



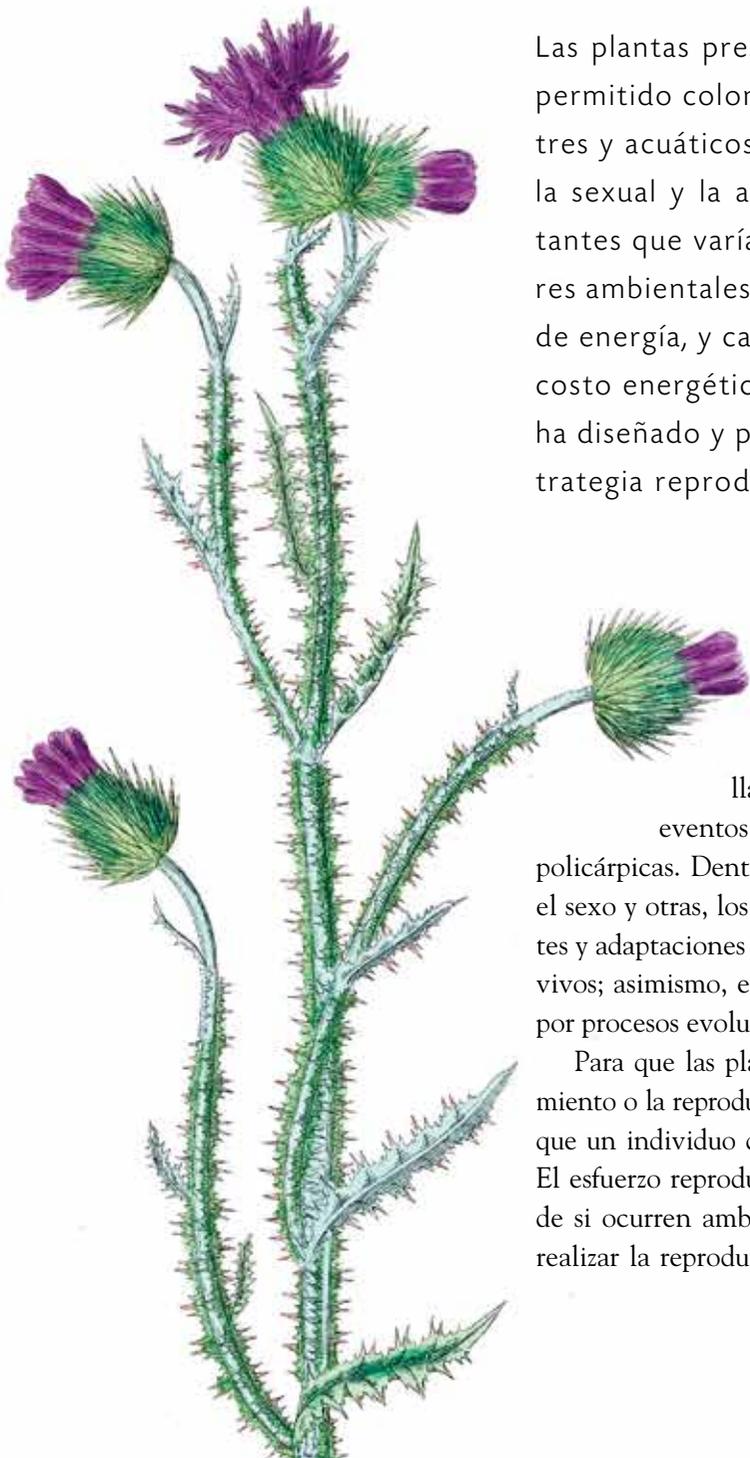
La reproducción de las plantas: costos y beneficios

Las plantas presentan estrategias reproductivas únicas que les han permitido colonizar de manera exitosa diferentes ambientes terrestres y acuáticos. Los dos tipos básicos de reproducción vegetal son la sexual y la asexual o clonal. Cada una presenta ventajas y limitantes que varían según las características de la especie y los factores ambientales imperantes. Para reproducirse, las plantas requieren de energía, y cada estrategia reproductiva (sexual o clonal) tiene un costo energético diferencial. De esta forma, cada especie de planta ha diseñado y perfeccionado, a través de procesos evolutivos, la estrategia reproductiva más adecuada para perpetuarse.

Todos los seres vivos enfrentan el enorme desafío de sobrevivir y reproducirse; para las plantas, uno de los eventos de mayor importancia en su ciclo de vida es la reproducción. Existen especies en el reino vegetal que sólo se reproducen una vez en su vida,

llamadas monocárpicas; mientras que otras más presentan varios eventos reproductivos de manera regular o irregular, y se conocen como policárpicas. Dentro de la enorme diversidad vegetal, algunas especies prefieren el sexo y otras, los clones. Estas variantes reproductivas son parte de ciertos ajustes y adaptaciones moldeados por la interacción con el ambiente y con otros seres vivos; asimismo, están determinadas por la identidad genética de cada especie y por procesos evolutivos.

Para que las plantas puedan realizar diversas funciones vitales, como el crecimiento o la reproducción, requieren de energía. La inversión de recursos energéticos que un individuo destina a la reproducción se conoce como *esfuerzo reproductivo*. El esfuerzo reproductivo dependerá del tipo de reproducción (sexual o clonal) o de si ocurren ambos tipos de reproducción simultáneamente. En algunos casos, realizar la reproducción sexual y clonal paralelamente puede situar al individuo



en una disyuntiva o dilema, ya que destinar recursos de manera diferencial a cada una de estas estrategias puede repercutir en otros aspectos, como el crecimiento de la planta. Por lo regular, las especies perennes (ciclo de vida largo) asignan más recursos al crecimiento; mientras que algunas especies anuales o bianuales (de ciclo de vida corto) invierten más recursos en la reproducción sexual, dado que este evento ocurre una sola vez durante su vida.

Desde el punto de vista energético, el esfuerzo reproductivo está relacionado con la elaboración de estructuras como flores, polen o frutos (vía sexual), así como con el establecimiento de nuevos individuos a través de estructuras vegetativas (vía clonal) (véase la Tabla 1). Ambas formas de propagación presentan ventajas y desventajas. Por un lado, mediante la reproducción sexual se tienen beneficios como la recombinación genética, que es importante porque se obtiene variabilidad en la población; además, esta estrategia reproductiva le permite a la especie tener una mayor dispersión a través de las semillas, lo que se traduce en la posibilidad de que los descendientes se establezcan y conquisten nuevos ambientes. Por otro lado, la reproducción clonal tiene la ventaja de incorporar individuos

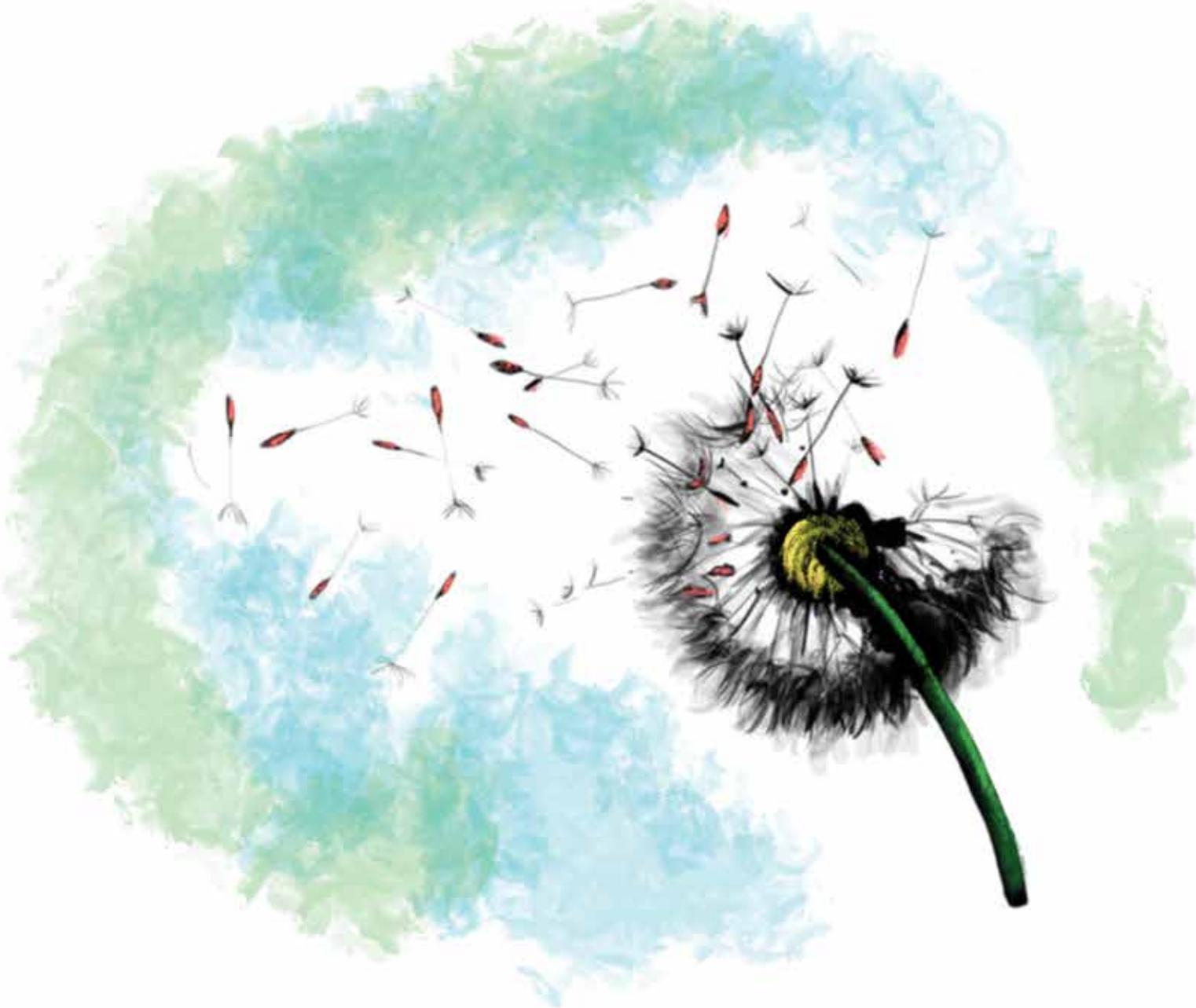




Tabla 1. Breve síntesis de los tipos de reproducción más comunes en plantas

Estrategia reproductiva	Costo relativo	Estructura de propagación	Capacidad de dispersión
Sexual	Alto	• Semillas (recombinación genética)	Amplia
Clonal o asexual (sin conexión)	Medio	• Semillas (autopolinización, no hay recombinación genética)	Amplia
	Bajo	• Partes vegetativas (rama, tallo u hojas)	
	Bajo	• Meristemos axilares	
	Bajo	• Bulbilos	
Clonal o asexual (con conexión)	Bajo	• Estolones (por ejemplo, algunos pastos) • A partir de raíces (por ejemplo, <i>Casuarina cunninghamiana</i>)	Limitada

a la población en un corto tiempo y permite mantener características genéticas eficientes en la descendencia (por ejemplo, resistencia a la sequía), sin riesgo de que se pierdan a causa de la recombinación de genes que ocurre mediante la entrecruza sexual.

El costo de reproducirse

En las plantas, los mecanismos reproductivos están compitiendo constantemente con otras funciones fisiológicas como el crecimiento. Hoy sabemos que la energía destinada a la reproducción implica un costo que puede traducirse en una menor supervivencia o un menor crecimiento, e incluso limitar el siguiente evento reproductivo de la planta. Ejemplo de lo anterior es el abedul (*Betula pubescens*), especie arbórea en que la producción de inflorescencias induce un decremento en la producción de hojas. Por su parte, en el geranio (*Geranium sylvaticum*) una gran producción de semillas puede promover una menor floración en el siguiente ciclo reproductivo, aunque esto no afecta la supervivencia de la planta. Los costos de la reproducción están asociados a la cantidad de recursos que se utilizan para elaborar estructuras (por ejemplo, flores muy coloridas) o para la elaboración de compuestos químicos volátiles que tienen la función de atraer polinizadores.

Si tanto la reproducción sexual como la clonal implican un costo *per se*, imaginemos lo que puede representar para una planta realizar ambos tipos de reproducción de manera simultánea. Este fenómeno se presenta en algunas especies como la piñuela (*Bromelia pinguin*) (véase la Figura 1) y puede generar un conflicto en el individuo, ya que el incremento de recursos destinados a una estrategia reproductiva necesariamente disminuye

lo que se destina a la otra. El asignar más o menos recursos a la reproducción depende de las características propias de cada especie, así como de factores ambientales; ambos aspectos determinan la biología reproductiva de las plantas.

Un dato interesante es que la reproducción sexual se presenta más comúnmente en especies que tienen más individuos dentro de sus poblaciones, mientras que la propagación de tipo clonal o asexual se ve favorecida cuando una población tiene muy pocos individuos.

Estrategias sexual vs. clonal

El mecanismo de reproducción sexual tiene muchos beneficios, pero también es una vía de propagación sumamente costosa para las plantas, ya que éstas



Figura 1. *Bromelia pinguin*, una especie terrestre con reproducción sexual y clonal simultánea. La planta puede estar constituida por varias rosetas de origen clonal, pero a medida que se incrementa el número de rosetas, disminuye el número de frutos y semillas producidos por la planta. Fotografía: Armando Martínez.

destinan una gran cantidad de recursos a la elaboración de estructuras como flores, polen, néctar y frutos, mismas que no se traducen directamente en hijos. En contraparte, la reproducción clonal es un mecanismo alternativo que muchas especies han desarrollado para colonizar ambientes relativamente estables. Se trata de una estrategia muy común en ecosistemas extremos; ejemplo de ello son los desiertos, donde se ha observado que hasta 80% de las especies vegetales presenta propagación clonal, probablemente como respuesta al estrés ambiental. Dado que este mecanismo tiene un bajo costo energético, muchas especies vegetales han optado por la reproducción clonal, ya que les permite destinar más recursos a otras funciones vitales.

Como hemos visto, el costo de la reproducción sexual es mayor que el de la reproducción clonal, y esto puede ser más evidente dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales donde crecen las plantas. Esto significa que el costo de reproducirse sexualmente puede ser mayor en hábitats donde hay una baja disponibilidad de recursos (agua, luz o nutrientes) o donde existe algún tipo de estrés biótico sobre la planta (ataque de herbívoros o competencia con otras especies vegetales). En el caso de la flor de cuclillo (*Lychnis flos-cuculi*), los individuos que crecen en sitios con suelos menos fértiles reducen su fecundidad de un evento reproductivo a otro, mientras que en las plantas que crecen en sitios más fértiles, la fecundidad tiende a ser similar año con año. Es importante mencionar que también existen características propias de las plantas que pueden influir en su capacidad reproductiva, como veremos a continuación.

¿El tamaño de la planta importa?

La reproducción de las plantas generalmente está relacionada con la edad o con el tamaño del individuo. Es bien sabido que el costo de la reproducción sexual y clonal depende en mucho del segundo factor, aunque como siempre en la naturaleza puede haber curiosas excepciones. Por ejemplo, algunos estudios que han evaluado esta relación nos muestran que en el caso de la especie herbácea conocida comúnmente como oreja de burro o llantén (*Plantago major*), los individuos más grandes gastan más recursos para reproducirse, aunque

esta relación no se aprecia en el llantén americano (*Plantago rugelii*).

Los costos reproductivos debidos al tamaño son altamente variables entre especies e incluso entre individuos de la misma especie. Esto último puede constatare cuando se compara el desempeño (puede ser el número de flores, frutos o semillas producidas) en individuos de poblaciones establecidas en diferentes hábitats o sitios. En algunas plantas, como la vara de San José (*Asphodelus albus*), los individuos más grandes invierten muchos recursos en la reproducción sexual, lo que implica un alto costo; sin embargo, otros individuos de la misma especie, pero localizados en sitios diferentes, no muestran el mismo patrón.

Si bien es cierto que un mayor tamaño de las plantas implica mayor costo reproductivo, también es verdad que ser más grande tiene sus ventajas. Las plantas con mayor biomasa por lo regular presentan una floración más temprana, y esta fase suele ser más larga. Además, producen flores más grandes, las cuales pueden ser más vistosas o coloridas, características relevantes para atraer polinizadores. Es importante recordar que en las plantas con flores (angiospermas), tanto la floración como la polinización son muy importantes porque de éstas depende la producción de semillas.

Tamaño y cantidad de semillas

El relativo alto costo que representa producir semillas por la vía sexual se ve compensado de alguna manera por el beneficio de la dispersión de la especie, puesto que la semilla tiene la ventaja de ser una estructura móvil a diferencia de la planta progenitora, de condición sésil.

Un aspecto interesante de la biología reproductiva de las plantas es que algunas especies producen muy pocas semillas en comparación con su número de óvulos. Un ejemplo de ello es la leguminosa llamada altramuz de Texas (*Lupinus texensis*), especie en la que el número promedio de óvulos producidos es mucho mayor que el número de semillas producidas por la planta. En efecto, el altramuz es capaz de producir hasta 2 000 óvulos, pero tan sólo 50 logran convertirse en semillas. En algunas plantas herbáceas, como las campanillas (*Primula veris*), es posible ver que cuando el individuo



produce un alto número de semillas se reduce el tamaño de éstas, pero si decrece la cantidad, se incrementa el tamaño.

La cantidad y el tamaño de las semillas son características sumamente variables en las plantas. Mientras que algunas especies producen muy pocas, otras producen miles de semillas microscópicas, como en el caso de la orquídea estrella (*Epidendrum ciliare*). Ambos caracteres pueden estar determinados por aspectos relacionados con la planta progenitora, tales como su constitución genética, el número de veces que se reproduce anualmente y la eficiencia en el uso de los recursos destinados a la reproducción sexual, entre otros.

La calidad de las semillas normalmente se asocia con aspectos como el tamaño. A su vez, esta característica tiene consecuencias sobre la viabilidad, la germinación, el establecimiento y la supervivencia de las plántulas. En algunas especies, el tamaño de la semilla tiene un efecto en el porcentaje y tiempo de germinación. Es fascinante ver cómo las semillas grandes germinan primero que las pequeñas, y que las plántulas producto de estas semillas tienen un mejor establecimiento en el hábitat y un crecimiento ventajoso sobre aquéllas que provienen de semillas pequeñas.

Con base en todo lo mencionado anteriormente, podemos concluir que la reproducción de las plantas está estrechamente ligada a características como el tamaño, la edad o la información genética de la planta, y además está influenciada por factores bióticos y abióticos. A lo largo de millones de años de evolución las plantas han diseñado estrategias reproductivas óptimas ante escenarios ambientales cambiantes. Hoy sabemos que para las plantas “elegir” reproducirse de forma sexual o clonal, o incluso hacerlo por las dos vías simultáneamente, implica un costo y un beneficio. El costo más alto es la muerte de la planta después del evento reproductivo, como ocurre con los agaves luego de reproducirse sexualmente. El mayor beneficio es aportar descendientes a las siguientes generaciones para perpetuar la especie, pero sobre todo para perpetuar la vida misma.

Saber un poco más sobre la biología reproductiva de las plantas puede ayudarnos a ver de manera diferente el mundo de esos seres verdes que hacen posible la existencia de las demás especies que integran la cadena trófica, incluido, desde luego, el ser humano.

María de la Luz Avendaño Yáñez realizó la licenciatura en Biología en la Universidad Veracruzana y el doctorado en el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada de la misma universidad. Ha participado en proyectos de investigación sobre ecología funcional de plantas en ambientes tropicales, así como en estudios sobre interacciones positivas entre plantas, con fines de restauración y conservación de bosques de niebla. Ha participado en congresos y simposios a nivel nacional e internacional. Actualmente realiza una estancia posdoctoral en el Colegio de Posgraduados. Sus intereses de investigación giran en torno a la ecología y restauración de bosques, así como al estudio de procesos de sucesión y dinámica de la vegetación nativa en agroecosistemas tropicales.

luz.avendano@colpos.mx



Lecturas recomendadas

- Lehtilä, K. y J. Ehrlén (2005), “Seed size an indicator of seed quality: a case study of *Primula veris*”, *Acta Oecologica*, 28:207-212.
- Mandujano Sánchez, M. C. (2007), “La clonalidad y sus efectos en la biología de poblaciones”, en L. E. Eguarte, V. Souza y X. Aguirre (comps.), *Ecología molecular*, México, Instituto Nacional de Ecología, pp. 215-250.
- Mizuki, I., K. Ishida y K. Kikuzawa (2005), “Sexual and vegetative reproduction in the aboveground part of a dioecious clonal plant, *Dioscorea japonica* (Dioscoreaceae)”, *Ecological Research*, 4:387-393.
- Obeso, J. R. (1993), “Cost of reproduction in the perennial herb *Asphodelus albus* (Liliaceae)”, *Ecography*, 16:365-371.
- Obeso, J. R. (2002), “The costs of reproduction in plants”, *New Phytologist*, 39:321-349.
- Reekie, E. G. y G. Avila-Sakar (2005), “The shape of the trade-off function between reproduction and growth”, en E. G. Reekie y F. A. Bazzaz (eds.), *Reproductive Allocation in Plants*, California, Academic Press, pp. 189-214.



CORRESPONDENCIA

RESEÑA

NOTICIAS DE LA AMC