

Ecological study, management and conservation of *Scalesia retroflexa* Hemsley (Asteraceae), species in Status Critical (CR), Santa Cruz island, Galápagos.

Resumen

Scalesia retroflexa habita únicamente en la isla Santa Cruz, tiene una distribución muy reducida, las cabras y los asnos salvajes son un grave problema para su sobrevivencia. Entre 1998 y 2003 se realizó un estudio de una población de esta especie, al este de una zona habitada por el ser humano en la Santa Cruz (Puerto Ayora), cuyo objetivo fue conocer la dinámica poblacional frente a la presencia de herbívoros introducidos y de dos fenómenos naturales: El Niño y La Niña. En 1999 se construyó un cercado para proteger esta población conformada inicialmente por 29 individuos. Durante el período de estudio se registró dentro del área cercada un total de 14 especies vasculares correspondientes a 11 familias. Trece especies dicotiledóneas y una monocotiledónea; 7 especies arbustivas y 7 herbáceas; igualmente, 7 endémicas y 7 nativas. El crecimiento anual del diámetro basal (DB) del tallo y la altura de *S. retroflexa* es lento. Generalmente florecen cuando alcanzan un DB promedio = 2.7 cm y una altura promedio = 1.20 m; entre 2 - 3 años de edad. En 1998 se hallaron 29 individuos correspondientes a una primera cohorte, el 58.6% de ésta murió hasta 2003. Una segunda cohorte apareció en 2001 con 259 individuos, de los que el 92.3% murieron hasta 2003. Otro parámetro que se logró determinar es que las plantas pueden llegar hasta adultas a una distancia mínima de 11 cm con el vecino más cercano de la misma u otra especie. A través de este estudio se determina la importancia que tiene el proteger una especie en estado crítico, asegurando el desarrollo y mantenimiento del germoplasma *in situ*. Palabras claves: *In-situ*, dinámica poblacional, sobrevivencia, mortalidad, cohorte.

Abstract

Scalesia retroflexa endemic to Santa Cruz island has a very reduced distribution; goats and donkeys are a serious threat. Between 1998 and 2003 a study of a small population of this species was carried out, to the east of a populated area (Puerto Ayora) in Santa Cruz Island, whose objective was to know the population dynamics facing the presence of the introduced herbivores, and of the natural phenomena: El Niño and La Niña. In 1999 an enclosure was built to protect this population of 29 individuals *in-situ*. During the study period I recorded a total of 14 vascular species pertaining to 11 families. Thirteen species are dicotyledonous and one is monocotyledonous; 7 are shrubs and 7 herbs; likewise, 7 endemics and 7 natives. The annual growth of the basal diameter (BD) and the height is slow, flowering when reaching an average BD = 2.7 cm and an average height = 1.2 m; at 2 - 3 years of age. In 1998, 29 individuals corresponding to a first cohort were found, 58.6% of this died until 2003. In 2001 a second cohort appeared with 259 individuals, 92.3% died until 2003. The plants can reach maturity at a minimum distance of 11 cm from the nearest neighbour of the same or another species. Through this study the importance is shown to protect a species in critical state, assuring the development and maintaining *in situ* germoplasm. Key words: *In-situ*, population dynamics, survival, mortality, cohort.

Introducción

La flora de Galápagos presenta un alto endemismo (60%) incluyendo 7 géneros dentro de los que se encuentra *Scalesia* (Asteraceae), éste es el género más grande del archipiélago; está conformado por 15 especies y 21 taxa (Itow 1995). Las especies de *Scalesia* son de distribución alopatrica con poblaciones dispersas, se extienden en el archipiélago desde la zona árida costera (2 m) hasta las elevaciones más altas (1600 m), algunas especies son únicas para una determinada isla. Debido a estas consideraciones ecológicas la mayoría presentan vulnerabilidad frente a la presencia de agentes bióticos como el pastoreo de herbívoros introducidos: cabras (*Capra hircus*), chanchos (*Sus scrofa*), asnos (*Equus asinus*), caballos (*Equus caballus*) y ganado vacuno (*Bos*

taurus), la deforestación e incendios provocados accidentalmente por el hombre; y por agentes naturales: erupciones volcánicas, El Fenómeno de El Niño, largos períodos de sequía, etc.

Actualmente la mayoría de las especies de *Scalesia* se encuentran amenazadas, siete están en peligro crítico, *S. retroflexa* se ubica dentro de este grupo (Lawesson et al. 1987; Adersen 1989; Itow 1995; Arsiniegas 1996; Tye 2001). Para conocer de forma detallada la dinámica poblacional y el comportamiento de esta especie durante el Fenómeno de El Niño, el subsecuente período de escasez de lluvias ("La Niña"), y su relación con el pastoreo de cabras y asnos inicié este estudio en 1998. Durante las visitas efectuadas pude notar una fuerte presión del herbivorismo provocado principalmente por las cabras, por esta razón fue urgente proteger por medio de un cercado a la población investigada, la que desde 1999 se conserva *in situ*.

La información obtenida en este estudio es útil para demostrar que una especie en estado crítico al enfrentarse a un disturbio, podría llegar a su extinción. Al mismo tiempo permite conocer la estructura poblacional en forma detallada, lo cual ayuda al manejo adecuado de la flora nativa que se halla amenazada.

Métodos

La Isla Santa Cruz está ubicada en la parte central del archipiélago de Galápagos, con una superficie de 986 km² y una altitud máxima de 864 m (Black 1974). Las condiciones climáticas son típicas de ambientes marinos, aparecen dos estaciones: cálida con fuertes lluvias (noviembre a mayo), y fría con lluvias leves (junio a octubre). El sustrato es propio de islas volcánicas, la mayor parte se caracteriza por presentar afloramientos de lava basáltica con conos de escoria juveniles, (McBirney & Williams 1969).

El área de estudio fue establecida en 1998 en la parte sur de la isla Santa Cruz aproximadamente a 3,5 km al este de Puerto Ayora, (00° 44,5' S y 90° 16,2' W) (Figura 1), a 5 m y 10 m de la costa, sobre un sustrato rocoso compuesto por bloques de lava basáltica. La vegetación se caracteriza por ser semiabierta típica de la zona árida con arbustos bajos y espinosos.

La parcela es un polígono irregular (Figura 2) de aproximadamente 500 m². El intervalo de revisión del sitio de estudio varió desde 4 a varios meses, en cada revisión se registró la composición total de especies (arbustos y hierbas), todos los individuos de *S. retroflexa* (plántulas, juveniles y adultos) fueron marcados y medidos: el DB y la altura de cada individuo; también se registró la mortalidad y la aparición de nuevos individuos (fueron marcados), se tomaron datos de fenología, se midieron las distancias y orientaciones entre individuos vecinos más cercanos de la misma y otras especies. Todos los individuos vivos corresponden a un tiempo X, y su sobrevivencia a un tiempo X + 1. La tasa de mortalidad y los datos fenológicos fueron analizados por períodos entre una revisión y la próxima, mientras que el crecimiento del DB y la altura fue analizado por año. Para estimar la edad de la población hasta 2003 se tomó en cuenta los trabajos realizados por Hamann 1979 y 2001 con *Scalesia helleri* var. *helleri* y *Scalesia baurii*, los que revelan que aparentemente una característica propia de las especies de *Scalesia* de la franja costera es el surgimiento de plántulas en grandes proporciones en plena etapa de mayores lluvias. La descripción de la especie en estudio y la determinación de las especies que se asocian con ésta se realizó en base a Eliasson (1974), McMullen (1999) y Wiggins & Porter (1971).

Descripción de la especie en estudio

Scalesia retroflexa es un arbusto de 2 - 3 m de alto, tiene muchas ramificaciones extendidas longitudinalmente de forma irregular (Figura 3), se encuentra únicamente en las costas sur y este de la isla Santa Cruz. *S. retroflexa* aparece en pocos grupos desolados en elevaciones bajas, a cortas distancias de la línea costera (Eliasson 1974), habita sobre y entre las rocas, también ocurre esporádicamente en suelos de arena cálcica, existen varias agrupaciones o parches que en conjunto forman una extensión aproximada de 100 hectáreas (Arsiniegas 1996) (Figura 1). Ha sido considerada como una de las especies en estado crítico debido a su reducida distribución y al herbivorismo causado por las cabras y asnos salvajes.

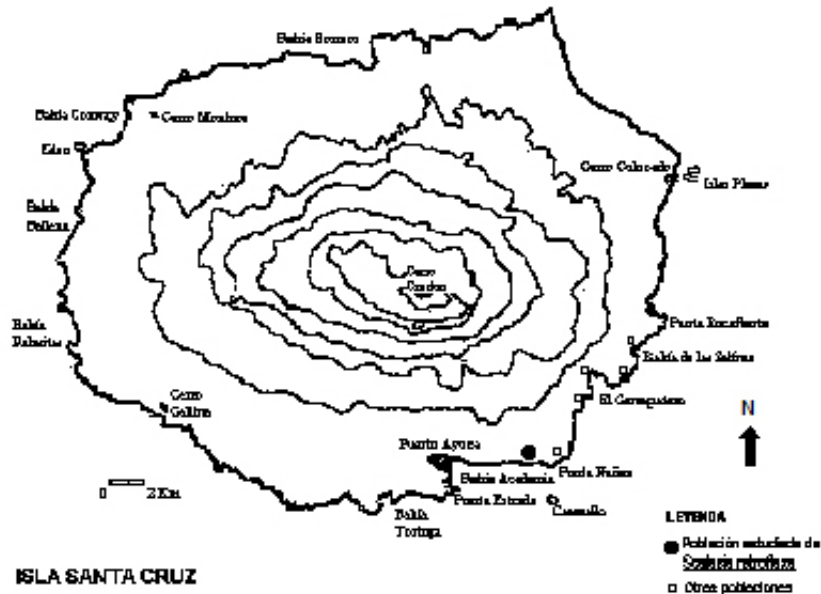


Figura 1. Mapa de la isla Santa Cruz, círculo relleno indica el área de estudio, cuadrados vacíos señalan otras poblaciones de *Scalesia retroflexa*.
 Figure 1 Santa Cruz island map, full circle show the research area, empty frames show other population of *Scalesia retroflexa*.

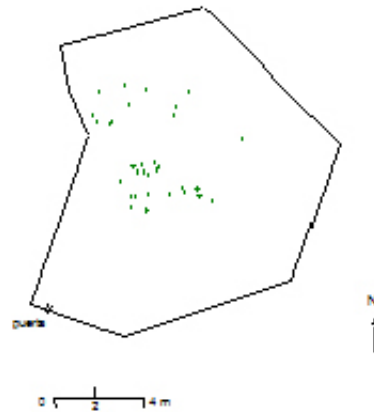


Figura 2. Forma del área cercada para la conservación *in-situ* de *S. retroflexa*, círculos señalan la ubicación de los individuos de esta especie vivos hasta 2003
 Figure 2. Fence area form to the conservation *in situ* de *Scalesia retroflexa*, circule show the individuals localization from this specie live until 2003.



Figura 3. Imágen de una planta adulta de *Scalesia retroflexa* en el área de estudio, Isla Santa Cruz
Figure 3. Adult plant image of *Scalesia retroflexa* at the research area, Isla Santa Cruz.

Resultados

En todo el período de estudio se registraron 14 especies vasculares correspondientes a 11 familias. Trece especies son dicotiledóneas y una monocotiledónea, 7 son arbustos y 7 hierbas, 7 son endémicas y 7 nativas ([Tabla 1]).

La mayoría de las especies son dicotiledóneas típicas de la zona árida, algunas espinosas (*Opuntia*, *Acacias* y *Scutia*), los pastos no son frecuentes. La especie que predomina es *Croton scouleri* que produce cierta competencia interespecífica con *S. retroflexa*. No se hallaron especies introducidas.

Incremento del diámetro basal (db) y altura

El incremento del DB y la altura de los individuos de *Scalesia retroflexa* es lento. En la [Tabla 2] se muestran la edad estimada y crecimiento para las 2 cohortes encontradas en los 5 años de investigación. El crecimiento promedio anual del DB es ligeramente mayor (0.63 cm) en la primera cohorte integrada por individuos juveniles y adultos que en la segunda (0.25 cm) con plántulas pequeñas. En tanto que el crecimiento promedio anual de la altura es prácticamente similar y constante para ambas cohortes. Los individuos que obtuvieron mayor altura y diámetro se encontraron a una distancia mayor a 1.5 m del vecino de la misma u otra especie

Mortalidad

En la tabla 3 se nota que la mayor tasa de mortalidad (0.34) de la primera cohorte ocurre entre el primer y segundo monitoreo (marzo - julio de 1998). Mientras que la máxima mortalidad de la segunda cohorte fue 90% en el año 2002, luego entre 2002 y 2003 murieron 5 individuos más de esta cohorte posiblemente debido a las escasas precipitaciones en este período ([Figura 4]). Por otro lado, al parecer las plantas juveniles tienen poca tolerancia a la sombra que crean los adultos de la misma especie y de otras como *C. scouleri* y *Acacia insulae iacobi*. Hasta junio 2003 en el cercado existían 32 individuos de las dos cohortes ([Tabla 3]).

Datos fenológicos

La (Figura 5) muestra el promedio de la presencia de flores, frutos y botones florales durante el tiempo de estudio. En la primera cohorte durante las 2 primeras visitas no se encontraron individuos con ninguno de los estadios florales, pero a partir del tercer monitoreo se observaron plantas con promedios bajos de flores, frutos y botones (3.8, 4.3 y 1.7, respectivamente), mientras que en 2001 hubo un

aumento especialmente del promedio de frutos (alrededor de 53 por planta). En agosto 2002 ocurrió algo similar y en la ultima visita realizada en junio 2003 encontramos cerca de 90 frutos por planta, mientras que el promedio de flores y frutos fue reducido (8.38 y 13.0, respectivamente).

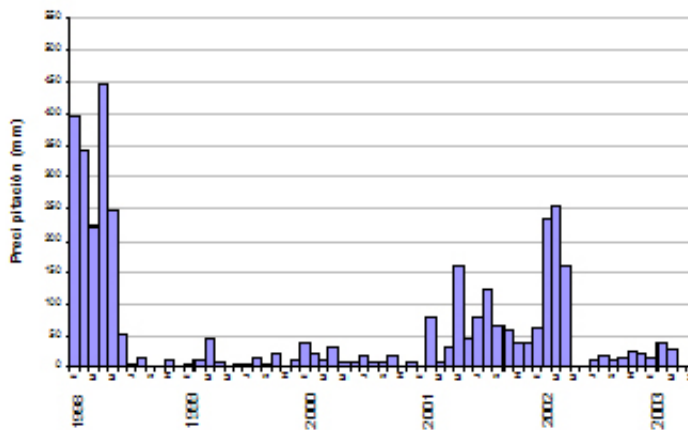


Figura 4. Registro mensual de precipitación durante el período de estudio 1998 - 2003. Estación Meteorológica Bahía Academia, Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora (0° 44' 20" S 90° 18' 25" W).
 Figure 4. Monthly rainfall during 1998-2003 at Estación Meteorológica Bahía Academia, Estación Científica Charles Darwin, Puerto Ayora (0° 44' 20" S 90° 18' 25" W).

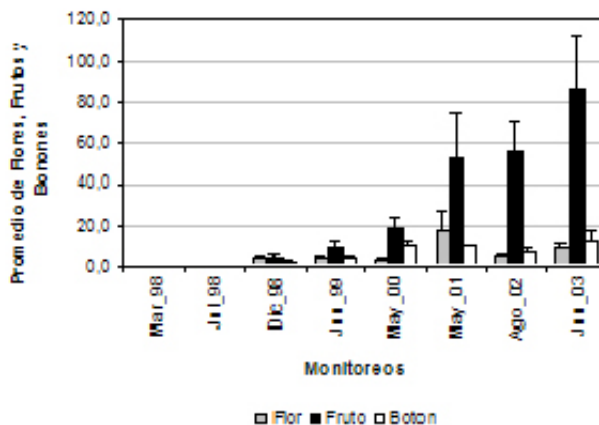


Figura 5. Promedio de flores, frutos y botones florales en cada monitoreo. Cada barra incluye el error estándar respectivo.
 Figure 5. Median number of flowers, fruits and buds in each sample. Each bar includes Standard deviation.

Discusión

Existen 3 factores que pudieron haber intervenido sobre la dinámica de esta población durante los 5 años de estudio:

Las fuertes y constantes precipitaciones durante el fenómeno de El Niño 1997 - 1998 (Figura 4)

Las escasas lluvias en el período de La Niña (Figura 4)

El herbivorismo provocado por las cabras.

La composición vegetal del sitio de estudio presenta una baja riqueza de especie, típica de zonas áridas en donde son escasas las precipitaciones anuales y los sustratos son pobres en nutrientes, por lo que es posible la ausencia de plantas introducidas. La mayor parte de los componentes vegetales son arbustos bajos, el más predominante es *C. scouleri*; del que fue necesario eliminar algunas plantas para permitir el crecimiento *S. retroflexa*, al mismo tiempo que se construyó un cercado para evitar la depredación de cabras y burros.

En base a los estudios de Hamann 1979 y 2001, puedo suponer que la primera cohorte se originó durante El Niño 1997 - 1998, y es posible que tenía una edad estimada de 5 - 6 años hasta 2003. Mientras que la segunda cohorte compuesta por 259 plantitas pequeñas de entre 0.1 - 0.5 cm de DB y 5 - 30 cm de altura (pers. obs.), apareció a inicios del año 2001 cuando se incrementó la pluviosidad (Figura 4).

Tabla 1

FAMILIA	ESPECIES	GRUPO	ORIGEN	TIPO
Asteraceae	<i>Scalesia retroflexa</i>	d	e	ar
Cactaceae	<i>Opuntia echios</i>	d	e	ar
Convolvulaceae	<i>Ipomoea triloba</i>	d	n	hi
Convolvulaceae	<i>Evolvulus convolvuloides</i>	d	n	hi
Cyperaceae	<i>Cyperus andersonii</i>	m	n	hi
Euphorbiaceae	<i>Croton scouleri</i> var. <i>darwinii</i>	d	e	ar
Mimosaceae	<i>Acacia insulae</i> – <i>iacobi</i>	d	e	ar
Mimosaceae	<i>Neptunia plena</i>	d	n	hi
Mimosaceae	<i>Acacia rorudiana</i>	d	e	ar
Nyctaginaceae	<i>Boerhaavia caribaea</i>	d	n	hi
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i> var. <i>galapagensis</i>	d	e	hi
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	d	n	hi
Rhamnaceae	<i>Scutia spicata</i>	d	e	ar
Sterculiaceae	<i>Waltheria ovata</i>	d	n	ar

Tabla 1. Registro de especies presentes en el área de estudio desde 1998 a 2003, clasificadas según el grupo: dicotiledóneas (d) y monocotiledóneas (m); según su origen: endémicas (e) y nativas (n), y según el tipo: arbustos (ar) y hierbas (hi)

Table 1. Species records present at the study area from 1998 to 2003, classified according group: dicotyledons (d) and monocotyledons (m), according to origen: edemic (e) and native (n), and according type: shurb (ar) and herbs (hi).

El crecimiento del DB de las plántulas puede ser lento con relación a los juveniles y adultos por el hábitat en el que se encuentran, o por la competencia intraespecífica debido al reclutamiento algo masivo de nuevos individuos después de un periodo lluvioso. Entonces se produce estrictamente la teoría de Selección Natural, en que sobreviven y se desarrollan los más fuertes en condiciones ecológicas no muy apropiadas.

A inicios de 1998 las ramas de cinco plantas jóvenes de *S. retroflexa* estuvieron comidas por las cabras, observé excrementos de estos animales introducidos por todas partes alrededor de la pequeña población de *Scalesia*. Por está razón fue urgente y necesario proteger el área a través de una cerca con malla y tubos metálicos. En tanto que la gran mortalidad ocurrida en la cohorte segunda en 2002

puede ser normal en una naturaleza desértica, debido a que probablemente hubo una fuerte competencia con individuos de la misma u otra especie, al mismo tiempo que varias plántulas se deshidrataron rápidamente por hallarse expuestas a los intensos rayos solares.

Al parecer cuando el DB y la altura promedio oscilan entre 2.7 cm y 1.20 m respectivamente, a una edad de entre 2 - 3 años puede considerarse que los individuos pasan a ser adultos puesto que empiezan a florecer. Generalmente existe una mayor producción de flores, frutos y botones después de las temporadas de lluvias intensas (diciembre - mayo), lo que reafirma a lo observado por Arsiniegas (1996). Casi siempre los adultos mayores a 3 años presentan más frutos con relación a flores y botones en cualquier época del año.

Tabla 2

VARIABLES	PRIMERA COHORTE	SEGUNDA COHORTE
Edad (años) estimada hasta 2003	5 - 6	2
Crecimiento Anual del DB (cm)	0,63 ± 0,11	0,25 ± 0,04
Crecimiento Anual de la altura (cm)	17,47 ± 2,09	17,58 ± 2,52
DB mínimo (cm) hasta 2003	0,8	0,2
DB máximo (cm) hasta 2003	11,8	1,4
Altura mínimo (cm) hasta 2003	40	6
Altura máxima (cm) hasta 2003	303	93

Tabla 2. Edad estimada de 2 cohortes hasta la última visita en 2003, crecimiento anual del diámetro basal (DB) y la altura mostrando el error standar (), DB y altura mínimos y máximos en todo el período de estudio de ambas cohortes.
Table 2. Stimated age of 2 cuts until the last visit at 2003, basal diameter annual growing (DB) and the high showing the standart desviation (), DB and minimus high and maximus in all research period from both cuts.

Tabla 3

MONITOREOS	PRIMERA COHORTE		SEGUNDA COHORTE		lx1+lx2
	lx1	qx1	lx2	qx2	
Mar/1998	29	0			29
Jul/1998	19	0,34			19
Dic/1998	19	0,00			19
Jun/1999	17	0,11			17
May/2000	17	0,00			17
May/2001	16	0,06	259	0	275
Ago/2002	13	0,19	25	0,90	38
Jun/2003	12	0,08	20	0,20	32

Tabla 3. Individuos vivos de *S. retroflexa* en cada intervalo de monitoreo (lx1 y lx2) de la parcela, tasa de mortalidad (qx1 y qx2) en cada monitoreo, número total de individuos de la población (lx1 + lx2) registrados durante el período de estudio 1998 - 2003.

Table 3. Life individuos of *S. retroflexa* in each monitoring interval (1x1 and 1x2) from the plot, mortality rate (qx1 and qx2) in each monitoring, total number of individuals from the population (1x1+1x2) recorded during the research period 1998-2003.

Los resultados obtenidos en este tipo de investigaciones son importantes porque nos permiten evaluar constantemente el estado y los cambios de la vegetación de Galápagos, particularmente de aquellas especies que están amenazadas, con el propósito de dar un mejor manejo de los ecosistemas y hábitats del archipiélago, actuando oportunamente con estrategias adecuadas para la conservación de especies y comunidades vegetales. Cabe señalar que para determinar el periodo total de vida de ambas cohortes de *S. retroflexa*, y compararlo con estudios como los efectuados por Hamann (2001) se requiere dar continuidad a la presente investigación.

Agradecimientos

A la Fundación Charles Darwin por su colaboración permanente en distintas actividades operacionales. A Ole Hamann y Patricio Yáñez que aportaron con sus valiosos comentarios. A Solanda Rea por facilitarme los datos de precipitación de la estación meteorológica de Bahía Academia. A Ricardo Aldaz por el diseño de mapas. A todas las personas que me acompañaron a las investigaciones en el área de estudio; y a los trabajadores que colaboraron decididamente en la construcción del cercado.

Referencias

- Adersen, H. 1989. The rare plants of the Galápagos Islands and their conservation. *Biological Conservation* 47 (1): 49-77
- Arsiniegas, M. 1996. Caracterización, evaluación y conservación de cuatro especies de plantas endémicas que se hallan en peligro de extinción en las Islas Galápagos: *Calandrinia galapagosa*, *Lecocarpus darwinii*, *Scalesia helleri*, *Scalesia retroflexa*. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Técnica "Luis Vargas Torres". Esmeraldas, Ecuador.
- Black, J. 1974. Galápagos Archipiélago del Ecuador. Quito, 1-138
- Hamann, O. 1979. Regeneration of vegetation on Santa Fe and Pinta Islands, Galapagos, after the eradication of goats. *Biological Conservation*. 15: 215-236
- Hamann, O. 2001. Demographic studies of three indigenous stand-forming plant taxa (*Scalesia*, *Opuntia* and *Bursera*) in the Galapagos Islands, Ecuador. *Biodiversity and Conservation*. 10: 223-250
- Eliasson, U. 1974. Studies in Galápagos Plants. XIV. The Genus *Scalesia* Arn. *Opera Botanica*. No 36: 1-117
- Itow, S. 1995. Phytogeography and ecology of *Scalesia* (Compositae), endemic to the Galápagos Islands. *Pacific Science* 49 (1): 17-30
- Lawesson, J.; H. Adersen, & P. Bentley 1987. An updated and annotated check list of the vascular plants of the Galápagos Islands. in: Reports from Botanical Institute, University Aarhus Denmark., No. 16: 1-74
- McBirney, A. & H. Williams, 1969. Geology and Petrology of the Galápagos Islands. *Geology Society. American Memoir* 118: 1-197
- McMullen, C. 1999. Flowering plants of the Galapagos. Cornell University Press. New York, 1-370
- Tye, A. 2001. Revisión del estado de amenaza de la flora endémica de las Galápagos. in: Informe Galápagos 2000 - 2001. Fundación Natura, Quito, Ecuador. Pp. 89-93
- Wiggins, I. & D. Porter. 1971. Flora of the Galapagos Islands. Stanford University Press, California