

ISSN: 1390-8413

Volumen 9 | Número 2 | **Diciembre 2015**

Revista Científica

Ciencias Naturales y Ambientales



UNIVERSIDAD
DE GUAYAQUIL



Facultad
de Ciencias Naturales

Parámetros abióticos y su relación con la abundancia del fitoplancton frente a Puerto López-Ecuador (2011-2012), Provincia de Manabí, Ecuador

Abiotic parameters and its relationship with phytoplankton abundance
off Puerto López (2011-2012), Province of Manabí, Ecuador

David García Asencio^{1,*}, Dialhy Coello Salazar²
& Beatriz Pernía Santos²

¹ Postgradista de la Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de
Guayaquil. +593043080777

² Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. +593043080777

Recibido 7 de octubre 2015; recibido en forma revisada 27 de octubre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponible en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

El presente estudio evaluó la incidencia de los parámetros abióticos en la abundancia del fitoplancton a profundidades estándares de la columna de agua, en una estación ubicada 10 millas costa afuera frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012. Para lo cual se realizó la identificación y cuantificación del fitoplancton, así como determinación de temperatura y nutrientes inorgánicos. El fitoplancton presentó variaciones en la abundancia y distribución, siendo sus valores inferiores a lo establecido como promedio para esta zona, con mayor actividad celular entre la superficie y 10 m de profundidad, siendo *Nitzschia longissima* y *Cylindrotheca closterium*, las que tipificaron a la comunidad en función de las abundancias registradas. Los resultados obtenidos fueron validados estadísticamente mediante: Prueba no paramétrica (Kruskal Wallis), análisis de correspondencia canónica y rangos de correlación de Spearman. Las relaciones entre el fitoplancton y las condiciones oceanográficas determinaron que las siguientes especies: *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* y *Leptocylindrus danicus* tuvieron una correlación fuerte con los nutrientes (nitrito, nitrato y silicato), siendo el segundo y tercer nutriente quienes intervinieron positivamente en la concentración de *L. danicus* durante 2011, mientras que para 2012 *Cylindrotheca closterium* y *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* tuvieron correlaciones fuertes e inversas con la temperatura y directa con los nutrientes, es decir, las variables ambientales influyeron en la abundancia del fitoplanctónica durante la estación seca.

Palabras claves: estacionalidad, columna de agua, La Niña, diatomeas, *Nitzschia longissima*.

Abstract

This study evaluated the impact of abiotic parameters in phytoplankton abundance at standard depths of the water column at a station located 10 miles off Puerto López in 2011 and 2012. A taxonomic identification and quantification of phytoplankton species were performed as well as the temperature and inorganic nutrients were recorded. Phytoplankton featured variations in abundance and distribution, being its values the lower registered for this area with increased cell activity between the surface and 10 m depth, being *Nitzschia longissima* and *Cylindrotheca closterium*, typify the phytoplankton community in terms of abundance and permanence registered. The results were validated statistically by: Kruskal-Wallis nonparametric test, canonical correspondence analysis and Spearman rank correlation. The relationships between the phytoplankton and existing oceanographic conditions determined that species *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudo-nitzschia seriata* complex and *Leptocylindrus danicus* had a strong correlation with the nutrients (nitrite, nitrate and silicate), the second and third nutrient showed positive influence in the growth of *L. danicus* in 2011, while for 2012 *Cylindrotheca closterium* and *Pseudo-nitzschia seriata* complex and showed strong inverse correlation with temperature and direct with nutrients, specifically strong with nitrite and strong with nutrients, that's to say, that environmental variables influenced the abundance of phytoplankton.

Keywords: seasonality, water column, La Niña, diatoms, *Nitzschia longissima*.

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



Introducción

Los ecosistemas marinos costeros tropicales están considerados como los más ricos desde el punto de vista de la producción primaria, debido al fitoplancton presente y a su vez son los menos conocidos del planeta, debido a la gran diversidad de la vida que albergan (Burford y Rothlisberg, 1999).

Por su capacidad fotosintética, el fitoplancton es el responsable de la entrada de energía en el mar, produciendo a partir del dióxido de carbono diferentes sustancias como azúcares, oxígeno y otras moléculas orgánicas simples, las cuales en combinación con los nutrientes inorgánicos y elementos traza se convierten en moléculas complejas como las proteínas (Rojas y Ortíz, 2007). En ambientes costeros y oceánicos, el fitoplancton consume rápidamente los nutrientes disponibles en la parte superficial del mar, por lo que su distribución espacial estaría estrechamente asociada a la disponibilidad de éstos (Ramírez y Giraldo, 2006).

La distribución biogeográfica de los organismos planctónicos es discontinua y está determinada principalmente por la temperatura y la salinidad, parámetros que son irregulares entre 0 y 150 m, pero que se hacen más estables a partir de 200 m de profundidad; sin embargo, el fitoplancton requiere de condiciones de luz óptima para fotosintetizar, por lo que su distribución vertical generalmente está asociada a la zona fótica (Ramírez y Giraldo, 2006).

En resumen, la estructura poblacional fitoplanctónica varía de acuerdo a los parámetros físico-químicos de los cuerpos de agua en que se desarrollan, siendo la predación por parte del zooplancton y ciertas larvas de peces, elementos que pueden llegar a limitar en gran medida a las poblaciones, lo que tiene una implicación aún mayor si consideramos que la transferencia de energía entre un nivel trófico y otro es limitada, afectando finalmente hasta a el hombre en función de la disponibilidad de los recursos pesqueros (Ochoa y Tarazona, 2003).

En Ecuador, el conocimiento referente al fitoplancton es limitado tanto espacial como temporalmente y puede ser considerado como investigación básica, situación que ha sido expuesta por varios autores (Prado y Cajas, 2010 a y b; Coello et al., 2010; García, 2010; Torres, 2010; Jiménez, 2008; Tapia, 2006; Jiménez y Bonilla, 1980); por tanto, es prioritario desarrollar investigaciones que interrelacionen a este grupo con los parámetros bióticos y abióticos en el tiempo y espacio en función de la importancia que tiene desde el punto de vista productivo y ecosistémico.

Las investigaciones fitoplanctónicas frente a la provincia de Manabí son escasas, pero estudios realizados entre el 2004 y 2009, permiten su caracterización como un área con dominancia de

diatomeas (*Cylindrotheca closterium*, *Guinardia striata*, *Rhizosolenia styliformis*, *Dactyliosolen fragilissimus* y *Planktoniella sol*), acompañadas por copépodos (*Paracalanus indicus*, *Oncaea media*, *Canthocalanus pauper* y *Acrocalanus longicornis*). También es evidente la relación existente con las masas de agua presentes como sucedió en el último trimestre del año 2008, cuando *Chaetoceros radicans* y los cladóceros fueron las especies más representativas favorecidas por las anomalías frías registradas (Coello et al., 2010; Prado y Cajas, 2010 a y b; Prado y Cajas, 2009).

En relación a las abundancias celulares registradas, los autores mencionados (op cit.) establecieron que éstas son inferiores a las determinadas frente a Esmeraldas y Salinas, a pesar de lo cual, la productividad en esta zona es evidente por la actividad pesquera desarrollada por la flota artesanal asentada en Puerto López (Herrera et al., 2013).

Considerando este antecedente se realizó la presente investigación que tiene como objetivo evaluar la incidencia de los parámetros abióticos en la abundancia del fitoplancton a distintas profundidades frente a Puerto López, teniendo como hipótesis que la dinámica oceanográfica de la región de estudio en función de la temperatura, nitrato, nitrato, fosfato y silicato, favorece a las densidades fitoplanctónicas durante la época seca.

Materiales y métodos

Área de estudio

Los datos utilizados corresponden al programa "Seguimiento de las variables ambientales a 10 millas de la costa", desarrollado por personal del Instituto Nacional de Pesca durante los años 2011 y 2012. Éstos fueron obtenidos en una estación ubicada 10 millas costa afuera en el océano Pacífico, frente a Puerto López, entre las coordenadas 1°35.4'S-80°59.4' W, la cual se monitoreó con una periodicidad mensual (Figura 1). Es necesario mencionar que por motivos de logística no fue posible obtener la información durante los meses de enero, marzo y diciembre del 2011 y enero, marzo, mayo y junio del 2012.

Los datos de temperatura fueron obtenidos con un sensor CTD seabird 19 Mod. Seacat y posteriormente fueron procesados con el software Seasave; para los nutrientes inorgánicos disueltos y fitoplancton se colectaron muestras de agua con botellas Niskin, a 0, 10, 30 y 50 m de profundidad; en el caso del fitoplancton las muestras fueron fijadas con lugol.

La metodología de laboratorio utilizada fue la siguiente:

El análisis de la estructura térmica de la columna de agua fue realizado mediante el uso de métodos gráficos de una transecta paralela a la costa (82°W) y otra perpendicular a ella (3°20'S).

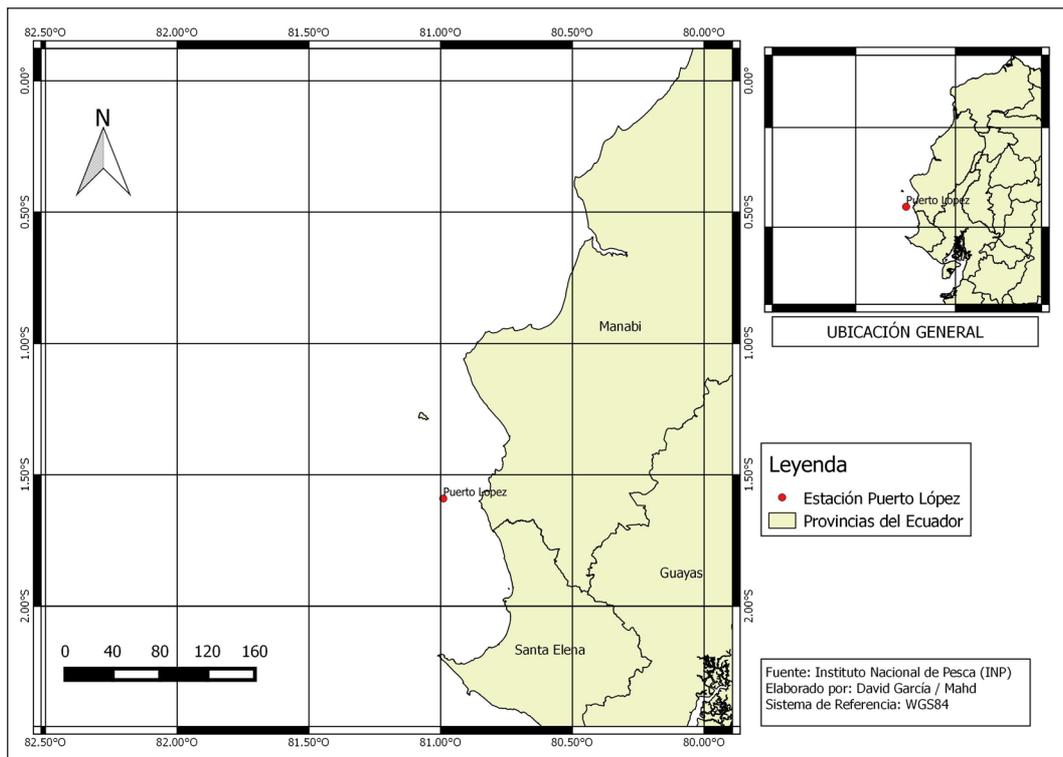


Figura 1. Ubicación geográfica de la estación ubicada 10 millas costa afuera frente a Puerto López.

El nitrito y nitrato se determinaron empleando el método colorimétrico de diazotización, utilizando columnas reductoras de cadmio; el fosfato se obtuvo mediante el método de cloruro estañoso y el silicato se determinó a través de la formación del complejo de Silicomolibdato (Parsons et al., 1984; Solórzano, 1989, Eaton et al., 2005 y Astor et al., 2013). Posteriormente, todas las muestras fueron leídas por espectrofotometría a una longitud de onda específica para cada nutriente: nitrito y nitrato 543 nm, fosfato 885 nm y silicato 810 nm (Solórzano, 1984).

Para el análisis cuantitativo de fitoplancton se utilizó un microscopio invertido mediante el método Utermöhl, para lo cual se emplearon cámaras de sedimentación de 10 ml que fueron sedimentadas durante 8 horas. La magnificación utilizada fue de 320 aumentos con un nivel de precisión del conteo celular de $\pm 500-315 \text{ cel.L}^{-1}$ y un límite de confianza del 63.0 % (Hasle, 1978, Edler y Elbrächter, 2010 y UNESCO, 2011). La clasificación de los taxones se efectuó con las directrices establecidas por el Registro Mundial de Especies Marinas (WoRNS) y la identificación taxonómica utilizando las claves de: Fuerte et al. (2010), Al-Kandari et al. (2009), Rodríguez et al. (2008), Siqueiros-Beltrones (2002), Soler et al. (2003), Tomas (1996), Moreno et al. (1996), Licea et al. (1995), Balech (1988); Pesantes (1983) y Jiménez (1983).

Además, se realizaron perfiles de temperatura, nutrientes inorgánicos y fitoplancton en la columna de agua empleando el software libre Ocean Data View (ODV). De manera general, se consideró al periodo comprendido entre junio a noviembre como época seca o verano y a los meses de enero a abril como época lluviosa o invierno (Cucalón, 1996).

En lo referente a los análisis estadísticos, el muestreo se realizó de manera aleatoria y se determinó la normalidad de los datos empleando una prueba de Anderson-Darling (Zar, 1996).

Para comparar las medianas de las variables ambientales y abundancia del fitoplancton se realizó un análisis no paramétrico Kruskal-Wallis tomando $p < 0.05$ como valor significativo, los mismos que son expresados en cajas y bigotes, de acuerdo a las recomendaciones de Boyer et al. (1997), utilizando el software Statgraphics Plus 5.1.

Debido a que el tamaño de la muestra para la época lluviosa de los años de estudio no es estadísticamente representativo, estos datos no fueron incluidos en el tratamiento de la estacionalidad antes mencionada y se consideró únicamente los datos de la estación seca.

Se realizó un test "ANOSIM" para detectar diferencias significativas entre las comunidades fitoplanctónicas

entre año y profundidad siguiendo las recomendaciones Clarke (1993), así como también se determinó la dispersión de la abundancia del fitoplancton realizando gráficas (MDS), empleando el software Primer 6 (Clarke y Gorley, 2006). También se hizo el análisis de clasificación "Cluster" basado en el algoritmo de Bray Curtis y nivel de jerarquía del vecino más cercano para las profundidades de estudio previo análisis exploratorio SIMPROF (Legendre y Legendre, 1998).

Finalmente, se realizó un análisis SIMPER para determinar la contribución de las especies en el sistema (Clarke y Warwick, 2001), tomando en cuenta solamente las especies que representan por lo menos el 10.0 % del total.

Para correlacionar las variables ambientales con la abundancia de fitoplancton se efectuó un análisis de correspondencia canónica (Ter Braak y Šmilauer, 1998) y se estableció una correlación simple no paramétrica (Spearman), la cual evalúa la intensidad de asociación entre las variables, empleando el software Canoco 4.5.

Los rangos absolutos obtenidos fueron interpretados considerando los rangos establecidos por Evans (1996; Tabla 1).

Tabla 1. Rangos absolutos de la correlación de Spearman.

Rangos		Interpretación
0	0,19	muy débil
0,20	0,39	Débil
0,40	0,59	Moderado
0,60	0,79	fuerte
0,80	1	muy fuerte

Resultados

Temperatura

Durante los dos años de estudio no se observó una estacionalidad definida, sin embargo, se registraron procesos de surgencia marcados de enero a marzo. Posteriormente, se estabilizó la columna de agua y la isoterma de 20 °C se ubicó aproximadamente a 45 m de profundidad. Este patrón se mantuvo desde finales de marzo hasta diciembre (Figura 2).

Existen diferencias estadísticamente significativas para cada una de las profundidades analizadas (KW=55.87; p=0.000), con promedios de 55.3, 47.1, 26.0 y 9.6 durante los dos años de estudio.

Nitrato

La distribución de este nutriente fue variable entre 2011 y 2012, siendo en el nivel superficial, entre 0 a 10 m de profundidad, donde se detectó las menores concentraciones (0.1 μMNO_2) durante casi todo el periodo de estudio, con excepción de febrero y

abril del 2011, cuando se registraron valores de 0.25 μMNO_2 . Subsuperficialmente, se observaron valores de nitrato que oscilaron entre 0.25 y 0.5 μMNO_2 en toda la columna de agua para ambos años, registrándose el máximo de 1.0 μMNO_2 a 30 m de profundidad en Abril del 2012 (Figura 3).

Existen diferencias estadísticamente significativas (KW=21.43; p=0.000) para cada una de las profundidades analizadas con promedios de 21.2, 27.0, 49.6 y 40.1 durante los dos años de estudio; sin embargo, a nivel superficial (KW=0.97; p=0.326) y entre los 30 y 50 m no se reflejaron diferencias (KW=3.27; p=0.071).

Nitrato

Desde la superficie hasta los 10 m de profundidad se observaron concentraciones que oscilaron entre 2.5 y 5.0 μMNO_3 durante el 2011, mientras que durante el 2012 se registró una profundización con valores inferiores a 2.5 μMNO_3 a lo largo del año. Subsuperficialmente, las mayores concentraciones se encontraron entre 30 y 50 m de profundidad, con valores 15.0 μMNO_3 para la estacionalidad seca de ambos años de estudio, seguido de un segundo pulso representativo con 12.5 μMNO_3 entre febrero y mayo del 2011 y febrero, abril, octubre y noviembre del 2012 (Figura 4).

Existen diferencias estadísticamente significativas (KW=21.42; p=0.000) para cada una de las profundidades analizadas con promedios de 17.7, 22.0, 42.6 y 55.6 durante los dos años de estudio; sin embargo, no reflejaron diferencias a nivel superficial (KW=1.10; p=0.293).

Fosfato

Superficialmente, se registraron sus máximos con valores entre 0.5 y 1.25 μMPO_4 para el primer cuatrimestre del 2011, disminuyendo sus concentraciones hasta septiembre del 2012 con valores que fluctuaron entre 0.5 y 0.75 μMPO_4 , en tanto a nivel subsuperficial marcados ascensos (> 1.5 μMPO_4) fueron registrados a partir de los 50 m de profundidad, durante febrero, octubre y noviembre del 2011; mientras que entre julio a septiembre del 2012 existieron variaciones máximas, alcanzando este último mes 2.0 μMPO_4 a 30 m en la columna de agua (Figura 5).

Existen diferencias estadísticamente significativas (KW=44.47; p=0.000) para cada una de las profundidades analizadas con promedios de 16.4, 21.8, 44.5 y 55.3, durante los dos años de estudio, sin embargo a nivel superficial no reflejaron diferencias (KW=2.00; p=0.157).

Silicato

En el primer trimestre del 2011 se presentaron las mayores concentraciones (12.5 a 17.5 μMSiO_4) desde 10 a 50 m de profundidad, siendo constantes

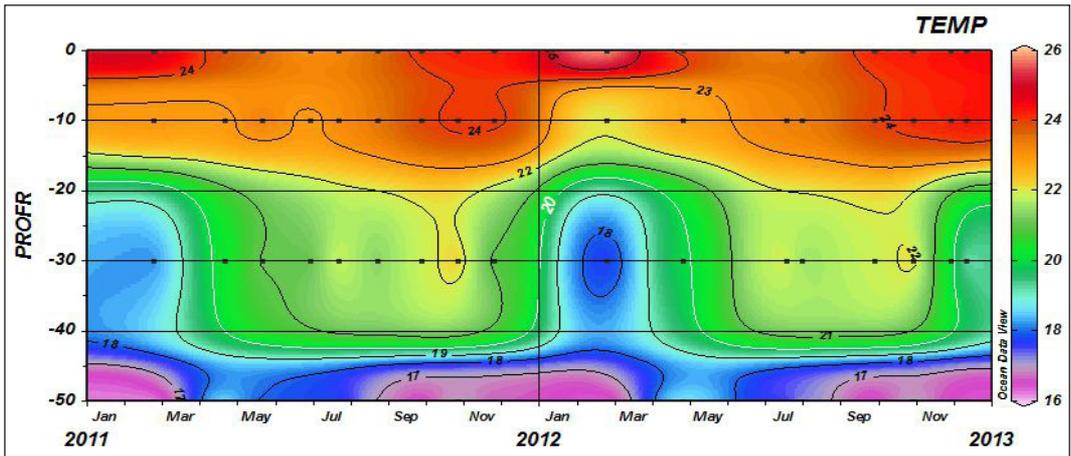


Figura 2. Variación temporal de la temperatura (°C) frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

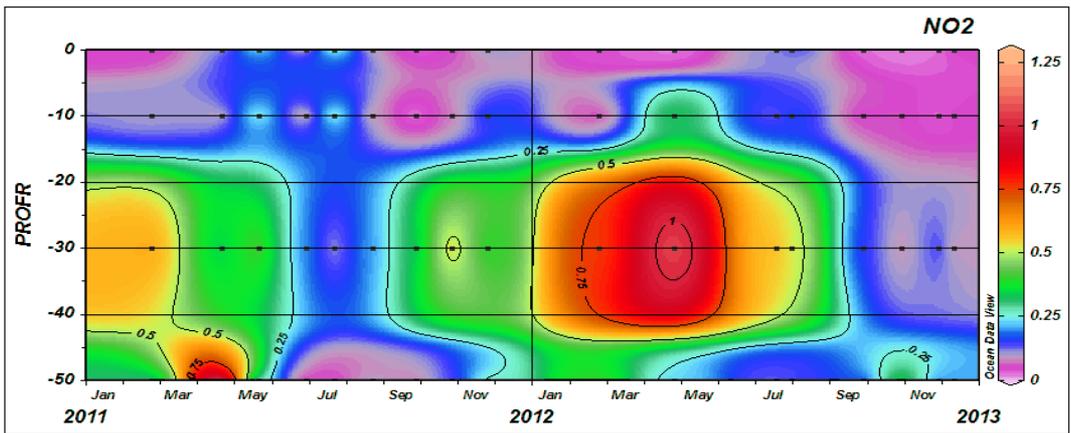


Figura 3. Variación temporal del nitrito (μMNO_2) frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

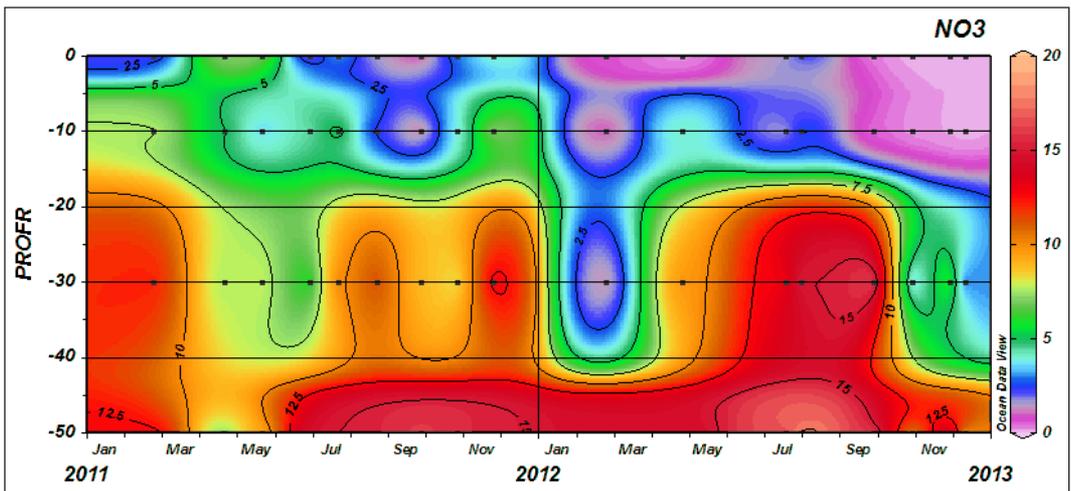


Figura 4. Variación temporal del nitrato (μMNO_3) frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

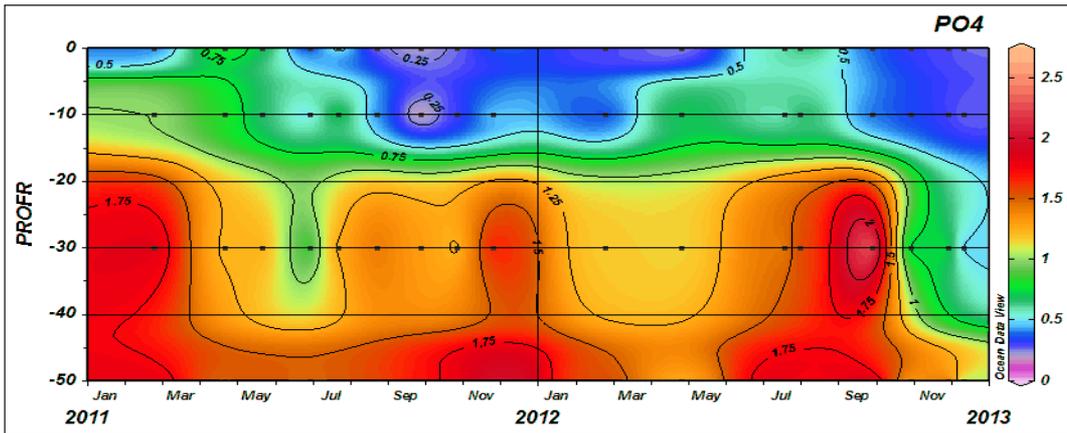


Figura 5. Variación temporal del fosfato (μMPO_4) frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

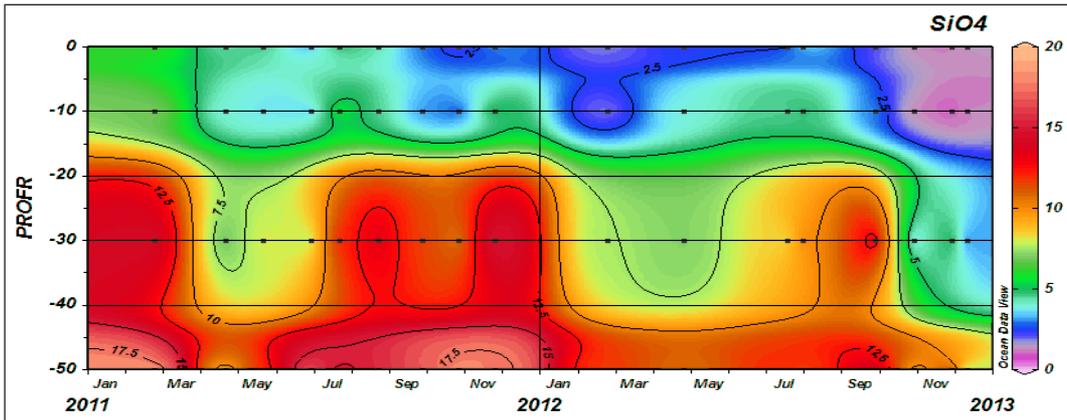


Figura 6. Variación temporal del silicato (μMSiO_4) frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

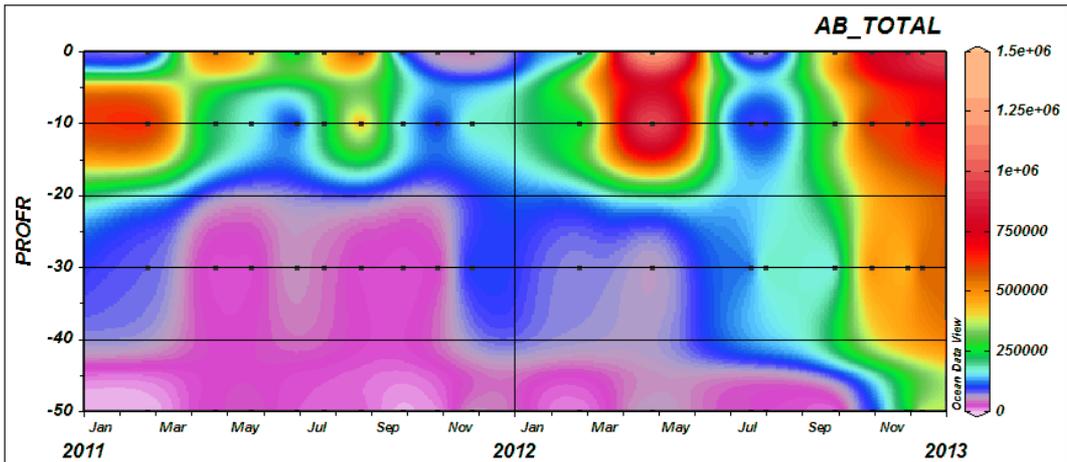


Figura 7. Variación mensual de la abundancia del fitoplancton (cel.L^{-1}) en la columna de agua frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

estas altas concentraciones desde mayo a diciembre del mismo año y en septiembre del 2012, mínimas concentraciones son evidentes en las capas superficiales durante todo el período de estudio (2.5 y $5.0 \mu\text{MSiO}_4$) (Figura 6). Existen diferencias estadísticamente

significativas ($\text{KW}=43.48$; $p=0.469$) para cada una de las profundidades analizadas con promedios de 17.7 , 20.9 , 43.8 y 55.6 , durante los dos años de estudio; sin embargo, a nivel superficial no reflejaron diferencias ($\text{KW}=0.52$; $p=0.469$).

Fitoplancton

Cualitativamente se registraron 80 especies fitoplanctónicas pertenecientes a la clase Bacillariophyceae con tres familias y 15 especies; Coscinodiscophyceae con 10 familias y 48 especies; Fragilariophyceae con una familia y tres especies; Dinophyceae con 6 familias y 13 especies y Dictyochophyceae con una familia y una especie.

Las concentraciones celulares mostraron la misma tendencia durante los dos años analizados, es decir, dominancia de Bacillariophyceae (diatomeas pennadas con rafe), seguidas por las Coscinodiscophyceae (diatomeas céntricas), mientras que las otras clases tuvieron menor representatividad.

De manera general el fitoplancton tuvo mayor representatividad hasta los 10 m de profundidad en ambos años de estudio, registrándose dos pulsos de mayor abundancia en el 2012, específicamente, el primero en abril con 134.0 y 103.0 $\text{cel.L}^{-1} \times 10^4$ a 0 y 10 m de profundidad respectivamente, y el otro en diciembre, a nivel superficial, con 106.0 $\text{cel.L}^{-1} \times 10^4$, observándose mayor estratificación en la distribución de las especies fitoplanctónicas hasta los 40 m de profundidad (Figura 7).

Existen diferencias estadísticamente significativas ($KW=23.66$; $p=0.000$) para cada una de las profundidades analizadas con promedios de 43.6, 46.9, 29.8 y 17.6, durante los dos años de estudio; sin embargo, no reflejaron diferencias a nivel superficial ($KW=0.10$; $p=0.756$).

Mensualmente, la mayor abundancia fitoplanctónica se registró en diciembre del 2012 con 37.75 $\text{cel.L}^{-1} \times 10^4$, mientras que para octubre del 2011 se observó la menor densidad algal con 1.75 $\text{cel.L}^{-1} \times 10^4$ (Figura 8), mostrando diferencias significativas entre los años estudiados ($KW 8.36$; $p= 0.004$).

El fitoplancton estuvo dominado principalmente por diatomeas, siendo las especies más abundantes *Nitzschia longissima*, *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* y *Leptocylindrus danicus* en el periodo de lluvias y *N. longissima*, *D. fragilissimus*, *C. closterium*, *Pseudo-nitzschia* complejo *delicatissima*, *Guinardia striata* y *Cerataulina pelágica* en la estación seca, acompañadas durante todo el periodo analizado por dinoflagelados, especialmente por *Gymnodinium* sp., y silicoflagelados, representados por *Dictyocha fibula*.

Al analizar individualmente los tres grupos fitoplanctónicos, se determinó que las diatomeas fueron las únicas en presentar diferencias estadísticamente significativas ($KW 8,20$; $P=0.004$); mientras que los dinoflagelados y silicoflagelados no mostraron diferencias entre sus abundancias.

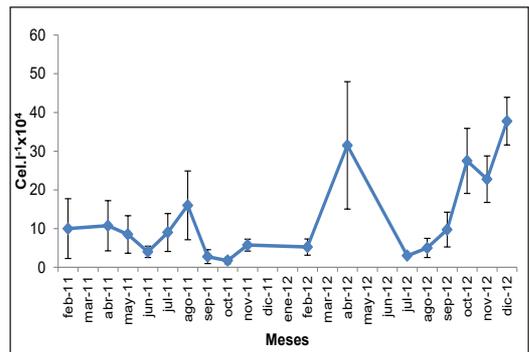


Figura 8. Variación mensual de la abundancia fitoplanctónica frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012, los resultados se muestran como medias \pm error estándar.

El test de ANOSIM de una vía mostró diferencias significativas solamente entre los años de estudio ($R=0.038$; $P=0.03$) con un stress de 0.01. De manera general, las abundancias fitoplanctónicas determinaron la formación de un conglomerado homogéneo durante la mayor parte de los meses estudiados, a excepción de febrero, septiembre de ambos años y octubre de 2011 a 50 m de profundidad (Figuras 9 y 10).

El SIMPER mostró el grado de similitud entre las especies para los dos años de estudio, obteniendo un 5.47% de similaridad para el 2011, representado por: *Nitzschia longissima*, *Chaetoceros* sp. *Cylindrotheca closterium*, *Gymnodinium* sp., y *Thalassiosira* sp., mientras que el 2012 presentó una mayor similaridad con 9.12 %, siendo las especies dominantes *N. longissima*, *C. closterium*, *Pseudo-nitzschia* complejo *delicatissima*, *Guinardia striata*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata*, *Leptocylindrus danicus* y *Cerataulina pelágica*.

Adicionalmente, se estableció una disimilaridad de 84.66 % entre los dos años, siendo *N. longissima* y *C. closterium* las especies que mayormente contribuyen a este resultado (Tabla 2).

Si bien es cierto que no se detectaron diferencias significativas según los resultados del ANOSIM, se realizó un análisis exploratorio (SIMPROF), el cual mostró que entre 0 y 10 m de profundidad no hay diferencia, con un 80 % de similitud entre las especies, mientras que entre 30 y 50 m, es donde se observaron diferencias significativas con un 50.0 y 35.0 %, respectivamente (Figura 11).

Para la estacionalidad seca del 2011 se registraron correlaciones positivas (0,89 y 0,84) en los ejes canónicos 1 y 2, respectivamente. En el componente 1, las especies: *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Cylindrotheca closterium* y *Leptocylindrus danicus* mostraron una correlación positiva con los nutrientes; en tanto la temperatura

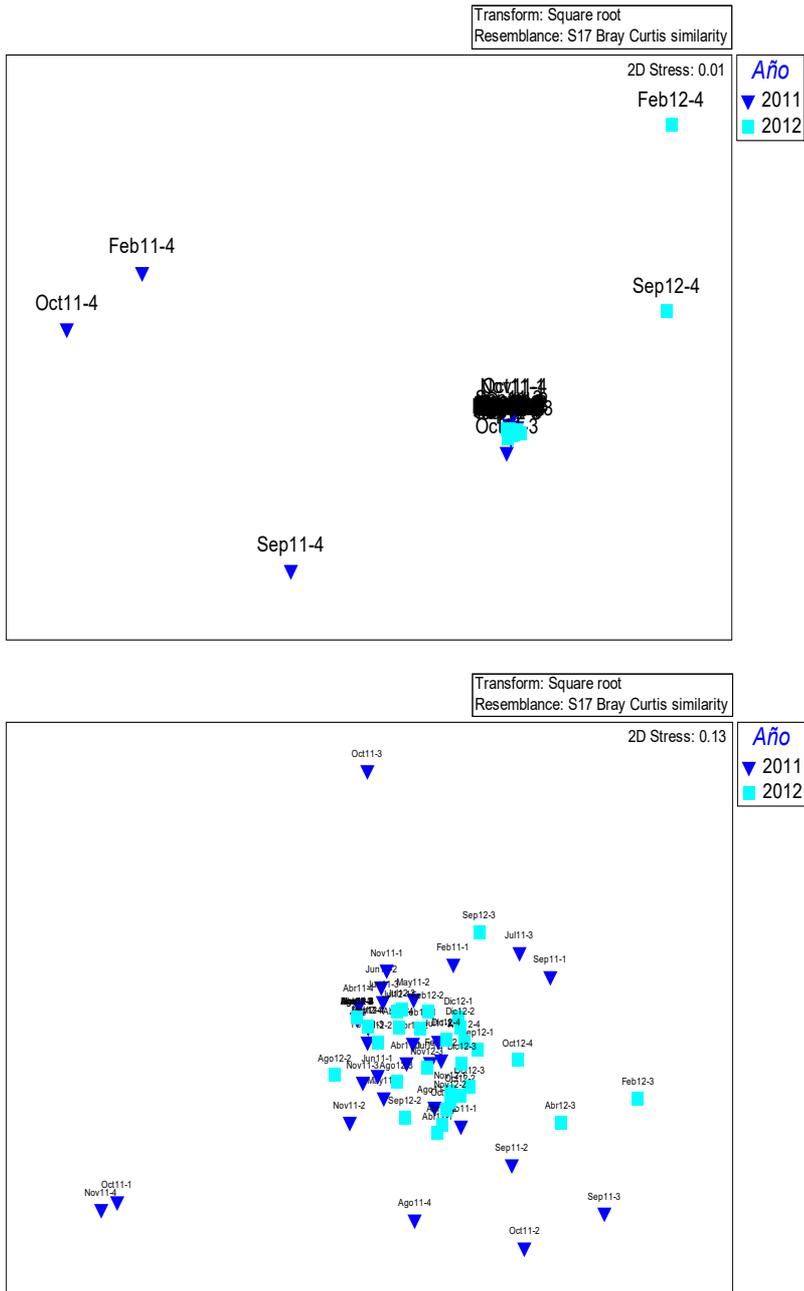


Figura 10. Diagrama MDS (Ampliado) de la estructura del fitoplancton frente a Puerto López durante 2011 y 2012.

mostró una correlación inversa con las especies: *Guinardia striata*, *Gymnodinium* sp. y *Pseudonitzschia complejo delicatissima*. En relación al componente 2, las especies *P. complejo seriata*, *C. closterium* y *L. danicus* mostraron una correlación negativa con los nutrientes analizados y positiva entre la temperatura y *G. striata* (Figura 12).

Ambos componentes no tuvieron diferencias estadísticamente significativas para la época seca del 2011 ($p = 0,09$), en tanto los rangos de Spearman mostraron una escala de muy débil a moderado de manera general, con excepción de las especies: *Dactyliosolen fragilissimus* y *Pseudonitzschia complejo seriata*, que lograron una

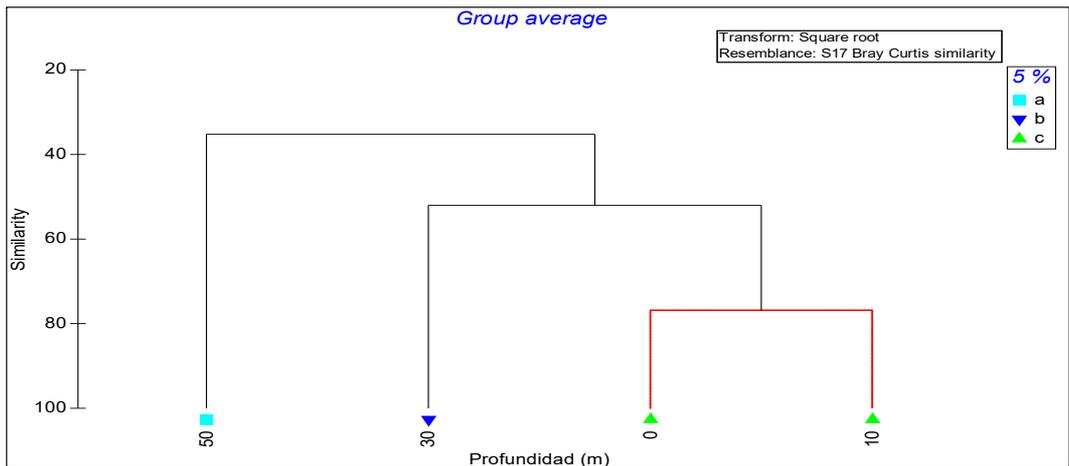


Figura 11. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis de las profundidades registradas frente a puerto López durante los años 2011 y 2012.

correlación fuerte con el nitrato y *Leptocylindrus danicus* con el nitrato, fosfato y silicato (Tabla 3).

Para la estacionalidad seca del 2012 se registraron correlaciones positivas (0,89 y 0,78) en los componentes 1 y 2, respectivamente. En el componente 1 los nutrientes muestran correlación positiva con las especies: *Nitzschia longissima*, *Pseudo-nitzschia complejo seriata*, *Leptocylindrus danicus* y *Gymnodinium sp.*, mientras que la temperatura obtuvo correlación inversa con *Dactyliosolen fragilissimus*. En el componente 2 los nutrientes (fosfato, silicato y nitrato) mostraron correlación positiva con las especies *Gymnodinium sp.*, y *N. longissima* y *D. fragilissimus*; mientras que las especies: *L. danicus*, *P. complejo seriata* y *N. longissima* presentaron una correlación inversa con el nitrato (Figura 13).

Presentándose diferencias estadísticamente significativas para la estacionalidad seca 2012 ($p = 0,02$), en tanto los rangos de Spearman mostraron una escala débil a muy débil en términos generales a excepción de las especies: *Cylindrotheca closterium* y *Pseudo-nitzschia complejo seriata* quienes obtuvieron una correlación fuerte e inversa a la temperatura y positiva a los nutrientes con rangos de muy fuerte (nitrato) y fuerte (nitrato, fosfato y silicato) (Tabla 4).

Discusión

Las condiciones del océano frente al Ecuador según el Boletín de Alerta Climático (BAC), fueron definidas como de desarrollo de “La Niña” en el 2011, mientras que el 2012 fue considerado como un año de condiciones cercanas a lo normal, con ausencia de evento cálido (El Niño) o frío (La Niña) (CPPS 2011, 2012 y ERFEN, 2012).

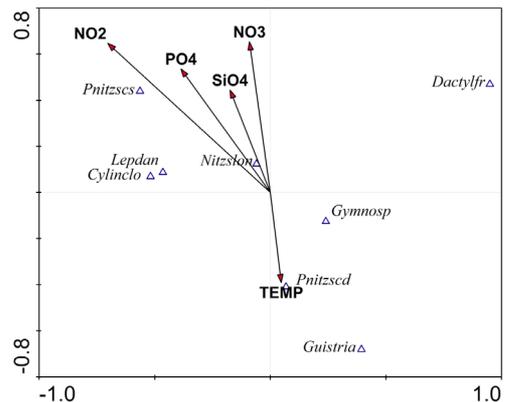


Figura 12. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del análisis de correspondencia canónica ACC, durante la estacionalidad seca del año 2011.

Tabla 2. Porcentajes de disimilitud SIMPER de las especies presentes frente a Puerto López durante los años 2011 y 2012.

Especies	Abundancia promedio		Contribución (%)
	2011	2012	
<i>Nitzschia longissima</i>	118.11	126.04	14.7
<i>Cylindrotheca closterium</i>	33.96	129.85	11.15
<i>Pseudo-nitzschia complejo seriata</i>	18.47	41.1	4.17
<i>Pseudo-nitzschia complejo delicatissima</i>	17.07	58.8	3.85
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	14.54	45.25	3.82
<i>Guinardia striata</i>	14.54	48.53	3.68
<i>Gymnodinium sp.</i>	13.41	15.63	2.88
<i>Leptocylindrus danicus</i>	11.11	30.61	2.46

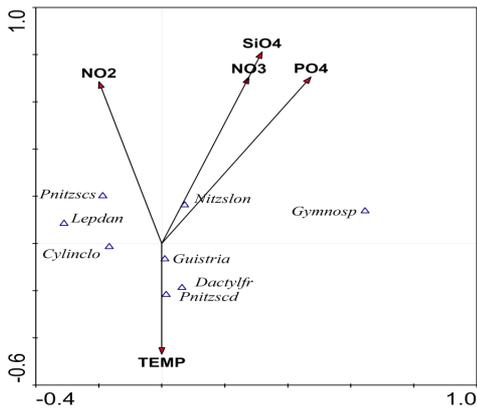


Figura 13. Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del análisis de correspondencia canónica ACC durante la estacionalidad seca del año 2012.

Las condiciones locales de temperatura registradas para este estudio en toda la columna de agua mostraron una estratificación con procesos de surgencia definidos para el primer trimestre del 2011 y 2012, además de la profundización de la isoterma de 20.0°C desde finales de marzo a diciembre, éste es un patrón persistente en ambos años.

En este contexto, se observó que el nitrito en general se presentó en concentraciones > 0.1 µMNO₂ a nivel superficial, mientras que subsuperficialmente en abril de ambos años y mayo del 2012 se registraron pulsos altos de 1.0 µMNO₂ entre 30 y 50 m de profundidad, lo cual indicaría procesos de oxidación del amonio en aguas profundas con bajas concentraciones de oxígeno.

En cuanto al nitrato, éste tuvo una distribución más homogénea durante el 2011 con respecto al 2012, con valores más representativos a nivel subsuperficial en julio y diciembre del primer año y de mayo a septiembre del segundo año con 15 µMNO₃ lo cual coincide con la profundización de la termoclina de 20.0°C.

El fosfato presentó concentraciones de 0.5-1.25 µMPO₄ a nivel superficial para el primer trimestre del 2011 (época lluviosa), registrándose valores bajos hasta aproximadamente los 20 m de profundidad, con 0.5 y 0.75 µMPO₄ desde mayo del 2011 a septiembre del 2012, respectivamente, mientras que para noviembre y diciembre se observó un incremento en las concentraciones de nutrientes. Valores de 0.01 µMPO₄ son suficientes para mantener el crecimiento fitoplanctónico en función de este biolimitante (Roldán y Ramírez, 2008).

Las concentraciones de silicato fueron superiores a 50 m de profundidad, especialmente durante el periodo seco de 2011 con valores entre 15.0 y 17.5 µMSiO₄, mientras que en 2012 las mayores concentraciones se registraron desde agosto hasta septiembre, lo que coincidiría con la acción de masas de agua con mayor disponibilidad de nutrientes en la zona costera y procesos de afloramientos locales que provocan la redistribución de estos compuestos en la columna de agua (García, 2013).

Este comportamiento de los nutrientes a nivel local (frente a Puerto López), ha sido previamente reportado (Macías y León, 2009), aunque con valores superiores (20 µMNO₃, 2.25 µMPO₄ y 20.33 µMSiO₄), lo cual sería

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Spearman de las variables ambientales versus las especies más abundantes del fitoplancton frente a Puerto López durante la época seca del año 2011.

	Nitzslong	Cylinclos	Guistria	Pnitzscd	Dactylfrag	Pnitzscs	Lepdan	Gymnosp
TEMP	-0.012	-0.293	-0.147	-0.263	-0.013	-0.346	-0.244	-0.445
NO2	-0.588	0.538	0.081	-0.221	-0.658	0.635	0.135	-0.375
NO3	-0.047	0.506	0.397	0.202	-0.053	0.597	0.660	0.343
PO4	-0.315	0.428	0.362	0.195	-0.352	0.505	0.603	0.329
SiO4	-0.126	0.313	0.407	0.170	-0.141	0.370	0.678	0.288

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Spearman de las variables ambientales versus las especies más abundantes del fitoplancton frente a Puerto López durante la época seca del año 2012.

	Nitzslong	Cylinclos	Guistria	Pnitzscd	Dactylfrag	Pnitzscs	Lepdan	Gymnosp
TEMP	0.007	-0.687	-0.028	-0.194	0.008	-0.875	-0.047	-0.276
NO2	0.022	0.667	0.078	0.108	0.025	0.849	0.127	0.153
NO3	0.277	0.613	0.118	0.356	0.308	0.781	0.192	0.507
PO4	0.445	0.606	0.087	0.261	0.496	0.772	0.143	0.372
SiO4	0.341	0.627	0.182	0.239	0.379	0.798	0.297	0.341

resultado de la variabilidad oceanográfica interanual existente entre 2008 y los años 2011 y 2012, analizados en este estudio.

Durante el mencionado estudio (op. cit.), el fitoplancton, de manera general mostró variaciones en relación a su abundancia y distribución en la columna de agua, es así que las concentraciones celulares fueron inferiores a 1.0 cel. L⁻¹×10⁶, que es el valor máximo celular en las zonas costeras del Ecuador al sur de la latitud ecuatorial (0° y 82° O) hasta el Golfo de Guayaquil (3° 30' S; Jiménez, 2008); mientras que las máximas concentraciones se localizaron entre 0 y 10 m de profundidad, coincidiendo con reportes previos (Coello et al., 2010; Prado y Cajas, 2010 a, b) y a la vez difiriendo con lo reportado por Jiménez, (2008), quien determinó que la mayor actividad celular se presenta hasta los 25 m.

La reproducción fitoplanctónica y por ende su abundancia está determinada principalmente por la interacción de la luz, temperatura y nutrientes, variables que durante este estudio habrían creado las condiciones adecuadas para los procesos fisiológicos especialmente a 0 y 10 m de profundidad, favorecidos por los procesos de surgencia observados en periodos específicos (inicios de 2011 y 2012), comportamiento evidente en el análisis de similaridad que incluye en un mismo grupo a estas dos profundidades y diferencia los niveles restantes (30 y 50 m).

Así también, debe considerarse que durante el primer año de estudio se presentaron anomalías frías que favorecieron el incremento de nutrientes a nivel subsuperficial, este enriquecimiento no fue aprovechado por las algas debido a la poca presencia de ellas en esas profundidades; mientras que para el segundo año se observó mayor asimilación de nutrientes por parte de las poblaciones de fitoplancton que se incrementaron, dando lugar a una mayor estratificación del fitoplancton en la columna de agua.

De manera general, el nitrato y fosfato en sus diferentes formas químicas son los biolimitantes por excelencia del fitoplancton, siendo las diatomeas como resultado de la composición de su membrana celular, las que pueden adicionalmente llegar a ser limitadas en su crecimiento por el silicato, nutrientes que en función de los valores registrados estuvieron disponibles para su utilización, especialmente por parte de *Cylindrotheca closterium* y *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* y *Leptocylindrus danicus*, considerando los valores de correlación obtenidos que son considerados como fuertes, según la clasificación de Evans (1996).

El análisis de correspondencia canónica (ACC) determinó que el fitoplancton durante el periodo seco del 2011 y 2012 mostró comportamientos diferentes, es así que durante el primer año no se registraron diferencias significativas entre los meses de junio

a noviembre, mientras que en el segundo año, las condiciones fueron cercanas a la normalidad, lo que determinó que algunas especies fueran favorecidas por la disponibilidad de nutrientes, como sucedió con *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* y *Leptocylindrus danicus* y una correlación inversa con la temperatura en un rango de muy débil a débil en 2011 y *Cylindrotheca closterium* y *P.* complejo *seriata* presentaron una correlación inversa a la temperatura y positivamente con los nutrientes en 2012, aunque sin dejar de considerar que en ninguno de los años se registró un Frente Ecuatorial definido.

Es necesario mencionar que frente a la zona costera ecuatoriana, la característica oceanográfica más importante es el Frente Ecuatorial, el cual está influenciado por procesos persistentes del afloramiento ecuatorial en áreas oceánicas y afloramientos costeros, los cuales determinan altos contenidos de nutrientes en la zona eufótica o zona iluminada (Jiménez, 2008).

Históricamente (1999-2009), la zona costera frente a Puerto López se ha caracterizado por poseer un fitoplancton menor que el registrado en Salinas, Punta Galera y Esmeraldas, asociando esta condición al aporte de aguas oceánicas de menor disponibilidad de nutrientes y procesos activos de predación, registrándose como especies dominantes y representativas a *Cylindrotheca closterium*, *Dactyliosolen fragilissimus* y *Guinardia striata*, *Nitzschia longissima* y *Rhizosolenia styliformis*, con máximos a 10 m de profundidad (Coello et al., 2010 y Prado y Cajas, 2010 a y b).

En el estudio realizado en 2013-2014 (Fuentes y Valle, 2014), las abundancias fitoplanctónicas establecidas en el periodo seco también son inferiores a las de la estacionalidad lluviosa en esta área y mencionan a las especies *Rh. imbricata*, *G. striata* y *L. danicus*, como las que contribuyen en mayor grado a la densidad registrada durante el primer periodo mencionado. Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, por lo que se estima que esta tendencia se mantiene en el tiempo.

Conclusiones

El fitoplancton frente a Puerto López presentó variaciones en la abundancia y distribución, siendo sus valores inferiores a lo establecido como promedio para esta zona del mar ecuatoriano, con mayor actividad celular entre la superficie y 10 m de profundidad. *Nitzschia longissima* y *Cylindrotheca closterium*, son las especies que tipifican a la comunidad fitoplanctónica en función de las abundancias registradas y permanencia en el periodo analizado.

Desde el punto de vista estadístico, se determinó que en base a la abundancia del fitoplancton hay diferencias significativas entre los años de estudio y las profundidades analizadas, así como también

al correlacionar las variables ambientales versus la abundancia del fitoplancton, el test de significancia del análisis de correspondencia canónica ACC determinó que la estación seca del 2012 es diferente con respecto a la misma época del 2011, siendo mayor la abundancia en el segundo año de análisis.

El análisis exploratorio SIMPROF y el agrupamiento de similitud de Bray Curtis (CLUSTER), estableció tres zonas en la columna de agua con un 80.0 % de similitud entre las especies: a) 0 a 10 m de profundidad, b) 30 m y c) 50 m de profundidad, lo que habría sido resultado de las condiciones oceanográficas presentes en los años analizados que determinaron variaciones en las concentraciones de nutrientes y temperatura, así como también presencia de afloramientos, sin dejar de considerar los procesos de transferencia de energía entre el primer y segundo nivel trófico, no analizados en este estudio.

Las relaciones entre el fitoplancton y las condiciones oceanográficas existentes determinaron que las especies: *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* y *Leptocylindrus danicus* tuvieron una correlación fuerte con los nutrientes (nitrito, nitrato y silicato), siendo el segundo y tercer nutriente quienes intervinieron positivamente en el crecimiento de *L. danicus* durante el 2011, mientras que para el segundo año las especies *Cylindrotheca closterium* y *Pseudo-nitzschia* complejo *seriata* obtuvieron una correlación fuerte e inversa a la temperatura y directa muy fuerte con el nitrito y fuerte con nitrato, fosfato y silicato.

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis de la investigación al observar que la dinámica oceanográfica en función los nutrientes (nitrito, nitrato, fosfato y silicato) y la temperatura favorecieron a la abundancia del fitoplancton durante la estación seca.

Bibliografía

Al-Kandari, M., Faiza, Y. y K. Al.Rifale. (2009). *Marine phytoplankton Atlas of Kuwait's Waters*, Kuwait: Kuwait Institute for Scientific Research.

Astor, Y. M., Lorenzoni, L., Thunell, R., Varela, R., Muller-Karger, F., Troccoli, L., & Rueda, D. (2013). Interannual variability in sea surface temperature and fCO₂ changes in the Cariaco Basin. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* (93), 33-43.

Balech, E. (1988). *Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental*. Madrid: Instituto Español de Oceanografía.

Boyer, J. N., Fourqurean, J. W., & Jones, R. D. (1997). Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries*, 20(4), 743-758.

Burford, M. A., & Rothlisberg, P. C. (1999). Factors limiting phytoplankton production in a tropical continental shelf ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48(5), 541-549.

Clarke, K. R., & Warwick, R. M. (2001). An approach to statistical analysis and interpretation. *Change in Marine Communities*, 2.

Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2006). *PRIMER v6: User manual/tutorial*. PRIMER-E: Plymouth UK.

Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*, (18), 117-117.

Coello, D., Prado, M., Cajas, J., & Leonor de Cajas. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. 4, (2): p. 23-43.

CPPS. (2011 a). *Boletín de Alerta Climática N° 251 (Agosto 2011)*. Recuperado: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/bac>

CPPS. (2011 b). *Boletín de Alerta Climática N° 252 (Septiembre 2011)*. Recuperado: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/bac>

CPPS. (2011 c). *Boletín de Alerta Climática N° 253 (Octubre 2011)*. Recuperado: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/bac>

CPPS. (2011 d). *Boletín de Alerta Climática N° 254 (Noviembre 2011)*. Recuperado: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/bac>

CPPS. (2011 e). *Boletín de Alerta Climática N° 255 (Diciembre 2011)*. Recuperado: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/bac>

CPPS. (2012). *Boletín de Alerta Climática N° 265 (Noviembre 2012)*. Recuperado: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/bac>.

Cucalón, E. (1996). *Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil*. Guayaquil: Comisión Asesoría Ambiental de la Presidencia de la República del Ecuador.

Eaton Andrew D., L. Clesceri., E. Rice., y A. Greenberg. (2005). *Inorganic Nonmetals*. In: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition (4000). Washington: American Public Health Association (APHA).

Elder, L., & Elbrächter, M. (2010). The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*, 110.

ERFEN. (2012). Informe Técnico. No. 13. IMARPE-PERÚ. Recuperado: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_infcto_inf_tecnico_diciemb_2012.pdf

Evans, J.D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Brooks/Cole.

Fuentes, M., & Valle, M. (2014). Estudios de Caracterización del Mar Territorial Continental del Ecuador, Bases para lograr la zonificación marina. Estudio 4: Distribución y Variación de los valores de productividad primaria (fitoplancton) y secundaria (zooplancton), a dos profundidades, en el mar territorial y aguas interiores de la Plataforma Continental del Ecuador. Recuperado: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/5462>

Fuertes, L., Siqueiros B., y Navarro J. (2010). *Benthic Diatoms Associated With Mangrove Environments In The Northwest Region of México*. La Paz: Conabio-UABCS-IPN.

García, A. (2013). *La valoración ambiental como método para determinar espacios que sean factibles para maricultura sustentable*. (Tesis de pregrado). FIMCBOR, Guayaquil-Ecuador.

García, D. (2010). *Composición, distribución y abundancia de los dinoflagelados en la costa ecuatoriana durante febrero 2001*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador.

Hasle, S. (1978). *The inverted microscope method*. In Sournia 1978. *Phytoplankton manual*. Paris: SCOR-UNESCO.

Herrera, M., Castro, R., Coello, D., Saa, I., y E. Elías. (2013). *Puertos, caletas y asentamientos pesqueros artesanales del Ecuador. Puertos, Caletas y Asentamientos Pesqueros Artesanales del Ecuador. (Tomo 1.- Provincias de Esmeraldas, Manabí y Santa Elena)*. Guayaquil-Ecuador: Boletín Especial del Instituto Nacional de Pesca.

Jiménez, R. (1983). Diatomeas y Silicoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. 2 (2), p. 193-281.

Jiménez, R. (2008). *Aspectos biológicos de El Niño en*

- el Pacífico Ecuatorial. Guayaquil-Ecuador: Centro de Biodiversidad CENBIO.
- Jiménez, R. y D. Bonilla. (1980). Composición y distribución de la biomasa del plancton en el Frente ecuatorial. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. 1(1), p. 19-64.
- Legendre, P., L. Legendre. (1998). *Numerical Ecology*. Elsevier: Amsterdam.
- Licea, S., Moreno, J., Santoyo, H., y G. Figueroa. (1995). *Dinoflagelados del Golfo de California*. La Paz: Universidad Autónoma de Baja California.
- Macías, P y León J. (2009). Condiciones hidroquímicas en estaciones 10 millas frente a la costa ecuatoriana, durante el periodo 2008. *Boletín Científico y Técnico (2009)*.20, (5), p. 17-23.
- Moreno, J., Licea, S., y Santoyo, H. (1996). *Diatomeas del Golfo de California*. La Paz: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Ochoa, N. y Tarazona, J. (2003). Variabilidad Temporal de Pequeña Escala en el Fitoplancton de Bahía Independencia, Pisco, Perú. *Revista Biológica de Perú*. 10 (1), p. 59 - 66.
- Parsons, T., Maita, Y., y Lally, C. (1984). *A manual of chemical and biological methods of seawater analysis*. Oxford, Pergamon Press.
- Pesantes, F. (1983). Los Dinoflagelados como indicadores de El Niño en el mar ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. 2 (1), p. 85 -117.
- Prado, M y Cajas J. (2009). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana, durante el 2008. *Boletín Científico y Técnico*. 20, (5), p. 24-43.
- Prado, M., Cajas, J. (2010 a). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante 2009. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. 4, (3), p. 23-32.
- Prado, M., Cajas, J. (2010 b). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante 2007. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. 4, (3), p.59-70.
- Ramírez, D y Giraldo, A. (2006). Estructura Comunitaria del fitoplancton de la cuenca Pacífica colombiana durante la campaña oceanográfica pacífico XXXIX ERFEN XXXVII. (Boletín Científico CCCP. No. 13) Recuperado: <http://www.cccp.org.co/index.php/descargas/category/38bolc-ccp13?download=108%3Abol13065-0842006>
- Rodríguez, R., Becerril, D., Lizárraga, I. (2008). *Catálogo de Microalgas de las lagunas costeras de Sinaloa*. Sinaloa: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas, P y Ortiz, J. (2007). Comportamiento del fitoplancton durante el evento ENOS en el océano Pacífico colombiano. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (6), p. 5-15.
- Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical 2da. edición*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Siqueiros-Beltrones, D.A. (2002). *Diatomeas Bentónicas de la Península de Baja California; Diversidad y Potencial Ecológico*. Instituto Politécnico Nacional y Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz-México.
- Soler, B. A., Pérez, A.M., Aguilar, G.E. (2003). *Diatomeas de las Costas del Pacífico de Panamá*. Universidad de Panamá.
- Solórzano, L. (1984). Métodos de Análisis en el curso latinoamericano de post-grado: "Instrumentación y análisis químicos de agentes contaminantes en el mar". *Bol. Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca*. (1) p. 7.
- Solórzano, L. (1989). Flujo de nutrientes en aguas costeras del Pacífico Ecuatoriano. *Bol. Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca*, p 15.
- Tapia, M. (2006). *Variabilidad temporal del fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento "La Niña 1999-2000"*. (Tesis doctoral). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Ter Braak, C. & P. Smilauer. (1998). CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer power. Ithaca, N. Y., U. S. A.
- Tomas, C. (1996). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press, Inc. USA.
- Torres M, G. (2010). *Composición y distribución del fitoplancton en aguas costeras ecuatorianas durante la niña (septiembre 2001)*. (Tesis de Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador.
- Solórzano, L. (1984). Métodos de Análisis en el curso latinoamericano de post-grado: "Instrumentación y análisis químicos de agentes contaminantes en el mar". *Bol. Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca*. (1) p. 7.
- Solórzano, L. (1989). Flujo de nutrientes en aguas costeras del Pacífico Ecuatoriano. *Bol. Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca*, p 15.
- Tapia, M. (2006). *Variabilidad temporal del fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento "La Niña 1999-2000"*. (Tesis doctoral). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Ter Braak, C. & P. Smilauer. (1998). CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer power. Ithaca, N. Y., U. S. A.
- Tomas, C. (1996). Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press, Inc. USA.
- Torres M, G. (2010). *Composición y distribución del fitoplancton en aguas costeras ecuatorianas durante la niña (septiembre 2001)*. (Tesis de Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador.
- UNESCO (2011). Manual para la medición del progreso y de los efectos directos del manejo de costas y océanos. Manual y Guías de la COI, 46; Dossier ICAM, 2. París.
- Zar, J. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall.

Evaluación ambiental del sistema de perforación de aguas subterráneas en la comunidad la Merced, cantón Colta, provincia de Chimborazo

Environmental assessment of drilling system groundwater in Merced community, canton Colta, Chimborazo

César Borja-Bernal^{1,*} Galo Salcedo-Maridueña¹,
Ángel Castillo-Guananga² & Carlos Montalvo¹

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

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

Recibido 19 de octubre 2015; recibido en forma revisada 7 de noviembre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponibile en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

El presente estudio evaluó la generación de impactos ambientales producidos en el proyecto de perforación de aguas subterráneas y estructuró un posible plan de manejo ambiental acorde a las características sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio.

El resultado de la evaluación de impactos ambientales identificó que los principales problemas son: La generación de desechos sólidos y líquidos peligrosos y no peligrosos, emisiones gaseosas, ruido y vibración producida por los equipos mecánicos, así como riesgo de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales producidas por trabajos de altura y trabajos mecánicos. El análisis socio económico mediante encuestas de campo arrojó como resultado, que la comunidad la Merced, está representada principalmente por personas de la etnia indígena, cuya principal fuente de ingreso es la agricultura y la ganadería; el acceso a la salud, así como la dotación de servicios básicos es insuficiente (tabla 5). Actualmente la población tiene serios problemas por escases de agua potable, lo cual es un detonante de enfermedades y muerte de los sectores más vulnerables del área de estudio. El proyecto de perforación para explotación de aguas subterráneas tiene un alto porcentaje de aceptación ya que mejorará los índices de pobreza por necesidades básicas insatisfechas.

Palabras Claves: Chimborazo, Colta, Impactos ambientales, línea base, perforación, plan de manejo ambiental.

Abstract

This study evaluated the generation of environmental impacts in the groundwater drilling project and designed a possible plan of environmental management according to social, economic and environmental characteristics of the study area.

The result of the environmental impact assessment identified that the main problems are: the generation of solid waste and hazardous and non-hazardous liquid, gaseous emissions, noise and vibration produced by mechanical equipment, as well as risk of accidents and occupational diseases caused by work at height and mechanical work.

The socioeconomic analysis by field surveys showed as a result, La Merced community is represented mainly by people from the indigenous ethnic group, whose main source of income is agriculture and livestock; access to health and the provision of basic services is inadequate. Currently, the population has serious problems by shortage of drinking water, which is a trigger for disease and death of the most vulnerable sectors of the study area. The drilling project for exploitation of groundwater has a high percentage of acceptances as it will improve the poverty by unsatisfied basic needs.

Keywords: Baseline, Chimborazo, Colta, drilling, environmental impacts, environmental management plan.

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



Introducción

El deterioro ambiental a nivel mundial ha generado la pérdida total o parcial de los ecosistemas donde las poblaciones realizan sus actividades sociales y productivas; esta debacle de los sistemas naturales ha ocasionado una presión excesiva en las cuencas y sub-cuencas de aportación de agua segura para diferentes usos. El principal efecto que se ha detectado en los últimos años es la pérdida parcial o total de los caudales que las comunidades del sector urbano y rural usan para satisfacer las necesidades básicas implícitamente relacionadas con el líquido vital; esta disminución de las fuentes naturales de agua ha traído consigo que la pobreza y extrema pobreza sean cada vez más marcadas, producto de no poder satisfacer las necesidades elementales en cada hogar,

trasladándose este problema a las generaciones futuras (JICA, 2015).

Otro efecto negativo y de gran preocupación es que, al no tener agua segura las generaciones en desarrollo (niños y jóvenes), presentan más enfermedades de tipo hídrico lo cual disminuye su promedio de vida; de igual forma al no tener una adecuada dotación de agua para alimentación y sanidad, sus posibilidades de acceder a una mejor vida se ven limitadas por el hecho de que un niño o joven con este tipo de limitaciones compite en desventaja frente a otro que se ha desarrollado dentro de un ambiente con todos los servicios básicos a su disposición.

La perforación de un pozo profundo para alumbramiento de agua subterránea en la comunidad



Figura 1. Levantamiento de línea base, (A) medición ambiental de detalle, (B) medición de ruido, (C y D) muestreo de suelos (E) estudio geofísico para determinar acuíferos subterráneos.

La Merced, se constituye en uno de los primeros en su tipo en el sector rural de Chimborazo, en lo que podría considerarse el punto de partida de una de las aspiraciones del sector rural, que es la dotación de agua potable a bajo costo, segura, constante y con el menor impacto ambiental posible, que garantice a corto y largo plazo una mejor calidad de vida de los sectores beneficiados.

La constitución de la República de Ecuador está orientada al mejoramiento de la calidad de vida de la población ecuatoriana, por consiguiente, esta investigación analiza los índices que influyen en la población regional y en la que está directamente relacionada al proyecto. Los índices sociales y las encuestas socio económicas y culturales de campo, fueron obtenidos del SIISE (tabla 1).

Es de vital importancia para la valoración del desarrollo agrícola, económico e industrial de una región, el estudiar las aguas superficiales y subterráneas, evaluar reservas, explotación racional y conservación. La explotación tiene por objetivo la movilización de todos los recursos hídricos y su utilización con el máximo rendimiento. Las aguas subterráneas ofrecen ventajas al regular los caudales por acumulación natural y la protección contra pérdidas por evaporación y poluciones superficiales; su protección y explotación requieren de medios técnicos que resulten de investigaciones (Castany, 1975).

Área de estudio

La comunidad La Merced se encuentra ubicada aproximadamente en el centro - sur del país, específicamente en la provincia de Chimborazo, cantón Colta, parroquia Columbe y se enmarca dentro de las siguientes coordenadas esféricas (UTM - PSAD-56) 1) 753000 E - 9793000 N, 2) 752350 E - 9794974 N, 3) 754016 E - 9798000 N, 4) 756064 E - 9797000 N. El acceso a la zona de estudio se realiza desde la vía Panamericana Riobamba - Cuenca, después de los pueblos de Licán y Cajabamba, hasta llegar al acceso secundario de ingreso a la comunidad la Merced.

Materiales y Métodos

El método usado para el levantamiento de línea base, fue el método hipotético - deductivo de más amplio y general uso de todas las ciencias para investigación científica, este método fue reforzado con el muestreo y procesamiento de información puntual, levantada en la zona de investigación (figura 1).

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó la matriz de Leopold, la cual consiste en una lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones, causa y efecto con más de 8000 interacciones posibles. Está matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto (Cegesti, 2015). Su utilidad principal radica en la evaluación y presentación ordenada de los resultados de los impactos ambientales generados por un proceso (Figura 2).

El área de influencia directa (AID) corresponde a los espacios físicos con impactos evidentes. El impacto ambiental es la alteración favorable o desfavorable en el medio o en un componente del medio por efecto de una actividad o acción (Conesa, 1997).

El área de influencia indirecta (AII) se encuentra alrededor del área de influencia directa y son

Tabla 1. Índices socio económicos y culturales.

Parámetro evaluado	%	Número personas afectadas (n)	Número total de habitantes (N)
Discapacidad	5.8	914	15862
Desnutrición	11.8	7752	65678
Mortalidad	4.81	63511	13215083
Saneamiento	1.3	63	4798
Agua segura	36.2	1743	4809
Agua entubada en la vivienda	11.4	547	4798
Personas con acceso a agua entubada	12.9	2041	15856
Déficit de servicios básicos	98.4	4722	4798
Sistemas de eliminación excretas	58.5	2807	4798
Eliminación de excretas	83.2	3990	4798
Red de alcantarillado	3.3	157	4798
Servicio eléctrico	81.7	3922	4798
Telefonía convencional	2.1	99	4809
Hacinamiento	16.9	814	4809
Uso de gas para cocinar	41.5	1994	4809
Uso de leña para cocinar	57.7	2776	4809
Vivienda propia	95.6	4595	4809
Hogares con computadora	3.1	150	4809
Hogares con internet	0.8	39	4809
Déficit habitacional	51.6	2478	4798
Extrema pobreza (NBI)	69.7	11051	15854
Pobreza (NBI)	97.6	15474	15854
Praguas		Sin Programas	
Analfabetismo	19.3	2117	10959
Bachillerato completo 19-29 años	32.8	796	2425
Educación básica	26.1	2622	10035
Instrucción superior 24-29 años	14.2	185	1305

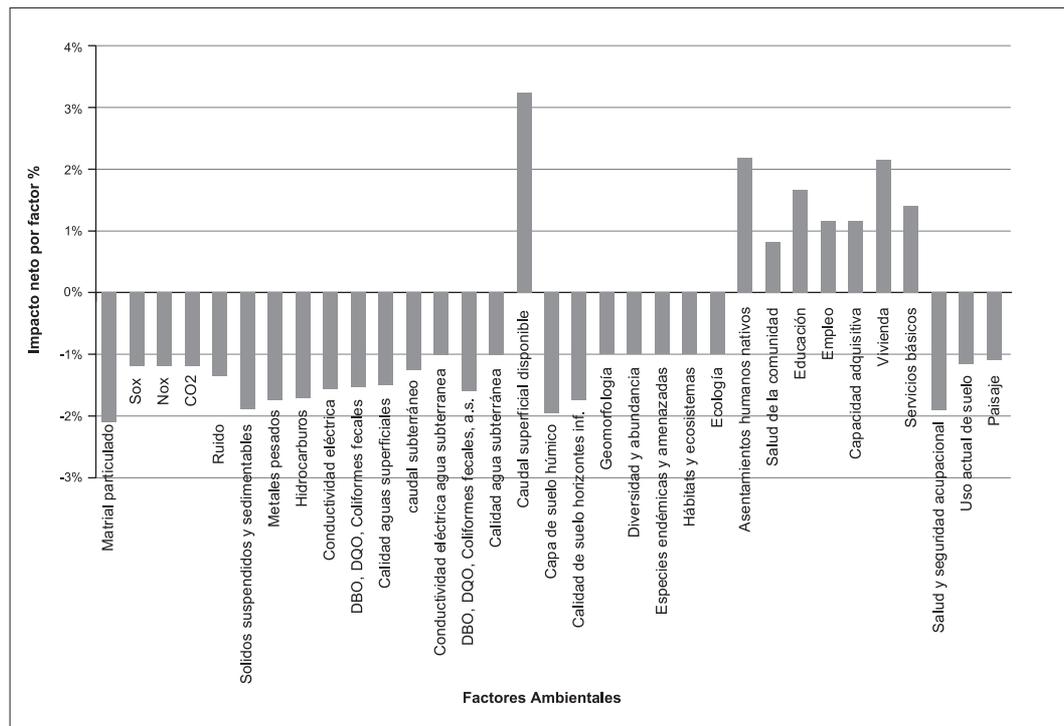


Figura 2.- Este diagrama muestra los impactos positivos y negativos del proyecto relacionando los factores ambientales versus los porcentajes de los impactos ambientales netos. Destacándose que existen ocho impactos positivos ambientales: caudal superficial disponible, asentamientos humanos nativos, salud de la comunidad, educación, empleo, capacidad adquisitiva, vivienda y servicios básicos.

Tabla 2. Resumen línea base de los factores bióticos, climáticos, hídricos, físicos y de riesgos.

Parámetro evaluado	Valor del parámetro
Factores bióticos	
Centros poblados cercanos	Columbe
Áreas protegidas	No interseca
Bosques protectores	No interseca
Factores climáticos	
Isotermas (°C)	12° - 14°
Isoyetas (mm de precipitación)	500 - 750
Numero de meses secos	8
Déficit hídrico	100 - 200
Tipo de clima	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo
Aptitudes agrícolas	Apta para pastos
Factores hídricos	
Cuenca hidrográfica	76 Río Pastaza
Sub-cuenca hidrográfica	7602 Río Chambo
Red hidrográfica	Río Guashi

Factores físicos	
Uso de suelo	Pasto cultivado
Conflicto de uso de suelo	Bien utilizado
Formación	Volcánicos del chimborazo
Edad	Cuaternario
Simbología	Qd
Litología	Piroclastos, lahares, flujos de lavas
Geomorfología	Colinas medianas
Pendientes	Moderadas
Rango de pendiente	12° - 25°
Taxonomía de suelos	Histosol
Textura de suelos	Media
Erosión (aptitud)	Baja
Factores de riesgo	
Volcanes activos	No existe
Peligro de caída de cenizas	No existe
Peligro volcánico crítico	No existe
Riesgo de inundación	Moderada

impactadas indirectamente por la actividad del proyecto. Estas zonas de amortiguamiento tienen un radio de acción determinado o indeterminado, dependientes del impacto y componente afectado.

Equipos

Los equipos usados en el presente estudio fueron los siguientes:

1. GPS marca Magellan modelo Meridian platinum.
2. Sonómetro digital marca Sper Scientific modelo 840013.
3. Brújula marca Brunton
4. Termoanemómetro digital marca Extech modelo 4465 CF.
5. Equipo de resistividad eléctrica marca OYO modelo Siscar Pro Switch 48.
6. Transporte

Tabla 3.- Parámetros ambientales de detalle medidos en la zona de perforación. La ubicación de los puntos está expresada en coordenadas UTM WGS84: X es equivalente a la latitud, Y equivale a la longitud y Z es la altura expresada en metros sobre el nivel del mar.

PUNTO	X	Y	Z
1	752799	9794681	3188
2	752822	9794635	3192
3	752864	9794551	3185
4	752932	9794422	3193
5	753007	9794773	3189
6	753113	9794744	3183
7	753290	9794686	3181
8	753344	9795043	3184
9	753633	9795471	3191
10	754311	9796109	3294

DP PUNTO ROCÍO (°C)		WB BULBO HÚMEDO (°C)	
PROM	MIN	PROM	MIN
26,5	3,6	32,5	52
28,1	2,3	34,2	11
24,6	2	30,5	11,3
31,5	1,9	36,6	9,8
17	0,4	27,2	11,7
24,8	55	32,4	8,9
33	49,3	37,5	12,5
18	15	14,8	12,9
24,7	2,5	31,6	10
25,9	2,7	26	10,4
25,41	13,47	30,33	15,05

Resultados y discusión

Línea Base

La caracterización inicial del ambiente es el eje fundamental para desarrollar metodologías que identifiquen y valoren los potenciales impactos ambientales negativos. En este contexto, se elaboró un resumen de los parámetros que integran el ecosistema local (tabla 2).

Se hicieron mediciones directas del clima local con equipos manuales que permitan definir parámetros ambientales del área de perforación (Punto de rocío 25.41 °C, Wb bulbo húmedo 33°C, humedad 42.64 %, velocidad del viento 1.94 m/s, dirección del viento 187°, temperatura 20.37 °C y ruido ambiente de 39 - 61 db); la información fue levantada en época de invierno (febrero) y en horario diurno (tabla 3).

Continúa tabla 3.

RH HUMEDAD (%)		VELOCIDAD VIENTO (m/s)		
PROM	MIN	PROM	MIN	MAX
58,2	0,1	1,3	0	3,3
49,5	27,3	2,5	0	6,9
44,1	26	1,4	0	3,6
59,5	23,2	2,6	0	5,8
30,2	16,6	1,1	0	2,3
43,1	0,1	2,3	0	4,6
46,3	0,1	2,8	0	5,8
23,4	19,2	2,7	1	6,5
41,2	15,8	1,4	0	4,1
30,9	24,8	1,3	0	2,9
42,64	15,32	1,94	0,1	4,58

TEMPERATURA	SONÓMETRO db		DIRECCIÓN DEL VIENTO
	MIN	MAX	
19,7	45,00	86,00	335°
20,7	40,00	86,00	340°
21,1	54,00	82,00	335°
18	54,00	83,00	42°
20	41,00	50,00	230°
22	38,00	42,00	235°
22,7	31,00	41,00	50°
20	32,00	52,00	65°
21	31,50	48,00	210°
20,37	39,85	61,00	187,2

* Valores en negrita = valores promedio

Tabla 4.- Resultados de la medición de ruido en decibeles en la plataforma de perforación. Se realizaron tres muestreos: en el día de 6:00 a 12:00 horas (A), en la tarde de 13:00 a 19:00 horas (B) y en la noche de 19:00 a 22:00 horas (C).

PT	Cuadrante (metros)		A) Día (6:00 - 12:00)	
			Máximo (decibeles)	Mínimo (decibeles)
			1	0
2	25	75	68,7	60,5
3	37	75	74,2	55,8
4	50	50	80,4	63,7
5	50	75	80,6	66,6
6	50	100	76,7	64,8
7	60	92	81,3	76,4
8	60	96	95,7	74,1
9	60	97	79,4	78,4
10	60	99	87,7	81,2
11	75	0	63,5	53,7
12	75	25	71,3	56,5
13	75	50	83,2	70,6
14	75	75	90,2	84,1
15	75	97	92,3	66,4
16	75	99	84,8	69,3
17	75	100	84,8	82,1
18	75	125	78,7	65,2
19	75	150	64,3	53,1
20	80	92	97,4	78,0
21	80	96	96,9	73,2
22	100	50	81,0	67,8
23	100	75	76,7	70,5
24	100	100	71,6	65,7
25	125	75	73,9	55,0
26	150	75	65,2	48,1
Σ			2065,78	1737,00
Max			97,40	84,10
Min			63,50	48,10
Prom			79,45	66,81
LEQA			88,65	75,07
PT	Cuadrante (metros)		B) Tarde (13:00- 19:00)	
			Máximo (decibeles)	Mínimo (decibeles)
			1	0
2	25	75	71,8	62,0
3	37	75	76,5	57,4
4	50	50	82,0	66,1
5	50	75	82,0	68,1
6	50	100	78,8	66,5
7	60	92	83,1	78,0
8	60	96	97,6	75,5
9	60	97	81,9	79,9
10	60	99	91,1	83,3
11	75	0	65,0	56,3
12	75	25	73,0	57,9
13	75	50	85,8	72,4

Continúa tabla 4.

14	75	75	92,6	86,5
15	75	97	95,4	68,4
16	75	99	87,8	71,3
17	75	100	86,6	84,5
18	75	125	80,3	66,2
19	75	150	67,1	54,9
20	80	92	100,8	79,9
21	80	96	100,2	74,9
22	100	50	83,6	70,2
23	100	75	79,6	72,8
24	100	100	74,0	68,1
25	125	75	76,5	56,8
26	150	75	67,0	51,3
Σ			2127,58	1786,60
Max			100,80	86,50
Min			65,00	51,30
Prom			81,83	68,72
LEQA			91,60	77,20
PT	Cuadrante (metros)		C) Noche (19:00-22:00)	
			Máximo (decibeles)	Mínimo (decibeles)
			1	0
2	25	75	67,0	58,5
3	37	75	72,2	54,4
4	50	50	76,4	61,8
5	50	75	76,8	64,2
6	50	100	74,5	63,5
7	60	92	77,8	74,0
8	60	96	94,1	73,3
9	60	97	77,1	76,4
10	60	99	86,5	80,0
11	75	0	60,8	53,4
12	75	25	67,9	54,1
13	75	50	80,4	68,3
14	75	75	87,2	82,4
15	75	97	90,8	65,1
16	75	99	84,0	68,8
17	75	100	82,9	82,1
18	75	125	76,4	63,6
19	75	150	62,6	51,7
20	80	92	96,5	76,9
21	80	96	96,1	72,1
22	100	50	78,4	66,3
23	100	75	74,0	68,5
24	100	100	68,6	64,0
25	125	75	71,3	52,9
26	150	75	61,4	47,0
Σ			2003,58	1697,18
Max			96,50	82,43
Min			60,80	47,03
Prom			77,06	65,28
LEQA			87,39	73,90

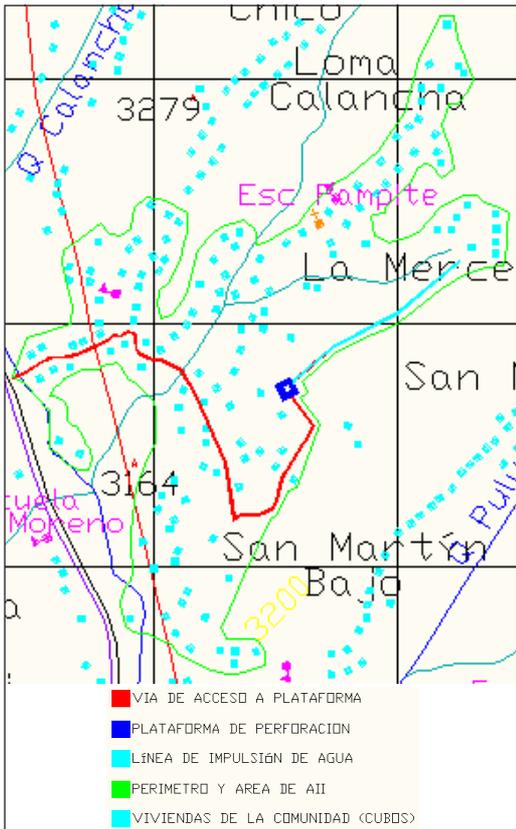


Figura 3. Mapa que indica las áreas de influencia directa (plataforma de perforación) e indirecta (línea de color verde).

LeqA es la medida de uso general y recomendada internacionalmente para describir el ruido medioambiental: mide el nivel de presión sonora continua equivalente ponderada A (LeqA; Norma británica). También se define como aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido (decreto N°146/97).

Para la evaluación cuantitativa del ruido generado por la maquinaria de perforación en pleno funcionamiento, se utilizó la información de perforación del pozo San Martín de Veranillo (Riobamba); obteniéndose valores de LeqA máxima de 88.65 y mínima de 75.07 para la mañana, LeqA máx. 91.60 - mín 77.20 para la tarde y LeqA máx. 87.39 - mín 73.90 para la noche; el muestreo siguió una red perimetral a la plataforma de perforación (tabla 4).

El estudio del suelo de cobertura se efectuó con cuatro calicatas (figura 1), con muestreo y análisis de laboratorio (tabla 5). Esta caracterización determino que el suelo orgánico superficial tiene un desarrollo relativamente pobre (27 - 42 cm de potencia) por ser del tipo franco limoso (Grava = 0 - 2%, arena = 30 - 39% y finos = 60 - 70%), de baja humedad natural

Tabla 5.- Resultados de laboratorio de cuatro muestras de suelo que fueron identificados como franco limosos.

Calicata	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
Coordenadas Elipsoide WGS 84				
X	753334	753032	752585	753642
Y	9795050	9794736	9794645	9795395
Parámetro Físicos de Control				
Grava (%)	0	2	2	0
Arena (%)	31	39	30	30
Finos (%)	68	60	68	70
Humedad natural (W - %)	18,55	17,45	11,04	10,4
Límite líquido (LL - AD)	0	0,00	18,21	23,48
Índice plástico (IP - AD)	0	0,00	2,96	3,93
Índice de grupo (IG - AD)	6,7	4,9	6,7	6,9
Espesor de capa (m)	0,36	0,42	0,38	0,27

(W = 10 al 18%) e índice físico estándar (LL = 0 - 23, IP = 0 - 4, IG = 4.9 - 6.9). Estos parámetros definen al suelo como relativamente estable, común y de ambiente volcánico. Los estratos de cobertura no evidenciaron contaminación visible antrópica durante la caracterización física de campo.

La agricultura local ha provocado que las especies endémicas desaparezcan casi por completo o que solo salgan por las noches cuando es difícil su visualización. **Área de influencia directa (AID).**

La zona de investigación afectada directamente la cual tiene una superficie de 2636 m² (figura 3, 4,5).

Área de influencia indirecta (AII)

Para este proyecto se calculó un valor de AII de 1'814.491.18 m² o 181.45 hectáreas y un perímetro de 11452 m (figura 3).

Conclusiones

- Los factores ambientales actuales del agua, suelo y aire en la zona de la Merced se encuentran altamente intervenida por actividades antrópicas:
- El factor suelo actualmente está alterado por las actividades sociales, económicas y culturales de la comunidad. El uso actual del suelo está destinado principalmente a la actividad agrícola.
- La zona de investigación afectada directamente tiene una superficie de 2636 m². Para este proyecto se calculó un valor de área de influencia indirecta (AII) de 1'814.491.18 m² o

- 181.45 hectáreas y un perímetro de 11452 m.
- La perforación del pozo de agua subterránea causará un impacto positivo en el recurso agua porque se aumentará su caudal y mejorará su calidad; además, es agua naturalmente filtrada. Actualmente, la captación, conducción y dosificación de aguas superficiales es deficiente tanto en cantidad como en calidad.
- El factor aire será impactado durante la perforación del pozo profundo, por el ruido y los gases generados en motores de combustión interna; el impacto es puntual, de limitada duración y restringido al uso de herramientas y maquinarias.
- Se recomienda implementar un plan de manejo ambiental (PMA) para minimizar, controlar, prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos que se producirán por la perforación; y se deben potenciar los impactos ambientales positivos. El PMA debe basarse en impactos previamente detectados en la construcción y operación de sistemas de perforación para agua subterránea.
- Programas propuestos para la disminución de los potenciales impactos ambientales son: prevención y mitigación de impactos ambientales; contingencias; capacitación Ambiental; salud ocupacional y seguridad personal; manejo de desechos; relaciones comunitarias; Abandono y Entrega del Área; y señalización ambiental y de seguridad.
- Se estima un presupuesto de 15200 USD calculado al 2016, para la ejecución del PMA. Este PMA debe ser implementado desde el inicio de los trabajos de perforación hasta la entrega final del sistema y el efectivo empoderamiento del proyecto.
- Para mantener el proyecto y que beneficie a la comunidad, se recomienda capacitar a cuatro

ciudadanos nativos de la zona del proyecto, para el cuidado, manejo, limpieza y mantenimiento del sistema de bombeo, líneas de impulsión, distribución y almacenamiento de agua profunda. Esta acción garantizará una efectiva inversión de los recursos económicos del Estado y de gobiernos autónomos descentralizados locales.

Referencias

- Barahona F. (2013). Plan de Manejo Ambiental del área pecuaria y procesamiento de alimentos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias. IASA. <http://repositorio.espe.edu.ec/simplesearch?query>. Consultado 2015
- Castany, G. (1975). Prospección y explotación de las aguas subterráneas, ed OMEGA, Barcelona.
- Castany, G. (1948). Les fosses d'effondrement de Tunisie. Géologie et Hydrologie. Planie de Grombalia et cuvettes de la Tunisie orientale. Ann. Mines et géologie, ed. Actes Soc Linn Bordeaux, France.
- CEGESTI, (2015). Evaluación de impacto ambiental - matriz de Leopold, recuperado de <http://www.comprasresponsables.org/adjuntos/Matriz-de-Leopold.pdf>
- Conesa, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, ed. MUNDI-PRENSA, Madrid
- Decreto Supremo N° 146/97 del MINSEGPRES, (1997). "Norma de Emisión de Niveles Máximos Permisibles de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas".
- Gonzalo, J. (2003). Base de Datos de Niveles de Ruido de Equipos que se usan en la Construcción, para Estudios de Impacto Ambiental, tesis de grado, Universidad Austral de Chile.
- JICA. (2006). *Diseño básico del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas para la provincia de Chimborazo*. Riobamba: Japan Internacional Cooperation Agency y Embajada del Japón en Ecuador.
- SIISE. (2015) Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, recuperado de https://www.google.com.ec/search?q=siise&rlz=1C1GGGE_esEC474EC474&oq=siise&aqs=chrome..69i57j0l5.1210j0j8&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8

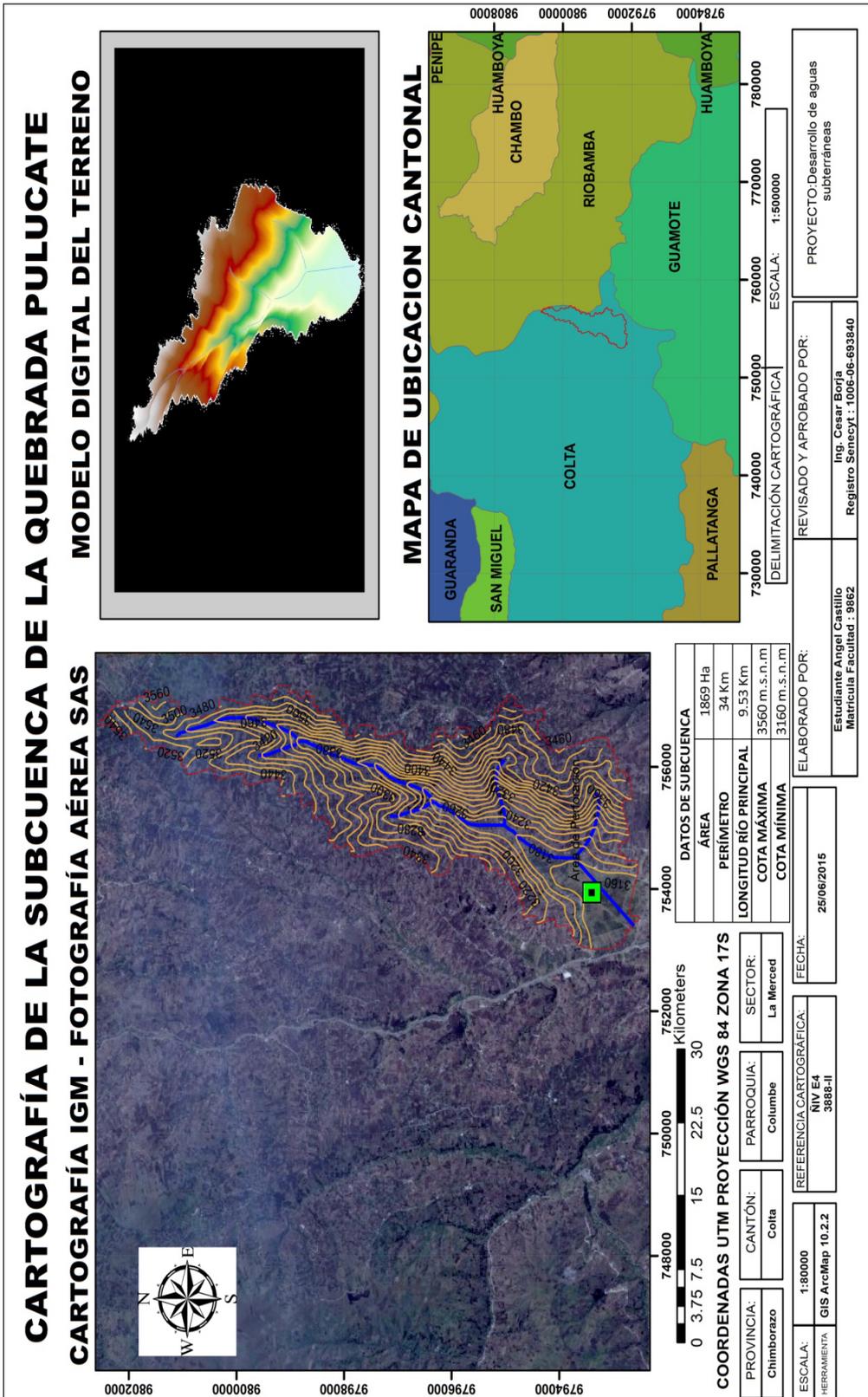


Figura.4.- Mapa de análisis cartográfico de la subcuenca de la quebrada Pulucate en la comunidad la Merced. La subcuenca tiene una superficie de captación de 1869 hectáreas, un perímetro de 34 kilómetros y las cotas máximas y mínimas varían entre 3560 y 3160 metros sobre el nivel del mar.

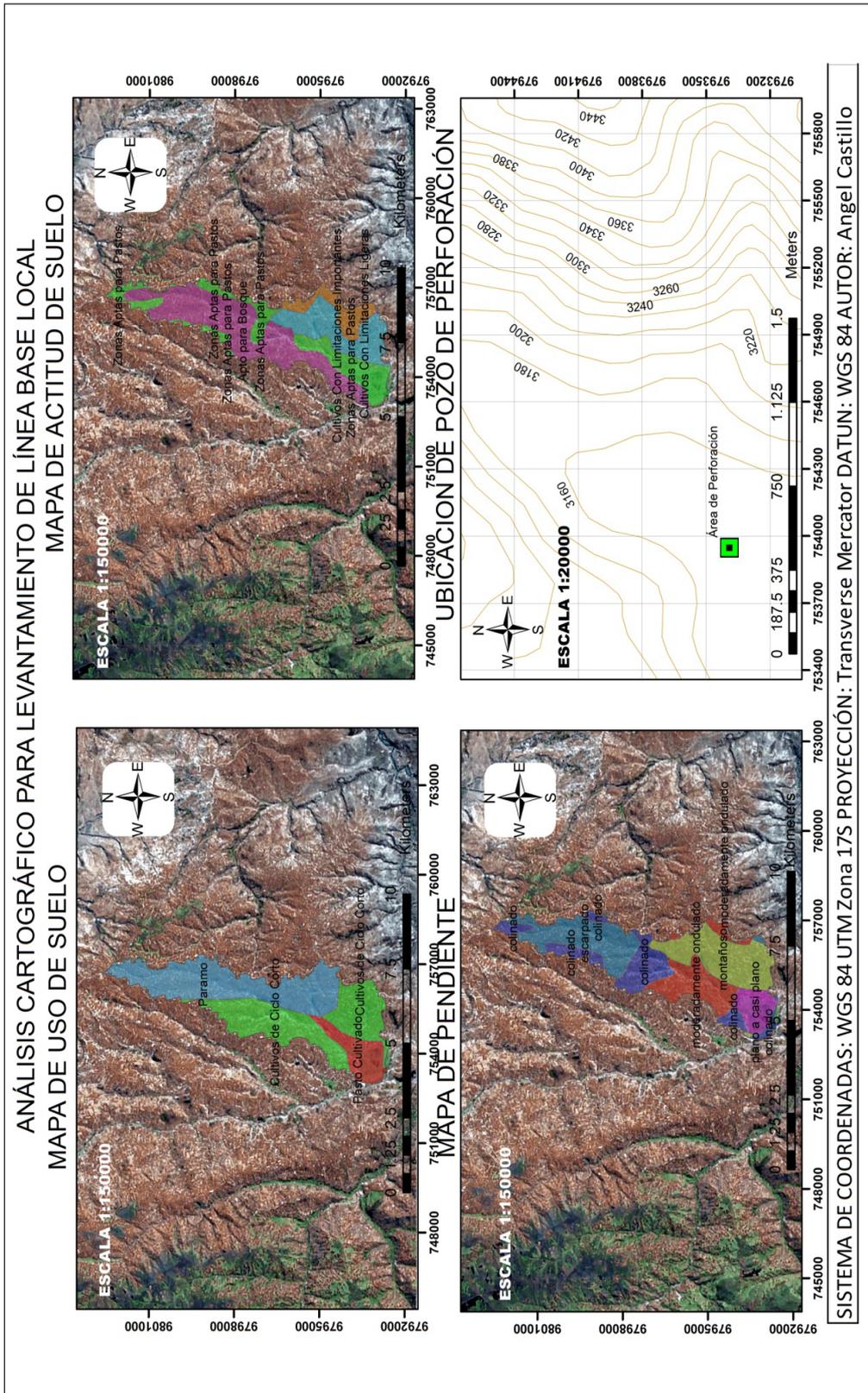


Figura.5.- Mapa de análisis ambiental para la determinación de los parámetros base: uso de suelo (páramo, pasto y cultivos de ciclo corto), actitud de suelo (zonas aptas para pasto, bosques y suelos con limitaciones de ligeras a importantes), pendientes (plano a colinado). Se incluye un mapa topográfico con la ubicación del pozo.

Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador

The emblematic species of flora and fauna of the city of Guayaquil and of the province of Guayas, Ecuador

Xavier Cornejo*

Herbario GUAY, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil.
Casilla 09-01-10634, Guayaquil, Ecuador.

Recibido 6 de mayo 2015; recibido en forma revisada 16 de mayo 2015, aceptado 8 de junio 2015
Disponible en línea 30 de junio 2015

Resumen

Se provee una definición y las características de las especies emblemáticas. De acuerdo con éstas, se presentan 27 taxa emblemáticas de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, en la costa de Ecuador, estas son: 14 especies de plantas vasculares y 13 especies de fauna. Las especies emblemáticas de plantas vasculares para Guayaquil y la provincia del Guayas son: *Cordia macrantha* (Boraginaceae), *Bursera graveolens* (Burseraceae), *Laguncularia racemosa* var. *glabriflora* (Combretaceae), *Pseudosamanea guachapele* (Fabaceae), *Gustavia angustifolia* (Lecythidaceae), *Ceiba trichistandra*, *Gossypium barbadense*, *Ochroma pyramidale* (Malvaceae), *Thalia pavonii* (Marantaceae), *Psidium guayaquilense* (Myrtaceae), *Nymphaea oxypetala* (Nymphaeaceae), *Epidendrum bracteolatum*, *Encyclia angustiloba* (Orchidaceae) y *Simira ecuadorensis* (Rubiaceae). Las especies emblemáticas de fauna para Guayaquil y la provincia del Guayas son: *Simosciurus stramineus* (Sciuridae), *Ara ambiguus* subsp. *guayaquilensis*, *Forpus coelestis*, *Psittacara erythrogenys* (Psittacidae), *Myrmia micrura* (Trochilidae), *Crocodylus acutus* (Crocodylidae), *Mastigodryas reticulatus* (Colubridae), *Coniophanes dromiciformis* (Dipsadidae), *Trilepida guayaquilensis* (Leptotyphlopidae), *Iguana iguana* (Iguanidae), *Ceratophrys stolzmanni* (Ceratophryidae), *Porphyrobaphe iostoma* (Orthalicidae) y *Eulaema polychroma* (Apidae).

Abstract

A definition and characteristics for emblematic species is provided. Following these, 27 emblematic taxa of the city of Guayaquil and of the province of Guayas, in the coast of Ecuador, are presented here: Fourteen species of vascular plants and 13 species of fauna. The emblematic species of vascular plants for Guayaquil and the province of Guayas are the following: *Cordia macrantha* (Boraginaceae), *Bursera graveolens* (Burseraceae), *Laguncularia racemosa* var. *glabriflora* (Combretaceae), *Pseudosamanea guachapele* (Fabaceae), *Gustavia angustifolia* (Lecythidaceae), *Ceiba trichistandra*, *Gossypium barbadense*, *Ochroma pyramidale* (Malvaceae), *Thalia pavonii* (Marantaceae), *Psidium guayaquilense* (Myrtaceae), *Nymphaea oxypetala* (Nymphaeaceae), *Epidendrum bracteolatum*, *Encyclia angustiloba* (Orchidaceae), and *Simira ecuadorensis* (Rubiaceae). The emblematic species of fauna of Guayaquil and of the province of Guayas are the following: *Simosciurus stramineus* (Sciuridae), *Ara ambiguus* subsp. *guayaquilensis*, *Forpus coelestis*, *Psittacara erythrogenys* (Psittacidae), *Myrmia micrura* (Trochilidae), *Crocodylus acutus* (Crocodylidae), *Mastigodryas reticulatus* (Colubridae), *Coniophanes dromiciformis* (Dipsadidae), *Trilepida guayaquilensis* (Leptotyphlopidae), *Iguana iguana* (Iguanidae), *Ceratophrys stolzmanni* (Ceratophryidae), *Porphyrobaphe iostoma* (Orthalicidae), and *Eulaema polychroma* (Apidae).

Palabras clave: Especies emblemáticas, definición, Ecuador, fauna, flora, Guayaquil, Guayas.

Introducción

En años recientes, 27 especies han sido propuestas y formalmente reconocidas como emblemáticas en

Ecuador, habiendo sido Guayaquil y Guayas la ciudad y provincia pioneras a nivel nacional en designarlas de manera oficial, respectivamente. Así, en el 2004, por resolución del M. I. Concejo Cantonal, el papagayo

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



de Guayaquil, *Ara ambiguus* subsp. *guayaquilensis* Chapman, fue declarada ave símbolo natural de esta ciudad; en el mismo año, la orquídea *Epidendrum bracteolatum* C. Presl fue designada como la flor emblemática de la provincia del Guayas. En abril de 2014, por sugerencia de la Asociación Ecuatoriana de Orquideología y del Jardín Botánico de Guayaquil, *Encyclia angustiloba* Schltr., una orquídea endémica del bosque seco de la costa de Ecuador, fue formalmente declarada por el Municipio como la primera especie emblemática de flora nativa de la ciudad de Guayaquil.

Sin embargo, estas especies reconocidas son insuficientes debido a que Guayaquil y la provincia del Guayas poseen una rica cultura e historia, documentadas desde épocas prehispánicas con tradiciones ligadas a las especies nativas de flora y fauna. Considerando los registros arqueológicos e históricos, en la era precolombina y posteriormente durante el período colonial varias especies de árboles y arbustos fueron fundamentales en la defensa, supervivencia y comercio de la ciudad y la región. Entre los registros científicos, las primeras colecciones de flora y fauna a nivel nacional fueron realizadas en Guayaquil y en la provincia del Guayas, al menos desde 1790 por las primeras misiones de carácter exploratorio que llegaron a Ecuador (Cúneo-Vidal, 1925; Estrella, 1989; Jørgensen & León-Yáñez, 1999; Madsen et al., 2001).

Con este antecedente, es evidente que para representar de manera cabal su gloriosa historia natural, un mayor número de especies fundamentadas en estudios taxonómicos realizados con colecciones de herbarios y museos, deben de ser formalmente reconocidas y oficialmente declaradas como emblemáticas de esta ciudad y provincia, siendo este el propósito de la presente publicación.

Características de las Especies Emblemáticas

En Ecuador se han declarado emblemáticas a especies de flora y fauna que tienen al menos una de las siguientes características:

1. Haber sido colectada por primera vez o si la colección tipo procede del área, ciudad, país o región de donde ha sido declarada (*Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh).
2. Tener un rango de distribución geográfica restringido a un área, país o región (*Encyclia angustiloba* Schltr., *Encyclia naranjapatensis* Dodson).
3. Poseer alguna categoría de amenaza según los criterios UICN o si está en peligro de extinción (*Encyclia angustiloba* Schltr., *Encyclia naranjapatensis* Dodson).
4. Ser ecológicamente representativa del área, ciudad, país o región de donde ha sido declarada (*Salvia quitensis* Benth.).

5. Poseer un epíteto que se refiera u honre al área, ciudad, país o región de donde ha sido declarada (*Salvia quitensis* Benth.).
6. Ser nativa y parte de la tradición gastronómica del área, ciudad, país o región de donde ha sido declarada (*Rubus glaucus* Benth.).

A estos seis puntos mencionados se adiciona un séptimo ítem entre los requisitos para que una especie pueda ser propuesta o considerada como emblemática. Este ítem se refiere a los registros arqueológicos, históricos y culturales (por ejemplo: Vendramin et al., 2008), sustentados por colecciones de herbario y museo, y sigue la definición de la palabra emblema según la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2015):

7. Aquellas especies nativas que han sido o son parte de la historia, costumbres y otras tradiciones de una ciudad, área, país o región.

Estas últimas características concuerdan con las de las llamadas plantas o flores nacionales y patrimoniales (Acosta-Solís, 1989; Ruales & Guevara, 2010), las mismas que en el sentido de su uso podrían ser sinónimos de las denominadas emblemáticas. También es necesario mencionar que por las mismas características citadas en el séptimo ítem, éstas difieren de las llamadas especies paraguas, bandera o carismáticas (Heywood, 1995; Simberloff, 1998; Ducarme et al., 2013).

Con este antecedente y considerando que al revisar la literatura hasta la presente no existe una definición precisa para las especies emblemáticas, pese a la relativa popularidad de su uso aplicado a diversas taxa de flora y fauna, a continuación se provee de una definición.

Definición de Especies Emblemáticas

El epíteto de emblemáticas regularmente se utiliza o refiere para designar a aquellas taxa que por razones fitogeográficas, ecológicas, conservacionistas, culturales o históricas son representativas de una ciudad, región o país y que frecuentemente son de interés o que pueden ser utilizadas como símbolos que estimulan campañas de conservación o de identidad biocultural (por ejemplo: Vendramin et al., 2008; Rodríguez & Ruiz, 2010; Cotín et al., 2015). Esta aplicación sigue la definición de la palabra emblema, provista por la Real Academia de la Lengua Española, que significa una “cosa que es representación simbólica de otra” (RAE, 2015).

Metodología

Se revisó la literatura en la que se encuentra registrada los hechos históricos relacionados con las especies nativas de la ciudad de Guayaquil, como Flora Huayaquilensis (Estrella, 1989) y Flora of Puná Island (Madsen et al., 2001), así como las primeras expediciones que visitaron la costa, citadas en

el Catálogo de las Plantas Vasculares de Ecuador (Jørgensen & León-Yáñez, 1999); parte considerable de esta información se encuentra compilada en Cornejo (2015). Datos como localidades y fechas de las colecciones tipo de las especies de flora y fauna descubiertas desde el área de Guayaquil fueron obtenidos de las respectivas monografías y revisiones taxonómicas realizadas. Se revisó las listas CITES; para los mamíferos se revisó la información provista en Albuja (2002), Patton et al. (2015) y el Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011); para las aves se revisó Aves del Ecuador (Ridgely y Greenfield, 2001); para los anfibios se citó a la Guía Dinámica de los Anfibios del Ecuador (Ortiz en Ron et al., 2014); y para reptiles la Lista roja de los reptiles del Ecuador (Carrillo et al., 2005). Los usos tradicionales de las especies y su patrón de distribución fueron obtenidos o confirmados revisando las colecciones de las taxa seleccionadas y consultando las bases de datos en el herbario GUAY, en el Museo de la Universidad de Guayaquil y en el herbario NY del Jardín Botánico de New York. Las especies propuestas se encuentran dispuestas en orden alfabético para la flora y en orden filogenético según los principales grupos, comenzando por los más recientes en la escala evolutiva y dentro de éstos en orden alfabético, en el caso de la fauna.

Resultados

Dentro de estos parámetros, se presenta a continuación 27 taxa emblemáticas de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas: 14 especies de plantas vasculares y 13 especies de fauna. Para cada taxón se provee su familia, nombre científico, nombres locales, breve descripción y justificación de la propuesta.

Flora Emblemática de la Ciudad de Guayaquil y la Provincia del Guayas

BORAGINACEAE

1. *Cordia macrantha* Chodat, Bull. Soc. Bot. Geneve, 12: 215 (1921). Fig. 1.

Nombres locales: Laurel, laurel de montaña, laurel de Puná.

Descripción: Árbol, hasta 15 m de alto; flores blancas.

Justificación: Una endémica del bosque seco decido del Pacífico Ecuatorial. Esta especie fue descubierta por Juan Tafalla en Guayaquil, en el año 1800; en Flora Huayaquilensis se encuentra ilustrada en la lámina 520. Su descubrimiento se produjo cuando Tafalla por mandato de la corona española inventariaba las maderas valiosas en el área de Guayaquil, se hicieron pruebas con la madera de los troncos de esta especie y se determinó que eran “mejores para la arboladura de los barcos que los de María por ser más ligeros y elásticos y con esta noticia armaron algunos buques pequeños de vergas y masteleros” (Estrella, 1989). En la actualidad ha sido desplazada por el desarrollo urbano de la ciudad; pequeñas poblaciones remanentes de *Cordia macrantha* sobreviven en Cerro Blanco, en



Figura 1. Laurel de Puná, *Cordia macrantha*.



Figura 2. Palo Santo, *Bursera graveolens*.



Figura 3. Mangle Blanco, *Laguncularia racemosa* var. *glabriflora*.



Figura 4. Guachapelí, *Pseudosamanea guachapele*.



Figura 5. Membrillo, *Gustavia angustifolia*.



Figura 6. Ceibo, *Ceiba trichistandra*.



Figura 7. Algodón, *Gossypium barbadense*.

la Reserva Ecológica Manglares Churute y en el Bosque Petrificado Puyango.

BURSERACEAE

2. *Bursera graveolens* (Kunth) Tr. & Planch., Ann. Sci. Nat. 5 sér. 14:303 (1872). Fig. 2.

Nombre local: Palo santo.

Descripción: Árbol, hasta 12(-15) m de alto; flores blancas diminutas, frutos cápsulas globosas.

Justificación: *Bursera graveolens* es la única representante de esta familia y género en el bosque seco decíduo del Pacífico Ecuatorial. Crecía naturalmente en las orillas del Estero Salado en la ciudad de Guayaquil, desde donde Juan Tafalla la documentó en 1799 con una detallada descripción de sus flores y la recomendó para ser cultivada en jardines "por su vista y olor". En Flora Huayaquilensis se encuentra ilustrada en la lámina 491 con el nombre de *Carondeletia anisodora*, en aquel tiempo este era un género y especie nuevos que nunca se llegaron a validar. *Carondeletia* fue propuesto por Tafalla para honrar al barón Héctor de Carondelet (1748-1807), quien fue presidente de la Real Audiencia de Quito entre 1799 y 1807 y colaboró activamente al desarrollo de la expedición botánica de Tafalla (Estrella, 1989); actualmente se denomina como el palacio de Carondelet a la sede del Gobierno y residencia oficial del Presidente de República del Ecuador. La madera y ramas del palo santo contienen compuestos aromáticos; el humo que produce su combustión tradicionalmente ha sido utilizado como repelente contra mosquitos, por lo que es vendida fragmentada a pequeña escala en algunos mercados locales de las ciudades de Guayaquil y Quito. En la actualidad, aunque su uso como repelente ha sido mayormente reemplazado por insecticidas, sin embargo, su aroma aún es fácilmente reconocible por muchos de los habitantes de Guayaquil.

COMBRETACEAE

3. *Laguncularia racemosa* var. *glabriflora* (C. Presl) Stace, Fl. Ecuador 81:11 (2007). Fig. 3.

Nombre local: Mangle blanco.

Descripción: Árbol, hasta 10 m de alto; flores blancas diminutas, frutos glabros.

Justificación: En la costa del Pacífico se encuentra distribuida en el Golfo de Guayaquil, desde donde fue descubierta, hasta los manglares de Túmbes y en la costa del Atlántico ha sido registrada en el suroccidente de Florida, Méjico y dispersa en las islas del Caribe. Al parecer, las poblaciones del Pacífico quedaron separadas de las del Atlántico aproximadamente hace unos 3.5 millones de años atrás, al cerrarse el istmo de Panamá (Bacon et al., 2015). Esta es una de las primeras especies de mangle registrada en la costa del Pacífico de América del Sur, su colección más antigua fue realizada en Octubre de 1790, cuando el naturalista checo Taddaeus Haenke, exploraba el río Daule como parte de la expedición de

Alejandro Malaspina alrededor del mundo. Debido a la falta o poco interés en realizar estudios taxonómicos de las plantas de los manglares, *Laguncularia racemosa* var. *glabriflora* ha pasado desapercibida por más de 200 años. Este taxón ha sido categorizado como Vulnerable VU B2abiii, a causa de la pérdida de hábitat en la costa de Pacífico (Cornejo, 2014). Una imagen de la colección tipo está disponible en este enlace: <http://plants.jstor.org/stable/10.5555/al.ap.specimen.prc450687>

FABACEAE

4. *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms, Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem 11(101):54 (1930). Fig. 4.

Nombre local: Guachapelí.

Descripción: Árbol, hasta 15 m de alto; flores con estambres numerosos, frutos vainas cartáceas.

Justificación: Esta especie fue colectada por primera vez por Juan Tafalla en Guayaquil, en el año 1799 y se encuentra ilustrada en la lámina 526 de Flora Huayaquilensis; el tipo fue obtenido por Humboldt y Bonpland durante su visita a esta ciudad en 1802 (Humboldt et al., 1821; Estrella 1989). Por las finas características de su madera como compactibilidad, tronco recto, facilidad de manejo, extraordinaria durabilidad y por su resistencia al agua de mar y a los perforadores, esta especie ha sido estimada entre las mejores de la región. En la Flora de la Isla Puná (Madsen et al., 2001), se reporta que troncos de Guachapelí cortados desde hace más de 60 años aún mantienen su resina como si hubiesen sido cortados el día anterior. Hasta los siglos XVII y XVIII los árboles de Guachapelí eran comunes en el área del río Bulu-Bulu, en la provincia del Guayas (Estrella, 1989). Debido a su abundancia así como de otras maderas notables en la región y ante los múltiples ataques en contra de las colonias por parte de piratas que infestaban los mares en aquel entonces, la corona Española estableció inicialmente en la isla Puná y posteriormente en Guayaquil, la principal industria de construcción de embarcaciones navales en el Pacífico sur. Numerosos galeones y barcos de guerra de gran calado fueron construidos principalmente con madera de Guachapelí, éstos tenían una capacidad máxima de hasta 1.000 toneladas de peso y portaban hasta 60 cañones; también se construían barcos mercantes que pudiesen ser adaptados para propósitos bélicos, en los que el Guachapelí era su principal materia prima. En 1650, el magistrado Francisco Vásquez de Silva y el concilio de la ciudad de Guayaquil prohibieron el uso del Guachapelí para otros propósitos y lo restringieron como materia prima estratégica a ser utilizada únicamente para la construcción naval. Aún así, en 1687 Guayaquil fue destruida y reducida a cenizas por piratas ingleses y franceses. Posteriormente, la madera de Guachapelí así como la del Amarillo, Bálsamo, Canelo, Mangle rojo, Laurel, Palo María y Roble amarillo, fueron enviadas en enormes cantidades desde Guayaquil y la isla Puná para la construcción de varias ciudades

costeras como Lima, Callao y otros puertos localizados en el noroccidente de Perú (Madsen et al., 2001). La madera de Guachapelí también ha sido empleada como columnas en la construcción de casas, como estantes y para construir tinas de madera para lavar la ropa, éstas eran muy resistentes, se dice que duraban hasta más de 30 años (Elba Vega, com. pers.). Hasta inicios de los años 70s las tinas de Guachapelí eran de uso común en la ciudad, éstas fueron reemplazadas por las tinas plásticas. En la actualidad, el Guachapelí ocasionalmente es plantado como un árbol de sombra y su gloriosa historia es prácticamente desconocida (Cornejo, 2015).

LECYTHIDACEAE

5. *Gustavia angustifolia* Benth., Bot. Voy. Sulphur 99 (1844). Fig. 5.

Nombres locales: Membrillo, membrillo de montaña, membrillo de monte.

Descripción: Arbusto o árbol, hasta 8 m de alto; flores usualmente rosadas, ocasionalmente blancas, conspicuas; frutos indehiscentes.

Justificación: Una endémica del bosque seco deciduo de la costa de Ecuador (Cornejo, en prep.). Esta es una de las primeras especies de plantas vasculares colectadas en Guayaquil y en el Ecuador. Su descubrimiento se produjo cuando el naturalista checo Taddaeus Haenke, exploraba la ciudad como parte del staff científico de la expedición de Alejandro Malaspina alrededor del mundo, en Octubre de 1790. En el herbario NY existe un duplicado de la colección de Haenke en Guayaquil con la mencionada fecha (obs. pers.). La colección tipo fue obtenida en 1838 por sir Andrew Sinclair, cuando la expedición H.M.S. Sulphur and Harrier alrededor del mundo visitó Guayaquil (Jørgensen & León, 1999). Actualmente, *Gustavia angustifolia* ha sido desplazada por el crecimiento urbano, unas pocas poblaciones persisten en el Bosque Protector Cerro Blanco, en el contiguo Cerro Azul y en Cerro Colorado. De la madera del fuste ocasionalmente se elaboran mangos de palas. Sus frutos son predados por la ardilla de Guayaquil, *Simosciurus stramineus* P. Gervais. Esta especie de membrillo es una de las pioneras en rebrotar después de quemas e incendios forestales (obs. pers. en Cerro Colorado), su vigor biológico es una interesante analogía con la historia de la ciudad de Guayaquil. Sus conspicuas flores están entre las más hermosas de las especies nativas de la región.

MALVACEAE

6. *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh., Bull. Jard. Bot. Buitenzorg ser. 3, 6: 196 (1924). Fig. 6.

Nombres locales: Ceibo, ceibo espinudo (Guayas), saiba (Manabí).

Descripción: Árbol, hasta 30 m de alto; flores con corola blanca, sericea, frutos cápsulas.

Justificación: Una endémica del bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial. Por su arquitectura, desarrollo



Figura 8. Balsa, *Ochroma pyramidale*.



Figura 9. *Thalia pavonii*.



Figura 10. Guayabo de Guayaquil, *Psidium guayaquilense*.

y patrón de distribución, esta es una de las especies características del bosque seco de la costa de Ecuador. La fibra algodonosa que rodea a las semillas durante centurias ha sido utilizada como relleno de colchones y en la elaboración de confortables almohadas, su uso fue desplazado por la invención de los sintéticos. De la raíz y ramas se puede beber un poco de agua fresca, por lo que se considera que es muy probable que hayan sido utilizadas como una fuente de agua en hábitats secos por los pueblos prehispánicos. Los árboles de ceibo han sido desplazados por el desarrollo urbano; las ciudadelas Los Ceibos y La Saiba de la ciudad de Guayaquil, deben sus nombres a los nombres vernáculos de este taxón. Es cultivado como ornamental en algunos parques y áreas verdes de la región, también en Java (Gibbs & Semir, 2003; Cornejo, 2015).

MALVACEAE

7. *Gossypium barbadense* L., Sp. Pl. 2:693 (1753).
Fig. 7.

Nombres locales: Algodón, algodón criollo.

Descripción: Arbusto, hasta 3 m de alto; flores de corola amarilla, conspicuas, frutos cápsulas.

Justificación: Las fibras que producen sus cápsulas dehiscentes sirven a diversas especies de aves para la construcción de sus nidos. Durante centurias, estas fibras han sido empleadas en la elaboración de textiles como adornos, prendas de vestir y velas para realizar los viajes oceánicos en balsas; estas últimas fueron fundamentales en el comercio prehispánico, como la denominada "Balsa Manteño-Huancavilca" o "Balsa de Guayaquil", y también como elemento estratégico en algunas guerras amerindias en la costa de Ecuador (Cúneo-Vidal, 1925; Madsen et al., 2001). Según las crónicas de los españoles, cuando Bartolomé Ruiz descubrió las costas de Ecuador, en el año 1526, "capturó una embarcación nativa procedente de la población de Salango (en la provincia de Manabí), construida con maderas livianas (balsas), cuerdas y velas de algodón; tenía una capacidad de hasta 30 toneles (toneladas), y llevaba a varias personas y abundante mercancías. Iban por alta mar, hacia el norte, para comercializar sus productos en otras zonas geográficas" (Estrella, 1989). En 1527, el bergantín de Francisco Pizarro llegó a la Isla Puná y sucesivamente a Tumbes, "cuyos indios halló en punto de salir en sus flotas de balsas a pelear contra los de aquella isla,..." (Cúneo-Vidal, 1925). También, se considera que el algodón podría haber tenido connotaciones espirituales en la cosmovisión prehispánica (Stothert, com. pers.). Estos registros indican que el algodón era utilizado por individuos de diversos estratos sociales de las culturas amerindias, desde los marinos hasta la clase religiosa. En la actualidad, las fibras de la planta de algodón son utilizadas mundialmente en la industria textil y en medicina. Las plantas de algodón ocasionalmente se encuentran en estado silvestre en los remanentes boscosos de Guayaquil, como en Cerro Colorado, y también en otros bosques secos de la costa de Ecuador, como en la Península de Santa Elena y en el Parque Nacional Machalilla.

MALVACEAE

8. *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beigh. 5:123 (1920).
Fig. 8.

Nombres locales: Balsa, boya.

Descripción: Árbol, hasta 30 m de alto, madera muy liviana; flores conspicuas, frutos cápsulas.

Justificación: Especie descrita por Cavanilles y formalmente publicada por Lamarck en el año 1788, a partir de la documentación previamente realizada por Charles Plumier en las Antillas. Por su característica de ser liviana y gran flotabilidad, la madera del fuste de la balsa ha sido utilizada desde tiempos prehispánicos para la construcción de embarcaciones, casas flotantes, y otros usos. Según los relatos de las crónicas de los españoles, Bartolomé Ruiz y Francisco Pizarro fueron los primeros en documentar la existencia de balsas desde las costas de Ecuador (op. cit.). Aquellas embarcaciones conocidas como la "Balsa Manteño-Huancavilca" o "Balsa de Guayaquil", estaban construidas principalmente con troncos de *Ochroma pyramidale*, algunas poseían una de capacidad de carga hasta de 70 toneladas y fueron imprescindibles para el comercio marítimo prehispánico y aún durante la época colonial, realizándose viajes desde la isla Puná y Guayaquil hasta Paita y Lima en Perú y Panamá, a finales del siglo XVI (Madsen et al., 2001). Más aún, se afirma que los marineros prehispánicos realizaron viajes transoceánicos sobre estas grandes embarcaciones balsas alcanzando hasta las costas de México y la Polinesia (Benjamín Rosales, com. pers.). Los ingenieros navales y marineros españoles de la época estaban impresionados de su gran maniobrabilidad y mayor estabilidad, aunque eran más lentas que los galeones españoles en el mar. Así, las balsas cumplieron un rol fundamental en el comercio marítimo prehispánico y colonial, siendo útiles en el transporte de personas, ganado, maderas y mercadería también a lo largo de los ríos y desde el interior del continente. También, las balsas fueron estratégicas en las batallas navales prehispánicas como medio de transporte de guerreros y prisioneros, por ejemplo: cuando los Punáes llevaron cautivos a 600 guerreros vencidos desde Túmbes a la isla Puná (Cúneo-Vidal, 1925). En 1738, Juan y Ulloa describió las casas flotantes que se encontraban en el río Guayas, éstas estaban elaboradas con troncos de balsa, algunas de ellas medían unos 30 metros de longitud, familias enteras residían en su interior y tenían 20 a 25 toneladas de capacidad. Las casas flotantes, también de origen prehispánico, existieron en los afluentes del Golfo de Guayaquil hasta la primera mitad del siglo XX (Madsen et al., 2001). Finalmente, la madera de la balsa ha sido tradicionalmente muy utilizada en la elaboración de diversos tipos de flotadores, aislantes, protectores, cajas en las que se exportan los sombreros de paja toquilla y en diversas artesanías. Con todos estos antecedentes es justo tener árboles de balsa en cultivo en las áreas verdes como un monumento vivo de la historia y cultura de las ciudades costeras de la región (Cornejo, 2015).

MARANTACEAE

9. *Thalia pavonii* Körn, Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 35:77 (1862). Fig. 9.
Nombre local: No registrado.

Descripción: Herbácea semiacuática, hasta 0.6 m de alto; inflorescencias en espigas densas y cortas, corola púrpura.

Justificación: Es la única especie de planta vascular acuática endémica de los humedales en la provincia del Guayas. Fue descubierta y documentada por Juan Tafalla en Guayaquil en el año 1804, se encuentra ilustrada en la lámina III, con el número 575 en manuscrito en la Flora Huayaquilensis (Estrella, 1989). Posee categoría de amenaza en estado Vulnerable, VU A4c; B1ab(iii) (León-Yáñez et al., 2011). Parte considerable de sus poblaciones han desaparecido por el desarrollo urbano de la ciudad de Guayaquil.

MYRTACEAE

10. *Psidium guayaquilense* Landrum & Cornejo, Brittonia (2016). Fig. 10.
Nombre local: Guayabo de Guayaquil, guayabo de monte.

Descripción: Árbol, hasta 8 m de alto; flores blancas.

Justificación: Endémica del bosque seco deciduo en la costa de Ecuador, su epíteto específico honra a la ciudad y en sentido antiguo a la región de Guayaquil. Ha sido descubierta por el taxónomo norteamericano Leslie Landrum y el autor principal de este artículo. Por ser una especie de lento crecimiento que habita en áreas boscosas que poseen un buen desarrollo estructural, sus poblaciones podrían ser indicadoras de bosques conservados; se encuentra amenazada por la ampliación urbana y la explotación de las canteras en Cerro Blanco en las cercanías de Guayaquil, desde donde procede la colección tipo, en la provincia del Guayas.

NYMPHAEACEAE

11. *Nymphaea oxypetala* Planch., Fl. Serres Jard. Eur. 8:120 (1853). Fig. 11.
Nombre local: Maravilla de Guayaquil.

Descripción: Herbácea acuática; flores emergentes con pétalos blancos.

Justificación: Esta es una especie de flores nocturnas que habita en aguas calmadas de poca profundidad en algunos ecosistemas de humedales distribuidos en América del Sur. Fue descubierta cerca a Guayaquil en 1845, por el botánico inglés William Jameson y fue colectada por segunda y última vez en el país en 1926, en el área del río Daule, en la provincia del Guayas, por Luis Mille, un jesuita de origen belga. Desde entonces y pese a las numerosas exploraciones botánicas, *Nymphaea oxypetala* no ha sido vista nuevamente, se considera sus poblaciones son extintas en Ecuador. Afortunadamente otras poblaciones de esta especie han sido posteriormente encontradas en

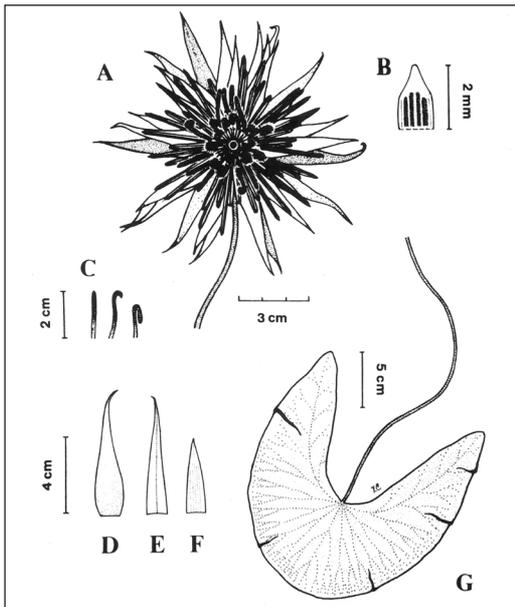


Figura 11. Maravilla de Guayaquil, *Nymphaea oxypetala*. Tomada de Flora Ecuador (Cornejo & Bonifaz, 2003).



Figura 12. Suelda con suelda, *Epidendrum bracteolatum*.



Figura 13. Flor de Navidad, *Encyclia angustiloba*. Tomada de Flora Huayaquilensis (Estrella, 1989).

Venezuela, Brasil y Bolivia. De acuerdo con Wiersema (1987), *N. oxypetala* tiene un bajo nivel de tolerancia contra el incremento de turbidez y salinidad, por lo que la intervención de los humedales costeros y su transformación a gran escala para áreas agrícolas ha sido hipotetizada como la razón por la que las poblaciones de esta especie han desaparecido de Ecuador. La colección tipo del área de Guayaquil reposa en los herbarios de Génova (G) y Londres (BM, K), su ilustración a partir del material original fue publicada en la serie Flora of Ecuador (Cornejo & Bonifaz, 2003).

ORCHIDACEAE

12. *Epidendrum bracteolatum* C. Presl, Reliq. Haenk. 1(2): 100. (1827). Fig. 12.

Nombres locales: Suelda con suelda (Madsen et al., 2001).

Descripción: Epífita bulbosa, pseudobulbos alargados; hojas en pares o en grupos de tres; inflorescencia una panícula terminal, laxa, flores con tépalos de color blanco, labio predominantemente blanco, quillado, callo amarillo.

Justificación: Por solicitud de la Asociación Ecuatoriana de Orquideología, el 10 de Septiembre de 2004 esta especie fue declarada por el Concejo Provincial como la flor emblemática de la provincia del Guayas. Es una endémica del bosque seco decíduo del Pacífico Ecuatorial; el tipo fue colectado por Haenke en Guayaquil, en el año 1790 (Presl, 1827). Un sello postal con la imagen de la flor de esta especie ha sido emitido. Entre sus principales amenazas están la deforestación, fragmentación de bosques, ampliación de las fronteras agrícolas y ganaderas, incendios forestales, desarrollo urbano y comercio ilegal. Por su potencial ornamental ocasionalmente es conservada *ex situ* a través del cultivo (obs. pers.).

13. *Encyclia angustiloba* Schltr., Repert. Spec. Nov. Regni Veg. Beih 8:89 (1921). Fig. 13.

Nombres locales: Flor de Navidad (Estrella, 1989; Madsen et al., 2001).

Descripción: Epífita bulbosa; hojas en pares; inflorescencia una panícula laxa, flores con tépalos de color café oscuro, labio predominantemente blanco con tintes amarillentos hacia la base y lados.

Justificación: Declarada oficialmente en el 2014 como la flor emblemática de la ciudad, por la M. I. Municipalidad de Guayaquil. Es una endémica del bosque seco de la costa de Ecuador, el tipo colectado por Tafalla en Guayaquil, en el año 1802 (Estrella, 1989), fue destruido por el incendio del herbario de Berlín causado durante un bombardeo de las fuerzas aliadas en la Segunda Guerra Mundial, un duplicado reposa en el herbario MA, en España, un espécimen colectado en años recientes por el autor reposa en el herbario GUAY de la Universidad de Guayaquil.

Se encuentra ilustrada en Flora Huayaquilensis en la lámina CLXV, con el número manuscrito 607 e inicialmente identificada como "*Epidendrum*" (Estrella, 1989). Entre sus principales amenazas están la deforestación, fragmentación de bosques, ampliación de las fronteras agrícolas y ganaderas, incendios forestales, desarrollo urbano y comercio ilegal, por lo que ha sido categorizada en Peligro Crítico de extinción, CRA4c (León-Yáñez et al., 2011). Por su potencial ornamental es conservada *ex situ* a través del cultivo en el Jardín Botánico de Guayaquil. Un monumento con la imagen de esta especie ha sido levantado en Guayaquil.

RUBIACEAE

14. *Simira ecuadorensis* (Standl.) Steyererm., Mem. New York Bot Gard. 23:306 (1972). Fig. 14.

Nombres locales: Colorado, palo colorado, palo colorado de sabana.

Descripción: Árbol, hasta 5 m de alto; flores verdosas, frutos cápsulas globosas.

Justificación: Una endémica del bosque seco decíduo del Pacífico Ecuatorial. De la madera de *Simira ecuadorensis* tradicionalmente se elaboran los chuzos o pinchos que son populares en la preparación de la "carne en palito" y parrilladas. Similar a varias de sus congénéricas, la madera de esta especie tiene la propiedad de tornarse rojiza al oxidarse inmediatamente después de cortada, de ahí su nombre vernáculo "colorado". Fue descubierta por Juan Tafalla en Guayaquil, en el año 1800, se encuentra documentada e ilustrada en la lámina 495 de Flora Huayaquilensis, con una nota que indica: "De la madera de este Arbol usan con mucho aprecio en estos Payses para quinchar las Cassas..." (Estrella, 1989). Al quedar la obra de Tafalla sin publicar y olvidada por casi 200 años en el herbario MA, la colección obtenida por el jesuita Luis Mille cerca de Guayaquil, en el año 1936, fue designada tipo (Cornejo, 2015).

Fauna Emblemática de la Ciudad de Guayaquil y la Provincia del Guayas

MAMIFEROS

SCIURIDAE

15. *Simosciurus stramineus* P. Gervais (1841). Fig. 15. Nombres locales: Ardilla de Guayaquil, ardilla sabanera.

Descripción: Diurna, arbórea. Pelaje grisáceo a pajizo, las orejas y las patas oscuras, con un distintivo collar blanco detrás de las orejas; la cabeza y cuerpo tienen 24-33 cm de longitud, la cola 25-38 mm de longitud.

Justificación: Habita mayormente en el Bosque Seco Decíduo del Pacífico Ecuatorial, desde nivel del mar hasta 2.000 m; ha sido introducida en Lima, Perú. La colección tipo provino de Guayaquil, ésta fue obtenida cuando la corveta *La Bonite* visitó esta ciudad en 1836. Está catalogada como de Preocupación menor;



Figura 14. Colorado, *Simira ecuadorensis*.



Figura 15. Ardilla de Guayaquil, *Simosciurus stramineus*.



Figura 16. Papagayo de Guayaquil, *Ara ambiguus subsp. guayaquilensis*.



Figura 17. Vивиña, *Forpus coelestis*. Foto tomada en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil (UG).



Figura 18. Aratinga de Guayaquil, *Psittacara erythrogenys*.

entre sus amenazas se encuentran la deforestación, fragmentación de los bosques, ampliación de la frontera agrícola, caza para venta ilegal como mascota al interior del país y para exportación ilegal a Asia y el desarrollo urbano (Albuja, 2002; Mora & Sancho, 2006; Tirira, 2011; Merrick et al., 2012; Patton et al., 2015; obs pers.).

AVES
PSITTACIDAE

16. *Ara ambiguus* subsp. *guayaquilensis* (Chapman, 1925). Fig. 16.

Nombres locales: Papagayo de Guayaquil.

Descripción: Ave de 85 a 90 cm de longitud, predominantemente de color verde con frente de color rojo vivo, las porciones laterales de las alas y la parte baja de la espalda son de color azul.

Justificación: *Ara ambiguus* se encuentra distribuida en las tierras bajas desde Honduras hasta la costa de Ecuador. En Ecuador existen dos poblaciones disjuntas una en la provincia de Esmeraldas y la otra en la provincia del Guayas; a estas últimas se las ha nominado como una subespecie que toma el nombre de la ciudad de Guayaquil, debido a que el tipo fue colectado en las colinas de Chongón, 20 millas al noroccidente de Guayaquil por Frank Chapman, en 1922 (Chapman, 1925). Este taxón está considerado entre los Psitácidos (familia de los loros, periquillos y papagayos) más amenazados (Berg & Horstman, 1996). Sus poblaciones están fuertemente fragmentadas y constituidas por pocos individuos, la población de Cerro Blanco es la única en el bosque seco de la costa de Ecuador y es representativa de la fauna que existió en lo que actualmente es la ciudad de Guayaquil. De acuerdo con la lista roja de la UICN es una especie Vulnerable y está incluida en el CITES Apéndice I; según el libro rojo de las aves de Ecuador se encuentra En Peligro Crítico (Granizo et al., 2002). Sus principales amenazas son la fragmentación de los bosques, deforestación, incendios provocados, ampliación de la frontera agrícola y caza para tráfico ilegal.

En el 2004, por resolución del M. I. Concejo Cantonal, esta especie ha sido declarada ave símbolo natural de la ciudad de Guayaquil y ha sido la especie bandera de programas de conservación del bosque seco del cantón Guayaquil, un monumento de esta especie ha sido levantado como un símbolo de la conservación. Aunque previamente ha sido declarada símbolo, para uniformar términos en esta propuesta se la presenta formalmente como emblemática; también se la ha mencionado como especie bandera, pero tal nominación no siempre es lo mismo que una especie emblemática (op cit.).

Debido a su variabilidad morfológica se ha puesto en duda la validez de su estatus infraespecífico, y hasta se ha sugerido que podría ser un sinónimo de *Ara militaris* (Berg & Horstman, 1996). Más allá de las discusiones y decisiones de orden taxonómico y

nomenclatural, se debe entender que esta propuesta como especie emblemática se refiere a la población conocida como el Papagayo de Guayaquil en nuestro medio, su postulación se fundamenta en el rol ecológico y conservacionista que representa para Guayaquil un ave en peligro de tales dimensiones y colorido, independientemente del nombre científico vigente.

PSITTACIDAE

17. *Forpus coelestis* (Lesson, 1847). Fig. 17.

Nombres locales: Periquito del Pacífico, viviña.

Descripción: Mide unos 12 cm de longitud. El macho tiene un color verde con tintes azul en la cabeza, alas y rabadilla; la hembra es más verde y menos colorida.

Justificación: Distribuida desde el occidente de Ecuador hasta el noroccidente de Perú (Ridgely & Greenfield, 2001). Es un ave común extendida en bordes de bosque y arboledas deciduas, en áreas intervenidas con maleza xerofítica, terrenos agrícolas y parques de áreas urbanizadas. La colección tipo es de Guayaquil, donde es común encontrarla en áreas abiertas degradadas con alguna vegetación. Por su porte pequeño y la belleza de su plumaje es criada y vendida como mascota en el mercado internacional, ha sido víctima del tráfico ilegal de especies, pero debido a su capacidad de reproducción y de adaptación en ambientes alterados, sus poblaciones parecen ser estables, por lo que ha sido considerada de Preocupación menor (LC) (Chapman, 1926; Ridgely & Greenfield, 2001; Rojas, 2014; obs. pers.). Por su hábito de alimentarse de semillas pequeñas y receptáculos carnosos de algunas flores cumple un importante rol como regulador natural de las poblaciones de malezas, principalmente de gramíneas y asteráceas (obs. pers.).

PSITTACIDAE

18. *Psittacara erythrogenys* (Lesson, 1844). Fig. 18.

Nombres locales: Aratinga de Guayaquil, lora cabeza roja.

Descripción: Lora de unos 25 cm de longitud; cuerpo de color verde, cabeza y charreteras rojas.

Justificación: Distribuida mayormente en el bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial, usualmente bajo los 1300 msnm. Esta bonita lora era común en el área de Guayaquil, actualmente es ocasional, sus poblaciones se encuentran en declive. Considerada (NT), se encuentra amenazada por la deforestación, fragmentación de los bosques, incendios forestales, ampliación de la frontera agrícola, caza y tráfico ilegal (Rojas, 2014; obs. pers.).

TROCHILIDAE

19. *Myrmia micrura* (Gould, 1854). Fig. 19.

Nombres locales: Colibrí colicorto, estrellita colicorta.

Descripción: Ave de 6 cm de longitud. Los machos poseen plumaje verde con dos parches laterales de



Figura 19. Colibrí colicorto, *Myrmia micrura*.

color blanco, el cuello es púrpura metálico, el pecho y vientre son de color blanco, la cola es de color negro; las hembras poseen un color gris a café en la porción dorsal y crema desde la garganta hasta el vientre y a los lados del cuello (Ridgely & Greenfield, 2001).

Justificación: Esta es una de las aves más pequeñas de Ecuador y de América del Sur, es la única especie del género *Myrmia*, se estima que apareció recientemente en la escala evolutiva junto con el apogeo de los bosques secos durante el Pleistoceno, es endémica del bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial. Frecuentemente es hallada en maleza desértica, matorrales, bosques alterados; esta es una de las primeras especies nativas de aves en visitar y anidar cuando los hábitats degradados se están recuperando; frecuentemente visita los jardines en la ciudad de Guayaquil. Es considerada de Preocupación menor (LC) (McGuire et al., 2014; Rojas, 2014; obs. pers.).

REPTILES

CROCODYLIDAE

20. *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807). Fig. 20.

Nombre local: Cocodrilo.

Descripción: Los machos alcanzan hasta 5-6 m de longitud, las hembras no superan los 3.5 m; los juveniles tienen una coloración gris clara, en los adultos el dorso presenta una coloración más oscura y el vientre es blanco-amarillento. El epíteto hace referencia a la forma aguda que presenta el hocico de esta especie (Uetz y Hošek 2014; Man-Ging, com. pers.).

Justificación: Ampliamente distribuida desde el occidente de Méjico y Florida en el sureste de los Estados Unidos, hasta el noroccidente de Perú y en las Indias Occidentales; está categorizado como Vulnerable A2cd según la Lista Roja de la UICN, En Peligro Crítico según la Lista Roja a nivel nacional y está incluida en el CITES Apéndice I (Carrillo et al., 2005; Ponce-Campos, et al., 2012). Era una especie común en el área del Golfo de Guayaquil, actualmente es raro encontrarlo (Carvajal et al., 2005; Salas, com. pers.). Esta es una de las



Figura 20. Cocodrilo, *Crocodylus acutus*.



Figura 21. Culebra, *Mastigodryas reticulatus*. Foto tomada en la Facultad de Ciencias Naturales, UG.



Figura 22. Culebra, *Coniophanes dromiciformis*. Foto tomada en la Facultad de Ciencias Naturales, UG.



Figura 23. Iguana, *Iguana iguana*.

primeras especies de fauna colectadas en el área de Guayaquil, un ejemplar fue obtenido por Haenke en el río Daule en 1790. La importancia de este cocodrilo para las culturas amerindias de la costa se encuentra magníficamente representada en la llamada "piedra del sacrificio" de los Punáes, el monumento megalítico prehispánico más grande del Ecuador, encontrado en la isla Puná y en un tótem de madera proveniente de la porción continental de la costa de Ecuador, ambos están en exhibición permanente en el Museo Municipal de Guayaquil. Ecológicamente, tiene un rol de draga natural, revolviendo el lecho de los ríos (Salas, com.pers.). La pérdida de las poblaciones de cocodrilos en los manglares de Guayaquil ha sido musicalizada en canciones de artistas locales como El guardián del manglar: <https://soundcloud.com/kareen-mendoza> Información adicional de esta especie se encuentra disponible en este enlace: <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?ld=1633>

COLUBRIDAE

21. *Mastigodryas reticulatus* (W. C. H. Peters, 1863). Fig. 21.

Nombre local: Culebra.

Descripción: Ofidio no venenoso, 90 a 110 cm de longitud; cuerpo con porción dorsal café claro hasta verdoso, vientre blanco, amarillo claro en la porción gular.

Justificación: Una endémica de las tierras bajas, aproximadamente hasta 600 msnm, en el bosque seco deciduo de la costa de Ecuador. El tipo fue colectado en el siglo XIX por Von C. Reiss en los alrededores de Guayaquil, actualmente se encuentra depositado en el museo de Berlín (Montingelli et al., 2011). Sus poblaciones se encuentran amenazadas por la deforestación, fragmentación de los bosques, ampliación de las fronteras agrícola y ganadera, incendios provocados y por el crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil.

DIPSADIDAE

22. *Coniophanes dromiciformis* (W. C. H. Peters, 1863). Fig. 22.

Nombre local: Culebra.

Descripción: Ofidio no venenoso, 20 a 40 cm de longitud; cuerpo con bandas longitudinales de color café oscuro alternadas con bandas de color café claro.

Justificación: Una endémica del bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial, el tipo fue colectado en los alrededores de Guayaquil (Hoser, 2012). Sus poblaciones se encuentran amenazadas por la deforestación, fragmentación de los bosques, ampliación de las fronteras agrícola y ganadera, incendios provocados y por el crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil. Un video se encuentra disponible en este enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=nG6gZZM8X2g>

LEPTOTYPHLOPIDAE

23. *Trilepida guayaquilensis* (Orejas-Miranda & Peters, 1970).

Nombre local: Culebra ciega de Guayaquil.

Descripción: Ofidio no venenoso, de talla inferior a 50 cm de longitud, dorso café, vientre café claro, ocular con borde anterior redondeado (Salazar-Valenzuela et al., 2015).

Justificación: Endémica del bosque seco deciduo de la costa de Ecuador, conocida únicamente por la colección tipo procedente de Guayaquil (Salazar-Valenzuela et al., 2015). Se encuentra amenazada por la deforestación, fragmentación de los bosques, ampliación de las fronteras agrícola y ganadera, incendios provocados y por el crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil.

IGUANIDAE

24. *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758). Fig. 23.

Nombre local: Iguana, iguana de Guayaquil.

Descripción: Iguana de 1 a 2 m de longitud, las patas son cortas, el cuerpo es de color verde brillante en los estadios jóvenes, tornándose verde un poco más oscuro y opaco con bandas negras entrecortadas en los adultos hasta anaranjado con la edad.

Justificación: Originario de América del Sur, ampliamente distribuido hasta Méjico y en las Antillas. Es un reptil manso, herbívoro, característico de los remanentes boscosos de la ciudad; se lo encuentra en algunos parques, entre ellos en el Parque Seminario, en donde por su abundancia es conocido como el "Parque de las iguanas", uno de los tradicionales atractivos turísticos de Guayaquil.

ANFIBIOS

CERATOPHRYIDAE

25. *Ceratophrys stolzmanni* (Steindachner, 1882). Fig. 24.

Nombre local: Sapo bocón del Pacífico.

Descripción: Es un sapo de cabeza y boca extremadamente anchas, marcas café a verde claras hasta oscuras, definidas y tuberculadas en las superficies dorsales. Estructuras en forma de palas (espádenes) presentes en la planta de los pies. Los machos miden un promedio (rostró-cloaca) de 57.5 mm y las hembras un promedio (rostró-cloaca) de 67.6 mm de longitud (Ortiz et al., 2013).

Justificación: Restringido al bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial, desde el nivel del mar hasta 100 msnm (Angulo et al., 2004). El epíteto específico se debe a von Herr Stolzmann quien colectó tres especímenes en Tumbes, Perú, éstos sirvieron para la descripción original de la especie. Posteriormente, poblaciones adicionales han sido encontradas en el bosque seco de Ecuador, éstas han sido reconocidas a nivel infraespecífico como *Ceratophrys stolzmanni* subsp. *scaphiopeza*, cuyo tipo fue colectado por James

A. Peters, en junio de 1954, a 4 km al noroccidente de Guayaquil (Peters, 1967). Se ha sugerido que más colecciones y estudios moleculares son necesarios para confirmar la validez de esta subespecie (Ortiz, 2014). *Ceratophrys stolzmanni* puede ser observada únicamente durante la estación lluviosa, se presume que vive bajo tierra durante la estación seca (Angulo et al., 2004). Sus poblaciones podrían estar declinando debido a la degradación y fragmentación de sus hábitats naturales que son alterados por la ampliación de las fronteras agrícolas y ganaderas y el desarrollo urbano (Ortiz et al., 2013). Es comercializado como una mascota en países del extranjero. La Prefectura del Guayas la definió como un objeto de conservación de la provincia (Salas, com. pers.).

MOLUSCOS

ORTHALICIDAE

26. *Porphyrobaphe iostoma* (Sowerby, 1824). Fig. 25.

Nombre local: Caracol de monte.

Descripción: Caracol terrestre, concha 6-7.2 cm de longitud, predominantemente de color blanco con finos surcos longitudinales, el borde engrosado.

Justificación: Una endémica, característica del bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial. Los fósiles de esta especie datan desde el Pleistoceno, su concha también ha sido encontrada en varios sitios arqueológicos de la costa de Ecuador (Karen Stothert, com. pers.). Sus poblaciones han sido desplazadas por la deforestación, fragmentación de los bosques, ampliación de la frontera agrícola, incendios y por el desarrollo urbano de la ciudad de Guayaquil. Un video de esta especie se encuentra disponible en este enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=PKGTiAa6fdw>

INSECTOS

APIDAE

27. *Eulaema polychroma* (Mocsáry, 1899). Fig. 26.

Nombre local: Abeja Euglosina.

Descripción: Abeja robusta, ca. 20 mm de longitud, antenas negras, alas oscuras, cuerpo de color negro con abdomen naranja, densamente hirta pubescente.

Justificación: Ampliamente distribuida desde el sur de América del norte (Brownsville y Arizona) a través de América central hasta el occidente de Perú, de donde proviene la colección tipo (Moure, 2000). Se encuentra restringida a los pequeños remanentes con flora nativa, en la ciudad de Guayaquil donde cumple un rol preponderante como polinizadora de las flores de especies de árboles y arbustos endémicos del bosque seco deciduo del Pacífico Ecuatorial, como: *Clitoria brachystegia* (Fabaceae), *Tecoma castaneifolia* (Bignoniaceae) y *Handroanthus billbergii* subsp. *ampla* (Bignoniaceae), además de varias especies de orquídeas del género *Catasetum*. Esta laboriosa y pacífica especie mientras bebe el néctar de las flores y colecciona fragancias contribuye a realizar la polinización cruzada manteniendo la riqueza genética de las mencionadas taxa de plantas. Se encuentra confinada a los escasos



Figura 24. Sapo Bocón del Pacífico, *Ceratophrys stolzmanni*.



Figura 25. Caracol de monte, *Porphyrobaphe iostoma*.

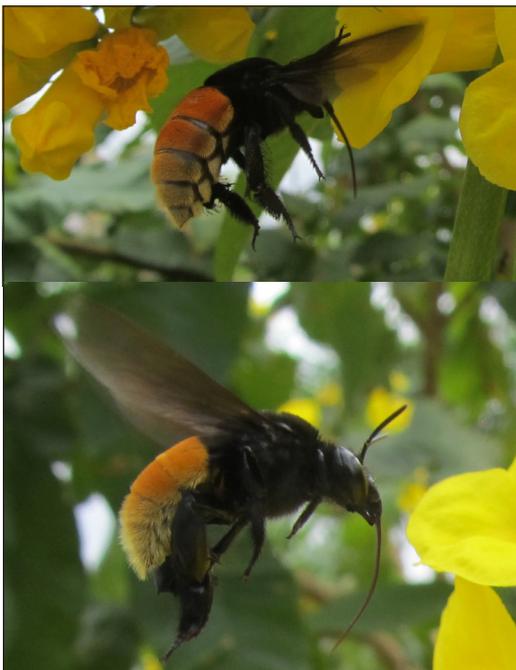


Figura 26. Abeja euglosina, *Eulaema polychroma*. Foto tomada en la Facultad de Ciencias Naturales, UG.

remanentes boscosos de Guayaquil y no visita a las flores de las especies introducidas, que son la mayoría de las plantas cultivadas en los parques, por lo que es considerada un símbolo de la fauna nativa afectada de esta ciudad. Sus poblaciones están amenazadas por la ampliación de la frontera agrícola, incendios forestales, el desarrollo urbano y el cultivo excesivo de especies introducidas como ornamentales. Un video de *Eulaema polychroma* se encuentra disponible en este enlace: https://www.youtube.com/watch?v=6NGa6zz8J_Q

Recomendaciones

A partir de la información técnica presentada, se sugiere que la Municipalidad de Guayaquil proceda a la declaratoria oficial de las especies emblemáticas aquí propuestas, y que el Ministerio del Ambiente elabore una legislación pertinente para incentivar el cultivo y la difusión del conocimiento de las especies emblemáticas a nivel nacional según la localidad, ciudad o provincia.

Se recomienda determinar especies emblemáticas para las principales ciudades y en todas las provincias restantes en el país. Para la flora, se sugiere investigar para diversificar a sus representantes emblemáticos, de modo que no queden restringidos solamente a orquídeas como única opción.

En el caso del monumento a la orquídea de Guayaquil, *Encyclia angustiloba*, se recomienda reemplazar las especies introducidas de palmeras que están a su alrededor por árboles nativos de sombra sobre los cuales crece naturalmente esta especie, como es el caso de la seca, *Geoffroea striata* (Fabaceae). Cuando estos árboles estén desarrollados, se podría plantar *Encyclia angustiloba* en sus ramas. Las palmeras plantadas alrededor de ese monumento nada tienen en común con la flora nativa, ecología, historia y tradiciones de Guayaquil.

Se sugiere realizar estudios de infestación por hemípteros triatómidos (chinchas) en la ardilla de Guayaquil, *Simosciurus stramineus*, debido a que en el sur del Ecuador, sus nidos han registrado el mayor índice de infestación por *Rhodnius ecuadoriensis*, un hemíptero triatómido endémico que posee un patrón de distribución natural similar al de *S. stramineus* y que es un vector de *Tripanosoma cruzi*, el protozoario parásito hemoglagelado que produce la enfermedad conocida como el mal de chagas (Grijalva et al., 2012). Con este antecedente, es necesario desarrollar mayores investigaciones a lo largo de todo rango de distribución de *S. stramineus*, para tomar decisiones en cuanto al manejo y control biológico de los hemípteros triatómidos vectores y consecuentemente de *T. cruzi*.

Agradecimientos

Jaime Salas, profesor de Fauna Tropical de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil

y un revisor anónimo, comentaron el manuscrito. Eric Hågsater, Director del herbario AMO, confirmó la imagen de *Epidendrum bracteolatum*, publicada en la figura 12 de este artículo. Félix Man-Ging, Director del Museo de la Facultad de Ciencias Naturales, realizó la identificación del colibrí *Myrmia micrura* y del caracol terrestre *Porphyrobaphe iostoma*. Giovanna G. Montingelli, curadora del Museo de Zoología de la Universidad de São Paulo, contribuyó con la determinación de *Mastigodryas reticulatus*. Luis Amador Oyola, investigador de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, gentilmente colaboró con la identificación de *Coniophanes dromiciformis* y con la foto del Sapo Bocón del Pacífico, *Ceratophrys stolzmanni*, publicada en la figura 24 de este artículo. Doug Yanega, entomólogo de UC Riverside, realizó la identificación de la abeja *Eulaema polychroma*.

Referencias

- Acosta-Solís, M. 1989. La Cinchona o Quina, Planta Nacional del Ecuador, *Rev. Acad. Colombiana Cienc.* 17:305-311.
- Albuja, L. 2002. *Mamíferos del Ecuador*. Pp 271-327 in *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales* (G. Cevallos y J. A. Simonetti, eds). CONABIO-UNAM, México D.F.
- Emmons, L y F. Feer. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals: a field guide*, 2^a Edition.
- Angulo, A., L. A. Coloma, S. Ron y D. Cisneros-Heredia. 2004. *Ceratophrys stolzmanni*. En: *The IUCN Red List of Threatened Species*. Gland and Cambridge (Consultado 2016).
- Bacon C. D., D. Silvestro, C. Jaramillo, B. T. Smith, P. Chakrabarty y A. Antonelli. 2015. Biological evidence supports an early and complex emergence of the Isthmus of Panama. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 112: 6110-6115.
- Berg, K. y E. Horstman. 1996. The Great Green Macaw *Aratinga ambiguus guayaquilensis* in Ecuador: first nest with young, *Cotinga* 5:53-54.
- Carrillo, E., Aldás, S., Altamirano-Benavides, M. A., Ayala-Varela, F., Cisneros-Heredia, D. F., Endara, A., Márquez, C., Morales, M., Nogales-Sornosa, F., Salvador, P., Torres, M. L., Valencia, J., Villamarín-Jurado, F., Yáñez-Muñoz, M. H. y Zárate, P. 2005. Lista roja de los reptiles del Ecuador. Fundación Novum Milenium, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura, Serie Proyecto Peepe, Quito, Ecuador, 46 pp.
- Carvajal, R. I., M. Saavedra y J. J. Alava. 2005. Ecología poblacional, distribución y estudio de hábitat de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1820) en la "Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado" del estuario del golfo de Guayaquil, Ecuador. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 40:141-150.
- Chapman, F. M 1925. Descriptions of one new genus and of species of birds from Peru and Ecuador, *Am. Mus. Novit.* 205:1-11.
- Chapman, F. M. 1926. The distribution of bird-life in Ecuador. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 40:1-784.
- Cornejo, X. (ed.). 2014. *Plants of the South American Pacific Mangrove Swamps (Colombia, Ecuador, Peru)*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador. 312 p.
- 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 de grado para la obtención del título de Magister en Ciencias con énfasis en manejo sustentable de biorrecursos y medio ambiente. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Ecuador. 254 p.
- Cornejo, X. y C. Bonifaz. 2003. *Nymphaeaceae*, In: Harling G. & L. Andersson eds. *Flora of Ecuador* N° 70. Dept. Bot. Syst. Göteborg University, Sweden, 26 pp.
- Cotin, J., F. Cunninghame, W. Tapia, J. Carrión y B. Fessl. 2015. Pasado, presente y futuro de las aves endémicas terrestres en el archipiélago de Galápagos. *Archivos Académicos USFQ, IV Reunión Ecuatoriana de Ornitología*. Universidad San Francisco de Quito, 3:19.
- Cúneo-Vidal, R. 1925. *Vida del conquistador del Perú Don Francisco Pizarro*. Casa Maucci, ed. Barcelona, España.
- Ducarme, F., G. Luque y F. Courchamp. 2013. What are "charismatic" species for conservation biologists?. *Bioscience Master Reviews* 10:1-8.
- Estrella, E. (ed.). 1989. *Flora Huayaquilensis sive descriptiones et icones plantarum Huayaquilensium secundum systema Linnaeanum digestae/Auctore Johanne Tafalla*. 2 Vols. Icona and Real Jardín Botánico, Madrid.
- Gibbs, P. y J. Semir. 2003. A taxonomic revision of the genus *Ceiba* Mill. (Bombacaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid* 60:259-300.
- Granizo, T., C. Pacheco, M. B. Ribadeneira, M. Guerrero y L. Suárez. 2002. Libro rojo de las aves del Ecuador. Simbioe, Conservación Internacional, EcoCiencia, Ministerio del Ambiente & UICN, Quito, Ecuador.
- Grijalva, M. J., V. Suárez-Dávalos, A. Villacís, S. Ocaña-Mallorca y O. Dangles. 2012. Ecological factors related to the widespread distribution of the sylvatic *Rhodnius ecuadoriensis* populations in southern Ecuador. *Parasites and vectors* 5: 17-.
- Heywood V. H. (ed.). 1995. *Global biodiversity assessment*. United Nations Environment Program. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hoser, R. T. 2012. A Division of Central American snake genera *Coniophanes* Hallowell in Cope, 1860 into six subgenera and *Conopsis* Peters, 1860 into two genera (Serpentes: Colubridae: Dipsadinae). *Australasian Journal of Herpetology* 13:55-60.
- Humboldt, A., A. Bonpland y C. S. Kunth. 1821. *Nova genera et species plantarum* (quarto ed.). Vol. 5. Paris.
- Jørgensen, P. M. y S. León (eds.). 1999. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 75:1-1181.
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa y H. Navarrete (eds.). 2011. *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, 2a. ed.*, Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Madsen, J. E., R. Mix y H. Baslev. 2001. *Flora of Puná Island, Plant resources on a Neotropical Island*. Aarhus University Press, Denmark.
- McGuire, J. A., C. C. Witt, J. V. Remsen, Jr. A. Corl, D. L. Rabosky, D. L. Altschuler y R. Dudley. 2014. Molecular Phylogenetics and the Diversification of Hummingbirds (Apodiformes: Trochillidae). *Current Biology* 24:910-916.
- Merrick, M. J., J. L. Koprowski y R. N. Gwinn. 2012. *Sciurus stramineus* (Rodentia, Sciuridae), *Mammalian species* 44:44-50.
- Montingelli, G., J. H. Valencia, M. A. Benavides y H. Zaher. 2011. Revalidation of *Herpetodryas reticulata* (Peters, 1863) (Serpentes: Colubridae) from Ecuador, *South American Journal of Herpetology* 6:189-197.
- Mora A. y A. Sancho. (eds.). 2006. Catálogo de fauna silvestre más comercializada en Ecuador. TRAFFIC América del Sur. Quito.
- Moure, J. S. 2000. As espécies do gênero *Eulaema* Lepeletier, 1841 (Hymenoptera, Apidae, Euglossinae), *Acta Biol. Par. Curitiba* 29:1-70.
- Ortiz, D. A., D. Almeida-Reinos y L. A. Coloma. 2013. Notes on husbandry, reproduction and development in the Pacific horned frog *Ceratophrys stolzmanni* (Anura: Ceratophryidae), with comments on its amplexus, *Int. Zoo Yb* 47:151-162.
- Ortiz, D. A. 2014. *Ceratophrys stolzmanni*. En: Ron, S. R.,

- Guayasamín, J. M., Yáñez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2016. *Guía Dinámica de los Anfibios del Ecuador*. AmphibiaWebEcuador. Version 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1216>, acceso Marzo, 2016.
- Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas y G. D'Elia. 2015. *Mammals of South America, Volume 2: Rodents*. University of Chicago, Press, Chicago, Illinois.
- Peters, J. A. 1967. The generic allocation of the frog *Ceratophrys stolzmanni* Steindachner, with the description of a new subspecies from Ecuador, *Proc. Biol. Soc. Washington* 80:105-112.
- Ponce-Campos, P., J. Thorbjarnarson y A. Velasco. (IUCN SSC Crocodile Specialist Group). 2012. *Crocodylus acutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2012*: e.T5659A3043244. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T5659A3043244.en>. Downloaded on 03 December 2015.
- Presl, C. 1827. *Reliquiae Haenkeanae. Seu Descriptiones et icones plantarum: Quas in America meridionali et boreali, in insulis Philippinis et Marianis collegit Thaddaeus Haenke/redegit et in ordinem digessit Carolus Bor. Presl. Cura Musei Bohemici*.
- RAE. 2010. "Real Academia Española". Technical report. Real Academia Española.
- Ridgely, R. S. y P. J. Greenfield. 2001. *The birds of Ecuador. Volume 2. Field guide*. Cornell University Press. Ithaca. 772 p.
- Rodríguez, J. y J. Ruiz. 2010. Conservación y protección de ecosistemas marinos: Conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. *Ecosistemas* 19:5-23.
- Rojas, M. L. 2014. *Diversidad y uso de hábitat de aves en diferentes gradientes urbanos en la ciudad de Guayaquil-Ecuador*. Tesis para la obtención del título de Biólogo, Universidad de Guayaquil, 82 p.
- Ruales, C. y J. E. Guevara. 2010. La flora patrimonial de Quito descubierta por Humboldt y Bonpland en 1802, *Avances* 2: B54-B63.
- Salazar-Valenzuela, D., A. Martins, L. Amador-Oyola y O. Torres Carvajal. 2015. A new species and country record of threadsnakes (Serpentes: Leptotyphlopidae: Epictinae) from northern Ecuador. *Amphibian and Reptile Conservation* 8:107-120.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era?, *Biological conservation* 83:247-257. Elsevier.
- Tirira D. (ed). 2011. Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2ª Edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ministerio de Medio Ambiente. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 8. Quito. Uetz, P. y Hošek, J. 2014. *Crocodylus acutus*. *En: The Reptile Database*, <http://www.reptile-database.org>.
- Vendramin, G. B., B. Fady, S. C. Gonzalez-Martinez, F. Sheng Hu, I. Scotti, F. Sebastiani, A. Soto y R. J. Petit. 2008. Genetically depauperate but widespread: the case of an Emblematic mediterranean pine, *Evolution* 62:680-688.
- Wiersema, J. 1987. 7 A monograph of *Nymphaea* subgen. *Hydrocallis* (Nymphaeaceae), *Syst. Bot. Monogr.* 16:1-112.

Evaluación hidrogeológica de la cuenca hidrográfica Las Abras, provincia de Chimborazo, Ecuador

Hydrogeological assessment of watershed Las Abras, province of
Chimborazo, Ecuador

César Borja-Bernal^{1,*}, Galo Salcedo-Maridueña¹,
Jessica Cedeño-Bermeo² & Carlos Montalvo¹

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

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

Recibido 19 de octubre 2015; recibido en forma revisada 7 de noviembre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponibile en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

Mediante la evaluación cartográfica y geológica se determinaron parámetros morfométricos e hidrofísicos de la cuenca hidrográfica de Las Abras en la provincia del Chimborazo. La mencionada cuenca está emplazada sobre la Formación Riobamba, que consiste de piroclastos, lahares, flujos de lava y conglomerados volcánicos cuaternarios. Estas litologías tienen porosidad primaria intergranular y por fisuración y permeabilidades medias a altas ($k = 10^{-1} - 10^{-3}$ cm/s). La valoración morfométrica de la cuenca indica una forma alargada, $R_f = 0.22$, $C_c = 0.17$, $K_c = 2.40$ y $R_{bu} = 5$, y una densidad de drenaje baja, $D_d = 0.98$ Km/Km², que impide la generación de crecidas violentas ($S_c = 0.98$ %). En consecuencia, el agua superficial discurre lentamente con suficiente tiempo para infiltrar y alimentar los acuíferos subterráneos y las aguas superficiales de la quebrada Las Abras recargan al acuífero subterráneo local, esta característica fue comprobada por geofísica. En conclusión, la cuenca Las Abras es apta para conducir y almacenar aguas subterráneas, pero no para permitir el escurrimiento de caudales superficiales.

Palabras claves: Análisis morfométrico, cuenca hidrográfica, Ecuador, Las Abras, tomografía eléctrica.

Abstract

Morphometric and hydrophysical parameters of Las Abras hydrographic basin, Chimborazo province, were determined by geological mapping and cartographic evaluation. The basin is overlying the Riobamba Formation, which consists of pyroclastic, lahars, lava flows and volcanic conglomerates of Quaternary age. The lithology have medium to high permeability ($k = 10^{-1} - 10^{-3}$ cm/s), with primary and fracture porosities. The basin morphometric evaluation indicates an elongated shape because of $R_f = 0.22$, $C_c = 0.17$, $K_c = 2.40$ y $R_{bu} = 5$, and a low density drain, $D_d = 0.98$ Km/Km², that prevents the creation of violent floods ($S_c = 0.98$ %). Accordingly, surface water runs slowly with enough time to infiltrate and feed groundwater aquifers, surface water recharge Las Abras local underground aquifer. This feature was tested with geophysics. In conclusion, the basin Las Abras is fit to drive and store groundwater, but not to allow surface runoff flows.

Keywords: Ecuador, Las Abras, morphometric analysis, watershed, electrical tomography.

Introducción

El acceso al agua potable es uno de los principales problemas a nivel mundial y nacional, en este contexto se ve la necesidad de implementar procedimientos más rápidos y rigurosos que permitan evaluar de manera eficiente una cuenca hidrográfica y determinar su potencial para producir caudales superficiales y subterráneos que puedan sustentar la demanda de agua para consumo humano (JICA, 2006).

La valoración morfométrica tiene como objetivo encontrar parámetros que nos ayuden a caracterizar un ambiente geomorfológico que sea susceptible de un tratamiento estadístico o matemático preciso, el cual permita disminuir la influencia de la subjetividad en las conclusiones que se deriven de esos parámetros (figura 1). En particular, la morfometría de cuencas de drenaje ha reunido un conjunto numeroso de parámetros que representan propiedades inherentes al sistema fluvial (Doffo et al., 2005).

* Correspondencia del autor:
E-mail: consejoj@hotmai.com



Basándonos en lo antes mencionado, podemos afirmar que al utilizar las técnicas de evaluación cartográfica y geofísica para cuencas hidrográficas, se puede definir efectivamente la posibilidad de alumbriamiento de aguas subterráneas profundas, o calcular la generación de caudales superficiales de uso genérico. Este tipo de estudio y el uso de nuevos procedimientos de evaluación, mejorarán la calidad de vida de las comunidades beneficiarias por la evaluación integral de su recurso hidrogeológico. El método ayudará a reducir costos de investigación ya que se puede predecir el potencial hídrico de la cuenca antes de realizar los trabajos de prospección superficial con métodos geofísicos (figura 2).

La presente investigación deja sentada las bases para posteriores estudios ambientales que tengan como objetivos la gestión integral de los recursos hídricos y su manejo sustentable.

Área de estudio

El área de investigación se encuentra ubicada en la sierra central ecuatoriana; el centro poblado más cercano es el pueblo de Guano, el cual colinda geográficamente con la ciudad de Riobamba, para ingresar a la zona de estudio se debe usar vías de primer y segundo orden. El sector es parte del área rural de Chimborazo, zona que al estar alejada de la cabecera cantonal, se ve altamente afectada por la falta de acceso a las principales fuentes de agua que le permitan satisfacer sus necesidades básicas.

La cuenca hidrográfica Las Abras presenta un clima Ecuatorial de Alta Montaña en la parte alta, continuando en la parte media con un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo y en la parte baja de la cuenca con un clima Ecuatorial Mesotérmico Seco.

Las temperaturas medias anuales están entre los 10-12 grados centígrados, con precipitaciones medias anuales de 0-500 mm para la cuenca baja y de 500-750 mm para la cuenca alta (figura 2). Las coordenadas de georreferenciación del punto de descarga son 759736 X - 9819207 Y - 2856 Z tomadas en SAM56.

Materiales y métodos

Método de análisis espacial

El procesamiento de la información espacial de la cuenca de drenaje Las Abras se inicia con la toma de datos en campo, la cual es proyectada sobre la cartografía del IGM (Instituto Geográfico Militar, 2015) y transformada desde el sistema de coordenadas *Provisional South American Datum UTM Zone 17S* al sistema de coordenadas *World Geodetic System 1984 UTM Zone 17S*. La base de datos fue levantada con información proveniente del satélite Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), la misma que es descargada y analizada a través del software Global Mapper 15.2, dentro del cual fueron usados los siguientes comandos:

1. *Download Online Data*, que conecta el programa

y descarga la información enfocada en un punto geográfico de interés.

2. *Digitizer Tool*, que delimita el área la cual va a ser analizada.
3. *Analysis*, que permite la realización de cálculos necesarios para generar las sub cuencas de drenaje.
4. *Generate Watershed*, que calcula la superficie de la red de drenaje y sus subcuencas con sus principales aportantes.

La información generada por el software Global Mapper, es exportada al software ArcMap para continuar procesamiento de información.

Finalmente, la base de datos corregida y aumentada del IGM se combina conjuntamente con la información proveniente del satélite SRTM, que anteriormente fue procesada. Para abrir este archivo se utiliza ArcMap; una vez finalizado, se usa para la edición final de mapas, las herramientas *Geoprocessing* y *ArcToolbox*, que se encuentran agrupadas en la subcarpeta *Spatial Analyst Tools*.

Mediante este análisis informático se obtuvieron los siguientes parámetros de cálculo:

Análisis Morfométrico de la cuenca de drenaje

El estudio morfométrico de la cuenca es necesario para conocer la característica física de la misma, para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca, a partir del cálculo de valores numéricos; además de permitir el estudio de la semejanza de flujos de diferente tamaño (Ruiz, 2001), con el fin de aplicar los resultados de los modelos elaborados de pequeña escala a prototipos de gran escala (Chow et al., 1994).

Para realizar esto, es necesario un mapa con la suficiente información hidrográfica y topográfica.

Método geofísico mediante tomografías eléctricas

La Tomografía eléctrica es un método de resistividad multielectrónico, basado en la modelización 2D de la resistividad del terreno mediante el empleo de técnicas numéricas (elementos finitos o diferencias finitas). Es de uso generalizado tanto en Europa como en EE.UU en la resolución de un amplio abanico de problemas ingenieriles e hidrogeológicos. En la bibliografía anglosajona (i.e. Dahlin [1]), se distinguen dos nomenclaturas en función de la disposición de los electrodos en el terreno: "Electrical imaging", en el caso que se dispongan los electrodos en superficie, o "Electrical tomography", si se hallan en el interior de sondeos verticales (Universidad Politécnica de Cataluña).

En el presente estudio se usaron los equipos de IRIS instruments, resistivímetro modelo SYSCAL Pro Switch 48, Resistivity & IP for sounding, imaging and monitoring.

Resultados y discusión

Dentro del análisis morfométrico de la cuenca, los principales parámetros físicos a determinar son:

1. Forma de la Cuenca

1.1. *Relación de Forma según Horton*: Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Rf = \frac{A}{La^2}$$

Donde "A" es el área de la cuenca y "La" representa la longitud del cauce principal, lo que nos da un resultado de 0.22, éste indica que se trata de una cuenca con forma alargada al realizar la comparación con la tabla 1.

Tabla 1. Valores interpretativos del factor forma

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
> 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.300	Alargada
0.300 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.450	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.60 - 1.20	Muy ensanchada
> 1.200	Rodeando el desagüe

1.2. *Coefficiente de Circularidad de Miller (Cc)*: Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Cc = 4\pi + \frac{A}{p^2}$$

Donde "A" es el área total de la cuenca y "p" es el perímetro de la cuenca, dando como resultado 0.17 que nos ratifica que es una cuenca alargada, ya que valores cercanos a cero indican morfologías alargadas, mientras que valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas.

1.3. *Coefficiente de Compacidad*: Este representa la relación entre el perímetro de la hoya y el de una circunferencia de área igual a la cuenca. Para calcularlo se usa la siguiente fórmula:

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde "P" representa el perímetro y "A" el área, el resultado obtenido es 2.40, ratificando que es una cuenca alargada, debido a que 1 representa la forma circular y entre más se aleje de este valor más largada será la cuenca.

2. Red de Drenaje

1.4. *Relación de Bifurcación (Horton/Strahler)*: expresada como una medida importante dentro del análisis de drenaje de una cuenca. Por eso se debe conocer la Relación de Bifurcación

promedio de toda la cuenca, debido a que ésta se asocia directamente a la formación de crecidas, en donde valores de Rb (Relación de Bifurcación) bajos se asocian con cuencas muy bien drenadas y alta probabilidad de generar crecidas; mientras que un valor de Rb alto está relacionado a cuencas poco drenadas, derivando en una baja posibilidad de generar crecidas. En este caso, la cuenca presenta un valor de 5, cercano al valor definido para cuencas con una morfología alargada a lo largo de toda la cuenca y ensanchada en la parte alta (Horton & Strahler, 1964).

1.5. *Densidad de Drenaje*: es un parámetro muy importante y está definido por la siguiente fórmula:

$$Dd = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^N li, u/A$$

En la cual "Dd" es la densidad del drenaje expresada en Km/Km², "li, u" es la longitud total de todos los cauces en Km y "A" es el área total de la cuenca en Km². En nuestro caso, el valor resultante es 0.98 Km/Km², el cual comparado con los valores interpretativos (Delgadillo, 2008) situados en la tabla 2, indica que en este caso se trata de una densidad de drenaje baja.

Tabla 2. valores interpretativos de la densidad de drenaje

Densidad de Drenaje (Km/Km2)	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
>3	Muy Alta

1.6. *Longitud Promedio del Cauce Lu*: es una propiedad dimensional en la cual se refleja el tamaño característico de los cauces y de las superficies de sus cuencas contribuyentes, debido a que los ríos de gran longitud poseen mayores afluentes y por consiguiente ocupan un área superficial mayor que los ríos de poca longitud. Este parámetro se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\bar{lu} = \sum_{j=1}^N li, u/Nu$$

En la cual "li, u" es la longitud total de todos los cauces y "Nu" es el número total de todos los cauces, obteniendo como resultado 2.38 Km de Longitud Promedio del Cauce Lu (Ruiz, 2001)

2. Pendientes

2.1. *Pendiente Media del Cauce Principal y Pendiente Media de la Cuenca*: en la medida

con la cual el valor de ambos parámetros se incrementa, mayor será la posibilidad de generar crecidas, debido a que la capacidad de arrastre de sedimentos y la velocidad del caudal en caso de tormentas se incrementa en las cuencas con mayor pendiente, una situación diferente cuando ambos valores son bajos ya que en este caso los picos de crecidas serán menos violentos (Delgadillo, 2015).

- 2.2. *Pendiente Media de la Cuenca*: es calculada por el método de Albord (Guevara, 1991; Ruiz, 2001), la cual emplea la siguiente fórmula:

$$Sc = \left(\frac{\sum li * eq}{A} \right) 100$$

Donde "Sc" es la pendiente media de la cuenca, "Σli" y corresponde a la sumatoria de todas las longitudes de las curvas de nivel en Km y "eq" representa la equidistancia entre curvas en Km. En este caso el resultado es 0.98, éste al ser comparado con la tabla 3 (Pérez, 1979) nos indica que se trata de un terreno llano, el cual difícilmente generará crecidas violentas.

Tabla 3. Característica cualitativa del relieve de una cuenca de acuerdo a su pendiente

Pendiente media (%)	Terrenos
0-2	Llano
2-5	Suave
5-10	Accidentado medio
10-15	Accidentado
15-25	Fuertemente accidentado
25-50	Escarpado
>50	Muy escarpado

- 2.3. *Pendiente Media del Cauce Principal*: para la obtención de este último parámetro se utiliza las fórmulas:

$$S = \sum DV/DH * 100$$

ó

$$S = \sum \Delta hi / \Delta li * 100$$

Donde "DV" es la distancia vertical en metros, "DH" es la distancia horizontal en metros, "Δhi" es el desnivel en metros y "Δli" es la distancia horizontal en metros; siendo 3.17 el resultado para esta cuenca, cuyo resultado está basado en los datos obtenidos de la tabla 4, en donde se aprecian el perfil longitudinal de la subcuenca.

Este resultado de S = 3.17 indica que no es un valor excesivamente distante de cero y demuestra que definitivamente las posibilidades de que la cuenca genere crecidas con picos violentos son muy escasas.

Como dato adicional se presenta la tabla 5, que muestra algunas características de la red de drenaje de la subcuenca de la quebrada Las Abras.

Tabla 4. Cálculo de la pendiente media de la cuenca

Cotas	Progresivas	Δhi (m)	Δli (m)	S(%)
3292	0+000	0		
3228	0+602	602	64	602
3197	1+676	1676	31	1074
3166	3+147	3145	31	1469
3135	4+476	4476	31	1331
3104	5+374	5374	31	898
3073	6+446	6446	31	1072
3042	7+476	7476	31	1030
3011	8+258	8258	31	782
2980	9+349	9349	31	1091
2949	10+549	10549	31	1200
2918	11+477	11477	31	928
2887	12+390	12390	31	913
2856	13+370	13370	31	980
2825	14+711	14711	31	1341
		Σ	467	14711
				3,17

3. Prospección geofísica

La cuenca hidrográfica geológicamente está formada por materiales volcánicos, volcánico sedimentarios y aluviales del cuaternario. Geofísicamente, estos estratos están representados con valores de resistividad eléctrica de 180 a 400 ohmios metro, cuando están secos, sin embargo, cuando son humedecidos o han alcanzado la saturación, los valores de resistividad eléctrica pueden bajar hasta 80 ohm-m.

Como resultado de la prospección geofísica se observó que las aguas que discurren sobre la quebrada Las Abras saturan y sobre saturan a las litologías volcánicas superiores. En el perfil geofísico, también se observó que a setenta metros de profundidad las aguas de saturación se incorporan a la napa freática local, alimentando de esta forma los acuíferos subterráneos.

Conclusiones

El factor de forma Rf=0.22 evaluado en la cuenca de la quebrada Las Abras, indica una forma alargada que es ratificada por: el coeficiente de circulación de Miller Cc=0.17; el coeficiente de compacidad Kc=2.40; y una relación de bifurcación Rbu=5. Además, la pendiente del cauce principal (S=3.17) es baja, confirmando que la respuesta hidrológica de la cuenca es lenta.

Las características fisiográficas, evaluación cartográfica y valores morfométricos indican que las aguas infiltradas alcanzan los niveles freáticos profundos, alimentan los mantos acuíferos

Tabla 5. Características de la red de drenaje principal

Órdenes de los cauces (u)	Número de orden (Nu)	Longitud de los cauces $\sum l_i$, u (Km)	Relación de bifurcación (Rbu)	Longitud promedio de los cauces de orden U. lu (Km)	Densidad de drenaje Dd
1	16	29,39	8,00	1,84	
2	2	1,2	2,00	0,60	
3	1	14,7		14,70	0,98
	19	45,29	5,00		

subterráneos y que es una cuenca en estado de madurez y equilibrio.

La prospección geofísica indica que los estratos superficiales con humedad baja (10%-20%) tienen valores de resistividades eléctricas de 180 a 400 ohmios metro; y que los estratos profundos con humedad de 70% hasta la saturación total, tienen resistividades de 80 a 140 ohm-m.

La geofísica determinó que las aguas superficiales de la quebrada Las Abras saturan y sobresaturan las litologías volcánicas; y que, a 70 metros de profundidad, las aguas de saturación se incorporan a la napa freática local, alimentando los acuíferos subterráneos.

La metodología expuesta es utilizable en estudios ambientales de evaluación matemática, hidrográfica e hidrológica de cuencas; y estimar la susceptibilidad de los acuíferos subterráneos ante caudales superficiales contaminados. En consecuencia, permite proyectar el manejo integral de una cuenca hidrográfica considerando su morfometría, los procesos asociados a caudales superficiales y la infiltración e hidráulica de los acuíferos.

Referencias

Chow, V., D. Maidment y L. Mays. 1994. Hidrología aplicada. Bogotá, Colombia: McGraw Hill.
 Delgado, A. 2008. Plan de desarrollo urbano del municipio Antonio Pino Salinas bajo el enfoque de gestión de riesgo.

Caracterización de la cuenca del valle de Mocoties. Mérida, Venezuela: Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)- Fundación para la Prevención de los Riesgos del estado de Mérida (FUNDAPRIS).
 Delgado, A. 2015. Web del Profesor. Recuperado de <http://www.webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/MORFOMETR%CDA%20DE%20CUENCAS.pdf>
 Campo, A. 2011. Morfometría fluvial aplicada a una cuenca urbana en Ingeniero White, República Argentina. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rig/article/view/31006/41990>.
 Doffo, N., González y G. Bonorino. 2005. Caracterización morfométrica de la cuenca alta del arroyo Las Lajas, Córdoba: Un análisis estadístico, Revista de la Asociación Geológica Argentina, v.60, n.1.
 Guevara, E. 1991. Hidrología: una introducción a la ciencia hidrológica aplicada. Valencia-Venezuela: Universidad de Carabobo.
 Horton, R. E. y A. N. Strahler. 1964. Quantitative Geomorphology.
 Instituto Geográfico Militar. 2015. Cartografía de Libre Acceso. Obtenido de <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/>
 JICA. 2006. Diseño básico del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas para la provincia de Chimborazo. Riobamba: Japan Internacional Cooperation Agency y Embajada del Japón en Ecuador.
 Pérez, J. 1979. Fundamentos del Ciclo Hidrológico. Caracas-Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Departamento de Meteorología e Hidrología.
 Ruiz, J. 2001. Hidrología; evolución y visión sistémica, la morfometría de cuenca como aplicación. Barinas, Venezuela: UNELLEZ.
 Universidad Politécnica de Cataluña. 2015. UPCommons, Portal de coneixement obert de la UPC. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6231/07.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

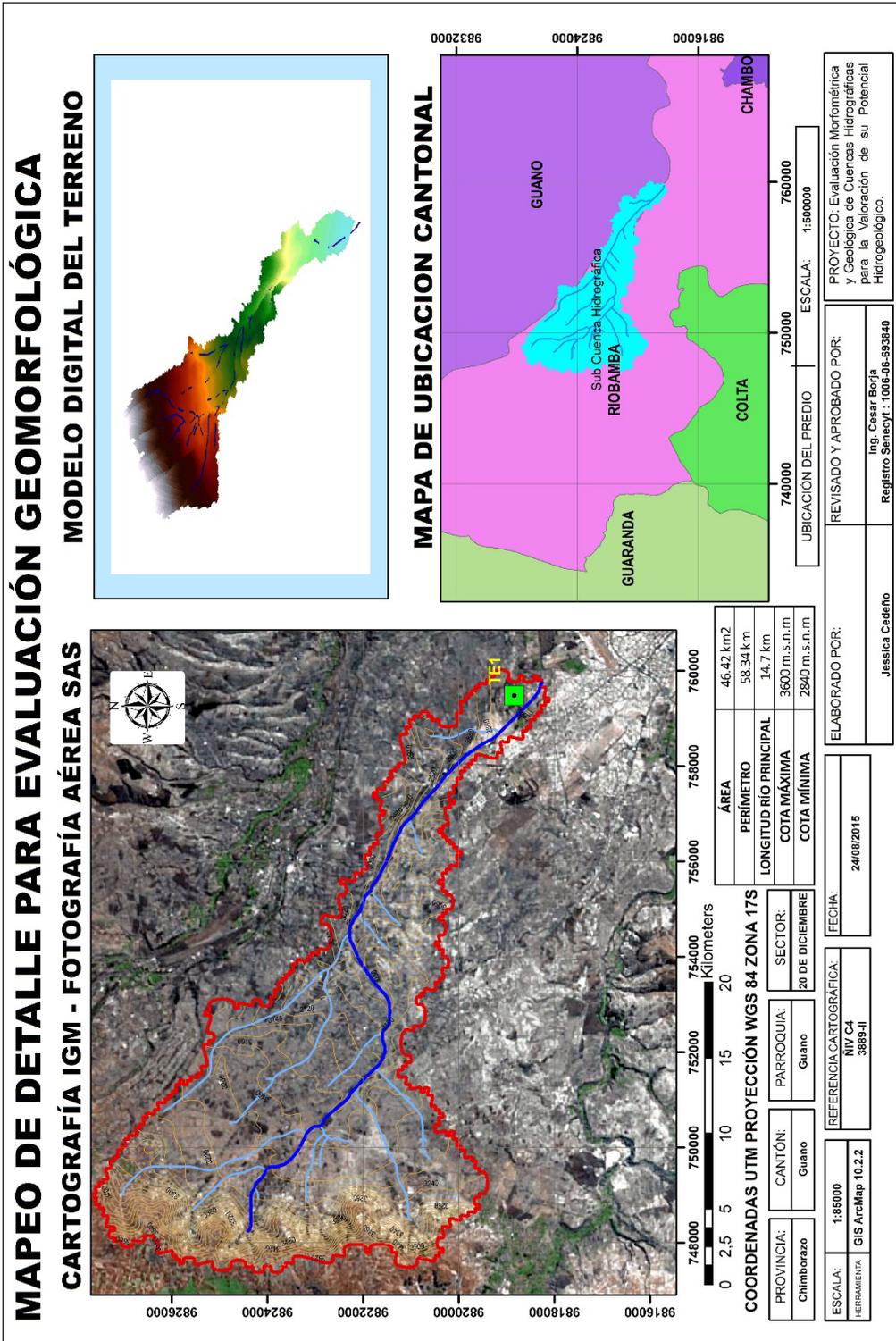


Figura 1.- Mapa de análisis cartográfico y delimitación de la cuenca hidrográfica para cálculo de parámetros geomorfológicos.

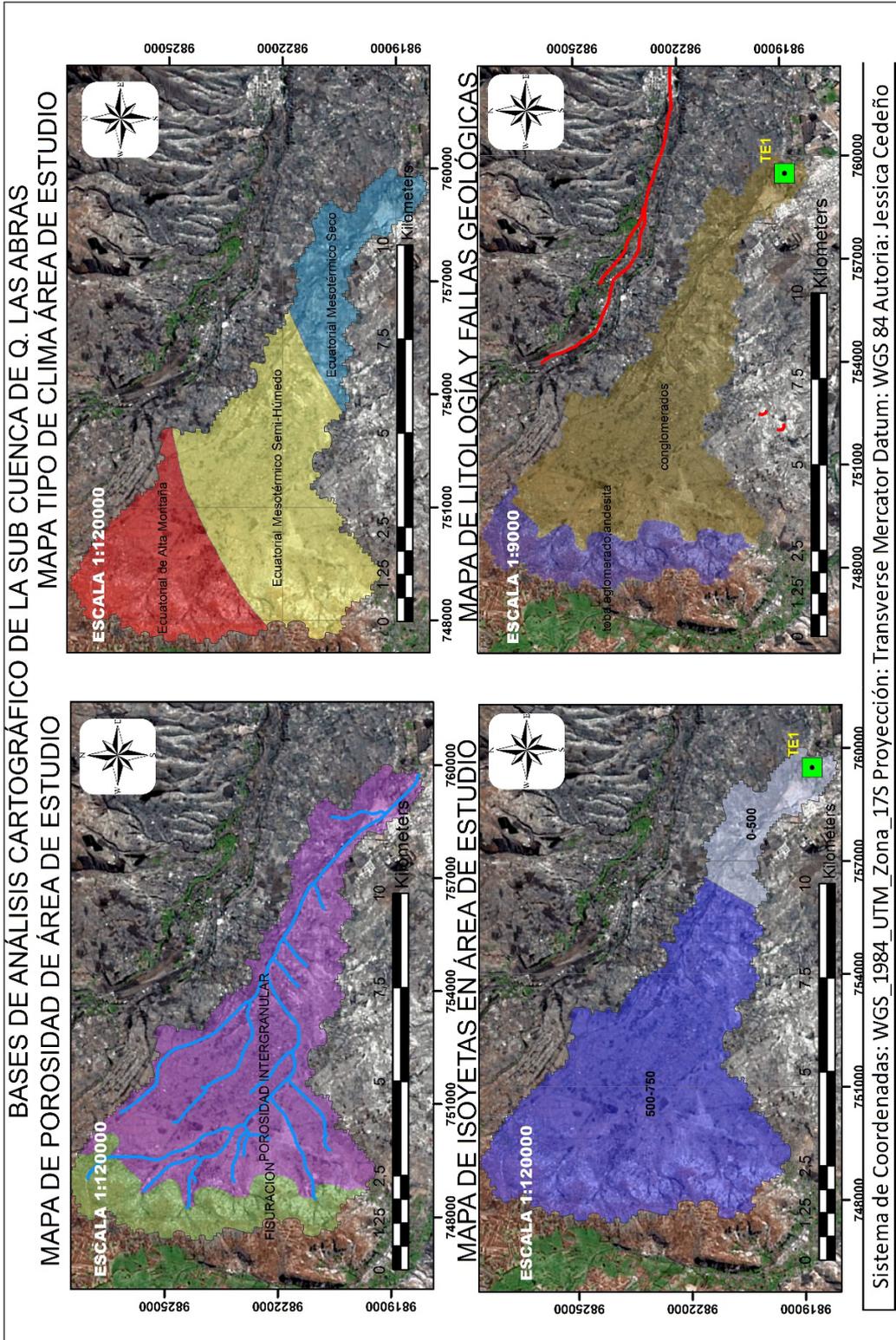


Figura 2.- Mapa de análisis geo-ambiental para la determinación de parámetros de evaluación morfométricos de la sub-cuenca.

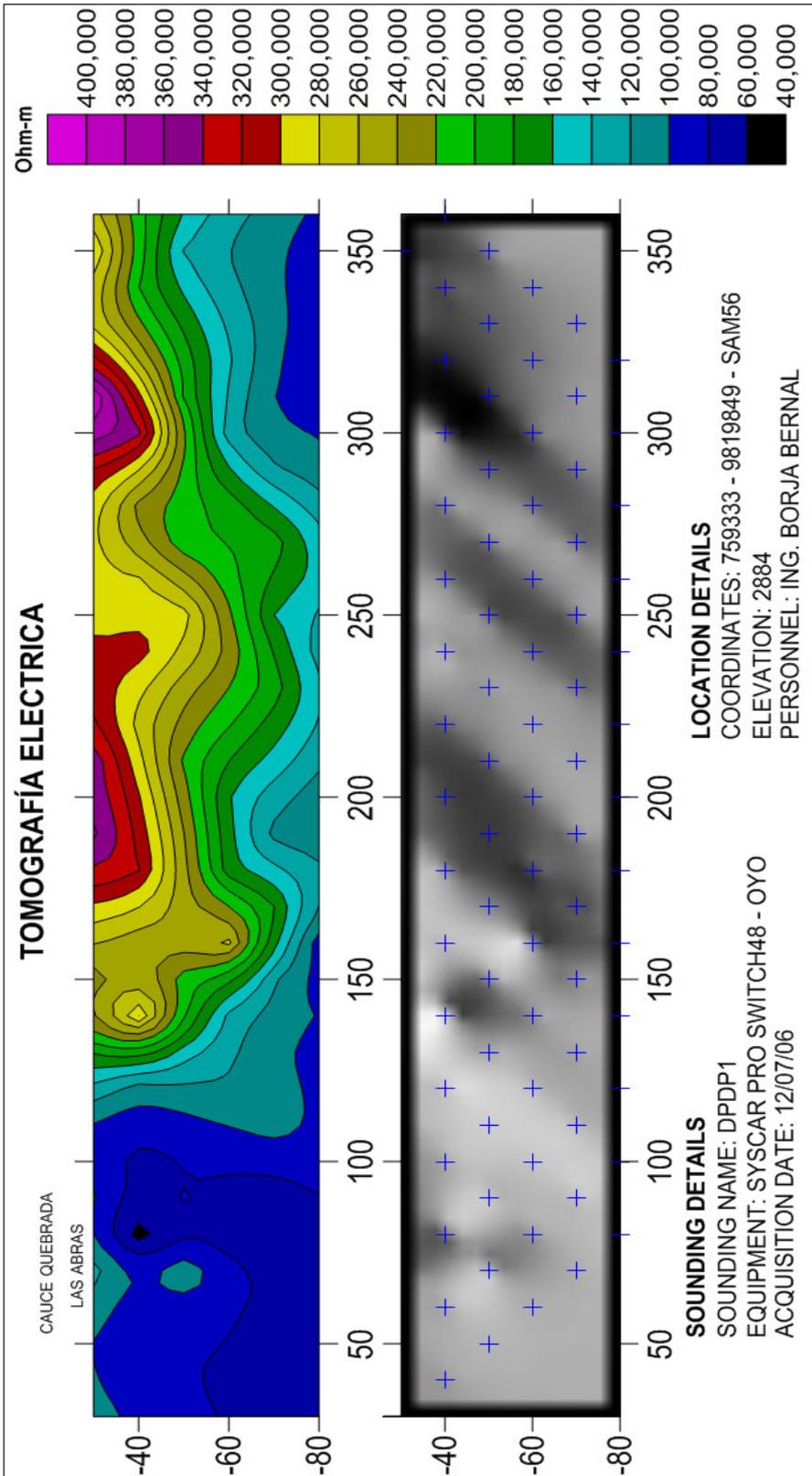


Figura 3.- Perfil geofísico de la zona de interés donde se encuentra asentada la comunidad 20 de diciembre.

La Industria de los Biocombustibles y su Efecto en el Desarrollo Nacional (Ecuador)

A The Biofuel industry and its Effect on National Development (Ecuador)

Honorio Morán-Coello^{1,*} & Alejandro Gallardo-Campoverde²

¹*Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Teléf.: 04 2330513. 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. Teléf.: 04 2832228. E-mail: alejandrogc58@outlook.com*

Recibido 24 de octubre 2015; recibido en forma revisada 27 de octubre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponible en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

Un problema principal que enfrenta el mundo actual es suplir la demanda energética para la sociedad global del siglo XXI, sobre todo pendiente por que se desarrolle de forma sustentable y amigable con el medio ambiente. En este contexto surge el uso de energías alternativas, entre ellas la de los biocombustibles, hoy que Ecuador camina hacia la diversificación de la matriz energética, buscando dinamizar su matriz productiva.

De allí el objetivo de esta investigación al revisar, analizar y discutir una serie de documentación técnica, económica y socio-ambiental disponible, a fin de contar con mayor información respecto al efecto que genera la agroindustria de los biocombustibles en el desarrollo del Ecuador.

En el Ecuador desde hace más de una década tanto el gremio de cañicultores, palmicultores como el de agro-industriales y el estado, buscan consensuar respecto al avance en biocombustibles, toda vez que se insiste en mejorar la agro-industria de la cadena productiva tanto de la caña de azúcar para el bioetanol, como de la palma aceitera para el biodiesel.

No obstante los avances en lo agro-técnico, existe aparente escepticismo, toda vez que falta por ejemplo, mayor propagación de cultivos energéticos como la caña de azúcar a fin de satisfacer la demanda nacional de bioetanol que se requiere para generar una mezcla de hasta el 10%.

Palabras clave: Biocombustibles, cultivos energéticos, energías alternativas, medio ambiente.

Abstract

One of main problems that face the world is meeting the high energy demands of modern industrialized global society of the XXI century; especially by ensuring that they are developed in a sustainable and friendly way with the environment. In this context the use of alternative energies, including biofuels, today that Ecuador walks towards the diversification of the energy matrix, looking energize your productive matrix.

The is aim of this research to review, analyze and discuss a number of technical, economic and social-environmental documentation, in order to have more information regarding the effect that generates the biofuels agroindustry in the development of the Ecuador.

In the Ecuador for more than one decade both the guild of sugar cane farming, oil palm such as the agro-industrial and the State, seek consensus regarding progress in biofuels, all time that is insists in improve the agroindustry of the chain productive both of the cane of sugar for the bioethanol, as the palm oil to the biodiesel.

Despite advances in technical agro, there is apparent skepticism, given that failure for example, further spread of energy crops such as sugarcane in order to meet the demand national of bioethanol that is required to generate a blend of up to 10%.

Keywords: Alternative energies, biofuels, energy crops work, environment.

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



Introducción

Esta investigación consiste en una revisión de literatura de artículos académicos, reportes de Instituciones, libros y publicaciones de revistas académicas sobre la situación nacional de la Agroindustria de los Biocombustibles y tendencias mundiales respecto a fuentes de energía renovables; además utiliza base de datos de libre disponibilidad en temas energéticos y sus aspectos relacionados a efectos (impactos) en el desarrollo del país, tanto en lo económico, social y ambiental.

Cabe destacar el análisis y discusión que ha merecido la revisión de una serie de documentos propuestos por varios autores en la última década alusivos a la temática, tales como:

El enfoque de Ecuador como país Andino que realiza Cárdenas (2007), en el artículo *La Sustentabilidad en el Uso de Biocombustibles: Un Reto de Análisis, Decisiones y Equilibrio*.

La producción de azúcar y/o etanol más eficiente, experimentado por la agroindustria de la caña de azúcar en América Latina y el Caribe, que señala Seixas (2007), en el documento *Atlas de la agro energía y los biocombustibles en las Américas*.

Los impactos potenciales que el aumento en la demanda por biocombustibles pudiera tener en la estructura agraria, analizados por consultores de CEPAL (2007), en: *Biocombustibles y su impacto potencial en la estructura agraria, precios y empleo en América Latina*.

La Caña de Azúcar como Cultivo Energético para la Producción de Bioetanol desde la Perspectiva Ambiental, Económica y Social en el Ecuador, que establece que se puede producir biocombustibles (bioetanol), con plantas procesadoras, a partir de cultivos energéticos (caña de azúcar) cultivables en Ecuador (Gallardo, 2008).

Las mejores prácticas de implementación de programas de producción y uso de biocombustibles en base a la experiencia, las dificultades, y los éxitos logrados por los diferentes países de la región, son considerados por ARPEL e IICA (2009), en el *Manual de Biocombustibles*.

Una breve descripción de las principales materias primas de origen agrícola, que corresponden a tecnologías de primera generación, utilizadas para la producción de biocombustibles en el Ecuador, presenta Domínguez (2011), en el artículo *Biocombustibles: Hacia una Industria Cero-Desechos*.

Lo que menciona Castro (2011), en el libro: *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*, en cuyas conclusiones cita que: Una opción técnicamente viable en el corto plazo en energía para el transporte por ejemplo, son los biocombustibles de primera

generación, mismos que deberían ser subsidiados en la medida que persista el subsidio a los derivados del petróleo, a fin de que sean competitivos.

Finalmente, un amplio análisis de los biocombustibles de primera y segunda generación; los impactos ambientales y sociales de los mismos en el Ecuador, son presentados en el artículo *Reflexiones en torno al desarrollo de los biocombustibles en Ecuador* (Castro, 2012).

En vista de que el objetivo general del presente trabajo consiste en realizar un análisis a la industria de los biocombustibles y su efecto en el desarrollo nacional; esta investigación hace énfasis en la caña de azúcar como cultivo energético debido al posicionamiento logrado, dada la infraestructura con que actualmente cuenta la Industria Azucarera y Alcohólica del país; sin desmerecer otras como la palma aceitera en la producción de biodiesel.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Esta comprende tres de las regiones geográficas del Ecuador; Costa, Sierra y Amazonía; no obstante la importancia de cada una de estas zonas, esta investigación hace énfasis en el área de influencia de la cuenca baja del río Guayas, donde en la actualidad se desarrolla el 94.4% de la agroindustria de la cadena agro productiva de la caña de azúcar, incluyendo entre sus derivados el bioetanol (Banco Central del Ecuador, 2015).

Otras áreas de importancia son las provincias de Los Ríos, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se desarrolla la agroindustria de la palma aceitera para la producción del biodiesel.

Los datos e información técnica presentados en esta investigación, resultan de estudios realizados como muestreos, investigaciones, trabajos interinstitucionales, y sobre todo la experiencia de actores que día a día de forma empírica y técnica se han dedicado a esta actividad por más de 30 años en el Ecuador, adquiriendo a la vez gran experiencia en este campo.

Evidencia Empírica

En base a la visita técnica de campo realizada el 17 junio de 2015, se pudo auscultar y verificar con el sector industrial (Ingenios), proveedores de la materia prima (cañicultores) y personal técnico del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de la Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE), los siguientes aspectos, figura 1.

Efecto Social

Al respecto resalta:

El rol de la UNCE como impulsora en el país en el uso de los biocombustibles, la labor gremial, científica



Figura 1. Personal técnico de Ingenio ECUDOS (A), Cañicultores en proceso de capacitación (B), Inspección de cultivos de caña de azúcar (C), Laboratorio de Biotecnología de UNCE (D).

y tecnológica en el sector cañicultor agrícola, al generar plazas de trabajo evitando la migración figura 2 (A y B).

Además siempre resaltará la lucha por el sistema de comercialización indexado, logrado a través del acuerdo ministerial N° 251 del Ministerio de Agricultura y Ganadería de junio de 1988, el cual estableció el sistema de fijación del precio base de la tonelada métrica de caña de azúcar en pie con 13° de sacarosa, determinada en guarapo primario en desmenuzadora (molino), en base a un porcentaje de participación sobre el precio oficial que esté vigente para los 50 kg de azúcar a nivel de ingenio.

Matemáticamente el sistema de comercialización indexado se expresa, según ecuaciones [1] y [2].

En cuanto a su labor científica, destaca la creación del Centro Nacional de Investigaciones y desarrollo de la caña de azúcar, sustentado por los cañicultores, sin ayuda gubernamental ni de ONG's alguna, figura 2 (C y D).

El rol del Estado en el uso de energía alternativa a través de biocombustibles. Mismo que empieza a tomar cuerpo a partir del artículo 67 del reglamento

sustitutivo del reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador, expedido mediante Decreto Ejecutivo N° 1215, publicado en el R.O. N° 265, de febrero del 2001, "que determina que se preferirá y fomentará la producción y uso de aditivos oxigenados, tal como el etanol anhidro, a partir de materia prima renovable".

Siendo:

Y = precio de tonelada métrica en pie.

X = precio vigente de saco de 50 kg de azúcar a nivel Ingenio

G = grado de sacarosa incluyendo fracción medido a través de polarímetro

Se tiene:

$$Y = X_1 + X_2 * X_3$$

$$Y = 75\%X + 3.3\%X_1 * (G - 13)$$

$$Y = 0.75X + 0.033(0.75X) * (G - 13)$$

$$Y = 0.75X[1 + 0.033 * (G - 13)] \text{ si } G > 13^\circ \text{ sacarosa [1]}$$

$$Y = 0.75X \text{ si } G \leq 13^\circ \text{ sacarosa [2]}$$

Decreto Ejecutivo N° 2332, publicado en el R. O. N° 482 de diciembre de 2004, e impulsado por la UNCE, "declarándose de interés nacional la producción, comercialización y uso de biocarburantes como



Figura 2. Primera reunión de Consejo Consultivo de Biocombustibles en sede de UNCE (A); Proyecto 2KR (semilla de alta calidad genética) (B); Visita a laboratorio de Biotecnología de UNCE (C) y Parcela demostrativa con semilla mejorada (D).

componente en la formulación de los combustibles que se consumen en el país, así como la producción agrícola destinada a la preparación de biocarburantes”.

Como se describe en el Decreto, es a partir de la creación y conformación del Consejo Consultivo de Biocombustibles de la Presidencia de la República, cuya primera reunión se llevó a cabo el 7 de abril de 2005 en la sede de UNCE, en el Cantón El Triunfo, Provincia del Guayas.

El Decreto Ejecutivo N°. 146, publicado en el R. O. N° 39 del 12 de marzo de 2007, “cuya reforma entre otras cosas a más de omitir en la conformación del Consejo Nacional de Biocombustibles al Presidente de la UNCE o su delegado, establece que los delegados del sector privado asistirán a las sesiones del Consejo con derecho de voz pero no de voto”, es decir con carácter excluyente.

Efecto Ambiental

Ecuador al ser signatario del protocolo de Kioto, aún vigente, ha considerado no solo ratificarlo, si no ser consecuente con: la reducción del efecto invernadero, la reducción de la lluvia ácida y la disminución de emisiones del sector transporte, al acelerar como política energética, el uso de los biocombustibles, en este caso el etanol, obtenido de la caña de azúcar que cuenta con aspectos de interés para la conservación del medio ambiente.

En cuanto al rol de los biocombustibles en la matriz energética, es a partir de la década de 1990 en que se empieza a tomar en consideración los principales problemas medioambientales asociados al empleo de energía. Por ello el interés de conocer las principales características y problemáticas de las fuentes energéticas renovables y no renovables.

Tabla 1. Muestra una matriz energética que agrupa las principales fuentes de energía.

FUENTES DE ENERGIA	
No renovables	Renovables
*Carbón	Solar
*Petróleo	Eólica
*Gas Natural	Hidráulica
*Compuestos bituminosos y *arenas asfálticas	Biomasa y RSU
Nuclear	Energía del mar

* Combustibles fósiles

Considerando que el consumo energético mundial al 2014 se situó en torno a los 13,600 Mtep / año, que se estima crecerá por encima de los 14,000 Mtep / año durante los próximos 5 años y que el incremento de una población actual de alrededor de 7,365 millones de habitantes, lleva implícito un aumento en el consumo de los recursos no renovables, hace que con

mayor razón se incremente el uso de biocombustibles, provenientes de cultivos energéticos, fortaleciendo la demanda de energías renovables.

Desde la crisis del petróleo de 1973 hasta el día de hoy, la dependencia mundial hacia los combustibles fósiles se mantiene (a seguido aumentando) en términos relativos en un 80% de la energía primaria.

Los únicos indicios de cambio aparente han sido una ligera disminución de la contribución relativa a favor del gas natural y en cuanto al uso de energías renovables, el incremento de estas es lento 15%, a pesar de un notorio empleo de bioetanol a nivel mundial ocurrido desde el 2006 prácticamente, ver Tabla 2.

Se ha considerado a manera de comparación la matriz energética del Ecuador con las matrices energéticas mundial y de Brasil, puesto que, en la actualidad, el 85% de la producción mundial de bioetanol lo copan los Estados Unidos a partir del maíz 56.3% y Brasil a partir de la caña de azúcar 28.7%; otros países como Francia lo hacen a partir de remolacha; en Colombia por ejemplo se produce 1.5 millones de litros de etanol diarios a partir de caña de azúcar.

Con respecto al consumo, las proyecciones de la demanda mundial de los biocombustibles para el año 2015 fue aproximadamente 98 mil millones de litros de bioetanol, (Gomide, 2006) y (Maluenda, 2015).

En relación al ordenamiento territorial, fijando y estimando áreas de siembra, forma parte indisoluble de la gestión ambiental y respalda de manera directa las acciones orientadas al desarrollo sostenible que día a día impulsa la UNCE, (UNCE, 2006).

En la actualidad, el país cuenta con aproximadamente 95,000 ha de cultivo de caña de azúcar, que produce más de 10.5 millones de sacos de 50 kg de azúcar anualmente, siendo el consumo interno aproximadamente 9.75 millones de sacos; lo cual implica que existe un pequeño excedente. A su vez existen aproximadamente 50,000 ha de caña de azúcar cultivadas en todo el territorio nacional para la producción de otros derivados como panela, mieles, aguardiente, confites y caña fruta.

El mapa territorial, figura 3, muestra las zonas donde se estima nuevas siembras del cultivo energético caña de azúcar, tanto para la producción azucarera como de otros derivados incluido el bioetanol, y el mapa de zonificación figura 4, indica las provincias que producirán la mayor cantidad de etanol y biodiesel.

Resultados

El mejoramiento de plántulas por propagación *in vitro* con mayor rendimiento y alta calidad fitosanitaria, desde lo biotecnológico y entomológico.

Biocombustibles

El objetivo ha sido, promover la introducción de tecnología en la producción agrícola ecuatoriana,

a efecto de mejorar los rendimientos, mediante la producción de semillas de alta calidad genética y fitosanitaria.

UNCE en los últimos 10 años, se ha dedicado a la multiplicación de plantas de caña de azúcar por vía biotecnológica, utilizando “el método de cultivos de tejido”. Que consiste en multiplicar partes aisladas de plantas (meristemas, hojas primordiales, entre otros) en medios de cultivos sintéticos, permitiendo así el desarrollo completo de una nueva planta o callos.

Actualmente el Centro de Investigación cuenta con 15 prototipos de variedades en el campo para su adaptación y pruebas, sobresaliendo de entre ellas:

Tabla 2. Matriz energética mundial 2013

TIPOS DE ENERGIA	%	Mtep
ENERGIAS NO RENOVABLES		
Petróleo y derivados	31.0	4,216.00
Gas natural	21.0	2,856.00
Carbón mineral	29.0	3,944.00
Uranio y derivados	5.0	680.00
SUBTOTAL NO RENOVABLES	86.0	11,696.00
ENERGIAS RENOVABLES		
Hidráulica y Eléctrica	2.6	353.60
Leña y Carbón vegetal	8.6	1,169.60
Bioetanol (de caña de azúcar)	1.3	176.80
Otras energías (geotérmica, solar, eólica, etc).	1.5	204.00
SUBTOTAL RENOVABLES	14.0	1,904.00
TOTAL	100.0	13,600.00

Fuente: Agencia Internacional de la Energía (WEO 2013)

Tabla 3. Matriz energética Brasileira 2014

TIPOS DE ENERGIA	%	Mtep
ENERGIAS NO RENOVABLES		
Petróleo y derivados	39.5	120.71
Gas natural	13.7	41.87
Carbón mineral	5.9	18.03
Uranio y derivados	1.5	4.58
SUBTOTAL NO RENOVABLES	60.6	185.19
ENERGIAS RENOVABLES		
Hidráulica y Eléctrica	11.6	35.45
Leña y Carbón vegetal	8.1	24.75
Bioetanol (de caña de azúcar)	15.7	47.98
Otras energías (geotérmica, solar, eólica, etc).	4.0	12.23
SUBTOTAL RENOVABLES	39.4	120.41
TOTAL	100.0	305.60

Fuente: Empresa de Pesquisa energética-EPE, Ministerio de Minas e Energia-MME.Brasil.2014

Por tanto, cuando se disponga de mayor producción nacional de etanol, la mezcla sería 10% etanol y 90% naftas con mejores beneficios económicos, ambientales y sociales, figura 5.

La disponibilidad territorial de áreas de siembra, para nuevos cultivos energéticos de caña de azúcar, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería, se encuentran situadas a lo largo de las tres regiones.

El universo de cañicultores está compuesto: 80% por pequeños productores hasta 50 ha; 15% por medianos en un rango de 50 ha a 200 ha y 5% por grandes con más de 200 ha.

Así mismo la tenencia de la tierra ocupada con cultivos de caña de azúcar para su proceso de industrialización, se encuentra actualmente distribuida en la siguiente proporción: 54% sector agro-industrial y 46% sector cañicultores.

Los nuevos cultivos de caña de azúcar para la producción de bioetanol, se distribuirán en el país, por regiones: Costa 72%, Sierra 20% y Amazonía 8%. Estas 60,000 ha, corresponden a lo que fueron: cultivos permanentes como huertas viejas de cacao, bananeras abandonadas, tierras en barbechos o rastros, pastizales cultivados en desuso por falta de pastoreo, pastos naturales.

Es importante que, a más de la disponibilidad territorial de áreas de siembra, exista también la disponibilidad de otros recursos y usos como son los hídricos (el agua) para riego de los cultivos (UNCE, 2006).

Discusión

Se menciona que actualmente existen menos grupos y organizaciones que se oponen al desarrollo del

programa de biocombustibles, ya que sus argumentos y preocupaciones no tienen asidero porque en este caso, Ecuador es excedentario en la producción cañera y azucarera anual en más de 1'500,000 (un millón quinientos mil) sacos de azúcar.

Esta es una de las razones por la cual se exporta a varios mercados y el Ecuador desde hace muchos años, después de haber superado la crisis de las décadas de los 70' y 80' respecto a la producción deficitaria y precios injustos, no conoce la escasez de este producto; por consiguiente, cuenta con suficientes terrenos según el III Censo Nacional Agropecuario (2003), para desarrollar nuevos cultivos energéticos dedicados a la producción de biocombustibles sin afectar bosques o ecosistemas.

Actualmente, de la producción del bioetanol a nivel mundial (figura 6), se usa: 75.6% como biocombustible; 13.8% a nivel industrial y 10.6% en bebidas, notándose un drástico incremento en el empleo como biocombustible a partir del año 2002.

A sí mismo, la escasez y el alza internacional en los precios de los aceites vegetales incluidos el de palma, ha desencadenado en un problema global del desarrollo. La demanda de aceite de palma a nivel mundial crece por diversas razones: la creciente demanda por aceites combustibles de los consumidores en China e India y, los subsidios occidentales para la producción de biocombustibles.

En fin, todo esto porque la demanda supera a la oferta. Por ejemplo, el proyecto de biodiesel a nivel nacional para mezclar 5% de biodiesel, requiere aproximadamente de 225,000 Tm/año, lo cual implicaría que los industriales no exporten su excedente, sino que lo vendan en el país; pero el actual precio internacional para tal propósito es superior al que se pretende fijar para la compra local, lo cual aleja

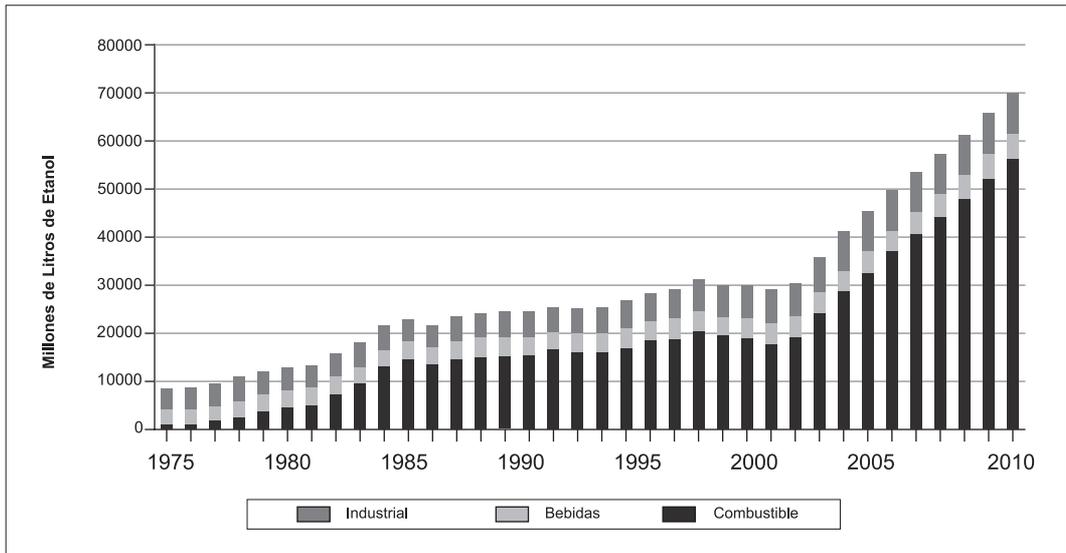


Figura 6. Tipos de producción de etanol a nivel mundial. Fuente: Universidad de Buenos Aires, octubre 2013

Tabla 5. Rendimiento de biodiesel en diferentes cultivos energéticos / ha

HIGUERILLA	GIRASOL	SOYA	PALMA	ALGODÓN
PRODUCTIVIDAD DE LAS CULTURAS				
1,500 kg/ha	1,500 kg/ha	3,000 kg/ha	20,000 kg/ha	3,000 kg/ha
CONTENIDO DE ACEITE VEGETAL				
47%	42%	18%	20%	15%
PRODUCTIVIDAD DE ACEITE VEGETAL (kg/ha)				
705	630	540	4,000	450
PRODUCCION DE BRASIL EN EL 2005 m³/año				
90,000	23,000	5,600,000	151,000	315,000

Tabla 6. Rendimiento de bioetanol en diversos cultivos energéticos / ha

CULTIVOS	RENDIMIENTO DE ALCOHOL (L/Tm)	RENDIMIENTO DE CULTIVO (Tm/ha)	PRODUCTIVIDAD ALCOHOL (L/ha)
CAÑA	70.0	75.0	5,250.0
YUCA	180.0	20.0	3,600.0
UVAS	130.0	25.0	3,250.0
SORGO AZUCARADO	86.0	35.0	3,010.0
PAPAS	110.0	25.0	2,750.0
MAIZ	370.0	6.0	2,220.0
ARROZ	430.0	2.5	1,075.0
TRIGO (ALTO RDTO)	350.0	3.0	1,050.0
CEBADA	250.0	2.5	625.0
TRIGO (ALTO RDTO)	340.0	1.5	510.0
BANANO	120.0	2.16	259.2

la posibilidad de que el plan sea actualmente factible en el Ecuador y, por ende no se desarrolle aún, salvo si se sigue subsidiando. Mientras tanto se está probando y experimentando con otros cultivos como: el piñón e higuierilla en la provincia de Manabí.

De la comparación de resultados con otros cultivos energéticos, se desprende la Tabla 3. Respecto a los bioalcoholes: de la gama de cultivos energéticos que sirven como materia prima para producir alcohol, se observa que la caña de azúcar es el más oicionado por cuanto su rendimiento de Tm/ha es mayor que los comparados y aunque por tonelada se ha estimado una producción promedio de 70 L/Tm, su productividad es la mayor (5,250 L/ha), superando en orden a los cultivos como la yuca 3,600 L/ha, uvas 3,250 L/ha y maíz 2,220 L/ha, Tabla 4.

Una diferencia notoria entre producir etanol a partir de cereales y maíz versus caña de azúcar es que en los primeros su producción es continua, mientras que en la caña de azúcar es más factible en épocas de zafra o en ausencia de lluvias, pero sus costos de producción notablemente varían, al punto que el litro de etanol producido a base de cereales es 3 veces mayor que

el promedio de producción de uno a base de caña de azúcar que oscila entre 0.26 - 0.42 dólares/litro.

Conclusiones

- Cuando la totalidad se aproxime a 200,000 ha dedicadas al cultivo de caña de azúcar, incluyendo (para azúcar, otros derivados y biocombustibles), se estará utilizando solo el 1.55% del total de suelo agropecuario y apenas el 0.07% del total del territorio nacional.
- La producción de bioetanol para el plan piloto de formulación y comercialización de gasolina extra con etanol anhidro (Ecopaís) que se encuentra en marcha en la ciudad de Guayaquil a partir de enero del 2010, requiere disponer de 8 ha de caña/día, ≈ 3,000 ha/año. Por tanto, el plan nacional, requiere disponer de 161.2 ha/día ≈ 60,000 ha/año para una demanda proyectada al 2016 de 18'500,000 bbl/año de gasolinas, con una mezcla del 10% etanol anhidro (1'850,000 bbl/año), lo que implica 805,738 L/día.
- Los egresos de divisas por importación de naftas de alto octano, cada vez son mayores, por la

demanda interna de combustibles y por el precio internacional de los derivados del petróleo.

Recomendaciones

- Para que la producción de biocombustibles, incluyendo el bioetanol proveniente de cultivos energéticos y en cuyos casos su materia prima sirve para generar alimentos de consumo humano, es necesario que los países productores generen excedentes, de suerte que el consumo local no quede desabastecido y por lo tanto no genere impacto en la población y producción.
- Urge un ordenamiento territorial, ante el hecho de contar con suelos agrícolas subutilizados, a fin de optimizar las superficies de terrenos y así poder contar con suelos para desarrollar nuevos cultivos energéticos dedicados a la producción de biocombustibles, sin afectar áreas como: bosques, ecosistemas.
- Al incrementarse 60,000 ha para cumplir con el programa de bioetanol, se generarían aproximadamente 250,000 plazas de trabajo, evitando así el abandono del campo en sus áreas rurales, frenando la migración fuera de las fronteras, y por consiguiente fomentando la agroindustria.
- Ante un limitado marco legal existente a falta de una ley de biocombustibles para el Ecuador que permita normar y regular, la producción, comercialización y uso de biocarburantes en el país, se sugiere trabajar en la ejecución y puesta en práctica de la misma desde la Asamblea Nacional, a fin de que los actores: proveedores de materia prima, industriales alcoholeros y/o el Estado satisfagan sus intereses por este tipo de mercado.
- Para que la producción que generan los cultivos tradicionales, por ejemplo a nivel de la provincia del Guayas (arroz, maíz, banano, mango, caña de azúcar), no se vean afectados por la producción de los cultivos energéticos (caña de azúcar, yuca, palma aceitera, piñón), simplemente los primeros deben generar excedentes o abastecer el consumo humano y los segundos, más allá de que aprovechan cierta infraestructura con que cuenta la zona, a utilizar nuevas áreas de suelos desocupados o subutilizados sin apartarse de las condiciones bioclimáticas que estos requieren para su eficiente desarrollo productivo.
- Finalmente para que la comunidad reaccione positivamente ante el uso de los biocombustibles (bioetanol) a partir de caña de azúcar u otros, no intentar excluirla, debe estar involucrada desde los inicios de los proyectos participando a través de espacios que ella tiene, tales como: de opinión, costumbres culturales,

trabajo ocupacional, reactivación económica, agroturismo, niveles asociativos, salud, entre otros, más aún cuando el Plan del Buen Vivir lo exige desde la Constitución de la República del Ecuador.

Referencias

- Agencia Internacional de la Energía (WEO 2013). *Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria*. Recuperado de <http://www.iea.org/>
- Arellano, A. (2013). *Multiplificación de plantas por vía biotecnológica*. UNCE. El Triunfo, Ecuador.
- ARPEL-IICA (2009). *Manual de biocombustibles*. Montevideo, Uruguay y San José, Costa Rica.
- Cárdenas, H. (2007). *La Sustentabilidad en el Uso de Biocombustibles: Un reto de análisis, decisiones y equilibrio*. Quito, Ecuador.
- Castro, M. (2011). *Hacia una matriz diversificada en Ecuador*. Quito: CEDA-Integraf
- Castro, M. (2012). *Reflexiones en torno al desarrollo de los biocombustibles en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- CINCAE (2014). *Informe anual 2014*. Recuperado de <http://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/Informe-Anual-2014.pdf>. El Triunfo, Ecuador.
- Domínguez, J. (2011). *Biocombustibles: Hacia una Industria Cero-Desechos*. Guayaquil, Ecuador.
- Duffey, A. (2011). *Estudio regional sobre economía de los biocombustibles (GTZ-CEPAL)*. Santiago, Chile.
- Empresa de Pesquisa Energética EPE (2014). *Matriz energética Brasileira*. Recuperado de <http://www.epe.gov.br/>
- Gallardo, A. (2008). *La caña de azúcar como cultivo energético para la producción de bioetanol desde la perspectiva ambiental, económica y social en el Ecuador*. Tesis de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales, Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Gomide, R. (2014). Com. Per. *Política nacional de biocombustibles: Reunión de CASA sobre Biocombustibles y la Perspectiva Socio-Ambiental*. Fortaleza, Brasil. 40p
- González, M. (2007). *Los biocombustibles opción energética de los tiempos actuales*. Conferencia: Colegio de Ingenieros Agrónomos del Guayas. Guayaquil, Ecuador. 61p.
- González, M. (2008). *Ayuda memoria Programa Biocombustibles - Proyecto Piloto Guayaquil*. Consejo Nacional de Biocombustibles. Guayaquil, Ecuador. 4p.
- Maluenda, M. (2015). *Máximo histórico para el bioetanol 2015*. Recuperado de <http://www.agrodigital.com/Documentos/etanolv15.pdf>
- Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (2015). *Matriz energética del Ecuador*. Recuperado de <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/>
- ProEcuador & MAGAP, (2013). *Zonificación de provincias realizado por el MAGAP con mayor producción de etanol y biodiesel*. Recuperado de <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/.../06/.../Biocombustibles.pdf>
- Ramírez, C. (2007). *Producción de moscas benéficas para el control biológico del barrenador de la caña (diatraea saccharalis)*. UNCE laboratorio de entomología. El Triunfo, Ecuador.
- Razo, C., Astete, S., Saucedo, A. y Ludeña, C. (2007). *Biocombustibles y su Impacto Potencial en la Estructura Agraria, Precios y Empleo en América Latina*. Santiago, Chile.
- Reunión de la Comunidad Sudamericana de Naciones CASA. (2006). *Sobre biocombustibles desde la perspectiva socio ambiental: Política nacional de biocombustibles*. Ministerio de Minas y Energía. Fortaleza, Brasil. 45p.
- Salazar, J. (2010). *Factores ambientales tecnológicos y económicos en la producción de etanol carburante*. Conversatorio: Colegio Regional de Ingenieros Químicos del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 50p.

Seixas, M. (2007). *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: etanol*. San José: IICA.

Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador UNCE (2006). 200 millones de litros de etanol requiere el Ecuador. *El Universo*, año 85 (164): 3A.

Universidad de Buenos Aires (2013). *Producción mundial de etanol*. Recuperado de http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_6/etanol.htm

UPME (2009). *Biocombustibles en Colombia*. Bogotá, Colombia: UPME.

Análisis de la Situación de la APA y Propuestas de un Plan de Acción para el Cantón La Troncal, Provincia del Cañar-Ecuador

Analysis of the PEC Situation y Proposals of an Action Plan for La Troncal County, Cañar Province, Ecuador

Alejandro Gallardo-Campoverde^{1,*} & Honorio Morán-Coello²

¹Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador. Teléf.: 04 2832228.

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

Teléf.: 04 2330513. E-mail: honorio.moranc@ug.edu.ec; honoriomoran@hotmail.com

Recibido 23 de octubre 2015; recibido en forma revisada 3 de noviembre 2015, aceptado 14 de noviembre 2015
Disponible en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

El cantón La Troncal se encuentra en un lugar estratégico de integración eco-regional costa-sierra, siendo un punto de confluencia vulnerable en cuanto al cuidado de su manejo ambiental y de la salud de su población. La población de La Troncal a pesar de su crecimiento económico asimétrico, padece de falencias en su desarrollo sustentable incluyendo en ello a su sistema de salud y buenas prácticas en cuidado del medioambiente. Las falencias detectadas en la Atención Primaria de Salud (APS) y la Atención Primaria Ambiental (APA), muestran que se debe generar empoderamiento que permita dar un giro en salud respecto al modelo obsoleto de medicalización por uno basado en prevención - promoción y APS pasando por una APA, que logre el bienestar de la comunidad frente a un futuro más humano y holístico.

Palabras clave: Atención Primaria Ambiental (APA), Atención Primaria de Salud (APS), Desarrollo sustentable, Cantón La Troncal.

Abstract

La Troncal County is found in a strategic place of coast-highland eco-regional integration; being a vulnerable point in terms of its environmental care and its population's health care. The population of La Troncal despite of its asymmetric economic growth; suffers from flaws in its sustainable development including its health care systems and good practices of environmental care. The flaws detected in Primary Health Care (PHC) and Primary Environmental Care (PEC), show which it should generate empowerment that allows a turn in health care from the obsolete medication model to one based on prevention - promotion and PHC together with PEC, that achieves wellness of the community facing a more humane a holistic future.

Keywords: County Primary Environmental Care (PEC), Primary Health Care (PHC), sustainable development, La Troncal.

Introducción

El presente trabajo, enfoca lo crítico y/o positivo de la realidad ecuatoriana en lo concerniente al cantón La Troncal, provincia del Cañar, respecto a temáticas como: salud pública, epidemiología (análisis de la situación de la salud ASIS), Atención Primaria de Salud (APS) y Atención Primaria Ambiental (APA) respectivamente; no sin antes haber consultado textos, documentos, información visual-escrita,

encuestas; a más de un Diseño Metodológico de Investigación, en el que se muestra como objetivos generales: 1) Analizar la situación de la APA en el cantón La Troncal; y, 2) proponer un plan de acción mediante un trazado estratégico de salud que integre las diferentes Instituciones y organismos prestadores de servicios de salud del cantón.

Esta objetividad hace que la investigación planteada no se aparte del propósito central ya que la correlación

* Correspondencia del autor:
E-mail: alejandrogc58@outlook.com



de sus objetivos solo busca a través del análisis de la APA del cantón La Troncal, mostrar propuestas de un Plan de Acción para mejorar la salud en el cantón.

Características Generales del área de estudio

El cantón La Troncal pertenece a la provincia del Cañar, región 6 centro-sur del Ecuador, con una extensión de 346,7 Km², se encuentra ubicado en el extremo oeste de la provincia a la cual pertenece, posee una parroquia urbana y dos parroquias rurales.

Espacio físico-geográfico del área de estudio

1. Clima y Temperatura: El clima se caracteriza por ser de tipo cálido y húmedo, lo que caracteriza un promedio de temperatura de 24,6 °C. (mínima: 20,9 °C. y máxima: 29,2 °C.).
2. Hidrología: Estas tierras se encuentran bañadas por 2 importantes micro cuencas, las de los ríos Bulubulu y Cañar, la micro cuenca del río Cañar está conformada por: Los ríos Tigsay y Patul con los esteros Zhucay y Pogyos respectivamente, la microcuenca del río Bulubulu está conformada por: El río Yanayacu y los esteros Azul, Victoria y Burcados.
3. Edafología y usos del suelo: Los suelos se caracterizan por ser de tipo franco-arenosos, franco-arcillosos, arenosos y de tipo ferruginosos. El suelo actualmente está ocupado por cultivos tropicales, pastos, bosques, plantaciones forestales, caña de azúcar, bosques naturales, cultivos de ciclo corto, banano, cultivos de cacao, cítricos, café y el área urbana.

Materiales y Métodos

Para realizar este trabajo de investigación se estructuró una metodología de trabajo, que consistió en un diagnóstico, para lo cual se establecieron las diferentes etapas de la investigación (Rodríguez, Betancourt, y Purizaca, 2008):

1. Diagnóstico.
2. Recolección de la información: Esta fue de carácter cuantitativo y cualitativo.
3. Proceso de Sistematización e Interpretación.
4. Trazado estratégico de mejoramiento de la salud para el cantón La Troncal.

Resultados y Discusión

Análisis

Servicios de salud

1. Información de los hospitales
En la elaboración del análisis de la situación de salud (ASIS), se realizó una caracterización de los hospitales del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y del Ministerio de Salud Pública (MSP) a fin de determinar la capacidad de respuesta para satisfacer los problemas y necesidades de salud de la población en estas instituciones que son el complemento de la

estrategia de la APS. (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2012).

Entre los principales problemas hospitalarios identificados están: La falta de hospitales en el cantón La Troncal; insuficiencia de tecnología médica en áreas priorizadas de los hospitales; inadecuado proceso de planificación estratégica y operacional; deficiente e insuficiente cultura de la calidad; ausencia de una cultura científica, docente e investigativa; insuficiente trabajo del área epidemiológica (deficiente monitoreo de bioseguridad como de vigilancia epidemiológica de infecciones intrahospitalaria y hospitalarias); y, los esporádicos recursos para prevenir, planificar, evaluar la gestión y sus resultados (Betancourt, 2011).

2. Información de los sub-centros de salud.
En la elaboración del análisis de la situación de salud, se realizó un diagnóstico de la organización de los servicios de salud; donde los establecimientos (sub-centros) y el nivel de organización y funcionamiento determina la capacidad de respuesta para satisfacer los problemas y necesidades de salud de la población, siendo un elemento importante en la aplicación de la estrategia de la APS (Soria & Iturralde, 2007).

Entre los principales problemas identificados en los sub-centros de salud están: El predominio del enfoque asistencialista como modelo de atención a la salud de la población, ausente aún a la concepción de la APS surgida en Alma - Ata, URSS (1978); la atención de urgencia tiene dificultades por falta de disponibilidad de personal, mobiliario e insumos; existen dificultades en la disponibilidad de biológicos y la cadena de frío que comprometen las coberturas de inmunización, uno de los logros en la prevención de la salud sobre todo en la población infantil; aproximadamente el 50% de los establecimientos estudiados requieren mantenimiento o inversión en su infraestructura; es insuficiente la aplicación de la gestión y control de la calidad de los servicios de salud por parte de la gerencia de los sub-centros de salud estudiados; y, se tiene ínfima participación en docencia de pregrado y prácticamente ninguna en docencia de postgrado y en las investigaciones (Apolo & Salinas, 2013).

Salud Ambiental

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón La troncal (2011) se identifican los siguientes aspectos:

1. Inundaciones: El cantón La Troncal, sus parroquias y comunidades o barrios, han sido afectados periódicamente por este fenómeno. Tal es el caso de Cochancay que ha sufrido

inundaciones a causa del fenómeno de “El Niño” en diferentes períodos: 1982-1983 y el último en 1997-1998.

2. Deslizamientos: En las elevaciones denominadas Rircay en Cochancay en el extremo sur este del centro urbano se producen deslizamientos, erosionándose el suelo cuyas pendientes son superiores al 50%, estos deslizamientos son producidos por la pérdida de la cubierta vegetal en suelos frágiles como consecuencia del avance de la frontera agrícola; la construcción de obras civiles y la minería entre otras.
3. Contaminación del aire: Existe en la población de La Troncal y su parroquias rurales, la percepción de que la calidad del aire que se respira en esta circunscripción está siendo alterada debido a varias causas, las cuales han sido puestas de manifiesto en los diferentes talleres y remarcadas en el propio Plan de Desarrollo cantonal así como en varios estudios de diagnóstico ambiental.

Por ejemplo en el Plan de Desarrollo del cantón La Troncal (2011) se dice:

“El aire cantonal está afectado por: Gases de automotores, emisiones industriales, ceniza de los canteros, quema de desechos sólidos, actividades comerciales en el cantón, fumigaciones aéreas en banano. El 61% de basura es recolectada (29 Tn/día) y 4,55 Tn/día queda abandonada; el botadero es a cielo abierto”. Las industrias (Ingenio La Troncal ECUDOS S.A., y Producargo), las empresas bananeras, arroceras contaminan el aire afectando especialmente a la población urbana vulnerable del cantón. Fumigaciones aéreas y el uso de plásticos en el cultivo de banano. “Quema de los canteros previo a la cosecha, generan emisiones de gases y partículas de ceniza”.

Estas fuentes reales de contaminación del aire, caso Ingenio E cudos y Producargo, son perfectamente visualizadas y percibidas por la población que habita este Cantón; no obstante, son pocas o casi ninguna las gestiones que se han hecho para mitigarlas, tanto por las autoridades como por los propios generadores. La gestión social reivindicativa ha estado casi ausente, teniendo poco peso específico en las respuestas.

4. Contaminación de suelos: Desde la perspectiva ambiental, los monocultivos de caña de azúcar, banano y arroz fomentan el empobrecimiento del suelo por la continua absorción de los nutrientes, incapacitándolo con el tiempo para proporcionar la cantidad suficiente de macro y micro nutrientes, lo que induce a la compensación de este déficit mediante la fertilización, que puede alterar el pH del suelo y disminuir el contenido de humus, dada la tendencia generalizada de utilizar fertilizantes minerales a cambio de

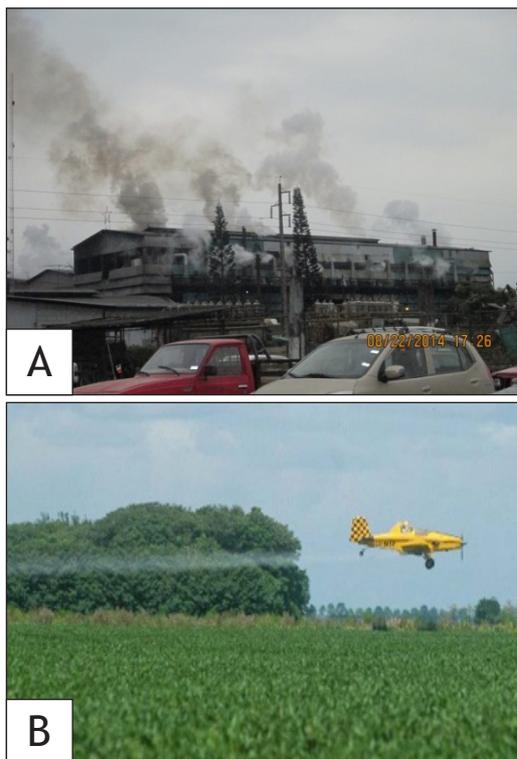


Figura 1. Emisiones de gases Ingenio ECUDOS (A), atomizaciones aéreas en cultivos (B). Fuente: Realizado por Gallardo, A. y Morán, H., agosto 2014.

abonos orgánicos. Las prácticas agrícolas no adecuadas, también perjudican al suelo porque facilitan los procesos erosivos capaces de llegar a impedir cualquier actividad socio-productiva, por pérdida de suelos o por deformación de superficies, siendo la erosión de tipo hídrica la más frecuente.

Diagnóstico social participativo (ambiente-riesgo)

Ver tabla 1.

Resultados del análisis participativo

El análisis participativo es un componente del diagnóstico social participativo analizado en el cantón La Troncal sobre la situación de salud; para su exploración se diseñó un estudio cualitativo participativo utilizando técnicas de entrevistas semi-estructuradas y a profundidad para los informantes claves como el Alcalde, los funcionarios del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM), los funcionarios de salud tanto del MSP - Hospital Cantonal “Darío Machuca Palacios” - Sub-centros de salud, como del IESS - Hospital Centro de Atención Ambulatoria 304 IESS - Dispensarios de salud del Seguro Social Campesino “Grupo de trabajo del Cañar”, el Presidente y miembros del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de la parroquia Pancho Negro, perteneciente al cantón La Troncal, y

Tabla 1. Enfoque de FODA a la APA del cantón La Troncal

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
1	La Troncal forma parte de 2 cuencas hidrográficas (Cañar y Bulubulu).	1	El agua usada para: consumo, producción agropecuaria, industrial (Ingenio E cud os, Producargo, bananeras) está contaminada y contaminando a esteros y ríos locales.
2	El cantón dispone de agua superficial y subterránea para uso humano, producción agropecuaria, industrial y recreativa.	2	Débil presencia de organizaciones públicas, privadas y no gubernamentales para la conservación ambiental; existen actores que se dedican únicamente a usar y administrar el recurso agua.
3	El clima es tropical y subtropical húmedo con contenido de O ₂ mayor a la región sierra y de temperatura agradable	3	La población, autoridades y entidades públicas y privadas desconoce la legislación ambiental y si conocen no cumplen. Los niveles de confrontación son altos no así los niveles de concertación de propuestas ambientales.
4	Existe vegetación en remanentes de bosques secundarios y plantaciones forestales y frutales que forman un paisaje verde.	4	Bosques y vegetación nativa junto con animales mamíferos, aves, reptiles e insectos nativos se encuentran en proceso de extinción.
5	Los suelos son planos, profundos, francos, arcillosos, arenosos y fértiles.	5	Las técnicas y prácticas ancestrales de manejo de suelo, agua y vegetación está en proceso avanzado de desaparición.
6	Territorialmente se encuentra en lugar estratégico de integración eco regional costa-sierra.		
OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
1	Mercados para la comercialización de la producción de frutas y cultivos tropicales.	1	Los desastres naturales (inundaciones, deslaves, sequías, sismo y desertificación) serán fuertes y frecuentes a nivel cantonal y regional.
2	Experiencias técnicas y metodológicas para el manejo y aprovechamiento del agua. Posibilidad de elaborar, ejecutar y negociar proyectos participativos para la gestión equitativa del recurso.	2	Desconfianza de sistemas financieros, mercados, gobierno central y organismos no gubernamentales respecto a la dolarización en este proceso de cambio estructural que vive el Ecuador.
3	Interés de turistas locales, regionales e internacionales (Cañar, Suscal, El Tambo, Azogues, Azuay, Guayas, USA y Europa) para visitar y recrearse.	3	Se eleva el nivel de confrontación, protestas sin propuestas de concertación participativas, conflicto limítrofe de actores (caso El Piedrero).
4	Experiencia y asesoramiento técnico en planificación y manejo integral de desechos sólidos (relleno sanitario). Casos Cuenca y otros.	4	Deterioro ecológico y enfermedades desconocidas en sectores vulnerables (ancianos, niños y mujeres).
5	Inversión, líneas de créditos financieros para una producción integral limpia (caso biocombustibles-bioetanol a partir de caña de azúcar).	5	Mercados agropecuarios de frutas y cultivos tropicales pierden el interés de comercializar especialmente los exportables debido a sistemas arancelarios.
6	Generar energía hidroeléctrica para la región (caso represa hidroeléctrica Ocaña) a 10 km del cantón.	6	Suelos desertificados tóxicos, aguas subterráneas contaminadas, enfermedades cancerígenas.



Figura 2. Entrevista al Alcalde del cantón La Troncal (A), entrevista al Presidente Junta Parroquial de Pancho Negro (B).

los representantes de la comunidad que conforman los diferentes recintos del cantón La Troncal.

La muestra escogida fue de 150 encuestados, considerando las siguientes localidades: La Troncal, Pancho Negro, La Puntilla, Cochancay, Manuel de Jesús Calle, El Piedrero, San Luis y San Isidro; Todo esto a efecto de volver lo suficientemente sólidos los conceptos y estructura de la APA, cubriendo con criterio de selección en base a concentración de población.

La distribución de los tipos de técnicas empleadas y los lugares donde se realizó el trabajo se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2. Total de grupos focales

LOCALIDAD	GRUPOS FOCALES		Entrevista
	Población	Prestadores	
La Troncal	5	2	20
Pancho Negro	3	1	10
La Puntilla	2	1	10
Cochancay	1	1	10
M. de J. Calle	1	1	10
El Piedrero	1	1	5
San Luis	1	1	5
San Isidro	1	1	10
TOTAL	15	9	80

Resultados

Las entrevistas se cumplieron según lo programado, incluyendo las categorías cualitativas objeto de análisis; también se sistematizó los datos cualitativos tomados de diferentes estratos de personas y funcionarios, tantas autoridades del sector de la salud y la comunidad, sobresaliendo los siguientes resultados:

Problemas de salud:

- Falta de agua potable y alcantarillado.
- Malos hábitos alimenticios.
- Falta de programas educativos y preventivos.
- Exceso de alcohol.
- Contaminación ambiental por polución.
- Enfermedades metabólicas (hipertensión arterial HTA, diabetes).
- Desnutrición.
- Enfermedades infecto-contagiosas.

Necesidades de salud

- Falta de infraestructura hospitalaria (maternidad, pediatría y traumatología).
- Incremento de médicos especialistas en centros de salud.
- Fortalecimiento de la APS (prevención - promoción).
- Centro de atención ambulatoria.
- Saneamiento ambiental y espacios saludables

para actividad física segura.

- Manejo de desechos sólidos y hospitalarios.
- Agendamiento de citas médicas a corto plazo.
- Falta de medicamentos.

Respuesta de los servicios de salud a los problemas y necesidades de salud de la población.

- No necesariamente se da a pesar de ser un mandato constitucional Art. 32.
- No fomentan el cuidado de la vida del ser humano, especialmente el de las zonas rurales que es el más vulnerable incluyendo los niños.
- Deberían entender que todo comienza con una buena salud, a fin de poder realizar todas las actividades.
- A veces son miopes y no entienden que un pueblo sano genera mayores rendimientos en lo escolar, subsistencia y producción.
- Deberían garantizar los derechos a la salud que tiene cada ciudadano de manera integral.

Lo que deben hacer los Gobiernos municipales y provinciales para mejorar la salud de la población.

- Prevenir la contaminación ambiental del agua, aire y suelo.
- Buen manejo, bioseguridad e industrialización de los desechos contaminantes (sólidos, líquidos y gaseosos).
- Potencialización de la APS en todos los Centros y Sub-centros de salud.
- Campañas de educación y sociabilización en parroquias y recintos del cantón respecto a temas de salubridad, cuidado del ambiente y calidad de vida.
- Dotación de agua potable y alcantarillado a población urbana y rural del cantón
- Programa de planificación familiar, control de embarazo precoz, educación ambiental y prevención de enfermedades de transmisión sexual (ETS).
- Difusión de programas de prevención de enfermedades que a la vez inculquen un mejor estilo de vida a la población.
- Control de corrales y criaderos de animales.
- Programas de protección y prevención de riesgos de trabajo en todas las Instituciones públicas y privadas.
- Control de inundaciones y riesgos.
- Contrarrestar los focos infecciosos que generan epidemias.

Lo que deben hacer las Instituciones de salud para mejorar la salud de la población.

- Crear brigadas domiciliarias de atención en salud (la familia).
- Organizar concientización en el cuidado de la salud en coordinación con las Juntas Parroquiales.
- Elaborar programas educativos para prevenir enfermedades en la población.
- Realizar un control nutricional de los alimentos.
- Actualizar el FODA hospitalario.
- Atender con calidad, calidez, sin discriminación a la población.

- Proveer de una atención al sector rural en un horario más prolongado (24 horas al día)
- Trabajar en equipo con epidemiología para evitar propagación de vectores.
- Escuchar las sugerencias de los usuarios a fin de mejorar la atención en salud
- Repotenciar recursos materiales y humanos existentes.
- Generar estabilidad en prestadores de servicios de salud.
- Mejorar la cartera de servicios.
- Crear unidades hospitalarias para descongestionar las existentes.
- Disminuir trámites burocráticos en las consultas.

Lo que debe hacer la población para mejorar su propia salud

- Adoptar urgente una cultura social y alimentaria a fin de evitar enfermedades.
- Dejar el sedentarismo y utilizar medios de transporte alternativo a fin de evitar problemas de contaminación y salud.
- Disminuir la inequidad en todas sus manifestaciones (la pobreza).
- Realizar actividad física saludable.
- Practicar normas de buena higiene en casa.
- Evitar la auto-medicación.

Conclusiones

- La prevención de la contaminación ambiental de elementos fundamentales para la existencia de la especie humana como el agua, aire y suelo, sigue en espera ante la apatía de entes reguladores de control y actores involucrados en su propia supervivencia, que parecería no importarles esta temática hasta sufrir consecuencias catastróficas.
- Enfocando más la salubridad, se percibe que cabe la re-potencialización de la APS en todos los Centros y Sub-centros de salud del cantón La Troncal; así como el dotar de la infraestructura y complemento para un buen servicio básico

de agua potable y alcantarillado a la población urbana y rural del cantón.

Recomendaciones

- La presencia en el cantón La Troncal de brigadas domiciliarias de atención en salud a la familia.
- Organizar y emprender una drástica concientización en el cuidado de la salud en coordinación con las Juntas Parroquiales (Pancho Negro y Manuel de Jesús Calle).
- Establecer las acciones prioritarias a partir de los principales problemas y necesidades de salud que han sido detectados mediante el diagnóstico social participativo, mismo que es de utilidad para la elaboración de propuestas de un plan de acción para la aplicación de las buenas prácticas de la APA en el cantón La Troncal, con énfasis en la APS de la población Troncaleña a fin de que disponga de una mejor calidad de vida.

Referencias

- Apolo, R. y Salinas, V. (2013). Sistema de Salud a Domicilio en el Cantón La Troncal bajo la Modalidad de Prepago. Tesis de Maestría en Gerencia en Servicios de la Salud, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Betancourt, Z. (2011). La construcción de salud en el Ecuador desde los movimientos sociales, aproximaciones iniciales. Quito, Ecuador.
- Conferencia Internacional (1978). Sobre Atención Primaria de Salud. Alma-Ata, URSS.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2012). Programas: Atención Integral del Sistema Nacional de Salud. Recuperado el 25 de agosto de 2014, de <http://www.salud.gob.ec/>.
- Municipio del Cantón La Troncal (2011). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón La Troncal 2011-2017. Tomo I, 30.
- Rodríguez, H., Betancourt, R. y Purizaca, M. (2008). La salud en Piura. Universidad Nacional de Piura, Perú: MALISA S.A.
- Soria, P. & Iturralde, E. (2007). Diagnóstico de leishmaniasis mucocutánea en los subcentros de salud de Zhucay y Voluntad de Dios, parroquias rurales del Cantón La Troncal, Provincia del Cañar-Ecuador. [Versión electrónica]. Revista Medicina de Hoy, julio-diciembre 23, (2).

Plan Piloto Para El Manejo de Desechos Sólidos Reciclables del Barrio Simón Bolívar del Cantón Echeandía

Pilot Plan For Recyclable Solid Waste Management Of Simon Bolivar
Neighborhood within Echeandía

Cinthyá Franco^{1,*}, Wilson Pozo Guerrero²
& José Antepará Basurto³

¹ Estudiante de Pregrado de la Escuela de Ciencias Geológicas y Ambientales, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.

² Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, +59304434927 59399897538; wpozog@gye.satnet.net

³ Docente de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, +593992430975; jose.anteparab@ug.edu.ec

Recibido 28 de octubre 2015; recibido en forma revisada 7 de diciembre 2015, aceptado 18 de diciembre 2015
Disponible en línea 31 de diciembre 2015

Resumen

Se realizó el trabajo para contribuir a la preservación del medio ambiente, ejecutando el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, en la Municipalidad de Echeandía, desde un abordaje socio-ambiental con lineamientos del método científico. De las muestras colectadas de desechos, se obtuvo información real de la cantidad y tipo de residuos que generan en el área de estudio, los datos son: el 48% de los residuos generados son plásticos, el 38% papel y cartón, vidrio 10% y metales 4%, el segundo muestreo confirma. En el caso de residuos orgánicos no están presentes por que los utilizan para crianza de animales. Los desechos per-cápita son 3.4 Kg /habitante/día. El Plan piloto disminuyó la cantidad del volumen de residuos generados a diario, con la capacitando a la comunidad se obtuvo la sensibilización ambiental, y así se utilizaron estos productos para el reciclaje los mismos que generan ingresos a la Municipalidad de Echeandía.

Palabras claves: Sensibilización ambiental, Reciclaje de materiales, Tratamiento de residuos.

Abstract

The work has done for environmental conservation, doing the right management of urban solid waste in the Echeandía's Municipality, from a socio-environmental approach with guidelines of the scientific method. Based on waste samples collected real information on the amount and type of waste generated was obtained, data obtained is: 48% of waste generated is plastics, paper and cardboard 38%, 10% glass and 4% metals, a second sampling data obtained confirm it. Organic waste is not present because it is used for animal breeding. The per-capita waste is 3.4 kg / inhabitant / day. The pilot plan reduces the volume of waste generated daily; environmental awareness was obtained with community training, so these products were used for recycling and generated revenue for Echeandía Municipality.

Keywords: NT Environmental awareness, UF Recycling materials, RT Waste treatment.

Introducción

Los Residuos Sólidos Urbanos son un gran problema para los municipios y genera enormes gastos y reciben poca atención (Bhide & Sundersan, 1983). La reducción o minimización de los residuos sólidos urbanos es definida como cualquier técnica, proceso o actividad que evite, elimine o reduzca un desecho desde su fuente u origen (Paul, 1998). La reducción de residuos es a la vez para ambiental económicamente

beneficioso tanto para la sociedad en su conjunto como para las empresas y la comunidad. (Williams, 2005).

La clasificación y la reducción de los Residuos sólidos urbanos es cada vez más importante y necesaria para cualquier país debido al incremento poblacional, el aumento de la urbanización sin control lo que ha ocasionado un aumento de la basura en los municipios y provoca costos sociales y económicos altos para

* Correspondencia del autor:
E-mail: cinthya19_cjr@hotmail.com



su recolección, manejo y disposición final (Berthier, 1983)

El inconveniente de los desechos sólidos es de mucha importancia en la ciudad de Echeandía, se constituye un problema debido a la insalubridad, la contaminación y enfermedades que se puedan derivar de este. Por otra parte los desechos reciclados antes de llevarlos al botadero a cielo abierto son fuente de materias primas y generación de recursos económicos.

Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló siguiendo los principios del método científico, con los métodos teóricos y empírico; del empírico: la observación, descripción y medición con los valores, aplicar el inductivo-deductivo. Como instrumentos para conocer criterios de los usuarios a través de las encuestas, la que ayudó en el análisis del problema del sector estudiado y comprender las causas del manejo ineficiente de los residuos sólidos urbanos.

Determinación de la Muestra:

Selección de la Muestra

Una vez tomada la decisión de realizar el Plan piloto para el manejo de desechos sólidos reciclables del Barrio Simón Bolívar del Cantón Echeandía, se inició la investigación.

Para realizar la medición de las encuestas se calculó el tamaño de la muestra de acuerdo a la siguiente fórmula: (Durán., 2009).

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde

n= es el tamaño de la muestra

N= tamaño de la población (150)

σ = Desviación estándar de la población (0,5)

Z= Valor obtenido mediante niveles de confianza (95% = 1,96)

e= Límite aceptable de error muestral (9%=0,09)

$$n = \frac{150 \cdot 0,5^2 \cdot (1,96^2)}{(96-1)0,09^2 + 0,5^2 \cdot 1,96^2} = 84$$

Proyección de la Población para el proceso de muestreo de los residuos generados en los hogares de la comunidad estudiada.

Previo a determinar el tamaño muestral, se toma como referencia el Censo de Población y Vivienda INEC.

Fórmula:

$$pt+n = pt(1+tca) n$$

Donde:

Pt = Población anual

n= número de años proyectados

tca= tasa de crecimiento anual

Número de = $\frac{\text{Población total proyectada del municipio}}{\text{Promedio de habitantes por viviendas}}$

Número de viviendas = $150/3 = 50$

El muestreo se lo realizó pasando dos días.

El número de viviendas recolectadas es de 50 según el resultado obtenido anteriormente.

Cálculo de la Densidad:

Los residuos pesados anteriormente de acuerdo al tipo, fueron colocados en un recipiente, se midió la altura a donde llega la basura, y se realiza la diferencia del peso del recipiente con el peso de los desechos, obteniendo estos datos se realizó el cálculo del volumen de los residuos.

$$D = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volúmen que ocupa el material}}$$

Cálculo del Volumen:

Se lo realizara con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\text{Peso del tipo de residuo (kg)}}{\text{Densidad (kg/m}^3\text{)}}$$

Producción per/cápita:

Se realizará la estimación de la producción total de residuos sólidos en determinada zona. (Durán., 2009)

Se Pesa cada Funda empleando dos balanzas, una de 5kg y otra de 20kg. Se anotó los datos en la tabla respectiva.

Una vez que se tenía los pesos totales de las muestras, se hizo un promedio para calcular la producción per cápita de los residuos sólidos:

$$PPC = \frac{\text{peso (kg.hab.día)}}{\text{número de muestras del sector}}$$

Sensibilización ambiental

Capacitación de casa en casa con información del proyecto y folletos de educación ambiental, los temas a tratar son: Residuos sólidos urbanos y su correcta disposición final, las tres R (Reducir, Reusar, Reciclar).

Resultados y discusión

El trabajo define los entregables o resultados son:

Encuestas aplicadas a los habitantes de la comunidad del barrio Simón Bolívar del cantón Echeandía. Es el instrumento para el cumpliendo con el **Objetivo específico 1: Contar con una adecuada separación y control de los RSU desde la fuente, para contribuir en la disminución de los residuos sólidos depositados en el Botadero de basura.**

Con los antecedentes mencionados, se realizó una encuesta dirigida a nuestro sector estudiado, para identificar el problema de la falta de conciencia ambiental al momento de generar residuos en el hogar y la disposición final que le dan a sus desechos.

El levantamiento de las encuestas se las realizó a la comunidad directamente en sus hogares. Expresamos en esta descripción las preguntas significativas e importantes saltando en número las que no tuvimos respuestas convincentes para el trabajo.

La información recaudada, se detalla a continuación:

- Las encuestas fueron realizadas en personas que son la muestra de la población 84 hogares.
- Preguntas 1 y 2 Según la Edad y Género.

Según el resultado obtenido de las encuestas pude determinar que en su mayoría la población encargada de la alimentación y la disposición final de los residuos sólidos en su hogar es femenina y sus edades comprenden entre 46 a 55 años.

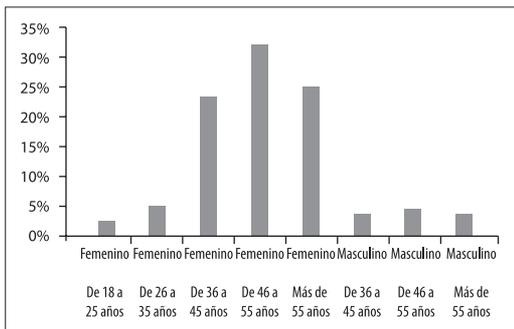


Figura 1. Distribución por edad y sexo de la población analizada n= 86 Barrio Simón Bolívar del Cantón Echeandía

Pregunta 5.

Encontramos que por cada hogar tenemos un promedio de 1 a 3 habitantes, en su mayoría, sin descartar que de 1 a 6 habitantes, tienen un porcentaje considerable. Por lo cual podemos decir que nuestra población en nuestro sector se aproxima a 260 habitantes.

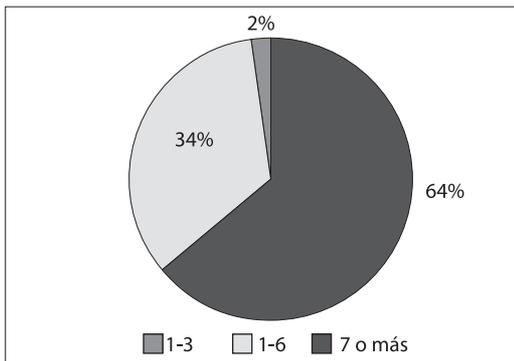


Figura 2. Distribución del número de habitantes por hogar

Pregunta 6 y 7.

Podemos ver que nuestra población tiene conocimientos en temas de tipo ambiental e incluso el 57% ha recibido personalmente o alguien dentro

de su hogar capacitaciones, por lo cual no es difícil trabajar en la etapa de socialización, lo cual aportará a un gran cambio al sector.

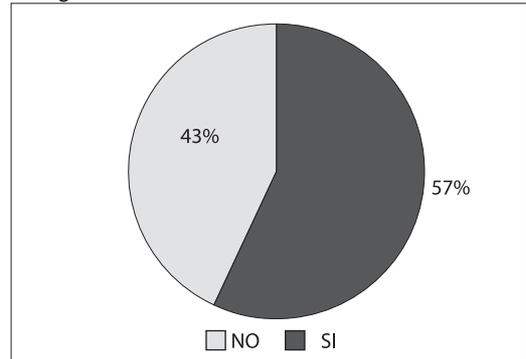


Figura 3. Distribución según el conocimiento en temas ambientales.

Pregunta 8.

El desecho que logramos ver a través de las encuestas que más se deposita son los restos vegetales y comida, sin descartar que también contamos con un porcentaje considerable de material reciclable que es la base de este proyecto.

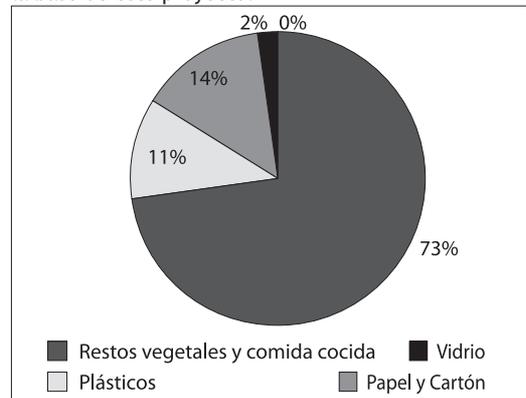


Figura 4. Distribución del tipo de material de desecho con más frecuencia en la comunidad estudiada

Pregunta 13 a la 17

Elija la disposición final que le da a los desechos de tipo:

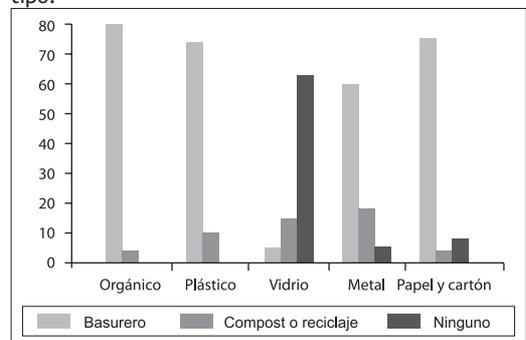


Figura 5. Disposición final de los residuos sólidos urbanos según el tipo de desecho generado

A partir de las respuestas de nuestra encuesta podemos saber que la mayoría de los desechos que servirían para reciclar o reutilizar están siendo depositados en la basura y también podemos observar que los habitantes que contestaron la opción de respuesta: ninguno, se debe a que no genera este tipo de residuo.

Pregunta 19.

En caso de utilizar materiales reciclados ¿Cuáles utilizaría?

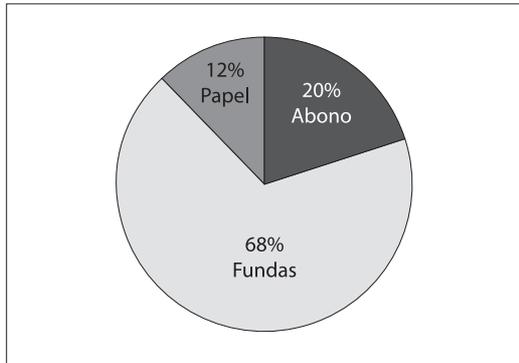


Figura 6. Distribución porcentual del tipo de material reciclado que prefieren los habitantes de nuestro sector estudiado

Debido a que tenemos algunos locales comerciales y a las necesidades del hogar, las fundas son el tipo de material que más les gustaría obtener para sus usos personales.

Muestreos realizados en el Barrio Simón Bolívar Del Cantón Echeandía

Podemos observar a través de los resultados obtenidos del muestreo que el plástico es el desecho de tipo reciclable que más se obtiene en nuestra comunidad, seguido del papel y cartón.

Tamaño de la muestra:

$$\text{número de viviendas} \frac{150}{3} = 50$$

El muestreo se lo realizó pasando dos días. El número de viviendas recolectadas fue de 50 dispuestas al azar.

Resultados del primer muestreo

Las muestras se recolectaron en fundas de basura que fueron puestas en un recipiente que tiene 1,5m³ de volumen, las muestras ocuparon en su totalidad el volumen del recipiente, mas no su capacidad en peso, se las recogió después de dos días, ver los pesos en la figura 7.

El recipiente fue ocupado en su totalidad por todos los residuos sólidos urbanos, con el porcentaje obtenido, pude saber los m³ ocupados de cada material en mi recipiente, esta información es necesaria para el cálculo de la densidad de los Residuos Sólidos Urbanos.

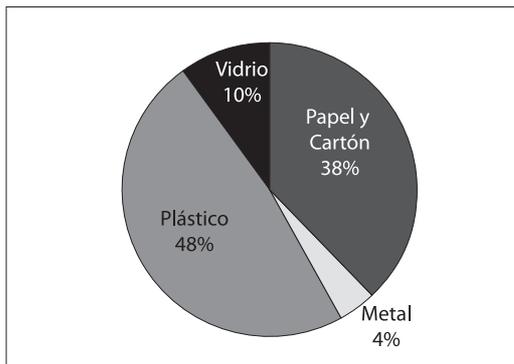


Figura 7. Distribución porcentual de los residuos según el tipo del mismo.

Cálculos de Densidad y Volumen:

A partir de una regla de tres sacamos el peso del material según el tipo de desecho (R):

Papel
 $R = 0,57 m^3, D = 60,07 \text{ kg}/m^3, V = 1,50 m^3$

Metal:
 $R = 0,06 m^3, D = 66,5 \text{ Kg}/m^3, V = 0,06 m^3$

Plástico:
 $R = 0,72 m^3, D = 61,34 \text{ Kg}/m^3, V = 0,72 m^3$

Vidrio
 $R = 0,15 m^3, D = 60,2 \text{ Kg}/m^3, V = 0,15 m^3$

Resultados del segundo muestreo

Cálculos de Densidad y Volumen

Papel y Cartón:
 $R = 0,6 m^3, D = 68,8 \text{ Kg}/m^3, V = 0,6 m^3,$

Metal:
 $R = 0,06 m^3, D = 67 \text{ Kg}/m^3, V = 0,06 m^3$

Plástico:
 $R = 0,75 m^3, D = 69,81 \text{ Kg}/m^3, V = 0,75 m^3,$

Vidrio
 $R = 0,09 m^3, D = 72,22 \text{ Kg}/m^3, V = 0,09 m^3$

Resultado: a partir de los datos obtenidos acerca del peso de los residuos, se procedió al cálculo de la generación per-cápita en vista de que en nuestro sector encontramos solo dos estratos de nivel social, de tres tipos C+, C- y D (INEC, 2010), el cual fue analizado por encuesta de preguntas simples y se obtuvo la figura 12.

Número de viviendas $150/30 = 50$

Se obtuvo los siguientes valores descrito en la tabla 1.

Se determinó que el promedio de producción diaria de desechos sólidos de tipo reciclable es de 0,34 Kg por

persona por día y con el valor de la varianza podemos establecer un valor único para los diferentes estratos, en cuanto al análisis del peso para los diferentes estratos se observó que carece de representatividad, estos datos nos ayudan a saber el promedio diario que se obtiene para el reciclaje.

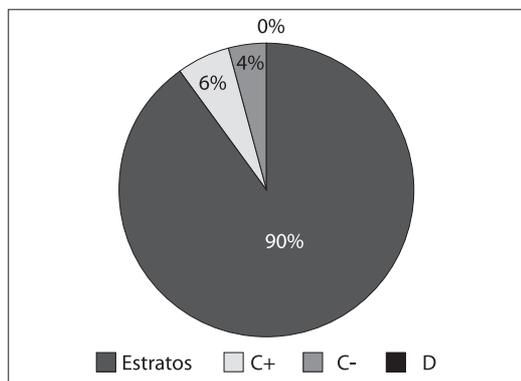


Figura 8. Distribución porcentual de los estratos sociales del Barrio Simón Bolívar del cantón Echeandía.

Tabla 1 Resultados del cálculo en Excel de la Producción per/cápita

CALCULO PRELIMINAR DE LA GENERACIÓN PER/CAPITA	
Varianza	0,06
Desviación	0,24
Promedio	0,34

Producción per cápita:

Una vez que se tenía los pesos totales de las muestras, se hizo un promedio para calcular la producción per cápita de los residuos sólidos. (ver tabla 1)

$$PPC = \frac{\text{Peso (kg . hab . día)}}{\text{número de muestras del sector}}$$

Análisis de la composición de los residuos sólidos

Cuantificación de los residuos sólidos:

Se sumó los pesos diarios obtenidos de la muestra y se dividió entre la producción total de residuos de municipio. (Durán., 2009).

$$\% \text{Tipo de residuo} = \frac{\Sigma \text{peso del tipo de residuo solido por muestra (kg)}}{\text{Generación total de residuos sólidos (kg)}}$$

El cumplimiento del Objetivo Específico 2. Conformar un plan de manejo de RSU adecuado en el sector, y una comunidad con cultura y conciencia ambiental.

Etapas de capacitación y sensibilización ambiental

A la población perteneciente a este proyecto se visitó personalmente de casa en casa con el apoyo de folletos identificados con el logo de la municipalidad y de la

Tabla 2. Cuantificación de los residuos sólidos según el tipo.

	Papel y cartón	Metal	Plástico	Vidrio
Peso del tipo de residuo sólido por muestra (kg)	0,01155	0,00122	0,01476	0,00237
Generación total de residuos sólidos (kg)				

Universidad de Guayaquil con información necesaria para la identificación de los residuos reciclables y no reciclables resaltando la importancia de este proyecto y señalando sus ventajas para la comunidad y la entrega de un DVD con videos educativos para la concientización ambiental las tres R.

Los temas a tratar fueron:

- Residuos sólidos urbanos
- Las tres R que son: Reducir, Reusar, Reciclar

Gestión de la propuesta del plan piloto

La propuesta se enfoca en el diseño de un sistema que nos ayude al control y separación adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generan en la comunidad del barrio Simón Bolívar, es necesario que el Municipio cuente con este plan que evite el mal manejo de los desechos.

Recursos Humanos.

El personal está conformado por:
 Administrador Chofer, Ayudante y Guardián.

Personal administrativo:

Con el siguiente perfil:
 Ingeniero Ambiental o
 Ingeniero Civil (especialista Sanitario y/o Ambiental).
 Salario: \$14,400 Anual

Personal Obrero:

Chofer con licencia profesional
 Ayudantes con estudios primarios
 Guardián con experiencia en cargos similares y estudios secundarios.
 Salario: \$7.200 Anual por cada uno.

Recolección de Desechos:

El personal encargado de estas actividades cuenta con la capacitación adecuada para el avance del proyecto, ya que el Municipio se encargó de esto.

El personal es el responsable de hacer cumplir con los horarios y tipos de desechos que se recolectarán, para lo cual ellos también recibieron los folletos y videos de capacitación.

Para la disposición final:

El guardián está encargado de llevar la ficha de

ingreso, esta actividad solo se dará para los desechos recolectados en nuestro sector de estudio. Con el fin de mantener un registro y así poder expandir el proyecto al resto del cantón.

El personal utilizará el uniforme adecuado y será el siguiente:

Mandil, Overol, Botas, Guantes, Mascarillas.

Recursos Materiales:

La Municipalidad cuenta con 2 Transportes recolectores, de los que uno se encuentra en buen estado y el segundo ya está cumpliendo su vida útil.

Tipo de recolección

Tradicional, se recoge de casa en casa, las fundas serán entregadas por la Municipalidad cada semana con el fin de incentivar a la comunidad a realizar la separación adecuada de los desechos, estas serán de colores de acuerdo al tipo de desecho:

- Orgánica.- Verde
- Plásticos.- Azul
- Papel y cartón.- Café
- Otros.- Negra

Frecuencias

Tabla 3. La frecuencia propuesta es la siguiente:

Horarios de Recolección		
Lunes	Material reciclable	8-10 am
Martes	Otros	Dispuesto por el Municipio
Miércoles	Material reciclable	8-10 am
Jueves	Otros	Dispuesto por el Municipio
Viernes	Material reciclable	8-10 am
Sábado	Otros	Dispuesto por el Municipio

Disposición final:

Los residuos sólidos son depositados en el botadero de basura que se encuentra a 2 km del este del cantón Echeandía, en el km 21 paralelo a la vía a Ventanas.

Conclusiones

En base al cumplimiento de los objetivos específicos se puede concluir que:

- La generación de residuos sólidos antes de la fuente que fueron cuantificados y estos son: En el primer muestreo; el 48% de los residuos son plásticos y el 38% papel y cartón, vidrio 10% y metales 4%. La presencia de desechos orgánicos y alimentos no está presente en la muestra por cuanto, se los colecta antes para la crianza de animales. La cantidad de volumen de desechos por persona es de 3.4 Kg./habitante/día
- La separación de desechos de tipo orgánico se realiza en un 7%, los desechos de tipo plástico

pocos los reutilizan o los venden en un 15%, que de los metales recicla el 22% apreciándose que es mínima la cantidad que recogen, y el papel lo reciclan en un 4 %. Es lo que se hace actualmente.

- Para tener una la sensibilización ambiental, se capacitó a la comunidad con la información necesaria para el desarrollo adecuado del plan piloto de recolección de la basura antes de la fuente de deposición.

Está demostrada la importancia del Plan piloto que disminuye la cantidad en el volumen de residuos generados a diarios, así la Municipalidad se verá beneficiada económicamente.

Recomendaciones

Como sugerencia por las observaciones y resultados se recomienda:

- Que a partir de los resultados obtenidos y el diseño del plan piloto de manejo de residuos, se espera que el Municipio de Echeandía lo ejecute con el fin de ayudar a disminuir la incrementación de basura que tiene diariamente el basurero Municipal, que el principal foco activo de contaminación.
- Cumpliendo con los objetivos dispuestos en el proyecto se genera un documento capaz de ser usado en la extensión del mismo a otras localidades del cantón, ya que servirá como apoyo científico para la determinación de resultados veraces.
- Se recomienda que la Municipalidad realice una campaña de socialización previa a la puesta en marcha del plan piloto.

Referencias

- Berthier, C. H. (1983). *The Garbage society*. Mexico: Publicación de la UNAM.
- Bhude, A., & Sandersan, B. (1983). *Solid Waste Management in Developing Countries*. New Delhi: India National Scientific.
- DESCENTRALIZADOS, M. D. (Febrero de 2001). *ame*. Obtenido de http://www.ame.gov.ec/ame/pdf/cootad_2012.pdf
- Durán., D. d. (2009). *BDigital*. Recuperado el 2014, de Caracterización de los Residuos Sólidos en el Municipio de San Antonio de Oriente, Honduras.: <http://bdigital.zamorano.edu/>
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de estadísticas y censos*. Obtenido de Ecuador en cifras: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- MAE, E. (2010). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. *PNGIDS*. Quito, Ecuador.
- MINISTERIO DE COORDINACIÓN DE LA POLÍTICA Y GOBIERNOS AUTONOMOS DESCENTRALIZADOS. (Febrero de 2001). *ame*. Obtenido de http://www.ame.gov.ec/ame/pdf/cootad_2012.pdf
- Municipio de Echeandía. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Echeandía: Municipio de Echeandía.
- Paul, W. (1998). *Waste treatment and disposal* (Vol. 1st edition). Londres: Wiley&Sons.
- Williams, P. (2005). *Waste treatment and disposal* (Vol. 2nd edition). Londres: Wiley&Sons.

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. 9(2)

Parámetros abióticos y su relación con la abundancia del fitoplancton frente a Puerto López-Ecuador (2011-2012), Provincia de Manabí, Ecuador / Abiotic parameters and its relationship with phytoplankton abundance off Puerto López (2011-2012), Province of Manabí, Ecuador.....	David García, Dialhy Coello & Beatriz Pernía... . 45
Evaluación ambiental del sistema de perforación de aguas subterráneas en la comunidad la Merced, cantón Colta, provincia de Chimborazo / Learning and Differentiation Shapes Environmental assessment of drilling system groundwater in Merced community, canton Colta, Chimborazo.....	César Borja, Galo Salcedo, Ángel Castillo & Carlos Montalvo.....55
Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador/ The emblematic species of flora and fauna of the city of Guayaquil and of the province of Guayas, Ecuador.....	Xavier Cornejo... . 71
Evaluación hidrogeológica de la cuenca hidrográfica Las Abras, provincia de Chimborazo, Ecuador / Hydrogeological assessment of watershed Las Abras, province of Chimborazo, Ecuador.....	César Borja, Galo Salcedo, Jessica Cedeño & Carlos Montalvo... . 79
La Industria de los Biocombustibles y su Efecto en el Desarrollo Nacional (Ecuador) / A The Biofuel industry and its Effect on National Development (Ecuador).....	Honorio Morán & Alejandro Gallardo..... . 89
Análisis de la Situación de la APA y Propuestas de un Plan de Acción para el Cantón La Troncal, Provincia del Cañar- Ecuador / Analysis of the PEC Situation y Proposals of an Action Plan for La Troncal County, Cañar Province, Ecuador.....	Honorio Morán & Alejandro Gallardo..... . 95
Plan Piloto Para El Manejo de Desechos Sólidos Reciclables del Barrio Simón Bolívar del Cantón Echeandia / Pilot Plan For Recyclable Solid Waste Management Of Simon Bolivar Neighborhood within Echeandia.....	Cinthy Franco, Wilson Pozo & José Antepara..... . 101
Normas para la publicación de artículos “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales” / Guidelines for publishing articles “Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales”	