencias, sus abundancias no sobrepasan el 1% de individuos y solo estuvieron presentes en una de las floraciones de *T. castanifolia* (Tabla 4).

Comportamiento

Al parecer una de las relaciones más afianzadas de *T. castanifolia* es la que mantiene con las hormigas *Camponotus* sp. cuyas poblaciones durante la estación seca son sostenidas en gran parte por el néctar calicino que produce esta planta; a cambio *Camponotus* sp. le brinda protección contra parásitos y predadores durante todo el periodo reproductivo de la planta.

Los visitantes diurnos de *T. castanifolia*, presentan actividad floral desde las 6:00 h. hasta las 18:00 h los primeros que inician el arribo a las inflorescencias desde las 6:00 h son aquellas especies que toleran un rango de luminosidad un poco más amplio a medida que pasan las horas y la temperatura ambiental se incrementa el número de especies también se incrementa, esto sucede por lo general desde las 7:00 h. La mayor actividad se registró entre las 9:00 h y 10:00 h, después la actividad de los visitantes comienza a decrecer hasta que finaliza cerca de las 18:00 h, esto sucede cuando el cielo se encuentra nublado: 1/8 hasta 3/8 (Fig. 8).

En los días con el cielo nublado entre 4/8 hasta 8/8 no hubo variación en cuanto a la cantidad de especies visitantes, estos presentaron actividad floral desde las 7:00 h hasta las 16:30 h a partir de

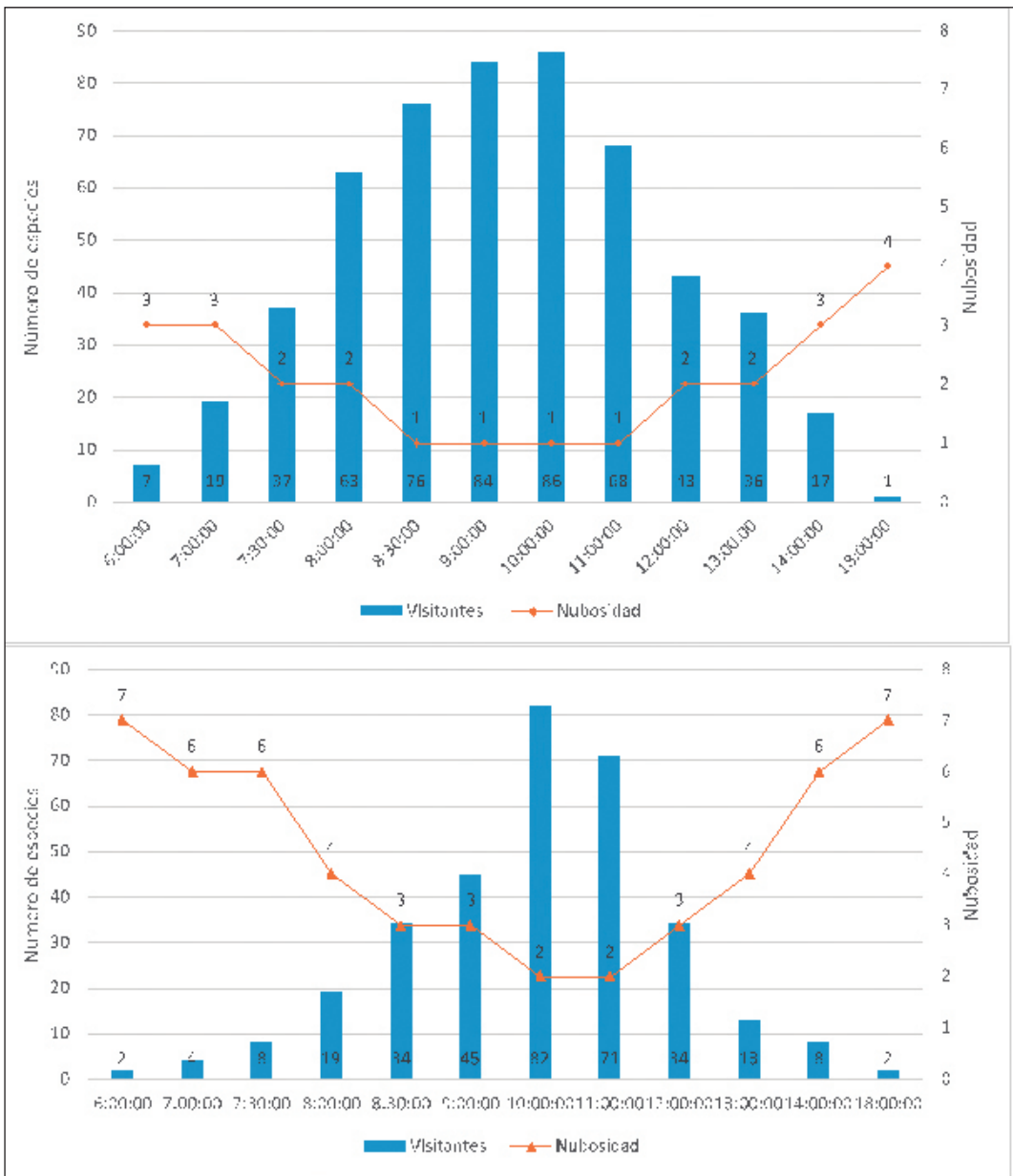


Figura 8. Patrón de llegada de los visitantes a *Tecoma castanifolia* en relación con el horario y nubosidad. A. En días con menor nubosidad presentan mayor actividad entre 9:00 h y 10:00 h. B. En días con mayor nubosidad presentan mayor actividad entre 10:00 h y 11:00 h.

las 8:00 h se incrementa el número de especies. La hora de mayor actividad se registró entre 10:00 h y 11:00 h a partir de esta hora la actividad de los visitantes comienza a decrecer hasta que finaliza cerca de las 16:30 h (Fig. 8).

Eficiencia

Según los resultados del IRP de las 29 especies que transportan el polen de *T. castanifolia*, las especies los polinizadores efectivos son: *Euglossa* sp., *Apis mellifera*, *Exomalopsis* sp., *Ancyloscelis* sp.,

Augochlora sp., *Hesperiidae* Indet sp. y *Amazilia amazilia*; Estas especies permiten el desplazamiento de aproximadamente el 95% del polen de *T. castanifolia* (Tabla 5).

Los polinizadores secundarios son: 22 especies pertenecientes a 9 familias Coccinellidae, Apidae, Halictidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Hesperidae, Geometridae, Lycaenidae y Trochilidae; Estos desplazan cerca del 5% del polen de *T. castanifolia* (Tabla 5).

Tabla 5. Visitantes con participación en la polinización de *Tecoma castanifolia*. Estas 29 especies son las que transportan el 100% del polen.

Especies	Abundancia (A)	fidelidad (F)	Constancia (C)	Capacidad transporte polen (CTP)	(IVIP)	(IRP)	Categorización
<i>Euglossa</i> sp.	36	1,0	1,0	18.808	677.100	39,49	ME
<i>Apis mellifera</i>	372	0,3	1,0	5.000	464.970	27,12	ME
<i>Exomalopsis</i> sp.	28	1,0	0,6	23.808	399.974	23,33	ME
<i>Ancyloscelis</i> sp.	26	1,0	0,5	3.571	46.426	2,71	BE
Hesperiidae Indet sp.	30	1,0	0,5	2.350	31.808	1,85	BE
<i>Augochlora</i> sp.	13	1,0	0,5	4.452	28.070	1,64	BE
<i>Amazilia amazilia</i>	8	0,5	1,0	4.333	17.332	1,01	BE
<i>Trigona</i> sp.	31	1,0	0,1	2.562	8.329	0,49	BE
<i>Augochlorella aurata</i>	14	1,0	0,2	2.124	4.940	0,29	BE
<i>Myrmia micrura</i>	2	1,0	1,0	2.351	4.702	0,27	BE
<i>Augochlorella</i> sp.	9	1,0	0,2	1.901	3.254	0,19	BE
<i>Centris</i> sp. 1	15	1,0	0,1	1.833	3.101	0,18	BE
<i>Augochlorella persimilis</i>	7	1,0	0,2	2.121	2.970	0,17	BE
<i>Ceratina</i> sp.	12	1,0	0,1	2.333	2.825	0,16	BE
<i>Centris</i> sp. 3	13	1,0	0,1	1.690	2.441	0,14	BE
<i>Centris</i> sp. 2	12	1,0	0,1	1.595	2.110	0,12	BE
<i>Centris</i> sp. 4	9	1,0	0,1	2.024	1.961	0,11	BE
<i>Melanchroia chephise</i>	76	0,1	0,4	652	1.954	0,11	BE
<i>Eulaema polychroma</i>	23	0,3	0,1	2.143	1.897	0,11	BE
<i>Palpada mexicana</i>	20	0,5	0,2	1.159	1.739	0,10	BE
<i>Centris maculifrons</i>	5	0,3	0,4	2.071	1.478	0,09	BE
<i>Ornidia obesa</i>	7	1,0	0,1	1.340	1.158	0,07	BE
<i>Centris</i> sp. 5	8	1,0	0,1	1.119	956	0,06	BE
<i>Paraneda pallidula guticollis</i>	5	0,5	0,2	1.428	817	0,05	BE
Lycaenidae Indet sp.	22	0,2	0,2	896	817	0,05	BE
<i>Centris</i> sp. 6	9	0,5	0,1	1.286	625	0,04	BE
Syrphidae Indet sp.	4	1,0	0,1	700	382	0,02	BE
Apidae Indet sp.	4	1,0	0,1	771	313	0,02	BE
Stratiomyidae Indet sp. 2	5	1	0,1	419	300	0,02	BE

Eficiencia como polinizador: AE. Alta eficiencia, $\geq 60\%$ del IRP. ME. Media eficiencia, $\geq 10\% < 60\%$ del IRP. BE. Baja eficiencia, $> 0 < 10\%$ del IRP.

Discusiones

Los resultados de esta investigación incluyen a taxa previamente reportadas para flores de tipo *Anemopaegma* (Bignoniaceae), como visitantes polinizadores frecuentes de Apidae y Lepidoptera,

visitantes no polinizadores como *Amazilia* sp., ladrones frecuentes de néctar como *Xylocopa* sp., especies pequeñas colectoras de polen como: *Trigona* sp., y de la familia Halictidae, además de varias especies de avispas y dípteros (Gentry, 1974; Silva et al., 2007; Santos, 2013; Torretta y Cerino,

2013). Sin embargo, contrario a lo registrado en otros sitios (Silva et al., 2007; Torretta y Cerino, 2013), las abejas *Xylocopa* nunca se observaron ingresar a la corola para libar néctar en *Tecoma castanifolia*. *Xylocopa* en *T. castanifolia* se comporta exclusivamente como ladrón.

Estudios previos (Calle et al., 2010; Arias-Suárez et al., 2104), indican que la polinización de especies de diferente morfología floral como *Passiflora edulis* (Passifloraceae), parecen depender exclusivamente de la polinización por abejas *Xylocopa*, lo cual sugeriría que dependiendo de la morfología de las flores, los visitantes podrían actuar como legítimos o ilegítimos.

Esto ha sido confirmado en el campus de la Facultad de Ciencias Naturales, donde *Xylocopa* sp. poliniza las flores de *Leptochiton quitoensis* (Amaryllidaceae; Cornejo obs. pers.), una herbácea estacional que posee conspicuas flores de tamaño superior y distinta morfología floral.

Conclusiones

Tecoma castanifolia es una especie pionera que presenta un fuerte mutualismo con los visitantes florales. Debido a su comportamiento estacional es un elemento florístico importante para la supervivencia de la fauna asociada en el bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial.

En ausencia de lluvias, *T. castanifolia* tiende a producir flores de forma sincrónica, en presencia de lluvias, tiende a desarrollar sus partes vegetativas.

Tecoma castanifolia obtiene abundantes visitantes florales, debido a que provee de un recurso disponible en un área determinada durante un período con poca oferta alimenticia, esta provee alimento al menos a 89 especies de fauna asociada, (insectos, arácnidos y aves).

La principal recompensa que ofrece *T. castanifolia* es el néctar floral, este se produce desde la formación de sus prefloraciones, a través de los nectarios calicinos. La temprana funcionalidad de los nectarios calicinos, actúa en los estadios iniciales para atraer a los visitantes que operarían en la defensa de las flores contra los herbívoros y parásitos.

Amazilia amazilia presenta un comportamiento territorialista, este es un indicador de la importancia que representa el néctar de *T. castanifolia* para su subsistencia.

Los polinizadores de *T. castanifolia*, presentan una gran especificidad en el uso de estrategias correlacionadas con la morfología de las flores que visitan, simultáneamente también pueden poseer versatilidad para visitar flores de otras especies de plantas no relacionadas, con corolas de distintas morfologías y dimensiones, para las cuales adoptan

otras estrategias específicas, como es el caso de las especies *Exomalopsis* sp. y *Centris* sp.

El grupo de los himenópteros son los visitantes más abundantes, frecuentes y son los más importantes en la polinización de *Tecoma castanifolia*, donde *Euglossa* sp., *Apis mellifera* y *Exomalopsis* sp., son los principales polinizadores de este arbusto, estas tres especies son las responsables de transportar el 87,68% de los granos de polen de éste arbusto.

Abejas carpinteras del género *Xylocopa* son las responsables del 88.21% del robo de néctar, las incisiones realizadas a la base de la corola, están fuertemente correlacionadas con la mayoría de las pérdidas florales, ($r = 0,99$; $\alpha = 0.05$; $n = 90$ arbustos), las flores con estas incisiones se cayeron y no produjeron frutos, convirtiéndose, este género, en el principal antagonista de la polinización

La gran capacidad colonizadora de *Tecoma castanifolia*, se debe a interacciones no obligadas con sus visitantes presentes en el lugar y al momento de la floración. Es decir, no está ligada a ningún visitante específico y al florecer ofrece un recurso de subsistencia a todos aquellos visitantes florales oportunistas que necesiten alimento y refugio.

Recomendaciones

Se recomienda incluir esta especie en los programas de reforestación de los bosques secos tropicales en la costa de Ecuador y noroccidente de Perú, así como en la arborización urbana.

Evaluar la funcionalidad de *Tecoma castanifolia* en corredores biológicos, ya que podría mantener durante muchos meses la base de la red trófica.

Incluir a *Tecoma castanifolia* en áreas del bosque seco de la costa de Ecuador donde se desarrolla la apicultura.

Analizar las fitohormonas que intervienen en la floración y producción activa de follaje, en *Tecoma castanifolia* y su relación con los parámetros físicos desencadenantes de su comportamiento fenológico.

Referencias

- Aguirre, Z., L. P. Kvist y O. Sánchez. 2006. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. p. 162-187. En: Morales, M. R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Orchenius y H. Balslev (Eds.). Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Arias-Suárez, J. C., J. A. Ocampo-Pérez y R. Urrea-Gómez. 2014. La polinización natural en el Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. Agronomía mesoamericana 25(1): 73-83.
- Bencke, C. y P. Morellato. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação representativa. Revista Brasileira de Botânica 25: 269-275.
- Calle, Z., R. M. Guariguata, E. Giraldo y J. Chará. 2010. La

- producción de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia: Perspectivas para la conservación del hábitat a través del servicio de polinización. *Interiencia* 3(35): 207-212.
- Cornejo, X. 2015. Árboles y arbustos nativos del Bosque Seco del Pacífico Ecuatorial para la arborización urbana en la costa de Ecuador y noroccidente de Perú. Tesis MSc. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador. 254 p.
- Cornejo, X. y H. Iltis. 2008. A revision of *Colicodendron* (Capparaceae). *J. Bot. Res. Inst. Texas* 2(1): 75-93.
- Díez, C. M. 2002. Biología reproductiva de las plantas de los bosques tropicales. Departamento de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 74 p.
- Espinosa, C. I., M. de la Cruz, A. L. Luzuriaga y A. Escudero. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas* 21(1-2): 167-179.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2008. Rapid assessment of pollinators status a contribution to the international initiative for the conservation and sustainable use of pollinators. Rome, Italy. FAO 113 p.
- Faegri, K. y L. Van Der Pijl. 1979. The principles of pollination ecology. Pergamon Press. New York 243 p.
- Félix, F. 2012. Aves del Bosque Protector Cerro el Paraíso. Versión digital 3.1. Guayaquil, Ecuador. 58 p.
- Gentry, A. H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 61: 728-759.
- Hidalgo, M. y B. Cabezudo. 1995. Producción de néctar en matorrales del sur de España (Andalucía). *Acta Botánica Malacitana*, 20: 123-132.
- Jørgensen P. M. y S. León-Yáñez (eds.). 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-1.181.
- Kearns, C. y D. Inouye. 1993. Techniques for pollination biologist. University Press of Colorado, Niwot. 583 p.
- Kevan, P. y G. Beaker. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology*. 28: 407-453.
- Mooney, H. A., S. H. Bullock y E. Medina. 1996. Introducción. p. 1-6. En: Bullock, S. H., H. A. Mooney y E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Núñez, A. y R. Rojas. 2008. Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus bataua* en los Andes Colombianos. *Caldasia*. 30(1): 101-125.
- Núñez del Arco, E. y F. Dugas. 1985. Guía Geológica del Suroeste de la Costa Ecuatoriana. Guayaquil: ESPOL; ORSTOM. 219 p.
- Ramírez, N., C. Gil, O. Hokche, A. Seres y Y. Brito. 1990. Biología floral de una comunidad arbustiva de la Guayana venezolana. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77: 383-397.
- Reguera, B., R. Alonso, A. Moreira y S. Méndez. 2011. Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas. COL de UNESCO y OIEA, París y Viena. 59 p.
- Rojas, M. A., P. Santos, I. Rivera, E. Pétriz y A. Pardo. 2000. Determinación del consumo diario de alimento en cuatro especies de murciélagos herbívoros (Phyllostomidae) mantenidos en cautiverio. *Imaggen, Revista de la Universidad Simón Bolívar* 51: 20-24.
- Sáenz, C. 1978. Polen y Esporas (Introducción a la Palinología y Vocabulario palinológico). Ediciones. Rosario, 17. Madrid España. 220 p.
- Santos, J. M. A. 2013. Apifauna visitante de *Tecoma stans* (Bignoniaceae) em uma área urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. 33p.
- Silva, C. I., Augusto, S. C., Sofia, S. H. y Mosch, I. S. 2007. Diversidade de Abelhas em *Tecoma stans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na Polinização e Produção de Frutos. *Neotropical Entomology* 36(3): 331-341.
- Torretta, J. P. y M. C. Cerino. 2013. Biología reproductiva de tres especies simpátricas de Bignoniaceae en Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48(1): 73-89.
- Van Schaik, C. P., J. Terborgh y S. J. Wright. 1993. The phenology of tropical forest. Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24: 353-377.

La adaptabilidad de los Ostrácodos a todo tipo de clima desde el cámbrico hasta el reciente: ¿Indicadores del fin del mundo?

The adaptability of Ostracods to all types of climate from the Cambrian to the recent: indicators of the end of the world?

Clelia Naranjo Freire^{1*}, Galo Salcedo Maridueña¹
& César Borja Bernal¹

¹ Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales,
Carrera de Ingeniería Geológica
Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador

Recibido 10 de octubre 2017; recibido en forma revisada 27 de octubre 2017, aceptado 12 de noviembre 2017
Disponible en línea 31 de diciembre 2017

Resumen

Los Ostrácodos son artrópodos crustáceos con una amplia distribución geográfica; ellos existen en el planeta desde el Periodo Cámbrico hace 542 Ma. Este crustáceo es abundante con 65.000 especies fósiles y 13.000 especies actuales. Se han adaptado a todas las condiciones climáticas, desde marino profundo, aguas dulces y salobres, hasta al humus continental. La distribución y morfología de los Ostrácodos depende de varios factores ecológicos, pero la salinidad es su principal factor de distribución.

Los Ostrácodos se preservan muy bien en la columna geológica por su alta capacidad adaptativa para sobrevivir y evolucionar; y son importantes para la identificación de la paleoecología y el paleoclima. Los Ostrácodos son nadadores o bentónicos, filtradores, desparasitadores, carroñeros, detritívoros, herbívoros y depredadores. En Ecuador se han identificado Ostrácodos desde el Jurásico (174 Ma) en la Cuenca Oriente.

En conclusión, los Ostrácodos han sobrevivido y evolucionado en los últimos 500 Ma, desde el Cámbrico hasta el Reciente, adaptándose a todo tipo de clima. En Ecuador, se los ha identificado en cuenca Oriente desde el Jurásico y también se adaptaron a todo clima.

Palabras claves: artrópodos, salobre, humus, carroñeros.

Abstract

The ostracods are crustacean arthropods with a wide geographic distribution; they exist in the planet since 542 Ma (Cambrian Period). This crustacean is abundant with 65,000 fossil species and 13,000 current species. They have adapted to all climatic conditions, from deep sea, fresh and brackish waters, to continental humus. The distribution and morphology of the ostracods depends on several ecological factors, but salinity is their main distribution factor.

The Ostracods are preserved very well in the geological column because of their high adaptive capacity to survive and evolve; and are important for the identification of paleoecology and paleoclimate. Ostracods are swimmers or benthic, filterers, desparasitadores, scavengers, detritivores, herbivores and predators. In Ecuador, Ostracods have been identified from the Jurassic (174 Ma) in the Oriente Basin.

In conclusion, the Ostracods have survived and evolved in the last 500 Ma, from the Cambrian to the Recent, adapting to all kinds of climate. In Ecuador, they have been identified since the Jurassic and adapted to all climate

Key Words: arthropods, brackish, humus, scavengers

* Correspondencia del autor:
E-mail: cleliarananjof@edu.ug.ec



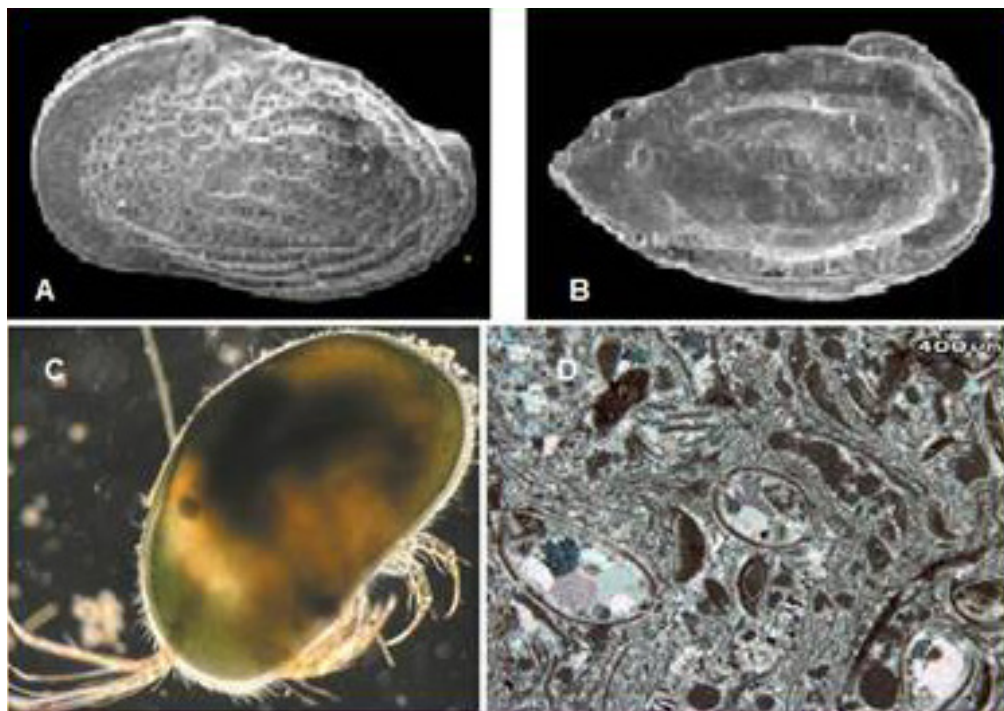


Figura 1. Ostrácodos: A) *Cytheretta* sp.; B) *Protocythere* gr. *Alexanderi* C) *Herpetocypris*; D) Ostrácodo sección delgada (después de Ordoñez et al., 2006; Arribas, et al., 2016; Kihn et al., 2016).

Introducción

Los Ostrácodos corresponden al Phylum Arthropoda, Subphylum Mandibulata y Clase Crustácea, su tamaño varía entre 0.3 y 30 mm (Ordoñez et al., 2006; Molina & Canudo, 2002). Actualmente tienen una amplia distribución geográfica y se ha comprobado su existencia en el planeta desde hace 542 millones de años (Periodo Cámbrico); son abundantes, se conocen 13.000 especies actuales y 65.000 especies fósiles (García & Rodríguez, 2009). Se encuentran en ambientes marino poco profundo y profundo; aguas dulces, salobres y se han adaptado al humus continental (Molina & Canudo, 2002; Ordoñez et al., 2006; figura 1).

Morfología y Ecología

Los Ostrácodos tienen una gran tasa de reproducción, existen especies actuales que son maduras en un mes, su ciclo vital suele ser menor de un año (continental) y menor de tres años en especies marinas. Son ovíparos, sus huevos son resistentes y pueden ser transportados a grandes distancias (Martínez & Rivas, 2009).

La distribución y morfología de los Ostrácodos están controlados por varios factores ecológicos como la naturaleza de los sustratos, los cambios de salinidad, las variaciones de temperatura, las diferentes profundidades y los tipos de alimentos (Molina & Canudo, 2002; figura 2).

Las especies continentales (lacustres) y de transición tienen la pared lisa y charnelas adontas y las marinas tienen ornamentación y poseen charnela anfidonta (Argáez et al., 2004; figura 3).

La Naturaleza del sustrato está relacionado al caparazón. Las especies pelágicas tienen un caparazón liso, fino, en forma de frejol; las especies bentónicas de sustrato arcilloso tienen un caparazón ensanchado y aplanado; las especies bentónicas de sustrato arenoso tienen un caparazón espeso con una ornamentación gruesa; y las especies que viven dentro del sedimento (endobentónicas) arenoso tienen un caparazón pequeño, largo y robusto (Molina & Canudo, 2002).

La salinidad es el principal factor de distribución de los Ostrácodos, cada especie tiene una tolerancia a la salinidad y existen cuatro ambientes salinos como aguas dulces de ríos y estuarios menos de 0.5‰, aguas salobres de lagunas y pantanos de 0.5 a 30‰, aguas marinas normales de 35 a 45‰ y aguas hipersalinas de mares cerrados, lagunas y bahías hasta 57‰. La salinidad también determina la variedad de la morfología del caparazón e incluso en una misma especie (ecofenotipos; Molina & Canudo, 2002; Decker et al., 1988; figura 4).

Actualmente los pelágicos aumentan con la profundidad, los bentónicos son más variados en aguas poco profundas; las formas de aguas frías son grandes con fuerte ornamentación y se encuentran

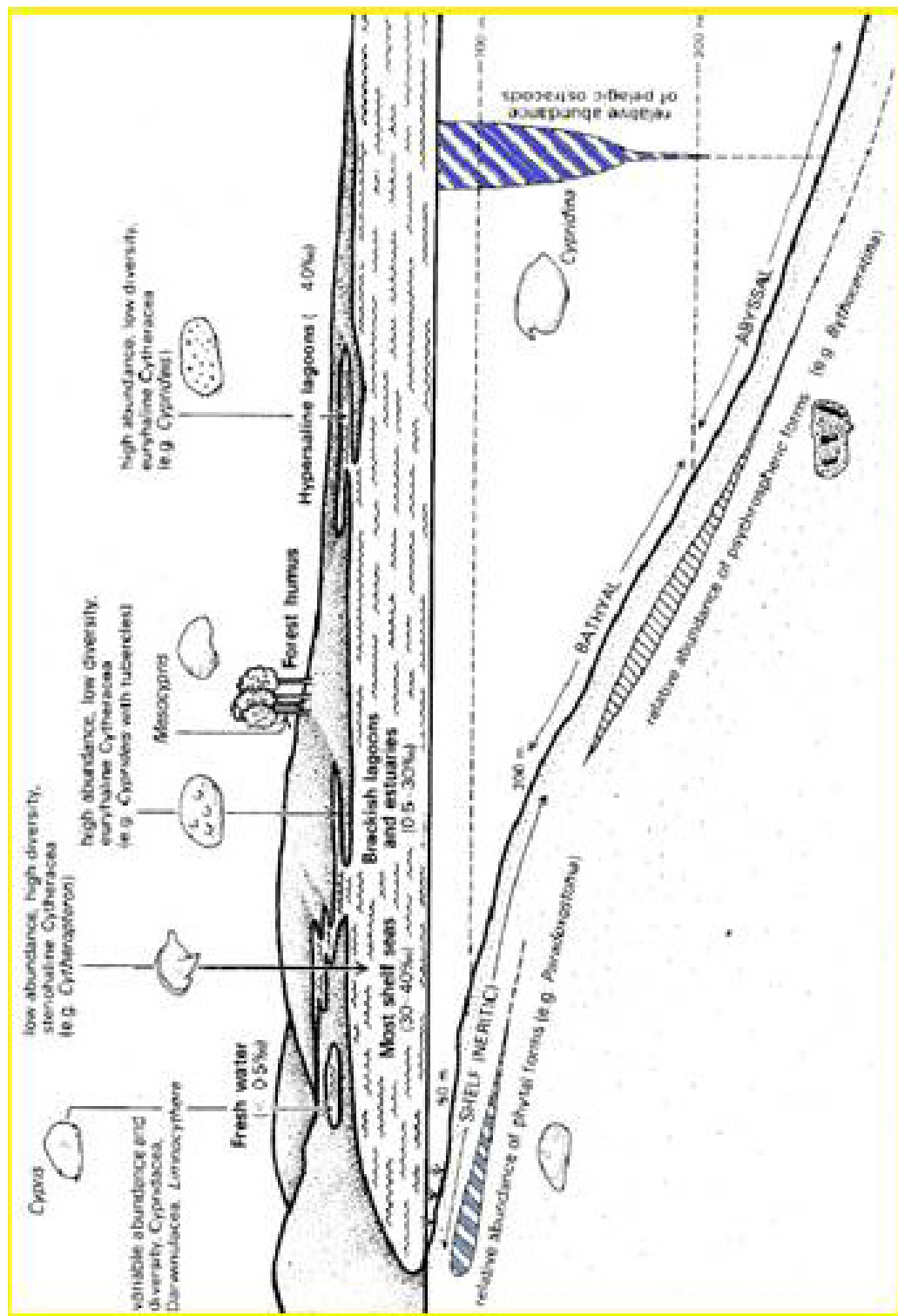


Figura 2. Distribución de los Ostrácodos en ambientes recientes (después de Armstrong & Brasier, 2005).

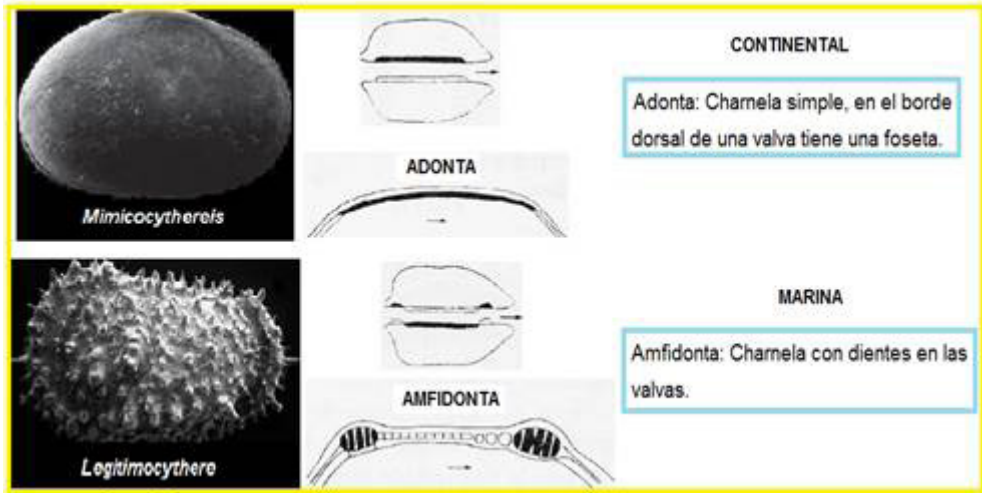


Figura 3. Diferencia entre especie marina y continental (después de Argáez, et al., 2004; y Molina & Canudo, 2002).

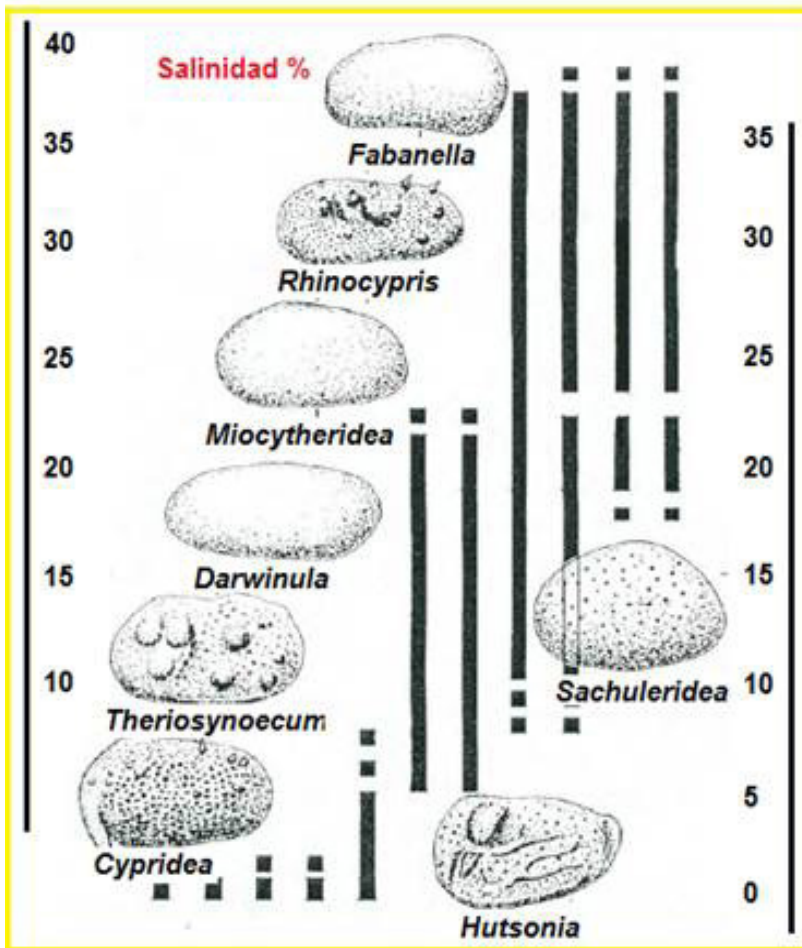


Figura 4. Aproximación a la tolerancia de sanidad de los Ostrácodos del Cretácico Temprano (Decker et al., 1998)

alrededor de 500 m de profundidad; las formas de aguas templadas-cálidas se las encuentra a menos de 200 m (Molina & Canudo, 2002).

Cuanto más alimento haya en el medio donde se desarrollan, mayor será el número de ostrácodos que habiten (Molina & Canudo, 2002).

La temperatura depende de la especie, las asociaciones tropicales tienen una diversidad más amplia que las de latitudes altas (más frías). Sin embargo, las formas frías son de mayor tamaño, debido al metabolismo más lento y tardan más tiempo en alcanzar la madurez sexual (Molina & Canudo, 2002).

La distribución geográfica ha cambiado en el tiempo; las asociaciones de organismos están sometidas a una inestabilidad constante debido a los continuos cambios climáticos, geográficos, tectónicos y bióticos (extinción, dispersión y ambiente) que acontecen en el planeta (Kihn *et al.*, 2016). La clasificación está en

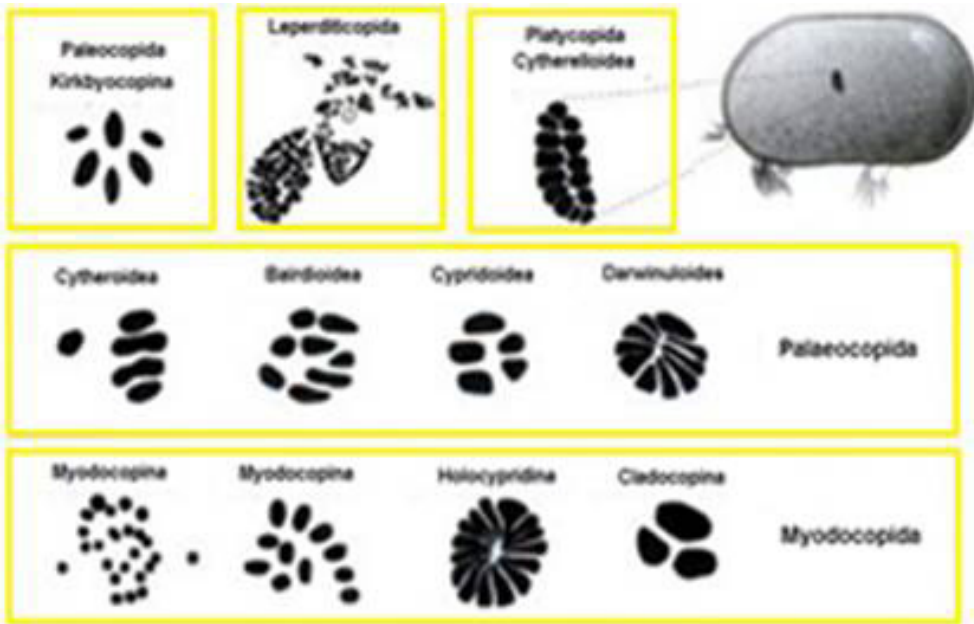


Figura 5. Tipos de impresiones musculares en Ostrácodos (Morkhoven, V., 1962).

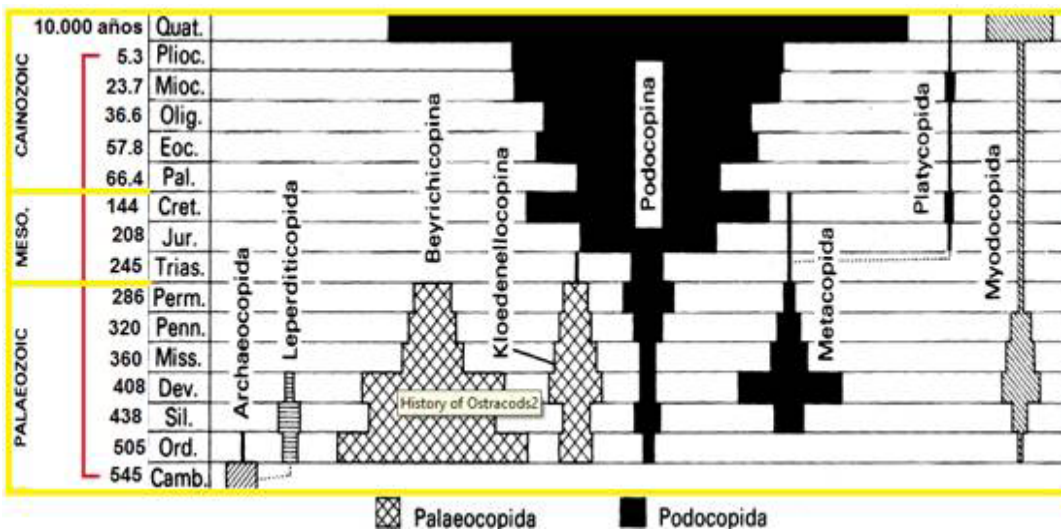


Figura 6. Evolución de la diversidad de los Ostrácodos a través del tiempo (después de Martínez & Rivas, 2009).

Tabla 1.- Distribución paleogeográfica, paleoclimática y cronológica de los Ostrácodos a nivel mundial desde el Cámbrico (542 Ma.) hasta el Reciente.

ORDEN	CARACTERÍSTICAS	PERIODO	EDAD	PALEOCLIMA	PALEOGEOGRAFÍA	UBICACIÓN ACTUAL	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Podocopida	Superfamilia Darwinulacea	* Darwinula		Continental de agua dulce	Noroeste de Europa	Noroeste de Europa y en todo el mundo	Brady & Robertson, 1874.
	Superfamilia Bairdiacea	* Bairdia		Marino, abisal, batial, Mesopelágico y Pelágica.			
		* Trieberina		Marino, ambiente solo cálido y Mesopelágico.	Irlanda	Todo el mundo	McCoy 1844.
		* Bithocypris		Exclusivamente marino, predominantemente batial.	Atlántico Norte	Todo el mundo	Brady, 1880.
	Familia Cyprididae	* Cypris		Charca de agua dulce			
		* Chlamydotheca		Exclusivamente agua dulce	Europa	Todo el mundo	Mueller, 1776.
	Subfamilia Cypridinae (12)		3 Ma. - 10,000 años	Continental de agua dulce y en el Oligoceno (34 Ma.) se adaptaron a las aguas salinas.	México	Australia y Ceylon	Saussere, 1858.
		* Cyprinotus	Ordovícico	Continental de agua dulce y en el Oligoceno (34 Ma) se adaptaron a las aguas hipersalinas pelágicas.	Cylon	Todo el mundo	Brady, 1886.
			485 Ma. - 443 Ma.		Europa	Todo el mundo	Brady, 1886.
	Subfamilia Hemicytherinae (16)	* Mutilus		Epi-nerítica, euriterma	Gran Bretaña	Todo el Mundo	Pokorny, 1955.
	Subfamilia Trachyleberis (20)	* Trachyleberis		Principalmente nerítico	Japón	Todo el mundo	Brady, 1880.
		* Echinocythereis		Marino batial, abisal y hadal	Florida-Usa	Todo el mundo	Pokorny, 1955.
	Subfamilia Cytherettinae (5)	* Cytheretta		Epi-nerítico y cerca de la costa	Mediterráneo	Europa y América	Mueller, 1894.
	Subfamilia Microcytherinae	* Microcythere		Marino pelágico, Mesopelágico, batial y abisal	Golfo de Nápoles -Italia	Europa y Antártico	Mueller, 1894.
		* Neocytheretta		Epi-nerítico, aguas cálidas	Mar de Java	Océano de India, Aguas de Indonesia, Philippines, Nueva Guinea.	Morkhoven, 1962.

Tabla 1.- Distribución paleogeográfica, paleoclimática y cronológica de los Ostrácodos a nivel mundial desde el Cámbrico (542 Ma.) hasta el Reciente. (A continuación)

ORDEN	CARACTERÍSTICAS	PERIODO	EDAD	PALEOCLIMA	PALEOGEOGRAFÍA	UBICACIÓN ACTUAL	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
	Subfamilia Progonocytherinae (10)	Jurásico	201 Ma. - 145 Ma.				
	Subfamilia Cytherideinae (6)	Ordovícico	485 Ma. - 443 Ma.				
	Suborden Myodocopa						
	*Thaumatocypris			Pasado: Marino pelágico; nadan distancias cortas.	Estan en todo el mundo, sin embargo abunda en el Oeste de Europa,	Océano de India Atlántico Norte	Mueller, 1906. Milne, 1840. Sars, 1866. Alexander, 1929.
	*Cypridina	Reciente	485 Ma.	Reciente: Marino pelágico, batial, subterráneos, plataforma continental;	Norway, Gran Bretaña, Texas, Usa,	el Mar del Norte	Roundy, 1926.
	*Polycope	Ordovícico	3 Ma. - 10.000 años	bentónicos, Polo Ártico, mares cálidos; recorren grandes distancias	Península Ibérica, Baleares y Macaronesia.	960 especies son marino y 102 especies son continentales	Molina & Canudo, 2002. Mesquita & Baltanás, 2015.
	*Cytherelloidea						
Myodocopida	Superfamilia Cypridinoidea						
	Familia Cypridimidae						
	Familia Cylindroteberidae						
Palaecopida	Beyrichicopina sh.	Pérmico	298 Ma. - 252 Ma.	Continental de aguas profundas y someras	Península Ibérica, Baleares y Macaronesia		Molina & Canudo, 2002. Barrantos, 2004 Baltanás & Mesquita, 2015.
	Kloedenenellocopina sh.	Ordovícico	485 Ma. - 443 Ma.				
Leperditicopida	<i>Leperditia</i> sp.	Devónico	419 Ma. - 360 Ma.	Pelágico en aguas someras	Suecia, Estonia, Cordillera Ibérica, Cuenca Vasco-Cantabria, La Rioja y Estados Unidos		Molina & Canudo, 2002. Martínez & Rivas, 2009.
		Ordovícico	485 Ma. - 443 Ma.				
Archaecopida	<i>Bradorai</i> sp.	Ordovícico	485 Ma. - 443 Ma.	Pelágico en aguas someras	Polonia, este de Alemania, Checoslovaquia y España.		Molina & Canudo, 2002.
	<i>Indiana</i> sp.	Cámbrico	542 Ma. - 485 Ma.				Martínez & Rivas, 2009.

Tabla 2.- Distribución paleogeográfica, paleoclimática y cronológica de los Ostrácodos en Ecuador desde el Jurásico (174 Ma.) hasta el Reciente

ORDEN	ESPECIE	PERIODO	EDAD	PALEOCLIMA	LOCALIDAD	UBICACIÓN ACTUAL	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
Subfamilia Cytherideinae	Schuleridea	Jurásico Medio Cretácico Temprano	174 Ma. - 101 Ma.	73 Ma. Marino abisal y batial	Cuenca Oriente	Formación Chapiza	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Cytherurinae	Cytherura ecuatoriana	Cretácico Inferior (Albiano)	113 Ma. - 101 Ma.	12 Ma. Hipoxia ligeramente reductora. Marino pelágico de aguas tranquilas y salobres.	Cuenca Oriente	Napo Basal	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Cytherurinae	Cytherura ecuatoriana	Cretácico Inferior (Albiano)	113 Ma. - 101 Ma.	12 Ma. Hipoxia ligeramente reductora Marino pelágico de aguas tranquilas y salobres.	Cordillera Occidental	Formación Cazadero	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Trachyleberidinae	Brachycythere	Cretácico Tardío (Campaniano-Maastrichtiano)	84 Ma. - 66 Ma.	18 Ma. Marino litoral a marino marginal	Cuenca Oriente	Formación Tena	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Cytherettinae	Cyprretta						
Subfamilia Cytherurinae	Cytherura						
Subfamilia Cytherideinae	Cyprideis						
Subfamilia Cytherideinae	Cytheridea	Eoceno	56 Ma. - 34 Ma.	22 Ma. Continental de aguas dulces	Cuenca Oriente	Formación Tiyuyacu	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Hemicytherinae	Heterocythereis	Mioceno	23 Ma. - 5 Ma.	18 Ma. Continental de aguas dulces y aguas poco salobres	Cuenca Progreso	Formación Sube y Baja	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Cytherettinae	Cytheretta						
Subfamilia Cytherideinae	Neocyprideis						
Subfamilia Cytherideinae	Paracyprideis	Mioceno	23 Ma. - 5 Ma.	18 Ma. Marino Pelágico Predominantemente aguas salobres	Cuenca Progreso	Formación Chalcana	Andrade & Jiménez, 2007.
Subfamilia Cytherurinae	Cytheropteron						
Subfamilia Cytherideinae	Copytus	Pleistoceno Medio Reciente	0.126 - 0.0117	Miles de años Aguas Salobres, marino pelágico	Cuaternario	Tablazo	Andrade & Jiménez, 2007.

función de la forma del caparazón, asimetría de las valvas, forma y posición de las huellas musculares. Su morfología es diferente para cada grupo de Ostrácodos debido a los músculos aductores que dejan huellas en la parte central de las valvas. (Martínez & Rivas, 2009; Morkhoven, 1962; figura 5).

Los Ostrácodos se clasifican en Órdenes como Archaeocopida, Cámbrico - Ordovícico, Leperditicopida Ordovícico - Devónico, Palaeocopida Ordovícico - Pérmico, Myodocopida Ordovícico-Actual y Podocopida Ordovícico - Actual (Martínez & Rivas, 2009; Molina & Canudo, 2002; García, 1968; figura 6).

La distribución paleogeográfica, paleoclimática y cronológica de los Ostrácodos

Los marinos aparecen en el Cámbrico y los continentales desde el Carbonífero (tabla 1). La Adaptabilidad de los Ostrácodos se preservan muy bien en la columna geológica; su sobrevivencia y evolución se debe a su alta capacidad adaptativa, en consecuencia, son importantes para identificar la paleoecología y especialmente el paleoclima (García & Rodríguez, 2009). Pueden ser filtradores, desparasitadores, carroñeros, detritívoros, herbívoros o depredadores. Además, son nadadores o bentónicos (García & Rodríguez, 2009; Martínez & Rivas, 2009).

Distribución paleogeográfica y cronológica de los Ostrácodos en el Ecuador

En Ecuador se han identificado Ostrácodos desde el Jurásico (174 Ma) en la Cuenca Oriente; aunque podrían existir en rocas de edades más antiguas. En la tabla 2 se describen las principales características de los Ostrácodos en cuanto a edad, distribución y el paleoclima en el que habitaron.

En conclusión, los ostrácodos a nivel mundial han sobrevivido y evolucionado en los últimos 500 Ma, (desde el Cámbrico hasta el Reciente), adaptándose a todo tipo de clima. En Ecuador se los ha identificado desde el Jurásico hasta el Reciente y también se adaptaron a toda condición climática.

Si las condiciones climáticas se convierten en extremas, y los Ostrácodos no logran sobrevivir o adaptarse, quiere decir que ¿Llegó el fin del mundo?

Referencias

Alexander, C., 1929, Ostracoda of the Cretaceous of north Texas. Univ. Texas Bull., 2907: 137 pp.
Andrade, R. & Jiménez, N., 2007, Estudios de Ostrácodos de las Formaciones de la Cuenca Oriente del Ecuador. VIII Congreso Ecuatoriano en Ciencias de la Tierra. Departamento de Bioestratigrafía. Guayaquil, pp 1-11.
Argáez, F., Machain, M. & Gaytán, A., 2004, Tercer Grupo de Crustáceos - Ostrácoda. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, D. F., México, pp 513 - 558.
Armstrong, H. & Brasier, M., 2005, Microfossils. Editorial Blackwell. Primera edición 1980 por George Allen & Unwin, Segunda edición ISBN 0-632-05279-1, USA, pp 350.
Arribas, M., Arribas, J., Pena, J., Escavi, J., Estrada, R., Herrero, M., López, F., Marfil, R. & Varas, M., 2016, Atlas de Petrología Sedimentaria. Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad Complutense de Madrid.

Baltanás, A. & Mesquita, F., 2015, Orden Podocopida. Dep. Ecología (Fac. Ciencias), Universidad Autónoma de Madrid, Madrid - España. Inst. "Cavanilles" de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia. Revista IDE@ - SEA, nº 74 (30-06-2015): 1-10. ISSN 2386-7183.
Barrientos, J., 2004, Manuals Entomología. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, Universidad de Alicante, Universidad Autónoma de Barcelona. Edición Asociación española de Entomología, ISBN 84-490-2383-1, España, pp 913.
Brady, G. & Robertson, D., 1874, Contributions to the study of the Entomostraca. IX. on Ostracoda taken amongst the Scilly Island, and on the anatomy of Darwinella stvensoni. Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 4, 13: pp 114-119.
Brady, G., 1880, Report on the Ostracoda dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873-76. Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. Zoology, 1 (3): pp 1-187.
Brady, G., 1886, Notes on Entomostraca collected by A. Haly in Ceylon. J. Linnean Soc., 19: 293-317.
Decker, P., Colin, J. & Peypouquet, J., 1988, Ostracoda in the Earth Sciences. Elsevier. Amsterdam, pp 1-302.
García, E. & Rodríguez, J., 2009, Los Ostrácodos del Cretácico Superior del sinclinal de Bizkaia (Arco Vasco): asociaciones genéricas. Eusko Ikaskuntza - Sociedad de Estudios Vascos, El-SEV, Revista 7. ISSN: 0212-4173, Donostia - San Sebastián, España, pp 17-74.
García, E., 1968, Terminología de la Morfología de los Ostrácodos Fósiles, para uso en lengua española. Asociación Geológica Argentina. Número 1, Tomo XXIII, Buenos Aires Argentina, propiedad intelectual N° 340.992, pp 630.
Kihn, R., Martínez, D., Gomez, E. & Borel, C., 2016, Asociaciones de Ostrácodos Bentónicos Actuales y del Holoceno del Estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina): Interpretaciones Paleoambientales. Sociedad Brasileira de Paleontología. Rev. bras. paleontol. 19(3):465-48019(3):465-480, Brasil.
Martínez, M. & Rivas, P., 2009, Paleontología de Invertebrados. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada. ISBN 978-84-613-4625-7, Depósito legal: AS-3845-2009. 508 paginas. España.
McCoy, F., 1844, Sinopsis of the Characters of the Carboniferous Fossils of Ireland (Crustacea). Dublin Univ. Press, Dublin, pp 159-168.
Mesquita, F. & Baltanás, A., 2015, Orden Myodocopida. Dep. Ecología (Fac. Ciencias), Universidad Autónoma de Madrid, Madrid - España. Inst. "Cavanilles" de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia. Revista IDE@ - SEA, nº 72: 1-6. ISSN 2386-7183.
Milne, E., 1840, Histoire naturelle des crustacés, comprenant l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux. Librairie Encyclopedique de Boret, Paris, 3: pp 393-410.
Morkhoven, F., 1962, Post-Paleozoic Ostracoda. Their morphology, Taxonomy and Economic use. Elsevier. Amsterdam, Vol. 1,1-204, Vol. II, pp 1-478.
Molina, E. & Canudo, J., 2002, Micropaleontología, 399-418.
Mueller, G., 1894, Die Ostracoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Naples Sta. Zool. Fauna Flora Golfes Neapel, Monographie, 31: pp 1-404.
Mueller, G., 1906, Ostracoda. In: Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition 1898-99, 8 (2): pp 1-154.
Muller, O., 1776, Zoologiae danicae prodrum, seu animalium daniae et norvegiae indigenarum caracteres, nomina et synonyma imprimis popularium. Lipsiae et Havniae, pp 282.
Ordóñez, M. Jiménez, N. & Suárez, J., 2006, Micropaleontología Ecuatoriana, Petroproducción, Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, pp 634.
Pokorny, V., 1955, Contribution to the morphology and taxonomy of the subfamily Hemicytherinae Puri 1953 (Crust, Ostrac.). Acta Univ. Carolina, 3 (Geol.): pp 1-35.
Roundy, P., 1926, Mississippian Formations of San Saba Country,

- Texas. II. The microfauna. U.S. Geol. Surv. Profess. Papers, 146: pp 5-17.
- Saussure, H., 1858, Mémoire sur divers crustacées nouveaux des Antilles et du Mexique. Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève 14: 417-496
- Sars, G., 1866, Oversigt af Norges marine ostracoder. Forhandl. Vidensk. Selskab Christiania, 7: pp 1-130.
- Van, D., 1946, Contribution to the Study of Ostracoda with special Reference to the Tertiary and Cretaceous Microfauna of the Caribbean Region. Diss. Univ. Utrecht, pp 167 pp.

Plan Estratégico para la restauración forestal de ecosistemas terrestres húmedos en la provincia del Guayas (Ecuador)

Strategic Plan for the forest restoration in humid terrestrial ecosystems in the Guayas province (Ecuador)

Eddy Zambrano-Caicedo*

*Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av.
Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador
Teléfono: (04) 3080777 extensión 220. Celular 0997518630*

Recibido 9 de octubre 2017; recibido en forma revisada 27 de octubre 2017, aceptado 11 de noviembre 2017
Disponible en línea 31 de diciembre 2017

Resumen

Debido a que la mayoría de los ecosistemas de la provincia del Guayas han sido sometidos a procesos de conversión de su uso, llegando en casos a niveles altos de degradación por efectos de la deforestación, y a que existen aisladas iniciativas de restauración, así como una escasa articulación entre instituciones públicas y/o privadas, con poca participación comunitaria, el presente estudio desarrolló una propuesta para la restauración forestal de ecosistemas húmedos, mismo que se desarrolló a través de un diagnóstico de la situación actual, entrevistas a especialistas en botánica, planificación y restauración, para desarrollar criterios sobre la misión, visión, objetivos estratégicos, objetivos operativos, acciones, metas mínimas y especies sugeridas para propagación. Adicionalmente, se realizó una priorización preliminar de las áreas potenciales para restauración forestal en los cantones guayasenses que poseen este tipo de ecosistema.

Palabras claves: ecosistemas húmedos, plan estratégico, restauración activa, restauración pasiva

Abstract

The main ecosystems of the province of Guayas have undergone processes of conversion of land use, reaching in cases to high levels of degradation due to deforestation, since there are isolated restoration initiatives, as well as a scarce articulation between public and / or private institutions, with little community participation, this study developed a proposal for the forest restoration of humid ecosystems, which was developed through a diagnosis of the current situation, interviews with specialists in botany, planning and restoration, to develop criteria on the mission, vision, strategic objectives, operational objectives, actions, minimum goals and species suggested for propagation. Additionally, a preliminary prioritization of the potential areas for forest restoration was developed for localities in Guayas that possess this type of ecosystem.

Key words: humid ecosystems, strategic planning, active restoration, passive restoration

Introducción

La Costa del Ecuador es la región con mayor desarrollo agroindustrial del país, gracias a la amplia disponibilidad de recursos naturales, grandes planicies y suelos fértiles. Esto ha significado la conversión de gran parte de los ecosistemas naturales para el uso agrícola y la provisión de agua para riego, aparte del aprovechamiento de los recursos maderables (Josse et al., 2001).

De acuerdo al Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2009-2013, la política de apertura comercial que primó en las últimas décadas en el Ecuador incrementó los patrones de deforestación y de pérdida de la calidad ambiental en ciertas regiones del país, existiendo una

clara reducción de la superficie natural del país y una acelerada degradación y fragmentación del paisaje debido al cambio en el uso del suelo. Los crecientes problemas derivados de la degradación ambiental, la pérdida acelerada de espacios naturales, la constante ocupación de tierras indígenas y comunitarias, así como la desigual distribución de los beneficios del desarrollo económico, vienen acompañados, desde la década de los años setenta, de conflictos socio-ambientales.

Los ecosistemas terrestres húmedos de la provincia del Guayas proveen importantes servicios ecosistémicos, que benefician directa e indirectamente a la población, tales como: Servicios de Aprovisionamiento (alimentos, fibras, madera, leña, agua, suelo,

* Correspondencia del autor:
E-mail: egzambranoc@gmail.com



minerales, recursos genéticos, medicinas, productos cosméticos, entre otros), Servicios de Regulación y Soporte (regulación del ciclo hidrológico, regulación del clima, control de erosión, mitigación y adaptación al cambio climático, reducción de riesgos naturales, retención de sedimentos, productividad en sistemas agroecológicos, control de plagas, regulación de inundaciones, polinización, dispersión de semillas, mantenimiento de calidad del agua, formación de suelo y minerales, formación de oxígeno, ciclaje de nutrientes, producción primaria, provisión de hábitat, entre otros) y Servicios Culturales, Estéticos y Espirituales (oportunidades de recreación, desarrollo cognitivo, paisajismo, educativos, inspiración artística e intelectual, turismo y otras formas de realización que dan sentido a la existencia) (Ministerio del Ambiente del Ecuador/MAE, 2013), siendo uno de los primordiales la provisión de agua para consumo humano y riego.

La deforestación fue, y sigue siendo, uno de los problemas más importantes que amenazan la conservación del patrimonio natural del Ecuador, comprometiéndose así la biodiversidad, recursos hídricos, el recurso suelo y potenciando la vulnerabilidad del país a deslizamientos e inundaciones que pueden generar importantes pérdidas económicas y sociales (MAE, 2014).

Un ecosistema fragmentado en su estructura y composición es más susceptible a ser convertido al uso agrícola y más vulnerable a las distorsiones externas; por consiguiente, es de menor valor social, económico y ambiental. Por esto, es importante implementar mecanismos que promuevan el manejo sustentable del bosque, consoliden el sistema de áreas protegidas, incentiven la conservación de áreas privadas con bosques y restauren ecosistemas degradados (MAE, 2014).

En la provincia del Guayas, la tasa de deforestación para el periodo 2000-2008 fue de -1,49%, que corresponde a 4.457 hectáreas anuales que se convirtieron de bosques naturales a otros tipos de uso y cobertura (MAE, 2012), por ende, han perdido su estructura original en cuanto a especies, estructura y función, en consecuencia, sus servicios ecosistémicos se ven afectados.

El manejo de ecosistemas a través de la conservación y restauración ecológica toma fuerza cada día como una solución viable para revertir los procesos de degradación de los ecosistemas y la pérdida acelerada de la biodiversidad. No es suficiente conservar y proteger áreas naturales. Una de las acciones debería ser orientar los esfuerzos a fortalecer los procesos de restauración de ecosistemas, para garantizar la sostenibilidad de los sistemas naturales y sociales en grandes ecorregiones y de esta forma garantizar la sustentabilidad de los servicios ecosistémicos, los cuales mantienen las economías funcionando (Vargas, 2011).

En la provincia del Guayas existen aisladas iniciativas de restauración, con una escasa articulación entre instituciones públicas y/o privadas, y con poca participación comunitaria. Ante esta situación, surge la necesidad de elaborar un plan estratégico de restauración de ecosistemas para toda la provincia y que para efectos de este trabajo se ha delimitado el área de estudio a los ecosistemas terrestres húmedos, contrarrestar los efectos negativos que han deteriorado los ecosistemas y la calidad de vida de los pobladores del Guayas.

Con el presente trabajo se pretende contribuir con una planificación que oriente a la gestión de los procesos de restauración activa y pasiva, que permitan recuperar los ecosistemas terrestres húmedos degradados de la provincia del Guayas, para poder así restablecer sus servicios ecosistémicos.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio comprende los cantones de la provincia del Guayas que poseen ecosistemas terrestres húmedos, es decir Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao.

Análisis de información geográfica de los cantones Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao

Para el diagnóstico de la situación actual de los ecosistemas terrestres húmedos de la provincia del Guayas, se hizo un análisis de información geográfica para cada uno de los cantones que poseen estos ecosistemas: Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao, en base a Sistemas de Información Geográfica, utilizando los softwares ARCGIS 10.1, GVSIG 1.12 y QGIS 2.0, tomando como insumo la cobertura en formato shapefile del Mapa de ecosistemas del Ecuador continental, escala de trabajo 1:100000 (MAE, 2013).

Lo anterior, con la finalidad de conocer que tipos de ecosistemas tenemos por cantón con su respectiva superficie y cuál es el porcentaje de área de intervención por cantón.

Realización de Entrevistas a Especialistas

Para tener una idea actual de los problemas que sufren los ecosistemas terrestres húmedos del Guayas, de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionadas a la ejecución de procesos de restauración, de las acciones para lograr la participación de las personas y comunidades durante todo el proceso de restauración, así como, desarrollar criterios sobre la misión, visión, objetivos estratégicos, objetivos operativos, acciones, metas mínimas y especies sugeridas para propagación in vivo, que deben incluirse en el plan estratégico de restauración, se diseñó una "Entrevista a Especialistas", estructurada de 18 preguntas.

Para el diseño de esta entrevista, se tomó como referencia la metodología de Vargas (2011), en donde sostiene que al escoger un área para restaurar se presenta una gran variedad de factores, tanto naturales como sociales, de los cuales dependerán las estrategias para restaurar, las cuales serán diferentes para cada sitio dentro de un mismo ecosistema.

De esta manera, recomienda 13 pasos a tener en cuenta en un proyecto de restauración ecológica, y manifiesta que no se trata de una receta para restaurar, sino de una forma de pensar la complejidad y particularidad de los sitios a restaurar. Los pasos propuestos no necesariamente se deben seguir en el mismo orden, ni es necesario aplicarlos todos, todo depende de la particularidad de los sitios, el grado de alteración, de las escalas espaciales y los objetivos propuestos. Los 13 pasos son:

1. Definir el ecosistema o comunidad de referencia.
2. Evaluar el estado actual del ecosistema que se va a restaurar.
3. Definir las escalas y niveles de organización
4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio
5. Lograr la participación comunitaria.
6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema.
7. Establecer los tensionantes para la restauración a diferentes escalas.
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración.
9. Propagar y manejar las especies.
10. Seleccionar los sitios.
11. Diseñar estrategias para superar los tensionantes para la restauración.
12. Monitorear el proceso de restauración.
13. Consolidar el proceso de restauración.

Adicionalmente, se tomó como referencia también en el diseño de la entrevista, las recomendaciones de cómo elaborar un plan estratégico, en donde se distinguen tres etapas fundamentales: Análisis Estratégico, Formulación Estratégica e Implementación de las Estrategias (Altair, 2005).

Las entrevistas se realizaron a 20 especialistas en Botánica, Planificación y Reforestación, personalmente o por correo electrónico, la mayoría de entrevistas se realizaron el 27 de junio de 2014, unas cuantas fueron respondidas en los días posteriores a esta fecha. Considerando que el número de especialistas en la provincia del Guayas que manejen la temática de restauración y planificación es limitado, se trató de entrevistar al total del universo de especialistas, esto es 24 personas (100%), obteniendo una respuesta favorable de 20 personas (83%).

Priorización preliminar de áreas para la restauración forestal de ecosistemas terrestres húmedos en la provincia del Guayas

Siguiendo los criterios del Plan Nacional de Restauración Forestal (MAE, 2014), para priorizar las áreas

donde se implementarán acciones de restauración, especialmente el de corredores biológicos y vacíos de conservación, utilizando Sistemas de Información Geográfica, se elaboró un mapa preliminar por cantón, tomando como insumos las coberturas en formato shapefile del Mapa de zonas priorizadas para el establecimiento y gestión de corredores (MAE, 2013) y del Mapa de priorización de vacíos de conservación en la provincia del Guayas (GAD Provincial del Guayas, 2011), en donde se establecieron áreas con prioridad alta y muy alta de restauración por cantón con sus superficies respectivas.

En lo que respecta a los vacíos de conservación, se escogieron los hexágonos o sus porciones, que no tenían cobertura vegetal natural (este estudio utiliza hexágonos de 100 hectáreas cada uno), y en los que respecta a los corredores se escogieron las zonas priorizadas para el establecimiento y gestión de corredores que tampoco contaban con cobertura vegetal natural.

Las áreas con prioridad de restauración “muy alta” son las zonas que están priorizadas para corredores con categoría muy alta, alta y media, con vacíos de conservación categoría alta y baja (ninguno de los 4 cantones tiene hexágonos de prioridad media) y las zonas desprovistas de vegetación natural de los bosques protectores Chillanes-Bucay y Molleturo-Mollepungo dentro de su superficie ubicada en Guayas.

Las áreas con prioridad de restauración “alta” son las zonas desprovistas de vegetación natural, susceptible para reforestación (pastizal y mosaico agropecuario), que están priorizadas para corredores con categoría baja, que no poseen vacíos de conservación, y que están aledañas a ecosistemas terrestres húmedos.

Resultados

Análisis de información geográfica (Total para los 4 cantones)

En la Tabla 1 se aprecia un resumen de todos los ecosistemas presentes en los cantones Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao, siendo los ecosistemas terrestres húmedos los que están con un asterisco (*).

Entrevistas a Especialistas

En el marco de las entrevistas realizadas a 20 especialistas en Botánica, Planificación y Reforestación, se hizo un procesamiento por cada una de las 18 preguntas realizadas en dicha entrevista, obteniendo un sinnúmero de respuestas, mismas que fueron condensadas y sistematizadas, dándonos como resultados la propuesta de plan de restauración.

Visión

Los servicios ecosistémicos y la biodiversidad de muestras representativas de ecosistemas terrestres húmedos de la provincia del Guayas están en procesos exitosos de restauración forestal con la activa participación de los actores locales.

Tabla 1. Ecosistemas presentes en los cantones Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao

TIPO DE ECOSISTEMA	SUPERFICIE (Hectáreas)				TOTAL	PORCENTAJE
	BUCAY	EL TRIUNFO	NARANJAL	BALAO		
Área de Intervención	14282,46	37662,54	138491,10	43152,02	233588,12	78,38
Manglar del Jama-Zapotillo	No existe	No existe	25593,16	590,24	26183,40	8,79
Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes*	No existe	250,28	13526,57	1402,89	15179,75	5,09
Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	No existe	No existe	6249,22	2105,25	8354,47	2,80
Sin información	212,13	192,42	5493,06	0,45	5898,06	1,98
Agua ¹	162,03	431,15	1395,24	166,90	2155,32	0,72
Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	No existe	No existe	1326,69	No existe	1326,69	0,45
Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	No existe	No existe	1216,17	No existe	1216,17	0,41
Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes*	524,06	487,00	No existe	No existe	1011,06	0,34
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes*	10,89	No existe	978,70	No existe	989,59	0,33
Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial*	No existe	No existe	754,29	No existe	754,29	0,25
Herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial	No existe	No existe	718,47	No existe	718,47	0,24
Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo*	180,36	476,19	No existe	No existe	656,55	0,22
TOTAL	15371,93	39499,59	195742,66	47417,76	298031,93	100,00

¹ En el sistema de información geográfica del MAE el agua está representada como un ecosistema, sin embargo es un tipo de cobertura y uso de suelo.

Se prevé que este plan se implemente con un horizonte inicial de 10 años.

Misión

Brindar los lineamientos para restaurar activa y pasivamente, de forma participativa, áreas degradadas de ecosistemas terrestres húmedos en la provincia del Guayas promoviendo la recuperación de sus servicios ecosistémicos.

Objetivo General

Promover la ejecución de procesos participativos de restauración activa y pasiva de los ecosistemas terrestres húmedos de la provincia del Guayas, en al menos 100 hectáreas anuales por cada tipo de restauración.

Objetivos Estratégicos (Líneas Estratégicas)

1. *Generar las condiciones necesarias para la provisión de insumos para restauración.* - Esto es

a través de la creación de un gran vivero forestal provincial enfocado en especies del bosque húmedo tropical, creación de viveros forestales comunitarios en comunidades aledañas a las áreas a restaurar, y de no ser posible ninguna de las opciones anteriores adquirir árboles nativos a viveros forestales certificados. Además de la gestión de herramientas, personal y logística necesaria para la implementación y monitoreo de los procesos de restauración.

2. *Fortalecer capacidades locales.* - A través de campañas de concientización ambiental, capacitaciones en temas tales como: planificación de proyectos, manejo de viveros, manejo de plantaciones, entre otros temas, realización de visitas técnicas, intercambios y actividades de educación ambiental a todos los actores privados, comunitarios, gubernamentales, organizaciones sociales, academia, entre otros.

3. *Promover el ordenamiento territorial local.*- Promover la inclusión de áreas para restauración en los planes de ordenamiento territorial de cada GAD y a través de asambleas comunitarias.
 4. *Definir un esquema para asegurar la sostenibilidad financiera del plan.*- Gestionar e incentivar la inclusión anual de presupuesto en el POA (Plan Operativo Anual) A PAC (Plan Anual de Contrataciones) de cada GAD involucrado en actividades de restauración, además de gestión con cooperación nacional e internacional.
 5. *Promover el desarrollo de investigación científica.*- Identificación de temas claves de investigación, estudios de fenología y germinación de especies nativas locales, etc., así como también gestión de alianzas con universidades y organizaciones locales y/o extranjeras vinculadas a temas de restauración.
 6. *Monitorear y evaluar periódicamente la ejecución del plan.*- Consiste en el seguimiento y evaluación continua a los procesos de ejecución del plan, se prevé una evaluación anual del plan y una evaluación integral del mismo cada 3 años.
4. *Realizar el diagnóstico ambiental de los ecosistemas de referencia.*- Se refiere al análisis de la estructura, función y composición del ecosistema más cercano al sitio a restaurar, otra estrategia es la revisión de historias orales de personas familiarizadas con el sitio del proyecto antes de la perturbación y revisión de listas de especies y descripciones ecológicas a través de revistas botánicas, base de datos de herbarios, entre otros.
 5. *Diseñar una estructura organizativa con responsables.*- Se refiere en establecer responsables por cada etapa del proceso de restauración, por ejemplo realizando acuerdos o convenios formales con los propietarios públicos o privados de los predios, determinar la función que va a ejecutar cada institución público y/o privada involucrada en los procesos de restauración, entre otros.
 6. *Implementar procesos de restauración pasiva y activa.*- Se refiere a la ejecución de las siguientes acciones:

Acciones generales

- Recolección de semillas nativas
- Identificación y georreferenciación de sitios a restaurar pasiva y activamente
- Implementación de proyectos pilotos de restauración activa y pasiva
- Erradicación de especies invasoras

Acciones Restauración Pasiva (regeneración natural)

- Eliminar tensores ambientales: por ejemplo detener tala de árboles, restringir acceso de ganado, etc.
- Promover Áreas de Exclusión a través del cercado total o parcial del área usando alambre de púas y cercas eléctricas: ejemplo zonas donde no ingresen ganado vacuno y caprino, etc.
- Rotulación y/o señalética
- Control y monitoreo

Acciones Restauración Activa (reforestaciones)

- Preparación del terreno (desbroce, hoyado, balizado)
- Reforestación en bloque¹
- Reforestación para enriquecimiento de claros en bosque
- Reforestación para sistemas agroforestales (agroforestería)²

Objetivos Operativos y Acciones

1. *Desarrollar la infraestructura necesaria para la ejecución del plan (vivero forestal).*- Se refiere al diseño, construcción y equipamiento de un vivero forestal provincial enfocado en especies del bosque húmedo tropical y/o creación de viveros forestales comunitarios en los cantones, juntas parroquiales, recintos y comunidades aledañas a las áreas a restaurar.
2. *Socializar y difundir el plan de restauración.*- Se refiere a la socialización del presente plan de restauración o de algún proyecto de restauración específico, a todas las personas (hombres, mujeres y niños), comunidades, asociaciones, propietarios, autoridades, comunidad científica, entre otros por cualquier medio de difusión televisivo, escrito, radial o verbal. Esta socialización debe de ser constante.
3. *Involucrar a las comunidades y actores claves en los procesos de restauración activa y pasiva.*- Se refiere a gestionar, involucrar y promover la participación de las personas y comunidades en los procesos de restauración desde el inicio hasta el final, es decir desde el diseño del proyecto, su trabajo en cada una de las fases, hasta su culminación exitosa, esto a través de la transferencia de información, capacitación y actividades de educación ambiental.

¹ Se refiere a la reforestación convencional, se recomienda sembrar con un distanciamiento de 4 m. x 4 m. (625 árboles/hectárea) o 5 m. x 5 m. (400 árboles/hectárea) (MAE, 2014).

² Sistema a través del cual se combina actividades agrícolas (cultivos) con árboles, se recomienda sembrar con un distanciamiento de 10 m. x 10 m. (100 árboles/hectárea) (MAE, 2012).

- Reforestación para sistemas silvopastoriles³
- Reforestación para cercas vivas
- Reforestación de márgenes de cuencas hídricas
- Mantenimiento (coronamiento, replante)

7. *Establecer un cronograma general de implantación.*- Dependiendo del objetivo del proyecto, presupuesto, personal disponible, voluntad política, entre otros aspectos, establecer un cronograma por cada una de las fases del mismo.

8. *Monitoreo de sitios restaurados.*- Debe ser a través del empleo de indicadores. La presente tesis determinó los siguientes indicadores que se podrían monitorear en los procesos de restauración activa y pasiva:

Indicadores para Restauración Activa

- Porcentaje de sobrevivencia de árboles reforestados (% de prendimiento, % de mortalidad)
- Registro de parámetros dasométricos (diámetro y altura/año), tasa de crecimiento de árboles reforestados
- Participación de actores locales por año, por proceso
- Mantenimiento de áreas en proceso de restauración
- Número de hectáreas restauradas (reforestadas)/año
- Producción de agua, caudal y calidad del agua
- Presencia de plagas y/o enfermedades
- Número de kilómetros lineales de restauración de microcuenca (servidumbres de ríos)
- Monitoreo de biodiversidad: macroinvertebrados bentónicos, peces, herpetofauna, aves y mamíferos (incorporación de biodiversidad)
- Uso de suelo: no conversión a otros usos
- Medición climática: temperatura, intensidad de luminosidad, humedad relativa en el bosque y en las cercanías
- Número de especies de árboles reforestados por año
- Número de árboles reforestados por año
- Incremento de biomasa

Indicadores para Restauración Pasiva

- Porcentaje de sobrevivencia de árboles regenerados naturalmente
- Registro de parámetros dasométricos (diámetro y altura/año), tasa de crecimiento de árboles identificados en regeneración natural

- Monitoreo de biodiversidad: macroinvertebrados bentónicos, peces, herpetofauna, aves y mamíferos (incorporación de biodiversidad)
- Mantenimiento de áreas de restauración pasiva (ej.: controles de vegetación tipo enredaderas, disponibilidad de cerramiento, coronamiento)
- Población de individuos arbóreos de regeneración natural por hectárea/año (número de árboles regenerados por año)
- Número de especies de árboles regeneradas por año
- Producción de agua, caudal y calidad del agua
- Número de hectáreas en regeneración natural por año
- Dinámica y comportamiento de especies, sucesión ecológica
- Participación de actores locales por año, por proceso
- Medición climática: temperatura, intensidad de luminosidad, humedad relativa en el bosque y en las cercanías
- Uso de suelo: no conversión a otros usos
- Establecer parcelas de muestreo
- Incremento de biomasa
- Presencia de plagas y/o enfermedades
- Composición florística

Meta General

- Manejar al menos 100 hectáreas por año con restauración activa
- Manejar al menos 100 hectáreas por año con restauración pasiva

Listado preliminar de especies forestales nativas recomendadas que se podrían propagar en vivero para la restauración de los bosques húmedos de la provincia del Guayas.

Sin duda las especies que se podrían propagar en vivero para la restauración de ecosistemas terrestres húmedos son numerosas, a continuación un listado preliminar de las especies que se podrían propagar en vivero, ver Tabla 2.

Responsables de la ejecución del plan

- Gobierno Nacional: Ministerio del Ambiente (como ente rector)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas y Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales de San Carlos y Jesús María (Naranjal) (como entes concurrentes)
- Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao

En colaboración directa con

- Propietarios privados, asociaciones y comunidades
- Instituciones privadas locales e internacionales (ej: ONGs)

³ Sistema a través del cual se combina pasturas para la ganadería (pasto) con árboles, se recomienda sembrar con un distanciamiento de 10 m. x 10 m. (100 árboles/hectárea) (MAE, 2012)

- Academia (Universidad de Guayaquil, ESPOL, UESS, Ecotec, entre otras)
- Secretaría del Agua
- Escuelas y colegios locales
- Voluntarios

Este plan debe de ser manejado inter-institucionalmente, involucrando a las comunidades y actores claves en todas las etapas de ejecución de este.

Costos referenciales para la ejecución del plan

Tomando como referencia el “Manual Operativo para la implementación del incentivo económico para la Restauración Forestal con fines de conservación y protección, conforme al Plan Nacional de Restauración Forestal vigente”, expedido por el MAE mediante Acuerdo Ministerial No. 211 del 21 de julio del 2014, en cuyo artículo 14 establece el “Valor del incentivo para Restauración Forestal”, que toma en cuenta los costos operativos y de gestión de los procesos de restauración (implementación de actividades de restauración, reposición de árboles en caso de mortalidades, control, mantenimiento y monitoreo de las áreas en restauración), determinando para la región Costa y Oriente un valor de \$ 888,85 por hectárea para restauración activa (aprox. 400 árboles por hectárea) y \$ 411,75 por hectárea para restauración pasiva, en ambos estipula un periodo de 3 años (1er año para implementación de actividades más 2 años de mantenimiento y monitoreo). En este sentido, en base a las metas anuales de este plan y a los costos establecidos por el MAE, se hizo un cálculo referencial de los recursos que se necesitan por año para restaurar activamente y pasivamente 200 hectáreas de ecosistemas terrestres húmedos en la provincia del Guayas (Tabla 3).

A estos costos hay que agregarle los gastos del desarrollo de la infraestructura necesaria (al menos instalar 1 vivero en cada uno de los cantones en estudio a un promedio de \$10.000,00 c/u), la socialización y difusión del plan, desarrollo de investigación científica, fortalecimiento de capacidades y el monitoreo de los sitios restaurados.

Priorización preliminar de áreas para restauración forestal

Se determinó preliminarmente que 15.215,51 hectáreas son prioritarias para iniciar procesos de restauración activa y pasiva, distribuidos en los cantones Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao, con prioridades alta y muy alta, es decir, es en estas áreas donde se realizar los procesos y actividades descritos en el plan propuesto, conforme la siguiente tabla 4, en este contexto, se generó un mapa preliminar de áreas prioritarias por cantón, ver figura 1 a 4.

Discusión

El presente plan de restauración debe ser elaborado en base a la necesidad, voluntad política y disponibilidad presupuestaria de cada propietario

Tabla 2. Especies recomendadas para reforestación

NO.	ESPECIE FORESTAL (NOMBRE CIENTÍFICO)
1	Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)
2	Fernán Sánchez (<i>Triplaris cumingiana</i>)
3	Pechiche (<i>Vitex gigantea</i>)
4	Balsa (<i>Ochroma pyramidale</i>)
5	Figueroa (<i>Carapa guianensis</i>)
6	Jigua (<i>Ocotea spp.</i> y <i>Nectandra spp.</i>)
7	Palma real (<i>Attalea colenda</i>)
8	Tagua (<i>Phytelephas aequatorialis</i>)
9	Moral fino (<i>Chlorophora tinctoria</i>)
10	Tillo o moral bobo (<i>Clarisia biflora</i>)
11	Caña guadua (<i>Guadua angustifolia</i>)
12	Cascarillón (<i>Ladenbergia pavonii</i>)
13	Cauchillo (<i>Sapium spp.</i>)
14	Rosado (<i>Guarea glabra</i>)
15	Negro (<i>Meliosma panamensis</i>)
16	Nupi (<i>Pouteria lucentifolia</i>)
17	<i>Ecuadendron acosta-solisianum</i>
18	Guayacán (<i>Tabebuia chrysantha subsp. pluvicola</i>)
19	Guachapelí (<i>Pseudosamanea guachapele</i>)
20	Guasmo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)
21	Amarillo (<i>Centrolobium ochroxylum</i>)
22	Bálsamo (<i>Myroxylum peruiferum</i>)
23	Beldaco (<i>Pseudobombax guayasense</i>)
24	Bantano (<i>Abarema macrademia</i>)
25	Guabas (<i>Inga spp.</i>)
26	Higuerón (<i>Ficus spp.</i>)
27	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)

Tabla 3. Costos referenciales por año para los procesos de restauración

Tipo de restauración	No. de hectáreas a restaurar / año	Costo USD/hectárea	Costo total USD
Restauración Activa	100	888,85	88.885,00
Restauración Pasiva	100	411,75	41.175,00
TOTAL			130.060,00

privado, comunidad, junta parroquial, municipio, así como la del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas y Ministerio del Ambiente. Los programas y proyectos de restauración a ejecutarse deben ser flexibles, adaptativos y particulares a las condiciones propias de cada territorio.

Cabe señalar que, la estrategia No. 1 para el mantenimiento y conservación de los servicios ecosistémicos es conservar los bosques en pie que existen aún y que no cuentan con alguna categoría de protección, o en su defecto sí cuentan pero su manejo no es el óptimo, fortaleciendo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas con sus respectivos subsistemas (estatal, comunitario, privado y de Gobiernos Autónomos Descentralizados), fomentando

Tabla 4. Áreas prioritarias para restauración forestal por cantón y por categoría

Cantón	Priorización de restauración (hectáreas)		Subtotal
	Muy alta	Alta	
Bucay	1.005,21	1.464,05	2.469,26
El Triunfo	440,55	1.112,12	1.552,66
Naranjal	8.393,61	1.732,24	10.125,85
Balao	1.005,67	62,07	1.067,74
Total	10.845,04	4.370,47	15.215,51

y difundiendo el Sistema Provincial de Áreas de Conservación del GAD Provincial del Guayas, mejorando el manejo de los bosques protectores vigentes, entre otras estrategias.

De los dos tipos de restauración que se recomiendan en el plan estratégico (activa y pasiva), la restauración de menor costo es la pasiva, sin embargo sus resultados son visibles en el mediano y largo plazo, a diferencia de la restauración activa donde podemos ver resultados en el corto plazo, al menos desde el punto de vista paisajístico. En este sentido sería bueno desarrollar un estudio que determine que tipo de restauración es más costo efectivo en términos de mejoramiento de los servicios ecosistémicos.

Como una referencia, el MAE estableció una proyección de las pérdidas económicas por la disminución de bienes y servicios ambientales que aportan los ecosistemas boscosos a la economía, en base a un estudio realizado en la subcuenca del río Santiago del cantón Eloy Alfaro y en la subcuenca del río Huimí del cantón San Lorenzo, ambos en la provincia de Esmeraldas. La estimación consideró como elementos de análisis la fijación de carbono, captación hídrica, agua para consumo humano, madera, leña, proteína silvestre (fauna terrestre y pescados). Para Río Santiago los resultados fueron de \$ 1,443.75/ha/año y para Huimí de \$ 1,294.01/ha/año. El promedio entre ambos es de \$ 1,368.88/ha/año (MAE, 2014).

Conclusiones

Las principales amenazas que sufren los ecosistemas terrestres húmedos de la provincia del Guayas son: expansión de la frontera agrícola, ganadería extensiva, tala indiscriminada, minería, expansión urbana, falta de ordenamiento local y territorial, falta de capacitación a comunidades y actores claves, entre otros factores.

Cabe resaltar que, de los 4 cantones estudiados, dos poseen exclusivamente ecosistemas terrestres húmedos que son Bucay y El Triunfo y los dos restantes, Naranjal y Balao, poseen además de los ecosistemas terrestres húmedos, poseen ecosistemas

terrestres secos (bosque seco tropical) y ecosistema de manglar.

En total existen 5 tipos de ecosistemas terrestres húmedos en los 4 cantones estudiados de la provincia del Guayas, siendo estos los siguientes: Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes, Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo, Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes, Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes y Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial. Cabe destacar, que el primer ecosistema arriba mencionado es el de mayor superficie.

El enfoque primordial del presente plan es la conservación y recuperación de los servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas terrestres húmedos del Guayas, siendo uno de los primordiales la provisión de agua para el consumo humano y actividades agropecuarias.

Los responsables en implementar este plan, conforme a la legislación vigente son el Ministerio del Ambiente como ente rector y el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales de San Carlos y de Jesús María (ambos del cantón Naranjal), como entes concurrentes. Lo anterior, debe ser fortalecido con la participación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Gral. Antonio Elizalde (Bucay), El Triunfo, Naranjal y Balao, Secretaría del Agua, universidades locales, organizaciones no gubernamentales y las comunidades y propietarios privados en general, como entes colaboradores.

Es clave para el buen desarrollo de este plan, promover la participación de la comunidad y propietarios particulares, desde el inicio y en todas las etapas del Plan. Se determinó preliminarmente que 15.215,51 hectáreas son prioritarias para iniciar procesos de restauración activa y pasiva, distribuidos en los cantones Bucay, El Triunfo, Naranjal y Balao, con prioridades alta y muy alta.

Referencias

Albán, M., S. Suarez & J. Camacho. 2012. Planificación Estratégica del Sistema de Áreas de Conservación del Gobierno Provincial del Guayas 2012-2016. Informe Final de Consultoría. Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Provincial del Guayas, Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental y The Nature Conservancy. 112 pp.

Altair Consultores. 2005. La Elaboración del Plan Estratégico. Eco3 Colecciones. Madrid. 85 pp.

Camacho, J., X. Mejía, J. León, E. Suárez. J. Pérez, F. Viteri, R. Carvajal. 2011. Análisis de Vacíos de Conservación para la Provincia del Guayas. The Nature Conservancy y Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas (GAD-Guayas). Guayaquil. 119 pp.

Josse, C., Hurtado, M. & T. Granizo. 2001. La diversidad de los ecosistemas en La Biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Ministerio del Ambiente, Ecociencia y Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Quito.

Ministerio del Ambiente. 2012. Plan Nacional de Forestación y Reforestación, Quito. 56 pp.

Ministerio del Ambiente. 2013. Lineamientos de gestión para la conectividad con fines de conservación, Quito. 30 pp.

Ministerio del Ambiente. 2014. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017, Quito. 50 pp.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, Quito. 588 pp.

Vargas, O. 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. Acta de Biología de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 26 pp.

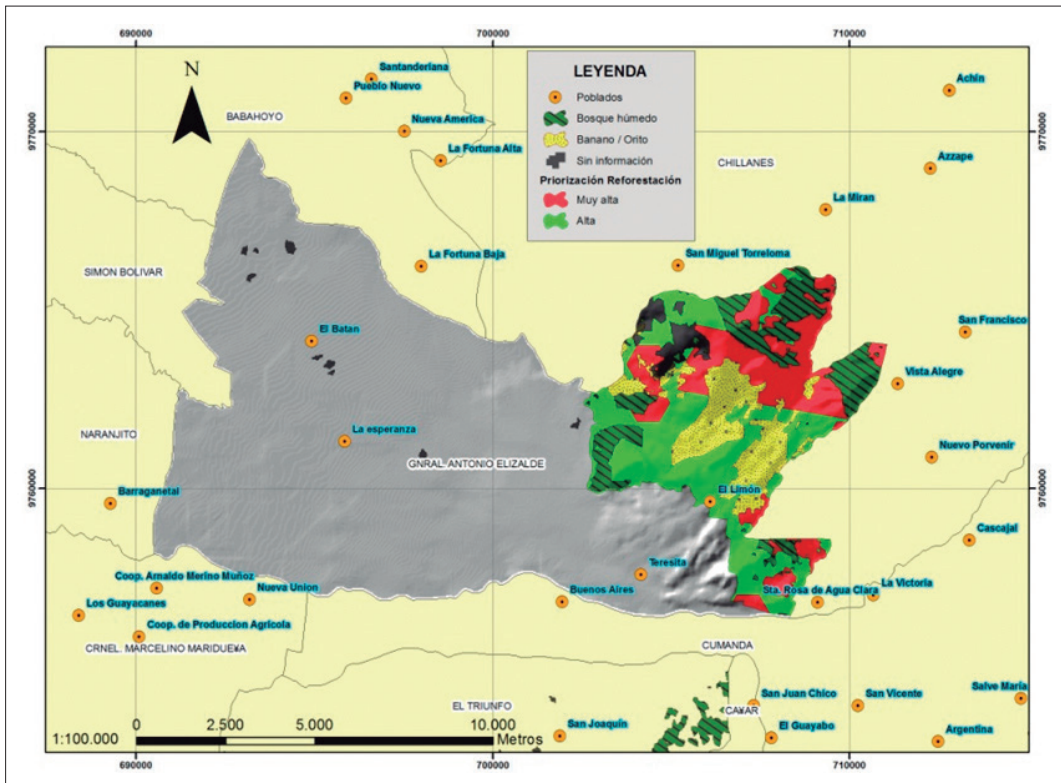


Figura 1. Áreas prioritizadas para restauración forestal en el cantón Bucay

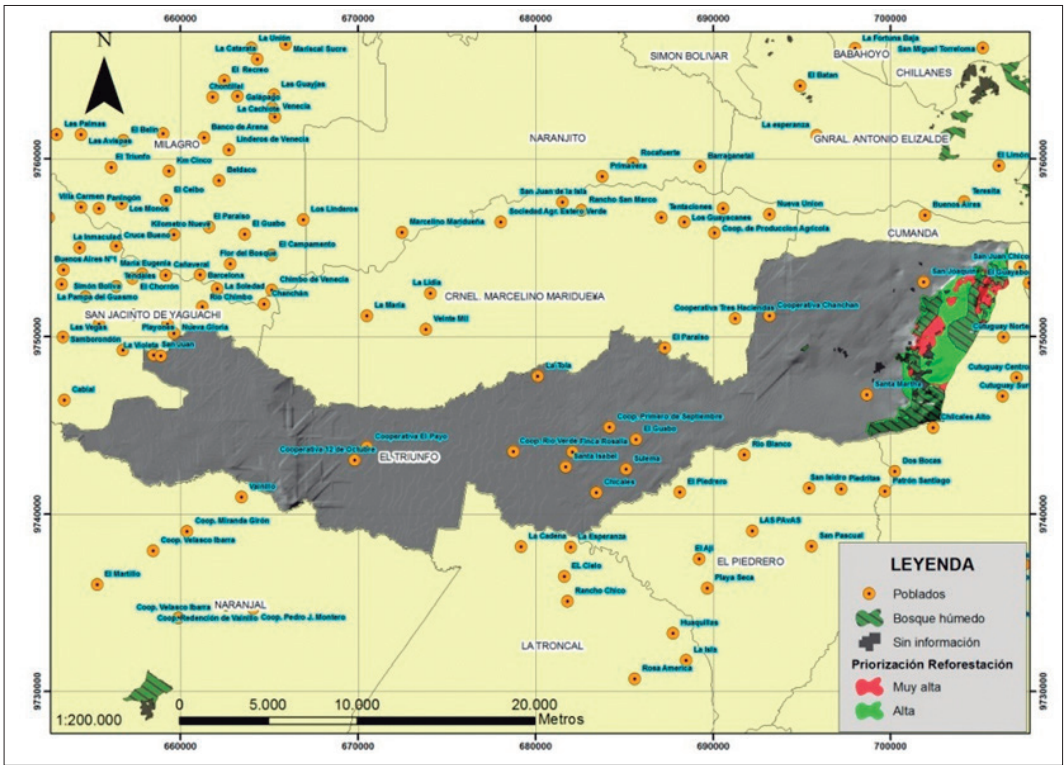


Figura 2. Áreas priorizadas para restauración forestal en el cantón El Triunfo

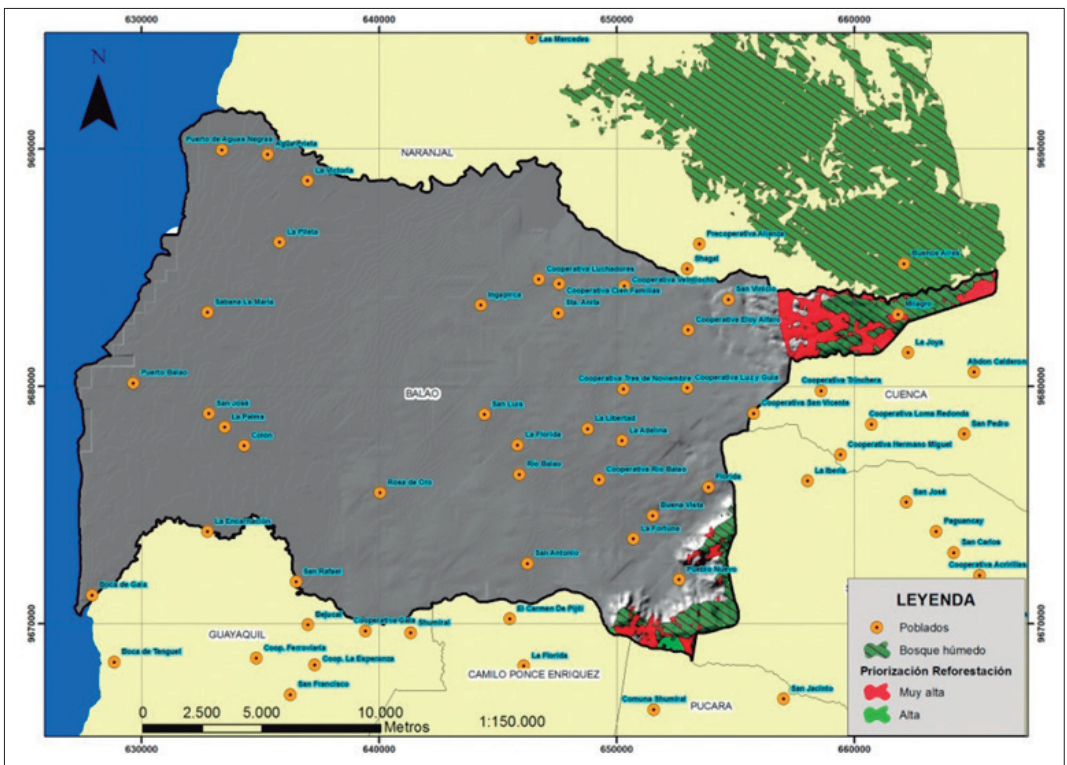


Figura 3. Áreas priorizadas para restauración forestal en el cantón Balao

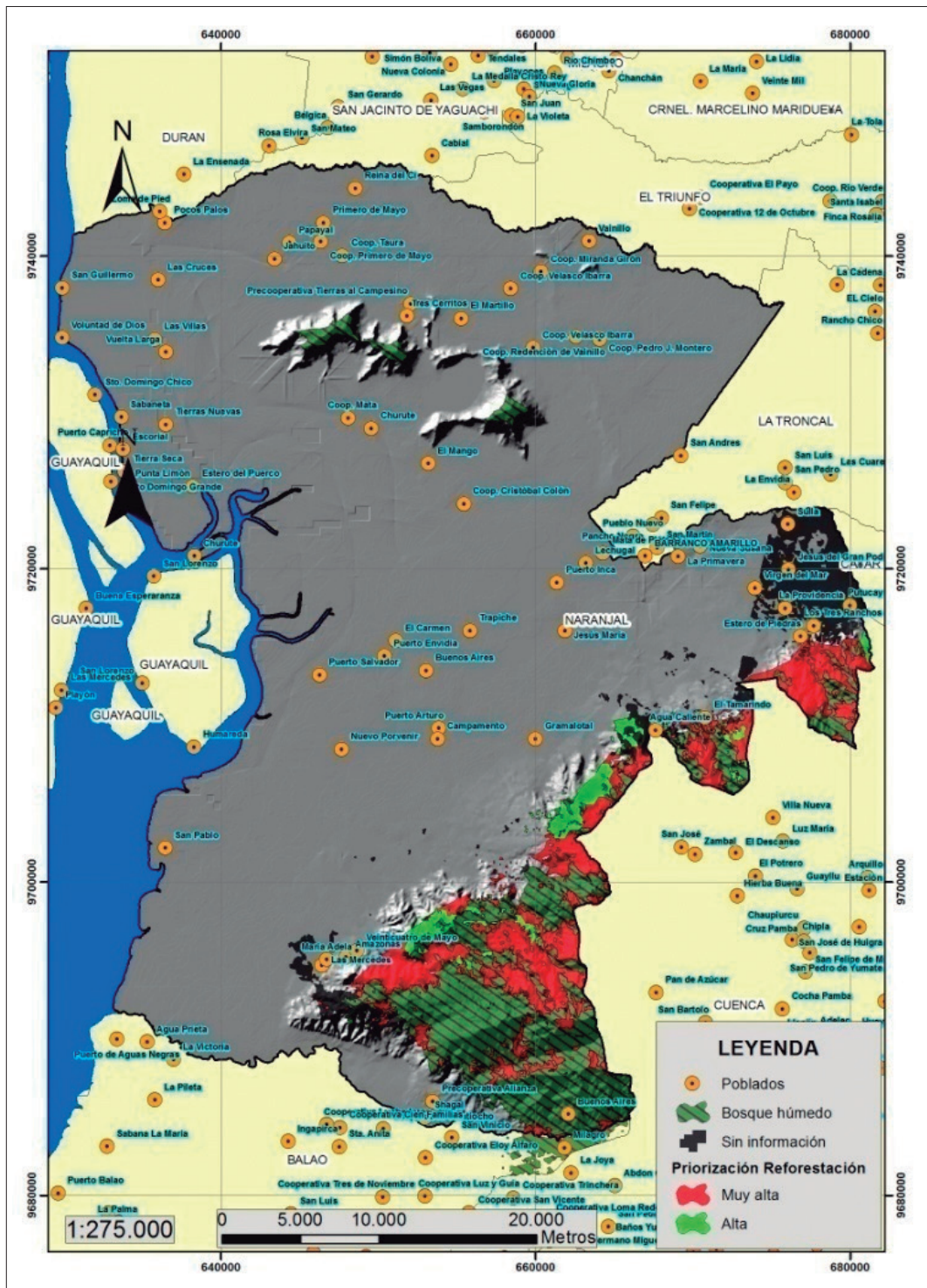


Figura 4. Áreas priorizadas para restauración forestal en el cantón Naranjal

Normas para la publicación de artículos

“Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”

Guidelines for publishing articles

“Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”

La Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, es una revista científica-académica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Su objetivo es contribuir a la producción científica, su socialización y debate, en el ámbito de las Ciencias Naturales y Ambientales. La publicación es semestral en los meses de julio y diciembre.

Los autores pueden someter sus trabajos a la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, en español o inglés. Deben asumir los siguientes lineamientos, los artículos que no lo sigan serán rechazados o devueltos para que se realicen las correcciones pertinentes:

Tipos de artículos

1. La Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales publicará artículos sobre diversos aspectos de las Ciencias Naturales, pudiendo ser de cuatro tipos:

- De investigación, que reportan investigación básica original relacionada con los campos de las ciencias antes descritas, usando enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos.
- De revisión, que contribuyan al progreso de la producción de conocimiento en alguno de los campos de las ciencias antes descritas. Se trata de manuscritos orientados a sintetizar investigación científica previa, a discutir problemas metodológicos o conceptuales.
- De discusión, que contribuyan a la discusión de los diversos aspectos de las Ciencias antes descritas.
- De ensayo.

No se publicarán artículos que expresen exclusivamente opiniones, anécdotas o interpretaciones no fundamentadas.

Originalidad

2. Los trabajos deben ser originales e inéditos. No deben haber sido presentados en otra editorial simultáneamente.

Componentes de los escritos

3. La estructura de los documentos presentados contendrán los siguientes apartados:

a) Título

- b) Resumen
c) Palabras clave
d) Introducción
e) Materiales y métodos
f) Resultados
g) Discusión
h) Conclusiones
i) Recomendaciones
j) Referencias

4. El “Título” debe incluir la siguiente información:

- a) Título del artículo, éste debe estar en Español e Inglés.
b) Nombre completo del autor o de los autores; éste debe tener un sólo apellido, en caso de incluir el apellido materno los dos apellidos deben estar unidos con un guión, por ejemplo: Torres-Pinto.
c) Nombre y dirección completa de la institución, centro de estudio o trabajo actual a la que pertenece y posición que desempeña, incluyendo números telefónicos y correo electrónico.

Los datos personales facilitados por los autores a esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito.

5. El resumen debe estar escrito en español e inglés y no debe superar las 200 palabras. Éste debe resumir la información sobre el propósito, objetivos e hipótesis del trabajo, así como su procedimiento, resultados y conclusión.
6. Después del resumen se indicarán cuatro palabras clave en español e inglés, esas deben de estar escritas en orden alfabético según cada idioma. Con este fin se utilizará el Tesoro de la UNESCO (Consulte en: <http://databases.unesco.org/thesp/>).
7. Las referencias deben de incluirse todas y únicamente las publicaciones citadas en el texto.

Normas de estilo

8. Los trabajos deben ser compatibles con Microsoft Word. La extensión no debe superar las 7.000 palabras, incluyendo el título, el resumen, las referencias bibliográficas, tablas y figuras.
9. Deben estar configurados en formato A4, con letra Times New Roman de 12 puntos con interlineado de 1,5, a una columna, justificado al margen izquierdo.

* Correspondencia de la revista:

E-mail: revistacienciasnaturales@ug.edu.ec



10. Para la entrega del documento, las tablas y las figuras deben estar aparte del archivo, no incluido.
11. Las imágenes, las fotografías en blanco y negro deben tener una resolución mínima de 300 dpi, las fotografías a color deben tener una resolución mínima de 600 dpi y las ilustraciones o dibujos en blanco y negro deben tener una resolución de 1.200 dpi. en formato .jpg, .tiff, .raw o psd.
12. Las tablas deberán estar en excel o algún editor de hojas de cálculo.
13. Se recibirán un máximo de 5 figuras y 5 tablas por artículo, salvo resolución editorial para casos particulares.
14. Toda tabla y figura debe estar citado dentro del texto del manuscrito.
15. Las leyendas de las tabla o figuras, se deben colocar al final del documento, después de la bibliografía, debidamente numeradas.
16. Para la redacción de los trabajos los autores deberán apearse a las pautas del Manual de Estilo de Chicago de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Cuando se haga referencia de manera general a una obra, se escribirá el apellido del autor, el año de publicación y el número de página, dentro de un paréntesis: (Alberti, 2002), o en el caso de dos autores (Rodríguez y García: 1998); si son más de dos autores se anotará (Sánchez *et al.*, 2003).

En el caso de citar obras del mismo autor publicadas en el mismo año, esas se ordenarán alfabéticamente y se les distinguirá con una letra minúscula después del año: “La poesía no puede sacar partido del arrepentimiento, pues no bien se plantea este último, el escenario es interno” (Kierkegaard, 1992a)... “Un momento así exige tranquilidad, no debe ser perturbado por la reflexión” (Kierkegaard, 1992b). Se debe citar en orden cronológico.

La bibliografía debe estar escrita en el mismo sistema, ordenada alfabética y cronológicamente según corresponda. No usar mayúsculas continuas. Los apellidos y nombres de los autores deben estar completos, es decir, no deben anotarse solo abreviaturas. Como norma general, los títulos de libros se reseñarán en cursiva; y los títulos de artículos con tipografía normal; véanse los siguientes ejemplos:

Para revistas:

- Van Beusekom, C. F. 1971. Revision of *Meliosma* (Sabiaceae) section *Lorenzanea* excepted, living and fossil, geography and phylogeny. *Blumea* 19: 355-529.
- Johnson, L. A. S. & B. G. Briggs. 1975. On the Proteaceae: The evolution and classification of a southern family. *Bot. Jour. Linnean Soc.* 70:83-182.

Para libros:

- Holdridge, L. R. 1967. *Life zone ecology*. Edición revisada. Tropical Science. Center. San José, Costa Rica.

- Pennington, T. D. 1997. *The genus Inga, Botany*. The Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom.
- Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez. 1999. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: 1-1181.

Para series monográficas:

- Berg, C. C. 1998. Moraceae (excl. *Ficus*). *Flora of Ecuador* 60: 1-128.
- Henderson, A. 2000. *Bactris* (Palmae). *Flora Neotropica Monograph* 79: 1-181.

Para capítulos de libros:

- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica. En: L. D. Gómez (ed.). *Vegetación y clima de Costa Rica*. Vol. 2. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Herrera-MacBryde, O., T. R. Maldonado, V. Jiménez & K. Thomsen. 1997. Osa Península and Corcovado National Park Costa Rica. En: S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.). *Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation* Vol. 3, World Wildlife Fund, International Conservation Union.

Para referencias a sitios web:

Para publicaciones disponibles en línea:

- Bestland, E. A. & G. Retallack. 1994. *Geology and paleoenvironments of the Clarno unit, John Day Fossil Beds National Monument, Oregon. Final report*. http://www.nps.gov/history/history/online_books/joda/besttland-retallack1/index.htm Consulta Agosto 2014.

Para publicaciones disponibles en línea que están en permanente actualización:

- Stevens, P. F. 2001, en adelante. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 [en actualización continua]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

Para páginas web de instituciones:

- The New York Botanical Garden (NYBG). Consulta 2010. *The C. V. Starr Virtual Herbarium* <http://sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp> The New York Botanical Garden, Bronx, New York.

En caso de haber dos o más publicaciones de un mismo autor:

- Cornejo, X. 2009. Two new species of *Pentagonia* (Rubiaceae, Hippotidae) from Colombia and Ecuador. *Novon* 19:25-31.
- . 2010. *Pentagonia lanciloba*: A new Rubiaceae (Hippotidae) from northwestern Ecuador. *Brittonia* 62:7-11.

En caso de haber dos o más publicaciones de un mismo autor y durante el mismo año, agregar un literal después del año:

Cornejo, X. & H. H. Iltis. 2008a. The reinstatement of *Cappariastrum* (Capparaceae). *Harvard Pap. Bot.* 13:229-236.

---- & ----. 2008b. A revision of the American species of the genus *Crateva* (Capparaceae). *Harvard Pap. Bot.* 13:121-135.

Proceso editorial

17. El documento recibido por el editor responsable pasa por dos procesos de selección:
 - a) El primero se lleva a cabo en el Consejo Editorial Interno, quien determinará la pertinencia y solvencia científica del manuscrito.
 - b) El segundo proceso lo realiza el Consejo Editorial Externo, según el sistema de revisión por pares (doble ciego). En el caso de resultados discrepantes se remitirán a un tercer dictamen, el cual será definitivo.
18. El Consejo Editorial notificará a los autores la decisión de los evaluadores en cuanto a la aceptación, solicitud de revisión o rechazo del artículo.
19. Si el artículo es aceptado para la publicación, los editores combinarán los comentarios de los revisores con sus propias observaciones editoriales y regresarán el manuscrito al autor principal para su revisión final. Para su aceptación final, el autor debe entonces realizar las correcciones y cambios necesarios. Usualmente el tiempo dado para los cambios no será mayor a dos semanas.
20. La coordinación editorial de la revista se reserva el derecho de hacer corrección de estilo y cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.
21. Una vez diagramado el texto, se enviará una prueba de composición del artículo para corregir errores y su aprobación. En este punto no será posible hacer cambios en el manuscrito, sino solamente corregir errores. El autor debe retornar la prueba de impresión a los editores máximo una semana después de haberla recibido.
22. Si un artículo es publicado en la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, el artículo será subido a la página web: <https://www.revistas.ug.edu.ec/index.php/cna>

Declaración de responsabilidad

23. Como parte del proceso de envío, se requiere que los autores indiquen si sus envíos cumplen con las siguientes indicaciones:
 - a. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación al Editor responsable).
 - b. El fichero enviado está en formato Microsoft Word o compatible, y no tiene una extensión superior a 7.000 palabras.
 - c. El texto tiene interlineado 1.5; el tamaño de fuente es 12 puntos y el tipo es Times New Roman; y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final.
 - d. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo de la norma Chicago.
 - e. La página "Título" incluye todos los datos identificativos de los autores.

Derechos de autor

24. Las obras que se publican en esta revista están sujetas a los siguientes términos:
 - a. El Servicio de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (la editorial) conserva los derechos patrimoniales (copyright - © 2015, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador) de las obras publicadas, y favorece y permite la reutilización de las mismas bajo la licencia de uso indicada en el literal b.
 - b. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales se publica en versión escrita bajo una licencia <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ec/>. Se pueden copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista e editorial); ii) no se usen para fines comerciales; iii) se mencione la existencia y especificaciones de esta licencia de uso.

Presentación

25. Los artículos deben ser enviados mediante archivos adjuntos al e-mail: revistacienciasnaturales@ug.edu.ec, con copia al editor responsable: carmenbonifaz@hotmail.com.

Contenidos de la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales Vol. 11(2)

Estado y estructura poblacional de la tilapia negra <i>oreochromis niloticus</i> (linnaeus, 1758) perciformes: cichlidae, en la represa La Esperanza, Quiroga-Manabí / Situation and population structure of black tilapia <i>oreochromis niloticus</i> (linnaeus, 1758) perciformes: cichlidae, in the dam esperanza, Quiroga-Manabi	55
.....Jorge Macías, Dialhy Coello... ..	
Visitantes florales, polinización y biología floral de <i>Tecoma castanifolia</i> (D. Don) Melch. (Bignoniaceae), en dos sitios de la ciudad de Guayaquil, Ecuador / Floral visitors, pollination and floral biology of <i>Tecoma castanifolia</i> (D. Don) Melch. (Bignoniaceae), in two localities of the city of Guayaquil, Ecuador.....	71
.....David Anchundia, Xavier Cornejo	
La adaptabilidad de los Ostrácodos a todo tipo de clima desde el cámbrico hasta el reciente: ¿Indicadores del fin del mundo? / The adaptability of Ostracods to all types of climate from the Cambrian to the recent: indicators of the end of the world?.....	81
.....Clelia Naranjo, Galo Salcedo, César Borja.....	
Plan Estratégico para la restauración forestal de ecosistemas terrestres húmedos en la provincia del Guayas (Ecuador) / Strategic Plan for the forest restoration in humid terrestrial ecosystems in the Guayas province (Ecuador).....	92
.....Eddy Zambrano-Caicedo.....	
Normas para la publicación de artículos “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales” / Guidelines for publishing articles “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”	