

Estudio de una población de *Zamia skinnerii* en una finca de Baja Talamanca, Costa Rica

Braulio Vílchez*

Se estudió una población de *Zamia skinnerii* en un Bosque Tropical Húmedo transición a Bosque muy Húmedo Tropical, Baja Talamanca, Limón Costa Rica. Se construyeron 34 parcelas de las que se muestrearon 17 al azar. En cada una de ellas se muestrearon subparcelas circulares de 10 m², para un total de 79 subparcelas (790 m²). Se encontró que las plantas que poseen entre una y seis hojas no se reproducen y que la mayoría de madres estaban en el ámbito de las 10 y 13 hojas. Solo un 2,41% de la muestra eran madres. El número de semillas por planta varió entre 112 y 403 semillas. La curva de sobrevivencia de los individuos encontrados corresponde al tipo III, semejante al de una "J invertida" donde hay un mayor número de individuos en las primeras etapas de la vida y un decrecimiento de la población en estados de edad más avanzados.

Introducción

La disminución de las áreas boscosas y de los recursos maderables ha provocado la búsqueda de nuevas opciones comerciales del bosque que ayuden a la vez a conservarlo de manera sostenible. Esta es una corriente relativamente nueva en nuestro país, y por ello mismo se hacen cada vez más necesarios estudios de poblaciones que traten de demostrar cuánto es posible extraer de un recurso sin

dañarlo, sin ponerlo en riesgo de desaparecer.

Zamia skinnerii (Zamiaceae) se restringe a áreas de pendiente de Costa Rica y Panamá (Holdridge y Poveda 1975); según Gómez (1982) es un arbusto nativo de los bosques húmedos de América Central. Es una planta que ha sido muy estudiada por Clark y Clark (1977, 1988), quienes investigaron su distribución, crecimiento y reproducción en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica.

Es una planta de lento crecimiento, larga vida, de hábitats pobres, dioica, que produce relativamente pocas hojas, las plantas femeninas tienen un promedio de 13 hojas, mínimo de 6 y son más grandes que las no reproductivas. La reproducción es rara; solo un 26% de los individuos con tamaño de adultos producen estróbilos o conos en períodos de hasta cada 6 años.

Un sustancial aumento del área foliar precede a la reproducción, el número aumenta en un ámbito entre 28 y 41% en individuos que se reproducen un año más tarde, el tiempo de reproducción es más grande en las plantas femeninas que las masculinas, los conos masculinos caen cerca de los 5 meses, mientras que los femeninos se mantienen en la planta por cerca de 18 meses (Clark y Clark, 1991).

La producción de hojas y la reproducción de ambos sexos es limitada

* Profesor-
Investigador del
Departamento de
Biología del
Instituto
Tecnológico de
Costa Rica

por la luz; pequeñas diferencias en la apertura del dosel son correlacionadas con un aumento de estas dos variables (Clark y Clark, 1991).

Según observaciones personales la distribución y la abundancia de esta especie se ven altamente influidas por las condiciones lumínicas, pues se encontró que la especie no crece en condiciones de luz directa y además los individuos encontrados en estado reproductivo siempre están bajo luz indirecta.

La producción de nuevas hojas para la siguiente reproducción es un alto costo energético que la planta debe pagar, los individuos que se reproducen tienen un año antes que producir sus hojas, y muchas de ellas son comidas por varios herbívoros de la familia Languriidae.

Una mariposa de la familia Lycaenidae, cuyo nombre científico es *Eumaeus minya* es específica para esta especie, es un animal aposemático especialista en Cycadas. Rothschild *et al.* (1986) encontró que *E. atala* en *Zamia floridana* acumula cicasina la cual cumple funciones importantes en su ciclo de vida.

Además es barrenada por un minador de hojas no identificado (De Vries 1983; H. Hespeneide, comunicación personal) y según Clark y Clark (1991) otro tipo de minador existe también en Finca La Selva. Las larvas de *E. minya* y de los otros herbívoros son capaces de moverse entre las plantas y pueden estar ausentes a la hora de hacerse un inventario o censo. Este factor de la disminución del número de hojas, el área foliar y de conos de los dos sexos es evidente después de cinco años de reproducción continua (Clark y Clark, 1991).

La reducción de las áreas boscosas en Costa Rica y de los volúmenes de maderas comerciales ha obligado a la búsqueda de nuevas opciones entre las especies no maderables del bosque.

En este proceso, la zamia ha sido motivo de estudio y de investigaciones por el Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza (CATIE); institución que la ha propuesto como una opción para una comunidad campesina en Baja Talamanca, Limón Costa Rica.

Sin embargo, aunque para este género ya se conocen varios aspectos de su biología como los mencionados, todavía existe desconocimiento de cuál es el número adecuado de individuos que se pueden extraer del bosque sin hacer desaparecer la especie del sistema.

Este concepto de cuánto puede soportar una especie sin desaparecer es el mismo de **población viable**, el cual nació por la necesidad misma de conservar la diversidad de las especies. Ha sido desarrollado para otros organismos como mamíferos, algunas poblaciones de plantas, para medir el impacto de catástrofes, determinar el tamaño efectivo de población, conservar la variación genética y para el manejo de poblaciones.

Se reconoce que la extinción de una población es resultado de eventos probabilísticos que aumentan cuando disminuye dramáticamente el tamaño de la población; además se sabe, que la acción de expansión de las poblaciones humanas, sus modelos económicos y la competencia por los recursos de las áreas silvestres ha hecho que el tamaño de las poblaciones haya bajado notablemente en los últimos años, se estima que entre el 15 y el 20% del total podrían extinguirse para el año 2000 (Soulé, 1989).

Por estas razones se hace necesario que todos los recursos que se intentan extraer del bosque deban estudiarse y cuantificarse para determinar cuál es su potencial biológico y económico.

El objetivo fue el de cuantificar la población de *Zamia skinnerii* en una finca de Baja Talamanca.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en una localidad campesina de San Rafael de Bordon, en la finca de la familia Abarca.

Se escogió este sitio porque en reconocimientos de campo anteriores se había observado que presentaba características especiales, como la de producir flores y frutos todos los años.

El lugar está sobre la Fila Carbón, en el Distrito Tercero (Cahuita), Cantón de Talamanca, Provincia de Limón, Costa Rica. Según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1978), la zona corresponde a un Bosque Tropical Húmedo transición a Bosque muy Húmedo Tropical. La temperatura media anual es de 26°C y la precipitación anual está entre 2000 y 3000 mm, con una distribución bimodal (picos en julio y diciembre) durante el año. La altitud del sitio es de 230 m.s.m (metros *supra mare*).

Fisiográficamente, el paisaje comprende desde colinas medias y altas, onduladas y accidentadas con pendientes entre 15 y 30% hasta paisajes muy quebrados con pendientes entre 30 y 60% ; los suelos son clasificados como ultisoles del Grupo Typic Tropohumult.

Agroecológicamente el área se interpreta como un bosque primario altamente intervenido, con especies representativas como el pilón (*Hieronyma alchorneoides*), el gavlán (*Pentaclethra maculosa*), el laurel (*Cordia alliodora*), fruta dorada (*Viola koschnyi*), javillo (*Hura crepitans*). Se trabajó entre el 20 y el 28 de octubre de 1994.

En el lugar de trabajo se hizo una transecta longitudinal en dirección 240° a 60° en dirección noreste a sureste. El largo de la transecta fue de 232 m por lo que se hicieron 23 transectas laterales cada 10 m, cada transecta se hizo perpendicular a la línea central, el largo de cada transecta se hizo hasta el límite final donde el parche de

zamia llegó. Se construyeron un total de 34 parcelas de las que se muestrearon 17 (50%). Las parcelas se escogieron al azar usando un cuadro de números aleatorios y en cada una de ellas se muestrearon (dependiendo de su longitud) un promedio de 4,65 subparcelas circulares de 10 m², para un total de 79 subparcelas (790 m²).

En cada subparcela y a partir de la dirección norte se anotó, siguiendo la dirección de las manecillas del reloj, el número de la parcela, número de planta inventariada y el número de hojas de la rama más grande encontrada de cada individuo.

Además se anotó el sexo de las plantas que estaban en estado reproductivo y se contó el número de semillas que tenía cada cono femenino (Figura 1). No se anotaron conos masculinos porque no se encontraron en estas fechas.

Para calcular la población viable, se construyó un cuadro que se resume en el Cuadro 1. En este se anotaron el número de individuos presentes en el muestreo. Se dividieron arbitrariamente en 5 categorías: la primera entre 1 y 3 hojas, la segunda entre 4 y 6, la tercera entre 7 y 9, la cuarta entre 10 y 12 y la quinta entre 13 y 16.

Además se realizaron análisis estadísticos con el programa SAS de análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de modelo lineal general (GLM) entre parcelas, individuos o plantas, hojas, sexo (plantas femeninas en reproducción y no femeninas ni en estado de reproducción), semillas y diámetro.

Resultados

En la Figura 1 se representa el sitio de estudio y las parcelas; las que aparecen sombreadas son las que se muestrearon.

Cada uno de los cuadros representa una planta y los círculos, las encontradas en estado reproductivo.

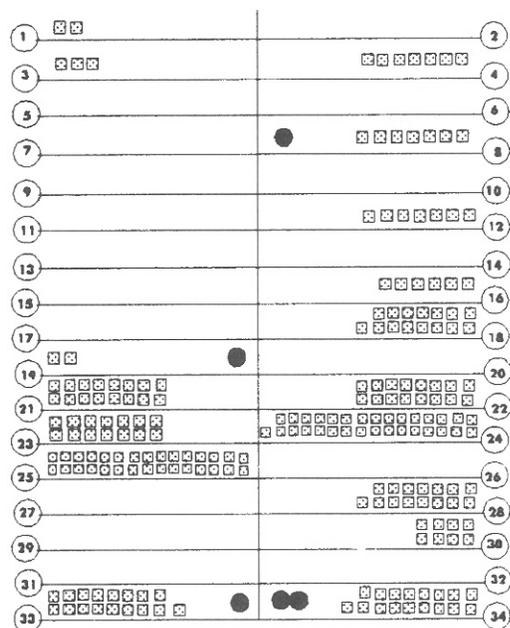


Figura 1.
Descripción gráfica
del sitio y del
número de plantas
total y en estado
reproductivo.

Cuadro 1. Categorías según número de hojas, sobrevivientes, número de madres y de semillas de *Zamia skinnerii* en una población de Baja Talamanca, Costa Rica.

Intervalos de edad	Sobrevivientes	Número de madres	Número de semillas
1 - 3	64	0	0
4 - 6	86	0	0
7 - 9	44	1	135
10 - 12	12	1	454
13 - 16	4	3	403
Totales	210	5	992

Los intervalos de edad según el número de hojas, los sobrevivientes, el número de madres y el número de semillas por categoría de edad se resumen en el Cuadro 1. Se encontró que las plantas entre 1 y 6 hojas no estaban en edad reproductiva y que la mayoría de las madres estaban en el ámbito de las 13 y 16 hojas. Los trabajos de los Clark (1991) señalan que las plantas femeninas reproductivas tienen de 6 a 13 hojas, y al

igual que lo encontrado en el presente trabajo las madres son más grandes. Además, se observó que solo 5 de las 208 plantas (2,41%) eran madres, los mismos autores encontraron que las plantas reproductivas llegan hasta un 26%, estos autores no indican qué porcentaje correspondió a cada uno de los sexos.

El número de semillas y el promedio por individuo encontrados se resume en el Cuadro 2.

Se puede observar que el número de semillas por cono varió entre valores de 112 y 216, para un promedio de 165,3 semillas por cono; sin embargo, cabe mencionar que en realidad la diferencia entre plantas puede ser mayor, debido a que la planta 3 (con el número menor de semillas) al igual que la mayoría de las vistas en el campo, tanto en el sitio de estudio como en otros lados, posee un cono, mientras que la 4 es una planta bifurcada en 2 conos con un total de 403 semillas.

El promedio de semillas por planta por eso es un poco mayor y fue de 198; o sea la arquitectura de la planta influye si esta es lo suficientemente vigorosa en la cantidad de progenie que deje.

Un análisis de covarianza entre número de semillas y diámetro basal a partir del Cuadro 2 da un valor positivo ($S_{xy} = 175,5$), lo que significa que a mayor diámetro mayor será el número de semillas producidas por una planta. Sin embargo, al realizar un análisis de varianza usando como variable dependiente a las semillas, y compararlo contra parcela, planta, hojas, sexo y diámetro, los resultados dieron no significativos. Estos resultados se resumen en el Cuadro 3.

Al realizar un análisis de un modelo lineal general (GLM) con el programa SAS entre semillas, hojas y diámetro, la prueba dio no significativa, estos datos se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 2. Número de semillas, diámetro basal por individuo, promedio total de semillas y diámetro basal en plantas femeninas *Zamia skinnerii* en Baja Talamanca, Costa Rica.

Planta	Número de semillas	Diámetro basal (cm)
1	135	6,04
2	198	9,5
3	112	6,8
4 (cono 1)	187	10,4
4 (cono 2)	216	10,4
5	144	8,3
Total	992	41,04
Prom. tot./planta	198	8,21

Cuadro 3. Análisis de varianza del número de semillas contra parcela, planta, hojas, sexo y diámetro.

Variable dependiente: Semillas				
Fuente Pr > F	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Modelo	4	7902,833333	1975,708333	4,70
Error	1	420,500000	420,500000	0,3315
Total	5	8323,333333		
	R- cuadrado	CV	Raíz MSE	Media semillas
	0,9494789	12,40288	20,50610	165,333333

Cuadro 4. Prueba del modelo lineal general de semillas, hojas y diámetro.

Variable dependiente: Semillas.					
Fuente	Grados Libertad	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Hojas	3	2562,666667	854,222222	2,03	0,4665
Diámetro	1	5340,166667	5340,166667	12,70	0,1742
Fuente	Grados Libertad	Tipo III SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Hojas	3	1183,621550	394,540517	0,094	0,6222
Diámetro	1	5340,166667	5340,166667	12,70	0,1742

Al comparar el número de hojas con la producción de semillas (Cuadro 5) se puede notar que la prueba del modelo lineal general (GLM) dio no significativa y ligeramente significativa. Se nota que el error estándar es alto, sin embargo esta es la comparación donde se notó mayor relación. En la prueba entre categorías establecidas para el número de hojas se observó que no hay significancia.

En la Figura 2 se observa el tipo de curva de sobrevivencia de los individuos encontrado para cada una de las categorías de edad en la muestra. Corresponde más, aunque no es igual, al conocido tipo III, semejante al de una "J" invertida donde hay un mayor número de individuos en las primeras etapas de la vida y un decrecimiento de la población en estados de edad más avanzados. Sin embargo, se puede notar que existe una mayor abundancia en la categoría 2 (entre

4-6) hojas. Se debe destacar que no hay interrupción entre ninguna de las clases.

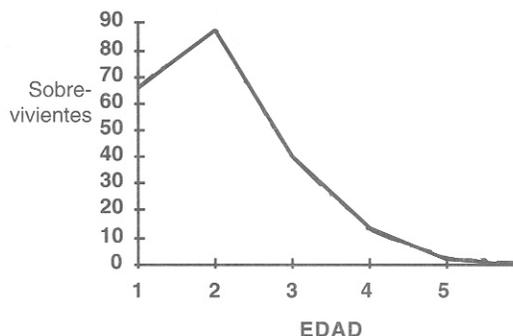


Figura 2. Sobrevivientes por categoría de edad.

Discusión

Las plántulas que se encuentran entre 1 y 6 hojas deben ser estadios juveniles pues ni en los trabajos de Clark y Clark

Cuadro 5. Prueba del modelo lineal general para número de semillas y número de hojas.

Hojas	Semillas	Error std	Pr > :T:	LS Medio	
	LS Medio	LS Medio	Ho:LS Medio = 0	Número	
9	150,795370	20,594565	0,0864	1	
11	174,962037	21,500991	0,0778	2	
13	156,087037	12,620559	0,0514	3	
16	197,981481	27,071142	0,0865	4	
Pr > :T: Ho : LS Medio (i) = LS Medio (J)					
	i/j	1	2	3	4
	1		0,5702	0,8646	0,3886
	2	0,5702		0,5728	0,6513
	3	0,8646	0,5728		0,4186
	4	0,3886	0,6513	0,4186	



(1991) ni en el presente se muestrearon individuos que estuvieran en estado reproductivo para esta categoría; esta observación puede ser de mucha utilidad pues si se quiere hacer uso de la zamia como fuente de ingresos para recursos no maderables del bosque, será muy importante que en ningún momento se extraigan estos tamaños de plántulas, pues todavía se va a desconocer su sexo y se puede dar el caso que se estuviera eliminando una mayoría de cualquiera de los dos sexos con las posibles inconveniencias que esto podría causar a la población. Se desconoce si esta especie tiene "sexo facultativo", o sea que los individuos cambien de un sexo a otro en diferentes etapas de su ontogenia como ocurre en algunas especies vegetales. Esta situación será aún más importante en los casos donde el número de madres es pequeño; puede suceder que se presente uno de esos ciclos de interrupción en la reproducción por semilla después de una continua reproducción de 5 o 6 años como lo mencionan los Clark (1991) y la regeneración se podrá ver interferida. En ese caso serán esas plántulas las que se encarguen de que no se interrumpan las categorías de edad y la continuidad de la especie en el sistema.

Las plantas más grandes son las que aparentan ser las femeninas, en el presente trabajo se pudo observar que todos los individuos con estróbilos femeninos tenían una altura mayor, aunque esta variable no se midió. El número de hojas es, de las variables estudiadas, la que se puede relacionar mejor con las plantas femeninas y en estado de reproducción, pues aunque los resultados dieron no significativos, en la categoría a partir de las 13 hojas sí dio significativo. Este problema se podría aclarar si se hubiera encontrado una muestra más grande de plantas femeninas.

En el futuro será conveniente realizar un muestreo del sitio uno o tres meses antes de la fecha en que se realizó este, pues se podrían encontrar también las plantas masculinas y estudiar alguna variable que éstas puedan tener, así como

calcular cuál es el porcentaje o el tamaño efectivo de la población (individuos que se reproducen) y cuál es la relación entre individuos masculinos y femeninos.

Cabe destacar que en algunos casos se puede ver la regeneración de individuos juveniles alrededor de una planta alta y de diámetro grande, lo que además de conducirnos a sospechar acerca de su posible sexo nos ayuda a comprender aspectos de la dispersión de las semillas. Los conos femeninos tardan hasta 18 meses y sus semillas se dispersan cuando se pudren las partes del cono y caen al suelo. Con el tiempo forman aglomeraciones alrededor de las plantas madre, también pueden ser transportadas cuesta abajo en zonas de pendientes o, en las orillas de los ríos, pueden ser llevadas por el agua (De Vries, 1983). Estas semillas tienen poca probabilidad de dispersión animal pues son tóxicas para una mayoría de especies de vertebrados, por sus contenidos de azoxiglicósidos (Dossaji, 1974) y la única mención de dispersión en cícaadas es la de Chamberlain (1965) que citó a los mandriles (*Encephalartos caffer*) como depredadores de semillas en el viejo mundo.

Plantas femeninas, adultas, vigorosas, bifurcadas, podrían contribuir a aumentar las cosechas pues se observó que ambas ramas tienen la capacidad de producir un cono cada una, y en el caso presente, la producción de cada cono estuvo encima del promedio, aunque como se mencionó anteriormente la muestra es pequeña.

En los análisis de varianza usados, se demuestra que la posición de las plantas en el espacio o la parcela donde se encontraban no fue significativa para el número de semillas producidas, sin embargo la luz indirecta juega un papel muy importante y es necesaria para la producción de hojas que antecede a la reproducción y consecuentemente en la cosecha de semillas.

Por el momento tardío y la forma como se trabajó en el ensayo, por un desconocimiento acerca de los índices de natalidad y mortalidad (solo se tenía las

hembras que dejan descendencia) y la imposibilidad de tener una cohorte, no fue posible calcular el tamaño de la población viable (Caswell, 1989).

Cualquier esfuerzo para proteger un recurso del bosque, sobre todo si se trata de especies en peligro o amenaza de extinción, debe considerar que una reducción en el tamaño de la población involucra la estimación de un tamaño de población efectiva mínima (individuos reproductores potenciales) que se debe basar en estimaciones de grados tolerables de consanguinidad. Por ello es conveniente estudiar algunos otros aspectos de la biología de la especie como si el apareo ocurre al azar, cuál es la distribución real de sexos y si el comportamiento de las generaciones es discreta o continua. Las consecuencias del riesgo de reducir la variabilidad no se conocen realmente y dependerán de la especie en sí misma.

De todos modos cualquier modelo debe basarse en sistemas donde las entradas sean mayores que las salidas y algunas de las anotaciones hechas podrán contribuir a aumentar el número de descendencia.

Literatura consultada

- Chamberlain, C.J. 1965. *The living cycads*. New York: Hafner.
- Clark, D.A. and D.B. Clark 1987. Temporal and environmental patterns of reproduction in *Zamia skinnerii*, a tropical rain forest cycad. *Journal of Ecology* 75 : 135 - 149.
- Clark, D.B. and D.A. Clark. 1988. Leaf production and the cost of reproduction in the neotropical rain forest cycad, *Zamia skinnerii*. *Journal of Ecology* 76 : 1153 - 1163.
- Clark, D.B. and D.A. Clark. 1991. *Plant Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. Edited by Peter W. Price, Thomas M. Lewinsohn, G. Wilson Fernandes, and Woodruff W. Benson. John Wiley Sons, Inc.
- Caswell, H. 1989. *Matrix Population Models: construction, analysis and interpretation*. Sinauer Associates, Inc Publishers Sunderland, Massachusetts, USA. p. 1 - 24.
- De Vries, P, J. 1976. Notes of the behavior of *Eumaeus minyas* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Costa Rica. *Brenesia* 8: 103.
- De Vries, P. J. 1983. *Zamia skinnerii* and *Z. fairchildiana*. Pages 349 - 350 in D.H. Janzen (Ed), *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago IL.
- Dossaji, S.F. 1974. *The distribution azoxiglycosides, amino acids, and biflavonoids in the order Cycadales: Their taxonomic, phylogenetics, and toxicological significance*. Ph.D diss., University of Texas.
- Gómez P., L.D. 1982. Plantae mesoamericanae novae. II. *Phytologia* 50 : 401 - 404.
- Holdridge, L.R. y Poveda L.J. 1975. *Arboles de Costa Rica*. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- Rothschild, M.; R.J. Nash; and E.A. Bell. 1986. Cycasin in the endangered butterfly *Eumaeus atala florida*. *Phytochemistry* 25: 1853 - 1854.
- Soulé M.E. 1989. *Viable Population for Conservation*. Edited by Michael E. Soulé. Cambridge University Press. p 69 - 87.

