

# Importancia hídrica de los bosques de la cordillera Chongón-Colonche para las tierras áridas del noroeste de Santa Elena

## Hydrological Importance of the Forests of the Chongón-Colonche Mountain Range for the Arid Lands of Northwestern Santa Elena

Ricardo Ayerza<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Associate in Arid Lands, Office of Arid Lands Studies, The University of Arizona, Tucson, Arizona 85706, U.S.A. Dirección actual: La Rinconada, Santa Elena, Ecuador

\*Autor para correspondencia: rayerza@newcrops.org

Recibido: 26/01/2019

Aprobado: 29/05/2019

### RESUMEN

El objetivo de este artículo es poner en evidencia sobre la importancia que tiene el ecosistema de la cordillera Chongón-Colonche en el mantenimiento del equilibrio biológico de las tierras áridas y semiáridas de la provincia de Santa Elena, y sobre el ahorro en la utilización del agua freática con la implementación de un sistema de captación del agua proveniente de la lluvia y de la llovizna y niebla marina. La indiscriminada explotación del bosque natural acentuó las características de aridez y propició la desertificación generalizada de la provincia. La deforestación ha provocado el marcado descenso de las precipitaciones. De los bosques secos y sabanas tropicales que cubrían las tierras provinciales hoy queda sólo un 1 %. El futuro de las generaciones venideras de Santa Elena, especialmente en el noroeste, está ligado a la productividad biológica de las tierras áridas y semiáridas relativas a la cordillera Chongón-Colonche y su Bosque Protector. Esta es razón suficiente para actuar y detener el proceso de desertificación al que se ve sometido este frágil ecosistema e implementar sistemas de captación del agua de lluvia y la humedad en forma de llovizna y niebla marina.

*Palabras clave:* Chongón-Colonche, bosque nublado, deforestación, captación de niebla, zonas áridas, desertificación, Ecuador.

## ■ ABSTRACT

The objective of this paper is to draw attention to the importance of the Chongón-Colonche mountain range ecosystem to keep the biological balance of the arid and semi-arid lands of the Santa Elena province, and on the saving in the use of groundwater with the implementation of a water catchment system from rain, and drizzle and marine fog. The indiscriminate exploitation of the natural forest accentuated the characteristics of aridity and led to the widespread desertification of the province. Deforestation has caused the marked decrease in rainfall. Of the dry forests and tropical savannas that covered the provincial lands today, only 1% remains. The future of the next generations of Santa Elena, especially in the northwest, is linked to the productivity of the arid and semi-arid lands related to the Chongón-Colonche mountain range and its Protective Forest. This is reason enough to act and stop the process of desertification to which this fragile ecosystem is subjected, and implement rainwater catchment systems and that of moisture in the form of drizzle and marine fog.

**Keywords:** Chongón-Colonche, cloud-forest, deforestation, fog capture, arid lands, desertification, Ecuador

## ■ INTRODUCCIÓN

En la década de los 50's del siglo XX, la zona fitogeográfica de la Costa Ecuatoriana había perdido el 95 % de los bosques primarios, transformando su cobertura vegetal en pastos para el ganado, cultivos agrícolas y bosques empobrecidos por la extracción selectiva de sus árboles (Dodson y Gentry, 1991; Neill, 1999). El inicio de la explotación intensiva de estos bosques se remonta a los siglos XVI y XVII, cuando la madera de sus árboles era utilizada en astilleros de la zona de Guayaquil para la construcción de barcos, incluidos aquellos navíos para la Real Armada del Mar del Sur. También se empleó en la construcción de casas y edificios para el desarrollo interno de la antigua Audiencia de Quito y diversas localidades del Pacífico sudamericano como Lima, Trujillo, Arica (Estrella, 1995). Este proceso de deforestación, aunque con diferentes intensidades y objetivos de uso dependiendo de la época, continuó a través del tiempo hasta llevar los bosques primarios a la situación actual de virtual desaparición.

Los bosques sobrevivientes y empobrecidos de la costa ecuatoriana, generalmente llamados secundarios, han sufrido una marcada erosión genética debido a un proceso de selección en favor de los genotipos inferiores. Cuando el hombre entró al bosque primario en busca de madera eligió siempre el mejor ejemplar que podía encontrar, repitiendo esta conducta cada vez que regresaba al bosque. Así desaparecieron los individuos más deseables por su sanidad, tamaño, calidad de la madera y arquitectura. Este tipo de selección resultó negativa para el bosque, pues llevó a que los árboles que permanecían, fueran los que poseían los genotipos más pobres desde el punto de vista forestal, aquellos ejemplares enfermos, decrepitos o mal formados. Incluso, en algunas especies, la extracción ha sido tan exhaustiva que no han quedado ni siquiera ejemplares que pudieran servir como semilleros para iniciar el camino hacia una recuperación natural del bosque original. Esta lógica conducta humana la he observado en bosques de todo el mundo y comprobada también su ocurrencia en los bosques de la

costa ecuatoriana, a través de las entrevistas realizadas a cortadores de madera locales y relevamientos personales en búsqueda de plántulas y/o semillas de árboles desaparecidos por la tala indiscriminada. Se ha demostrado ampliamente que los bosques constituyen un importante recurso renovable que conserva la diversidad genética, proporciona un suministro constante de productos forestales si se los maneja de una manera adecuada, contribuye a regenerar los suelos y a protegerlos contra la erosión, estabiliza las cuencas hidrográficas e impide inundaciones, amortigua las fluctuaciones climáticas y suministra los elementos necesarios para la recreación y el turismo; los bosques son elementos fundamentales en el ciclo del agua dulce (Ayerza (h) *et al.*, 1988; Barrow, 1994).

Ecuador posee el 20 % de su superficie, o sea 8 926 000 hectáreas, bajo condiciones sub húmeda-secas, semiáridas y áridas y el 18,8 % de ellas se hallan bajo graves procesos erosivos (Hopkins y Jones, 1983). La mayor parte de estas tierras secas se concentra en la costa del Pacífico, especialmente en las provincias de Manabí y Santa Elena, y en las tierras bajas de las islas Galápagos (Neill, 1999; Sierra, 2013).

La provincia de Santa Elena, está localizada en la zona costera del Ecuador. Limita al norte con la provincia de Manabí, al sur y al este con la provincia del Guayas y al oeste con el Océano Pacífico.

El objetivo de esta nota técnica es poner en evidencia la importancia que tiene el ecosistema de la cordillera Chongón-Colonche en el mantenimiento del equilibrio biológico de estas tierras áridas y semiáridas de la provincia de Santa Elena y el ahorro en la utilización del agua freática con la implementación de un sencillo y eficiente sistema de captación y almacenamiento del agua proveniente de la lluvia y de la llovizna y niebla marina en el noroeste de la provincia.

## ■ MATERIALES Y METODOS

La metodología utilizada incluyó tres tipos de fuentes de información:

- Referencias disponibles a través de publicaciones científicas y técnicas.
- Observaciones de campo y entrevistas a personas y organizaciones involucradas en las actividades regionales, entre los años 2007 y 2018.
- Resultados obtenidos de investigaciones ejecutadas entre los años 2008 y 2016, en las localidades de El Azúcar, Dos Mangas, Manglaralto, La Rinconada y Punta Carnero, en la provincia de Santa Elena.

Aunque el objetivo del trabajo está enfocado a la provincia de Santa Elena en general y a la región del noroeste en especial, gran parte de la información obtenida y analizada del sudoeste de la provincia de Manabí ha sido utilizada indistintamente para ambas localizaciones. El ecosistema es el mismo y la problemática y las soluciones tratadas son comunes a ambas provincias.

## ■ RESULTADOS Y DISCUSION

### **Deforestación y desertificación de las zonas áridas y semiáridas de la provincia de Santa Elena**

En el presente trabajo desertificación significa la degradación de las tierras áridas, semiáridas y sub-húmedas secas resultantes de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. Por su parte, la degradación de las tierras se entiende como la reducción o pérdida de productividad biológica o económica de las tierras (Ayerza, 1985).

Este proceso de cambio de los ecosistemas puede ser medido por la reducción en la productividad de las plantas deseables, alteraciones en la biomasa y en la diversidad de la micro y macro fauna y flora, aceleración en el deterioro del suelo y un marcado descenso en la calidad de vida de las personas que habitan en estas regiones (Ayerza, 2017).

A excepción de la Selva de Garúa localizada en determinados sectores de la cordillera Chongón-Colonche, prácticamente el total del territorio de la Provincia de Santa Elena es considerado árido o semiárido debido a la escasez de lluvias, a su pobre distribución y a las altas temperaturas durante gran parte del año que provocan un muy alto índice de evapotranspiración (ej. El Azúcar, 1 186 mm/año), haciendo muy difícil el desempeño de las plantas y los animales. La escasez de agua está imponiendo cada vez más limitaciones al desarrollo sustentable de la región (Ayerza (h), 2011; Ayerza y Coates, 2009; Berrezueta *et al.*, 2013; Cornejo, 2003; Neill, 1999).

La indiscriminada explotación del Bosque Seco o Bosque Deciduo que cubría las tierras bajas, acentuó las características de aridez y propició la desertificación generalizada de la provincia de Santa Elena (Bonifaz y Cornejo, 2004; Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, 2013; Cornejo, 2003). Como se ha demostrado científicamente, con la eliminación del árbol en las zonas áridas desaparece la influencia benéfica que el ejerce sobre la materia orgánica y la fertilidad física y química del suelo, y en la cantidad y calidad de la biomasa circundante, aspectos básicos para la productividad y sustentabilidad de estos frágiles ecosistemas (Ayerza (h), 2017).

La deforestación producida por el hombre ha provocado el marcado descenso de las precipitaciones en la región, señalando como ejemplo de desertificación a todas las tierras de la provincia de Santa Elena (Bonifaz y Cornejo, 2004; Cornejo, 2003). A fines del siglo XIX comienza el proceso de desertificación del territorio de Santa Elena con la deforestación indiscriminada del Bosque Seco tropical (Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, 2013). A mediados del siglo XX funcionaban, en el territorio de la actual provincia de Santa Elena, numerosos aserraderos que utilizaban como materia prima los árboles de este bosque tropical. En pocas décadas, los aserraderos que terminaron con los bosques nativos debieron cerrar sus operaciones. La dramática deforestación del Bosque Seco fue la respuesta a la gran demanda de madera que exigía el crecimiento de la construcción en las ciudades de Guayaquil y el conglomerado La Libertad-Santa Elena-Salinas inicialmente, para conformar luego el rápido desarrollo turístico que se instaló a lo largo de la Ruta del Spóndylus (Benetazzo comunicación personal, Babahoyo, 2012).

Tampoco debemos dejar de lado actividades como la ganadería y la agricultura que, sin incorporar tecnologías adecuadas para producir en estos frágiles ecosistemas, han deforestado las tierras para convertirlas en explotaciones ganaderas y agrícolas. Hoy día existen tecnologías muy exitosas que permiten recuperar estas tierras áridas y semiáridas desertificadas recurriendo a los sistemas denominados silvopastoriles, los que permiten combinar la producción animal con el bosque nativo o implantado artificialmente (Ayerza (h), 2017; Ayerza (h) *et al.*, 1988). Sin embargo, hasta el momento no ha sido posible identificar emprendimiento alguno que haya recurrido a este tipo de sistemas de producción en la provincia. Con la desaparición del bosque protector disminuyeron las precipitaciones y su capacidad de almacenamiento en los suelos; así se profundizaron y empobrecieron los niveles freáticos. Unido a esto, el aumento en la demanda de agua debido al incremento de las actividades económicas, especialmente en la línea costera por el crecimiento en turismo, pone en riesgo la sustentabilidad de las mismas (Berrezueta *et al.*, 2013; Brennan, 2010; USAID, 2010).

La vegetación dominante actual es un matorral seco fuertemente degradado, conformado por ejemplares aislados de árboles deciduos, especies arbustivas xerofíticas y cactáceas, y un estrato bajo formado por especies herbáceas, preponderantemente anuales y de escaso valor forrajero (Brennan, 2010; Neill, 1999). Este matorral se halla presente en prácticamente todas las tierras bajas de la provincia de Santa Elena, las que hasta mediados del siglo XX estaban cubiertas en su mayoría por bosques caducifolios y sabanas tropicales de los que se estima que hoy queda sólo un 1 % (Cornejo, 2003; Dodson y Gentry, 1991; WWF, 2014).

Así también, en la actualidad es común observar gramíneas exóticas espontáneas, como es el caso del Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris* L.), originario de la India e introducido en el ecosistema del Gran Chaco Sudamericano a mediados del siglo pasado, desde donde se propagó por las tierras bajas y secas de América del Sur (Ayerza, 1983). En la provincia de Santa Elena se halla colonizando con agresividad los suelos de textura media a suelta, a partir de la localidad de Ayangue (Lat. 1°58'59"S.; Long. 80°44'50"O.) hacia el sur y hacia el este incluyendo las estribaciones de la Cordillera Chongón-Colonche. Este comportamiento se ve favorecido por el alto grado de degradación física, química y biológica que presenta este ecosistema, lo que prácticamente ha eliminado a las especies nativas que podrían competir. Sin la agresividad del Buffel Grass hay otras especies foráneas que también están colonizando estas tierras, ocupando el lugar de pioneras en la sucesión vegetal, como el caso de la paja rosada o paja boba (*Rhynchelytrum repens* (Willd.) C.E. Hubb.), gramínea originaria de África y típico exponente de tierras desertificadas (Ayerza (h), 1983).

### **La cordillera Chongón-Colonche y el sistema hídrico de la provincia de Santa Elena: La Selva de Garúa**

La cordillera Chongón-Colonche es una formación montañosa que nace en las cercanías de la ciudad de Guayaquil y corre en dirección sudeste a noroeste, con una extensión de 100 km de largo, por 10 a 20 km de ancho. Exactamente, esta cordillera se inicia en el km 22 de la vía a la Costa, al norte de la ciudad de Guayaquil y se extiende hasta el límite sur del Parque Nacional Machalilla, sobre la costa del Océano Pacífico, pasando por las provincias de Guayas, Santa Elena y Manabí (Bonifaz y Cornejo, 2004). La altura máxima es de 830 m s.n.m. Su fisiografía muestra el predominio de fuertes pendientes

que sobrepasan una inclinación del 70 % y acaban en valles pequeños y aislados. Sus suelos son someros y pobres en las pendientes, y más profundos y ricos en los valles (Becker, 1999; Brennan, 2010). Hay autores que consideran a la cordillera Chongón-Colonche como integrante de una cadena montañosa más amplia que llega hasta la provincia de Esmeraldas, con una extensión de 300 km. Se presenta discontinua, recibiendo distintos nombres locales de norte a sur de acuerdo a su segmentación: Mache, Chindul, Jama, Colonche, y Chongón (Cornejo, 2003; Dodson y Gentry, 1991).

Esta típica geografía permite la existencia de diversos climas relacionados con los diferentes pisos altitudinales y la orientación de las laderas. Sin dudas existe una relación muy compleja entre la humedad y la orografía, pues hay sitios más húmedos que otros, aunque estén a la misma altitud y muy cerca entre sí (USAID, 2012).

Dentro de esta cordillera se encuentra el denominado Bosque Protector Chongón-Colonche. Esta zona presenta un bosque húmedo, llamado Selva o Bosque de Garúa, generalmente en la parte alta de la cordillera y bosques más secos a medida que disminuye la altura sobre el nivel del mar (BirdLife International, 2018). Los límites entre ambos tipos de bosques son difusos, formando ecotonos que van cambiando gradualmente con la altura y la exposición de las laderas, resultando más húmedas las orientadas al occidente que las que miran al oriente. El Bosque Seco o Bosque Deciduo se halla dominado esencialmente por árboles y arbustos que pierden sus hojas durante gran parte del año (Brennan, 2010; Neill, 1999).

El ecosistema más importante, por su influencia en la vegetación y las actividades humanas es la Selva de Garúa, ecosistema que puede llegar a recibir entre 1.000 mm (Dodson y Gentry, 1991) y 2.400 mm (Becker, 1999) de lluvia/año. Esta diferencia entre las dos referencias se debe a que en la segunda determinación, además de la lluvia tradicional se contabiliza la llovizna y la niebla marina captada por la vegetación. Este particular ecosistema se presenta discontinuo en forma de parches a distintas alturas, dependiendo en general de su localización y orientación respecto de los vientos húmedos originados en el océano Pacífico.

La denominación Selva de Garúa proviene de la característica de esta región de recibir una tenue pero pertinaz llovizna conocida localmente como garúa, que se presenta normalmente entre los meses de junio y octubre. Es común contar con un promedio de 120 días con estas características en dicho período. Este fenómeno climático tiene su origen en el océano Pacífico. La costa oeste sudamericana se halla fuertemente influenciada por la corriente oceánica fría, o de Humboldt, que la recorre desde el sur de Chile hasta el sur del Ecuador, donde se interna hacia el oeste, mar adentro. Esta corriente es empujada hacia la superficie por fuertes corrientes ascendentes. El agua fría entonces se evapora en la atmósfera haciendo que este vapor se condense en una niebla que cubre la tierra costera y, empujada por los vientos, se va desplazando cuesta arriba por las laderas hacia las cumbres de la cordillera donde permanece por un tiempo más prolongado en un fenómeno denominado inversión térmica. Al chocar con el bosque, esta niebla se precipita convirtiéndose en fuente de humedad conocida como lluvia horizontal. Su influencia es máxima en el extremo noroeste de la cordillera y va disminuyendo rápidamente hacia el sudeste a medida que la cordillera va perdiendo altura y se va alejando de la costa marítima, hasta finalmente desintegrarse (Becker y Agreda, 2005; Hueck, 1978; Salvatierra *et al.*, 2010).

Esta niebla se forma sobre el mar generalmente entre los 0 y 600 m de altura y su efecto en la cordillera Chongón-Colonche varía mucho (Sarmiento, 1986). Por ejemplo, en la localidad de Loma Alta, Santa Elena, se lo encuentra a partir de los 400 m. de altitud sobre el nivel del mar (Becker, 1999; Becker y Agreda, 2005), mientras que cerca de su extremo noroeste, en sectores donde la cordillera llega hasta el océano, el efecto de la niebla se manifiesta a partir de los 100 a 200 m. sobre el nivel del mar. La humedad aportada por la niebla marina, ha demostrado ser la razón de la presencia de la selva húmeda, cuya vegetación muestra un aspecto cerrado, de follaje mediano a grande, exuberante; los árboles llenos de musgos, bromeliáceas y trepadoras, son enormes captadores de humedad. Abundan los helechos y las orquídeas (Becker, 1999; Brennan, 2010).

Todas las cabeceras de las cuencas de la provincia de Santa Elena se encuentran en la cordillera Chongón-Colonche y estas presentan doce unidades geográficas de diferentes órdenes de cauce, considerando como las más extensas e importantes de los ríos Ayampe, Manglaralto, Valdivia, Viejo, Javita, Grande y Zapotal (Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, 2013). Todas las cuencas y sus acuíferos dependen de la presencia del Bosque Protector para asegurar la captación de la humedad atmosférica, proteger el suelo de la acción directa de la lluvia, mantener la permeabilidad de los suelos, y evitar el temible proceso de la erosión hídrica en terrenos de empinadas y profundas laderas.

Sin embargo, es más difícil encontrar sectores donde el bosque húmedo mantenga su aspecto prístino. En su mayoría, se encuentra modificado por las actividades humanas. El hombre tala los árboles para su uso maderable y los reemplaza por pastos para el ganado, cultivos agrícolas, hortícolas o industriales como el pasto guinea, maíz, árboles frutales o paja toquilla, respectivamente, o simplemente abandona el lugar (Becker y Agreda, 2005; Becker y Ghimire, 2003; WWF, 2014). Se erosiona así la vegetación nativa y el suelo, y se modifica paulatinamente el clima, provocando la aparición de especies exóticas invasoras; se ha demostrado que en los trópicos húmedos, los pastos exóticos invaden con facilidad un bosque secundario que uno primario, influyendo negativamente sobre la regeneración de la vegetación original (Lyons-Galante y Haro-Carrión, 2017).

La introducción de plantas exóticas es considerada como una de las principales causas de la pérdida de la biodiversidad de la vegetación en el Ecuador (Estrella *et al.*, 2005). Un ejemplo de esta invasión en el bosque húmedo de la Cordillera Chongón-Colonche, es el del Pasto Guinea o Pasto Savoya (*Panicum maximum* Jacq.) en la zonas media y alta de Cinco Cerros (Lat. 1°41'54"S.; Long. 80°47'55"O.), Santa Elena. Esta gramínea fue introducida en América tropical desde África, en la primera mitad del siglo XX (Ayerza (h), 1983) y hoy se la encuentra vegetando en innumerables ecosistemas húmedos y sub-húmedos calientes y no inundables del Ecuador, degradados por la acción antrópica.

Entre las localidades de La Entrada (Lat. 1°43'50"S.; Long. 80°47'02"O.), en Santa Elena, y Ayampe (Lat. 1°40'38"S.; Long. 80°48'38"O.), en Manabí, donde la cordillera Chongón-Colonche llega hasta el mar, la traza de la ruta del Spóndylus se eleva sobre el terreno llegando a los 200 m de altura sobre el nivel del mar, bordeando las abruptas laderas típicas de la Selva de Garúa. En partes importantes de ella, la vegetación del bosque húmedo nativo ha sido reemplazada por pastos para el ganado, cambiando violentamente el equilibrio en que se hallaban estas tierras. Se provocan así frecuentes deslaves que interrumpen y dañan la carretera, debiéndose recurrir a maquinaria pesada para liberar y reparar la ruta, con los inconvenientes y costos que esto implica.

La falta de árboles evita la intercepción de la humedad de la niebla, continuando esta tierra adentro o perdiéndose por evaporación. Se desperdicia así una importante fuente de agua para incrementar el volumen de los acuíferos locales (Becker, 1999). La zona entonces acentúa sus características de sequedad e influye negativamente sobre el entorno de las tierras bajas que rodean a esta selva húmeda, poseedora de una vegetación muy distinta dominada por arbustos espinosos y plantas cactáceas típicas de ambientes áridos y semiáridos. Allí se encuentra asentada la inmensa mayoría de los emprendimientos turísticos, actividad de gran importancia para el progreso económico de las costas del noroeste de la provincia de Santa Elena y del suroeste de la provincia de Manabí (USAID, 2010).

En el noroeste de Santa Elena y suroeste de Manabí, las poblaciones costeras están asentadas en una estrecha faja de tierra entre el mar y la cordillera Chongón-Colonche. Esta faja es discontinua debido a serranías y acantilados producidos por intromisiones de la cordillera. De acuerdo con USAID (2010), el crecimiento del turismo experimentado en los últimos años está provocando una fuerte presión hacia las tierras altas en desmedro del Bosque Protector, pues las poblaciones no pueden expandirse en este angosto y segmentado espacio físico. A las costas ecuatorianas también llega la corriente de Panamá, agua caliente procedente del norte y que, al igual que la corriente fría, se interna en el océano Pacífico frente al centro-sur de la costa ecuatoriana. Cada 6-10 años la corriente cálida empuja a la de Humboldt haciéndola retroceder y provocando el fenómeno de El Niño, denominado así por su aparición en época cercana a la conmemoración de la Navidad. Este evento climático ocasiona fuertes lluvias que, si bien en parte sirven para alimentar los acuíferos, producen grandes catástrofes en toda la costa ecuatoriana-peruana arrasando carreteras, puentes, casas y cultivos (USAID, 2010).

### **Captación de agua y desarrollo turístico**

La Cordillera Chongón-Colonche separa el sistema hidrológico de la Península de Santa Elena del correspondiente al río Guayas, específicamente del subsistema del río Daule (CEDEX, 1984). La imposibilidad de que el empobrecido sistema hidrológico de la provincia de Santa Elena abasteciera su desarrollo económico, fue la razón por la cual se construyó el transvase Daule-Santa Elena (Cornejo, 2003). El agua, indispensable para abastecer el consumo humano y riego agrícola, llega así a través de un sistema que comprende túneles, presas, canales revestidos y estaciones bombeadoras, hasta el reservorio de San Rafael, de donde es bombeada hasta la planta potabilizadora de Atahualpa primero, y de allí hasta la región metropolitana de La Libertad-Santa Elena-Salinas.

Sin embargo, este proyecto dejó fuera de su alcance a numerosas poblaciones rurales (Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, 2013), como así también a las turísticas a lo largo de la ruta del Spóndylus en el noroeste de la provincia, debiendo estas recurrir a los acuíferos locales para su abastecimiento de agua. La cordillera Chongón-Colonche en general y la sección correspondiente a la Selva de Garúa en especial, conforman un sistema hídrico fundamental para el desarrollo turístico de la franja costera de la provincia de Santa Elena, especialmente la localizada al norte de Ayangué, y al suroeste de la provincia de Manabí, desde poco antes de la localidad de Machalilla (Lat. 01°28'50"S.; Long. 80°45'44"O.) hacia el sur. Este sistema alimenta los ríos y napas freáticas de donde se obtiene el agua de uso diario en los centros poblados localizados en las tierras áridas y semiáridas de esta región.

Los Bosques de Garúa son ecosistemas que atrapan grandes cantidades de agua atmosférica y proporcionan una inmensa cantidad de ese líquido vital para uso humano. Su suelo actúa como una verdadera esponja captando no sólo el agua sino otros elementos que le sirven como nutrientes (Jardín Botánico de Guayaquil, 2012). El nivel de agua aportado por la intercepción de la humedad de la niebla depende de la velocidad del viento, del contenido de agua, de la duración del evento, como así también de la superficie y geometría de la vegetación (Holwerda *et al.*, 2010).

En la comuna de Loma Alta (Lat. 01°51'02"S.; Long. 80°36'24"O.), Santa Elena, se realizaron mediciones como parte del proyecto de la Kansas State University, U.S.A., denominado Bosque Protector, destinado a proteger la flora y la fauna endémica localizada entre los 600 y los 800 m sobre el nivel del mar. Según los informes de C. Becker (1999), dichas mediciones determinaron que la precipitación promedio total anual (vertical más horizontal) incluyendo 120 días de garúa, fue de  $2,4 \times 10^6$  l/ha<sup>-1</sup>. Se calculó entre 40 y 58% de este valor el aporte de la lluvia horizontal. Se concluye que sólo el reemplazo del Bosque de Garúa por pastos para el ganado implica una pérdida de  $1,9 \times 10^6$  l/ha<sup>-1</sup> por año; dado que el volumen de lluvia vertical no presentó variación entre cubiertas vegetales, se determinó una captación de la lluvia horizontal sensiblemente menor que la del bosque original.

Así también, C. Becker (1999) reportó que en un desmonte de 200 hectáreas realizado por la comuna en una ladera orientada al oeste y situada arriba de los 600 m de altura, el Bosque de Garúa fue reemplazado por pastos para el ganado. Esto implicó una pérdida de  $1,9 \times 10^6$  lts/ha.-1, es decir 380 millones de litros de agua en las 200 hectáreas. Haciendo un cálculo conservador sobre el total de lluvia recibida, quedando disponible un 10 % para la población como agua subterránea debido a la infiltración de la lluvia a través de los suelos, la comuna está perdiendo al menos 38 millones de l/año. Actualizando los datos económicos utilizados en 1997 por Becker (1999) y aplicando el precio de 0,9 centavos de US\$/l imperante durante la temporada alta de 2018 para el agua llevada en camión hasta una distancia de 25 km del río Ayampe, se puede decir que los 38 millones de litros significarían una pérdida económica anual para la comuna de US\$ 342 000. Una de las actividades agropecuarias más desarrollada desde el punto de vista de la utilización de especies nativas del ecosistema de la Selva de Garúa, es la recolección manual del llamado Marfil Vegetal o Palma Tagua. Las semillas de *Phytelephas aequatorialis* S. son muy utilizadas en la producción de artesanías y utensilios de uso diario y sus hojas, denominadas Cade, se emplean en la construcción de los techos de las casas (USAID, 2012).

Otra especie nativa muy apreciada es la paja toquilla (*Carludovica palmata* Ruiz & Pav. ), la cual es colectada manualmente y comercializada por su fibra, siendo empleada, entre otros usos, para la confección de los famosos sombreros de Paja Toquilla, también llamados Panamá (USAID, 2013). Hace un siglo, la principal actividad productiva en el cantón de Santa Elena, al cual pertenece todo el noroeste de la provincia, era la manufactura a gran escala de este tipo de sombrero que, como producto de exportación del país llegó a colocarse en el tercer lugar, siendo declarado por la UNESCO "Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad" en el año 2012 (Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, 2013; Ministerio de Turismo, 2012).

La gran demanda de esta especie provocó la deforestación de áreas del Bosque de Garúa primario en algunas comunas, como es el caso de la de Loma Alta donde se desmontaron terrenos ubicados arriba de los 400 m de altura, en la ladera orientada al este, para reemplazarlos por cultivos puros de Paja Toquilla. Esta nueva cobertura vegetal disminuyó su aporte al acuífero utilizado por la comuna, 540.000 lts/ha/año de agua, en comparación con la aportada por el bosque húmedo a igual altura y orientación (Becker, 1999).

El descenso en la disponibilidad del agua en la comuna de Loma Alta ocurrida con posterioridad a las deforestaciones allí realizadas, es asociada a esta transformación del paisaje original (Becker y Agreda, 2005).

Los bosques tienen gran importancia en la provisión de agua en la zona, ya que regulan el clima y filtran y retienen el agua de las nieblas costeras. Esta acción protectora del bosque es de vital importancia en una región en donde escasean los cursos hídricos permanentes y prácticamente no existen fuentes importantes de agua subterránea. Con la disminución de la superficie cubierta de árboles, las laderas altas y las tierras bajas se vuelven más áridas y los acuíferos más pobres (Becker, 1999; Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, 2013).

Esta dramática carencia de agua se ha ido agudizando no sólo con la deforestación, sino también debido al aumento de la demanda originada por el fuerte desarrollo de la industria turística de la región (Brennan, 2010; USAID, 2010).

En la posada La Rinco se implementó un simple y efectivo sistema para coleccionar el agua proveniente de la condensación de la humedad de la niebla marina y de la lluvia. La Rinco está ubicada en la Provincia de Santa Elena, comuna La Entrada, en la localidad de La Rinconada. Fitogeográficamente, La Rinco se halla enclavada en el noroeste de la cordillera Chongón-Colonche (Lat. 01°42'41"S.; Long. 80°47'49"O.) frente al Océano Pacífico, a 107 m sobre el nivel del mar, en un ecotono entre el Bosque Deciduo y la Selva de Garúa.

La Rinco, al igual que innumerables establecimientos turísticos circundantes, carecía de agua corriente. El agua a utilizar se acarrea desde el río Ayampe, implicando circulación de camiones tanques que queman combustible, dañan los caminos y causan ruidos que perturban el hábitat natural; un muy alto costo de funcionamiento. Por lo tanto se determinó e instaló un sistema sencillo y eficiente de recolección de agua. Para ello se recurrió a un diseño que permite coleccionar el agua de lluvia que escurre por los techos de las construcciones existentes en su predio. Así también recoge el agua producida por la llovizna y la condensación de la humedad de la niebla marina cuando esta contacta la estructura del sistema. El agua es conducida a través de canaletas a una cisterna de almacenamiento y de allí se distribuye a los lugares de consumo. Todo el funcionamiento es por gravedad. El sistema le permite a La Rinco coleccionar 40 mil l/año, de una superficie de 60 m<sup>2</sup> significando un ahorro de 30 % del agua necesaria para funcionar normalmente (R. Ayerza Polledo, 2015, comunicación personal, La Rinconada, Santa Elena, Ecuador).

En el año 2017 la localidad de La Rinconada implementó una red de agua domiciliaria, a partir de una fuente subterránea perteneciente a la cuenca del río Ayampe en su sector correspondiente a la provincia de Santa Elena, y distante unos cinco kilómetros hacia adentro de la cordillera Chongón-Colonche. Así, La Rinco quedó conectada a la red municipal; sin embargo, el sistema de captación no sólo continúa en funcionamiento, sino que se piensa en aumentarlo. Eso se debe a que si bien la red domiciliaria es un adelanto social indiscutible al facilitar el acceso al agua, y en adición su costo es significativamente menor que el de transportarla en camión, este sistema de captación sigue haciendo una relativamente importante contribución a la disminución de los costos del agua corriente y es un seguro ante las disminuciones temporales de los niveles del acuífero del río Ayampe (Ayerza Polledo, 2018, comunicación personal, La Rinconada, Santa Elena, Ecuador). Esta captación del agua de lluvia disminuye las escoorrentías erosivas que se producen por la falta de absorción de los suelos debido a las compactaciones e impermeabilizaciones típicas de los terrenos circundantes a las hosterías. Así, al no poder ingresar como enriquecedora de los acuíferos subterráneos, el agua termina perdiéndose en el mar.

Respecto del aprovisionamiento de agua desde el río Ayampe se debe señalar que este baja su caudal periódicamente debido a las sequías y a los problemas de erosión que sufre en su cuenca de captación (59.400 ha) originada en la cordillera Chongón-Colonche y repartida entre las provincias de Santa Elena y Manabí (Brennan, 2010; CNRH, 2002; Poats y Rodríguez, 2008), produciendo importantes restricciones de abastecimiento. En cuanto a la cuenca en su conjunto, superficial y subterránea, los estudios disponibles justifican la necesidad de considerarla en estado de emergencia ya que la escasez del recurso hídrico es cada vez mayor (CNRH, 2002; Poats y Rodríguez, 2008). En los últimos siete años, el incremento en la demanda de agua de la cuenca de este río durante la temporada alta de turismo, llevó a subir su precio 2,5 veces pasando de 0,37 a 0,90 centavos de US\$/l. Este costo está calculado en base al agua entregada por camión cisterna con capacidad para llevar 8.000 litros, puesta en destino a no más de 25 km de la localidad de Ayampe. Si la comparación se hace entre el precio de temporada alta actual y el pagado en 1997 - 0,13 centavos de US\$/l (Becker, 1999), la suba es de 692 %, casi siete veces más.

La temporada alta de turismo es la correspondiente al verano del hemisferio sur, aunque en la región se la conoce como invierno porque coincide con la época de lluvias a la que asocian históricamente con esta estación del año. Desde hace unos quince años se comenzó a promocionar la temporada de ballenas que se extiende de junio a septiembre, época en que las ballenas jorobadas (*Megaptera novaengliae* Borowski) llegan desde la Antártida para reproducirse y parir sus ballenatos en las aguas cálidas del Ecuador. Esto ha producido un gran crecimiento en el turismo del noroeste de Santa Elena y suroeste de Manabí. Desde 1998 se celebra en Puerto López (Lat. 01°34'01" S.; Long. 80°49'01" O.), Manabí, la "Fiesta Científica del Avistamiento de la Ballena Jorobada" con el fin de promocionar la temporada. Este evento del avistamiento atrajo a 35 mil turistas en 2014 y 40 mil en 2015, interesados en embarcarse para poder observar las ballenas y sus ballenatos (Gobierno del Ecuador, 2018). Si bien las embarcaciones para el avistamiento de las ballenas salen en su mayoría de Puerto López y en menor escala desde el puerto de Salango, ambos en la provincia de Manabí, el incremento del turismo ha provocado el crecimiento de las localidades del noroeste de Santa Elena debido a la corta distancia que las separan de dichos puertos. A excepción de Puerto López, ellas cuentan con mayor infraestructura turística que sus vecinas de Manabí (USAID, 2010). Así, las ballenas han comenzado a convertir estos

meses en una segunda temporada turística, lo que implica un importante aumento en la demanda de agua cuando no llueve y la recarga de los acuíferos depende solamente de la llovizna y niebla marina. Otra actividad que está incrementando significativamente la recepción de turismo en la zona, es la observación de aves; la considerable diversidad existente en la región es un gran atractivo para el público visitante. Este movimiento está siendo promocionado esencialmente por el sector privado a través de asociaciones y publicaciones específicas sobre las aves de la región (Ayerza Polledo, 2017).

Debido al aumento en la demanda, concomitantemente con el agotamiento de los acuíferos locales, el municipio de Puerto López ha tenido que recurrir al río Ayampe para poder suministrar agua a todo el cantón. Sin embargo, el estado evidente de emergencia hídrica de la cuenca del río Ayampe debe poner en alerta, además de a Puerto López, a las otras poblaciones costeras del suroeste de la provincia de Manabí a lo largo de la ruta del Spóndylus, como las de Ayampe, Las Tunas, Río Chico, Puerto Rico, Salango, Machalilla, etc., que dependen principalmente de ella para la provisión de agua (USAID, 2010).

La difícil situación hídrica del suroeste de la provincia de Manabí se repite en el noroeste de la provincia de Santa Elena, en localidades como La Rinconada, La Entrada, Nuez, Curía, Olón, San José, Montañita, Manglaralto, Cadeate, Simón Bolívar, Valdivia, etc. Las recargas de los acuíferos de los que se proveen de agua dulce dependen esencialmente del río Ayampe y/o de pequeñas cuencas hidrográficas también originadas en la cordillera Chongón-Colonche. Ellas convergen en ríos de corto recorrido que permanecen con agua sobre la potencial área de recarga sólo dos meses por año, descargando su mayor volumen en el mar (Berrezueta *et al.*, 2013; WWF, 2014). Este estado de situación provoca reiteradas y prolongadas faltas de agua en estas comunidades, lo cual plantea interrogantes sobre su futuro, ya que es donde se asientan los balnearios con mayor proyección turística en la ruta del Spóndylus, en el trazado correspondiente al noroeste de la provincia de Santa Elena (USAID, 2010).

Esta característica típica de las cuencas hidrográficas de la cordillera Chongón-Colonche ya había sido interpretada por los antiguos habitantes de la región. Las investigaciones arqueológicas allí realizadas han demostrado que la cultura Valdivia, entre el 2000 y el 1500 a.C., había logrado coleccionar el agua de lluvia a través de obras llamadas albarradas. Ellas embalsaban parte de las aguas que llevaban estos ríos y arroyos temporales, permitiendo un mayor tiempo de infiltración para una mejor recarga de los acuíferos. Eficientizaban así el uso del agua de lluvia, aumentando el volumen disponible y extendiendo el período de riego de sus tierras de cultivo localizadas en el fondo de los valles (Marcos, 2005). La construcción de este tipo de infraestructura, tanto hace 4000 años como hoy día, implica consensos políticos y sociales amplios y trascendentes (Becker, 1999; Marcos, 2005). En el noroeste de la provincia de Santa Elena y sudoeste de la de Manabí, en donde las poblaciones están avanzando sobre las laderas de la Cordillera Chongón-Colonche, la puesta en marcha de un plan destinado a difundir en el creciente número de posadas turísticas el sistema de captación de agua utilizado en La Rinco, significaría un ahorro en el volumen y costos del agua bombeada de los acuíferos originados en esta cordillera. Esto ayudaría a disminuir la creciente presión que están soportando las limitadas cuencas locales, y para las posadas significarían valores de ahorro de agua que, dependiendo de las precipitaciones y la superficie de captación, podrían ser tan importantes como los 40 000 l/año contabilizados en La Rinco. Todos estos establecimientos ya cuentan con cisternas de almacenamiento, por lo que sólo deberían implementar el sistema de recolección.

## CONCLUSIONES

En la provincia de Santa Elena, el futuro de las generaciones venideras está necesariamente ligado a la productividad de las tierras áridas y semiáridas relativas a la cordillera Chongón-Colonche y su Bosque Protector. Esto constituye razón suficiente para actuar y detener el proceso de desertificación al que se ve sometido este frágil ecosistema. Así también, la implementación en el noroeste de sistemas de captación como el señalado permitirá la eficiencia en la utilización de los escasos recursos disponibles como lo es el agua de lluvia entre los meses de enero y abril, y la humedad que llega en forma de llovizna y niebla marina durante el período junio-octubre.

Hace 4000 años los antiguos ecuatorianos ya conocían el problema del agua dulce en la costa del Pacífico y demostraron que sabían qué hacer para mitigar esta problemática que hoy amenaza el crecimiento económico del noroeste de Santa Elena y el suroeste de Manabí. Pero hasta que la sociedad moderna en su conjunto llegue a comprender la importancia de esta ancestral tecnología y entonces se construyan albarradas contemporáneas, implementar sistemas que palien esta difícil situación será sin dudas un paso adelante en el camino a recorrer buscando la sustentabilidad de esta importante región costera ecuatoriana.

## BIBLIOGRAFIA

- Ayerza (h), R. (2017). *Ganadería en tierras áridas: oportunidad productiva sustentable*. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires, Argentina.
- Ayerza (h), R. (2011). The seed's oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) var. Iztac 1, grown under six tropical ecosystems conditions. *Interciencia* 36(11):621-624.
- Ayerza (h), R. (1985). *Nuevas posibilidades para el desarrollo de las regiones áridas y semiáridas*. In: *Proceedings of the IV reunión de intercambio tecnológico en zonas áridas y semiáridas*. Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos, Salta, Argentina, pp. 1:80-114.
- Ayerza (h), R. (1983). *Pasturas tropicales*. In: Helman, M., Ganado Tropical. Editorial Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
- Ayerza (h), R. y Coates, W. (2009). Some quality components of four chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes grown under Tropical Coastal Desert ecosystem conditions. *Asian Journal of Plant Science* 8(4):301-307.
- Ayerza (h), R., Díaz, R. y Karlin, O. U. (1988). *Management of Prosopis in livestock production systems in the Dry Chaco, Argentina*. In: *The Current State of Knowledge on Prosopis juliflora*. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, Italy, pp.479-494.
- Ayerza Polledo, R. (2017). *Shorebirds in Ecuador - Aves de la Costa de Ecuador: Santa Elena, Manabí & Galápagos*. Version English-Spanish. Editorial A Ojo, La Rinconada, Santa Elena, Ecuador.  
<https://www.amazon.com/Shorebirds-Ecuador-Aves-costa-Spanish-ebook/dp/B076DW9ZDR>
- Barrow, C. J. (1994). *Land degradation*. Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain.
- Becker, C. D. (1999). Protecting a Garúa Forest in Ecuador: The Role of Institutions and Ecosystem Evaluation. *Ambio* 28(2):156-161.

Ayerza, R. (2019). Importancia hídrica de los bosques de la cordillera Chongón-Colonche para las tierras áridas del noroeste de Santa Elena. *Bosques Latitud Cero*, 9(1): 16-30.

- Becker, C. D. y Ágreda, A. (2005). Bird community differences in mature and second growth Garúa Forest in Machalilla National Park, Ecuador. *Ornitología Neotropical* 16:163-180.
- Becker, C. D. y Ghimire, K. (2003). Synergy between traditional ecological knowledge and conservation science supports forest preservation in Ecuador. *Conservation Ecology* 8(1):1. <http://www.consecol.org/vol8/iss1/art1/>
- Berrezueta, E., Arenas-Montes, L., Herrera, G., Saeteros, M. y Olaya, P. (2013). *Valoración de la gestión de recursos naturales mediante la medida de la Huella Ecológica (HE). Cuenca de Manglaralto*. In: Técnicas aplicadas a la caracterización y aprovechamiento de recursos geológico-mineros, E. Berrezueta y M. J. Domínguez-Cuesta, eds., Red Minería XXI, CYTED e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España.
- BirdLife International. (2018). Important bird areas factsheet: Bosque Protector Chongón-Colonche. <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/bosque-protector-chongón-colonche-iba-ecuador/tex>
- Bonifaz, C. y Cornejo, X. (2004). *Flora del Bosque de Garua (Arboles y Epifitas) de la comuna Loma Alta, cordillera Chongón-Colonche*, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Brennan, R. (2010). Un estudio ecológico de las lagartijas del valle seco de Buenavista y de los valles húmedos de La Josefina y Salango. *ISP Collection*, Paper 828, 22p.
- CEDEX. 1984. *Plan hidráulico acueducto Santa Elena. Centro de Estudios Hidrográficos*, Centro de Estudio y Experimentación de Obras Públicas, Madrid, España, 67p.
- Centro del Agua y Desarrollo Sustentable. (2013). *Proyecto de evaluación de vulnerabilidad y de riesgo de desastres a nivel municipal en el Ecuador. Análisis de vulnerabilidad Cantón Santa Elena Documento preliminar*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, ECHO/DIP/BUD/2011/91002, Ecuador.
- CNRH-Consejo Nacional de Recursos Hídricos. (2002). *División hidrográfica del Ecuador*. Ministerio del Ambiente, Quito, Ecuador.
- Cornejo, C. (2003). *Use of an evapotranspiration model and a geographic information system (GIS) to estimate the irrigation potential of the trasvase system in the Santa Elena Peninsula, Guayas, Ecuador*. A Thesis presented to the Graduate School of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Florida, U.S.A.
- Dodson, C. H. y Gentry, A. H. (1991). Biological extinction in Western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78(2):273-295.
- Estrella, E. (1995). *La Flora Huayaquilensis de Juan Tafalla: 1799-1808*. Banco del Progreso y Jardín Botánico de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Estrella, J., Manosalvas, R., Mariaca, J. y Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Editorial Abya Yala, Quito, Ecuador, pp.5-116.
- Gobierno del Ecuador. (2018). Puerto López inaugura la temporada de avistamiento de ballenas jorobadas. Sistema de Información Oficial El Ciudadano. <http://www.elciudadano.gob.ec/puerto-lopez-inaugura-la-temporada-de-avistamiento-de-balle-nas-jorobadas/>

- Holwerda, F., Bruijnzeel, L. A. y Scatena, F. N. (2010). *Comparison of passive fog gages for determining fog duration and fog interception by a Puerto Rican elfin cloud forest*. In: Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management. Bruijnzeel, L. A. Scatena, F. N. y Hamilton, L. S., eds., Cambridge University Press, Cambridge, U.K., pp.275-281.
- Hopkins, S. T. y Jones, D. E. (1983). *Research guide to the arid lands of the world*. Oryx , Phoenix, Arizona, U.S.A.
- Hueck, K. (1978). *Los bosques de Sudamérica, composición e importancia económica*. Instituto de Silvicultura de la Universidad Georgia Augusta de Gotinga, GTZ, Eschborn, Alemania.
- Jardín Botánico de Guayaquil. (2012). *Bosque de Garúa*. Cartelera Informativa. Jardín Botánico de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Lyons-Galante, H. R. y Haro-Carrion, X. (2017). Effect of distance from edge on exotic grass abundance in tropical dry forests bordering pastures in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 33:170-173.
- Marcos, J. G. (2005). *Los pueblos navegantes del Ecuador prehispánico*. Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador.
- Ministerio de Turismo. (2012). Sombrero de Paja Toquilla es Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad. INPC/MINTUR, <http://www.turismo.gov.ec/sombrero-de-paja-toquilla-es-patrimonio-cultural-inmaterial-de-la-humanidad/>
- Neill, D. A. (1999). *Vegetation*. In: Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. P.M. Jrrgensen y S. López-Yáñez, eds. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, Missouri, U.S.A., pp.13-41.
- Poats, S. V. y Rodríguez, S. (2008). *Identificación de actores clave para el manejo de la cuenca del río Ayampe*. Corporación Grupo Randi Randi y The Nature Conservancy, Quito, Ecuador.
- Salvatierra, B., Ortega, J. y Amador, L. (2010). *Evaluación ecológica rápida de la Herpetofauna en la cordillera Chongón Colonche*, Ecuador. Investigación Tecnología e Innovación Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, pp.52-74.
- Sarmiento, F. (1986). *Desde la selva hasta el mar: antología ecológica del Ecuador*. Casa de la Ecuatoriana. Quito, Ecuador.
- Sierra, R. 2013. *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010 y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends, Quito, Ecuador.
- USAID-Ecuador. (2010). Diagnóstico de la situación actual del turismo costero en la cuenca baja del río Ayampe. USAID Contrato No. EPP-I-00-06-00013-00 TO #377, 38p.
- USAID-Ecuador. (2012). *Buenas prácticas para el manejo de la tagua (Phytelephas aequatorialis Spruce), con énfasis en la cordillera Chongón-Colonche*. USAID Contrato No. EPP-I-00-06-00013-00 TO #377.
- USAID-Ecuador. (2013). *Manejo de toquilla en comunidades de Chongón Colonche*. USAID No. EPP-I-00-06-00013-00 TO #377.
- Vargas, M. (2002). *Ecología y biodiversidad del Ecuador*. E. P. Centro de Impresión, Guayaquil, Ecuador.
- WWF-World Wildlife Foundation. (2014). *Ecuadorian dry forests*. [https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Ecuadorian\\_dry\\_forests](https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Ecuadorian_dry_forests)