

DEPREDACION DEPENDIENTE DEL TAMAÑO DE LOS MAMIFEROS FERALES SOBRE EL *OPUNTIA* DE GALAPAGOS

Por: David J. Hicks y André Mauchamp

Es muy común que las islas oceánicas posean biotas muy susceptibles al daño causado por las plantas y animales introducidos (Schofield 1989, Loope et. al. 1988). El cambio en la flora de las Islas Galápagos es un ejemplo bien documentado de tal daño. En la mayoría de las islas más grandes, la vegetación nativa ha sido alterada en su composición significativamente por los mamíferos ferales herbívoros (Hamann 1984, Schofield 1989, Loope et. al. 1988).

Los estudios anteriores sobre la herbivoría de los mamíferos introducidos en Galápagos han estado relacionados principalmente con las especies de plantas que consumen, y sus efectos en la estructura de la vegetación (ej. Calvopiña y de Vries 1975, de Vries y Calvopiña 1977). Sin embargo, poco se conoce sobre cómo seleccionan las plantas alimenticias dentro de las especies apetitosas.

En las interacciones depredador-presa, incluyendo a las especies animales, se conocen muchos casos en los cuales la depredación depende del tamaño (ej. Paine 1976). Es frecuente que tanto los individuos presa pequeños como grandes, rara vez sean consumidos desproporcionalmente por los depredadores; los individuos pequeños porque no proporcionan suficientes recompensas alimenticias y, los grandes debido a que son demasiado difíciles de capturar o consumir. Aun cuando el tamaño de la semilla influye claramente en su consumo por los granívoros (ej. Grant 1986), son raros los ejemplos del efecto del tamaño total de la planta en el promedio de herbivoría.

En este artículo describimos la depredación dependiendo del tamaño de los chivos ferales (*Capra hircus* L.) y burros (*Equus asinus* L.) sobre un árbol de cacto *Opuntia echios* var. *gigantea* Howell y *O. galapageia* var. *galapageia* Hensl. en la Zona Arida de Galápagos. (En lo sucesivo, se omitirán las

distintas variedades de estos taxones de *Opuntia*). Estos animales dañan los cactos mordiendo los cladidos o a través de la corteza del tronco para alcanzar la pulpa. Los únicos herbívoros nativos grandes, las iguanas terrestres (*Conolophus subcristatus* y *C. pallidus*) y las tortugas gigantes (*Geochelone elephantopus*) se comen los cojinetes y frutos caídos, pero no se conoce que dañen los troncos en esta forma (Carpenter 1969, Rodhouse et.al. 1975, Christian et.al. 1984). Como lo sugirió Snell et.al. (1994), los ratones introducidos también pueden representar una amenaza para la población de *Opuntia* dado que se comen las raíces y pueden acelerar la mortalidad.

Opuntia echios fue estudiada en la Isla Santa Cruz, en una zona donde los herbívoros introducidos son muy poco comunes y la vegetación es relativamente estable (Eliasson 1982; Hamann 1984). Se estudió *O. galapageia* en la Isla Santiago, donde se encuentran grandes poblaciones de chivos y burros ferales y han causado un daño significativo en la vegetación nativa (Schofield 1989, Hamann 1993). La población de chivos es muy grande, estimada entre 60.000 a 80.000 individuos en los 572 km² de la isla (análisis sin publicar realizados por W. Pittroff, en base a datos de L. Calvopiña).

SITIO DE ESTUDIO Y METODOS

En Santa Cruz se estudió *Opuntia echios* 0.7 km al norte de la Estación Científica Charles Darwin. La altura aproximada es 30 msnm. La vegetación es baja (menos de 2 m de altura, con excepción de los cactos ocasionales), con una cobertura de plantas total de alrededor del 80%. *O. Echios* era común en el sitio y alcanzaba una altura máxima de 5 m. Las plantas dominantes fueron *Cordia leucophlyctis*, *Cordia lutea*, *Prosopis juliflora*, *Acacia rorudiana*, *Ipomoea triloba* y *Lantana peduncularis* (Wiggins y Porter 1971). Se encontraron deyecciones de burros, pero ninguna señal de chivos. Las deyecciones y mordiscos en los troncos de

Opuntia parecían tener por lo menos varios meses.

Se estudió *Opuntia galapageia* en la parte norte-central de Santiago cerca de La Bomba. Este sitio también está en la Zona Arida, a una altura de entre 2 y 10 m. La vegetación dominante era *Bursera graveolens*, *Castela galapageia*, *Clerodendron molle* y *Lantana peduncularis*. Aunque varios árboles de *Bursera* alcanzaban los 4 m de altura, este sitio era bastante abierto, con vegetación cubriendo sólo el 30%. La alta frecuencia de deyecciones y los avistamientos de animales sugieren abundancia de chivos y burros. Se encontró mucha evidencia de daño reciente a las plantas de *Opuntia*, desde cerca al nivel del suelo hasta casi 1.8 m de altura, y probablemente representa una combinación de ataques de burro y chivo. No fue posible distinguir visualmente entre el daño de burro y de chivo.

En ambas áreas se examinaron las plantas de *Opuntia* con alturas de ≥ 2 m. Se escogió este límite debido a que estas plantas con este tamaño comienzan a formar el terete del tronco definitivo y a producir flores. Además, las plantas con una altura < 2 m no mostraron daño

Tabla 1. La relación entre la cubierta de espinas de *Opuntia* y la probabilidad de daño al tronco por los chivos y burros ferales. El número esperado de plantas dañadas se calculó sobre la presunción de que la misma proporción de plantas sería dañada en cada clase de tamaño. Obs = observadas, Esp = esperadas, N = número de plantas examinadas, % = porcentaje dañado.

Cubierta de espinas	Número de plantas dañadas			
	Obs	Esp	N	%
<i>O. echios</i> , Santa Cruz				
Gruesa	0	5.6	21	0
Moderada	8	5.1	19	42
Suave	22	19.3	75	29
<i>O. Galapageia</i> , Santiago				
Gruesa	5	12.9	76	7
Moderada	7	4.6	27	26
Suave	8	2.5	15	53

(Chi Cuadrado = 33.1, $p < 0.001$)

(Chi Cuadrado = 21.5, $p < 0.001$)

por mordidas de animales grandes. Registramos el diámetro del tronco a una altura de alrededor de 0.5 m, el grado al cual las espinas cubrían el tronco ("gruesa" = 75-100% de cobertura de espinas, "moderada" = 25.75% de cobertura, y "suave" = $< 25\%$ de cobertura), y la presencia de mordiscos en el tronco y cladiodos. También registramos el diámetro de las plantas muertas por mordidas. En Santa Cruz, se colectaron los datos dentro de un área de aproximadamente 0.5 ha. En Santiago caminamos un circuito de casi 2 km de largo, registrando los datos de todos los cactus a la altura apropiada.

Se hicieron pruebas y cálculos estadísticos con el programa SPSSPC. Los valores reportados son promedios +/- desviaciones estándares.

RESULTADOS

En el sitio en Santa Cruz, 30 de las 115 plantas vivas (26%) mostraban daño por burros en el tronco; ninguno tenía daño en los cladiodos. En Santiago, 20 de las 118 plantas vivas (17%) tenían daño en el tronco, 21 (18%) tenían daño en los cladiodos y, 2 (2%) tenían ambos daños.

En Santa Cruz, el tronco de las plantas con una gruesa cubierta de espinas tenía un diámetro promedio de 12.1 ± 2.1 cm ($n = 21$), versus 15.7 ± 2.9 cm ($n = 19$) para plantas con una cubierta de espinas moderada y 20.4 ± 5.5 cm ($n = 75$) para aquellas con una cubierta suave. Estadísticamente estas diferencias fueron significativas (prueba Kruskal-Walis, $P < 0.01$). El diámetro también varió significativamente con clases de espinas en el sitio de Santiago, aunque las diferencias fueron menores. Aquí, las plantas con espinas gruesas tenían un diámetro promedio de 17.6 ± 4.3 cm ($n = 18$), aquellas con espinas moderadas 21.8 ± 3.9 cm ($n = 30$) y, aquellas con espinas suaves 20.8 ± 5.0 cm ($n = 82$). Nuevamente, las diferencias fueron estadísticamente significativas (prueba de Kruskal-Walis, $p < 0.02$).

La presencia o ausencia de daño al tronco en ambos sitios, se relacionó ampliamente con

el grado de espinas. Para el sitio de Santiago, no hubo relación entre el daño a los cladiodos y el grado de la cubierta de espinas (Tabla 2).

Cuando se omitieron en este análisis las plantas con espinas gruesas, se detectó una relación significativa entre el diámetro del tronco y el daño para el sitio de Santa Cruz, las plantas con diámetro > 20 cm experimentaron un daño menos frecuente de lo esperado. Sin embargo, no encontramos relación entre el tamaño y el daño al cacto en el sitio de Santiago (Tabla 3).

Las plantas muertas por mordeduras fueron muy comunes en Santiago (40 de 158, o 25%). El diámetro de las plantas muertas (17.8 ± 4.6 , $n = 40$) promedio un poco menor que el de las plantas vivas (19.3 ± 4.7 , $n = 118$), pero la diferencia no fue significativa (prueba de Mann-Whitney, $p = 0.10$). En el sitio de Santa Cruz, no hubo suficientes plantas muertas (3 de 118, o 3%) para realizar pruebas estadísticas.

DISCUSION

Está claro que las plantas adultas de *Opuntia* son dañadas severamente por los animales ferales. Aunque Eliasson (1968) y Weber (1971) notaron el daño que causaban los chivos en los troncos, la mayoría de las discusiones anteriores han enfatizado el pisoteo o consumo de plantas pequeñas (van der Werff 1982; Schofield 1989). En Santiago observamos unas pocas plantas pequeñas (diámetro ≤ 8 cm), que pudieron haber sido arrancadas por animales ferales, pero no era frecuente en las poblaciones estudiadas. Por lo

Tabla 2. Relación entre la cubierta de espinas del tronco de *Opuntia* y la probabilidad de daño a los cladiodos por chivos y burros ferales, únicamente para el sitio de Santiago. Obs = observados, Esp = esperados., N = número de plantas examinadas, % = porcentaje dañado.

Cubierta de espinas	Número de Plantas Dañadas			
	Obs	Esp	N	%
Gruesa	12	13.5	76	16
Moderada	5	4.8	27	19
Suave	4	2.7	15	27

(Chi Cuadrado = 1.03, $p = 0.60$)

Tabla 3. Relación entre el diámetro del tronco de *Opuntia* y la probabilidad de daño por chivos y burros ferales. En este análisis se omiten las plantas con una gruesa cubierta de espinas. Obs = observadas, Esp = esperadas, N = número de plantas examinadas, % = porcentaje dañado

O. echios, Santa Cruz

Clase de diámetro	Número de Plantas Dañadas			
	Obs	Esp	N	%
< 20 cm	24	18.7	58	41
> 20 cm	6	11.3	35	17

(Chi Cuadrado = 5.9, $p = 0.02$)

O. galapageia, Santiago

< 20 cm	11	10.4	29	38
> 20 cm	4	4.6	13	31

(Chi Cuadrado 0.20, $p = 0.65$)

contrario, el daño a los troncos y cladiodos de las plantas grandes fue muy frecuente.

Los repetidos ataques a un *Opuntia* pueden cortar el tronco y matar la planta. Los cladiodos de ambas especies de *Opuntia* son capaces de echar raíces luego de tal prueba. Sin embargo, la reproducción vegetativa de los cladiodos caídos parece ser muy rara en *O. galapageia* en Santiago. Probablemente esto se deba a que los cladiodos de las plantas más viejas de esta especie tienen espinas cerdosas algo suaves, en lugar de las largas y agudas espinas de las plantas más jóvenes (Wiggins y Porter 1971). Los cladiodos caídos de las plantas más viejas son consumidos rápidamente por los animales y, por lo general no sobreviven lo suficiente para echar raíces.

Claramente, la selección del cacto como alimento de los mamíferos ferales depende del tamaño. El daño dependía del tamaño del tronco, evitando los tallos de diámetros pequeños y grandes. Probablemente la razón para evitar los troncos pequeños es su densa armadura de espinas. En la población de *O. echios* en Santa Cruz, es probable que se eviten los tallos grandes debido a que exceden el ancho de la trompa de los animales.

La falta de un significativo efecto en el tamaño de *O. galapageia* puede deberse a las diferencias de tamaño del tronco. *O. echios* tiene un diámetro máximo de al menos 60 cm,

aunque no se encontraron troncos de *O. galapageia* mayores a los 32 cm. En las áreas de estudio, el 22% de *O. echios* tuvieron un diámetro > 25 cm, en tanto que sólo el 8% de *O. galapageia* tuvo esa medida. Por lo tanto, el no poder encontrar un efecto de tamaño en la segunda especie puede reflejar la rareza de troncos grandes. Otra explicación posible para la falta de un efecto de tamaño es la mayor presión de los herbívoros. De acuerdo a la edad de los troncos de *Opuntia*, se desarrollaban parches sin espinas. En Santiago, vimos numerosos casos donde el daño por mordiscos ocurrió en áreas pequeñas sin espinas. En Santa Cruz, donde son comunes otras fuentes alimenticias a más de los cactus, los mordiscos ocurrieron mayormente en troncos con grandes manchas desprovistas de espinas o en aquellos sin espinas.

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la conservación. La reproducción tanto de *O. echios* como de *O. galapageia* depende del tamaño. El diámetro promedio de la floración en *O. echios* es de 26 cm, y en *O. galapageia* de 21 cm. En ambas especies existe una correlación positiva entre el diámetro del tronco y los niveles de producción de frutos (D. Hicks y A. Mauchamp, datos no publicados). El daño a individuos con un diámetro medio o grande, podría por lo tanto constituir un obstáculo en la sobrevivencia, ya que evita que las plantas alcancen el tamaño reproductivo. A largo plazo, la depredación puede reducir significativamente el reclutamiento de poblaciones de *Opuntia*, aunque los cactus pequeños no sean dañados directamente. Esto parece ser crucial especialmente en el área de estudio de Santiago, donde el 60% de los árboles grandes de *O. galapageia* fueron dañados o matados por animales. En Santiago ya está ocurriendo la eliminación de individuos reproductivos. En un conjunto de 12 parcelas desde los 2 a los 135 m de altura, encontramos sólo un 5.5% de individuos de *O. galapageia* reproduciéndose sexualmente. En un estudio similar en Santa Cruz, el 19.2% de *O. echios* era reproductivo (D. Hicks y A. Mauchamp, datos no publicados).

LITERATURA CITADA

- Calvopiña, L.H. y de Vries, T. 1975. Estructura de la población de cabras salvajes (*Capra hircus* L.) y los daños causados en la vegetación de la Isla San Salvador, Galápagos. Revista Universidad Católica (Quito) III (8): 219-241.
- Carpenter, C.C. 1969. Behavioural and ecological notes on Galápagos land iguanas. Herpetologica 25: 155-164.
- Christian, K.A., Tracy, C.R. y Porter, W.P. 1984. Diet, digestion and food preferences of Galápagos land iguanas, Herpetologica 40: 205-212.
- de Vries, T. y Calvopiña, L.H. 1977. Papel de los chivos en los cambios de la vegetación de la Isla San Salvador, Galápagos. Revista Universidad Católica (Quito). V(16): 145-169.
- Eliasson, U. 1968. On the influence of introduced animals on natural vegetation of the Galápagos Islands. Noticias de Galápagos 11: 19-21.
- Eliasson, U. 1982. Changes and constancy in the vegetation of the Galápagos Islands. Noticias de Galápagos 36: 7-12.
- Grant, P.R. 1986. Ecology and evolution of Darwin's finches. Princeton University Press, Princeton.
- Hamann, O. 1984. Changes and threats to the vegetation. En: R. Perry (de.) Key Environments: Galápagos. Pergamon, Oxford. pp. 115-131-
- Hamann, O. 1993. The vegetation of Isla Santiago - past and present. Noticias de Galápagos 52: 6-11.
- Loope, L.L., Hamann, O. y Stone, C.P. 1988. Comparative conservation biology of oceanic archipelagoes. Hawaii and the Galápagos. BioScience 38: 272-282.
- Paine, R.P. 1976. Size-limited predation: an observational and experimental approach with the *Mytilus-Pisaster* interaction. Ecology 57: 858-873.
- Rodhouse, P. et.al. 1975. Feeding and ranging behaviour of Galápagos giant tortoises. Journal of Zoology 176: 297-310.
- Schofield, E. 1989. Effects of introduced plants and animals on island vegetation: examples

from the Galápagos Archipelago. *Conservation Biology* 3: 227-238.

Snell, H.L., Snell, H.M. y Stone, P. 1994. Accelerated mortality of *Opuntia* on Isla Plaza Sur: Another threat from an introduced vertebrate? *Noticias de Galápagos* 53: 19-21.

van der Werff, H. 1982. Effects of feral pigs and donkeys on the distribution of selected food plants. *Noticias de Galápagos* 36: 17-18.

Weber, D. 1971. Pinta, Galápagos: une ile a sauver. *Biological Conservation* 4: 8-12.

Wiggins, I.L. y Porter, D.M. 1971. *Flora of the Galápagos Islands*, Stanford University Press.

David J. Hicks, Biology Department, Manchester College, North Manchester, IN 46962, EE.UU. André Mauchamp, Estación Científica Charles Darwin, Isla Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

