

DINÁMICA DE LA DIVERSIDAD



Astrocaryum urostachys en el parque Yasuní.

GENÉTICA DE ESPECIES DE PALMERAS EN ECUADOR

Jean-Christophe Pintaud y Bertha Ludeña

Las palmeras del Ecuador

La diversidad de las palmeras silvestres es muy alta en Ecuador. Se encuentran en el país alrededor de 130 especies, distribuidas tanto en la Amazonía, como en los Andes, más allá de los 3 000 m de altitud, y en la Costa. La mayoría de las especies crecen en bosques

húmedos, aunque algunas existen en los bosques secos del sur-occidente. Las grandes especies de palmeras como el Pambil (*Iriartea deltoidea*), la Palma Real (*Attalea colenda*), la Chambira (*Astrocaryum chambira*), el Chapil (*Jessenia bataua*) son generalmente conservadas en los pastiza-

les y constituyen un elemento espectacular de los paisajes intervenidos, pero como vestigios de la selva natural. Numerosas especies se presentan como pequeñas plantas del sotobosque de la selva primaria y desaparecen con la deforestación. Varias especies de palmeras nativas tienen usos tra-

dicionales importantes. Los productos de palmeras incluyen aceite (*Attalea colenda*, *Jessenia ba-*

cuentra en Ecuador solamente en la provincia de Morona-Santiago, donde, curiosamente, no tiene

para el estudio de la dinámica de la diversidad genética en condiciones naturales y en régimen de

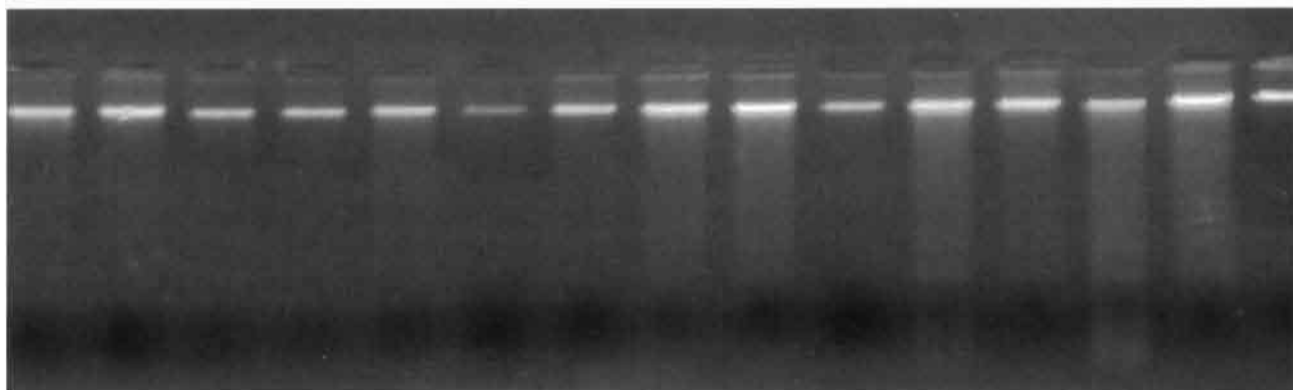


Fig. 1. Extracciones de ADN total de diferentes accesiones de *Bactris*.

taua), corazones de palmeras, madera (*Iriartea deltoidea*), marfil vegetal (*Phytelephas equatorialis*), fibras para escobas (*Aphandra natalia*), frutos comestibles (*Mauritia flexuosa*, *Euterpe oleracea*) entre otros. Sin embargo, estos productos provienen de poblaciones silvestres y solamente dos especies son cultivadas. La palma de aceite americana (*Elaeis oleifera*) tiene en la actualidad una gran importancia agronómica pues, puede cruzarse con la palma africana (*Elaeis guineensis*), produciendo híbridos que tienen características de productividad y crecimiento de la especie africana y caracteres de resistencia a mayores enfermedades de la especie americana. *Elaeis oleifera* se en-

mayor uso tradicional. La segunda especie más cultivada es la chontaduro o palmito (*Bactris gasipaes*), que, al contrario de las otras especies, ha sido completamente domesticada. *Bactris gasipaes* produce frutos de gran tamaño, que se comen cocinados y constituyen una fuente importante de carbohidratos, lípidos y caroteno para las poblaciones de la Amazonía. Además, el palmito es ahora cultivado de modo intensivo para la producción de corazones de palmeras y representa una actividad económica importante.

Las investigaciones del programa « Palmeras » PUCE-IRD se enfocan en cuatro grupos que representan modelos interesantes

domesticación: la Chontaduro y especies silvestres relacionadas (género *Bactris*), el Chapil (género *Jessenia*), el género *Astrocaryum* y la palma de aceite (género *Elaeis*).

Bactris gasipaes

Esta especie ha sido domesticada desde tiempos muy antiguos por los amerindios y se encuentra en cultivo desde el sur de México hasta Bolivia y Brasil. Existen numerosas variedades que difieren en el tamaño, la forma y el color del fruto, el cual puede ser más o menos harinoso o graso, también varían las características del tallo (con patrones diferentes de espinas o sin espinas). La planta está siempre asociada al hombre



Fig. 2. Grupo de secuencias alineadas del espaciador intergénico *trnD-trnT* en varias especies de *Bactris*. Se puede notar tres mutaciones específicas de *Bactris gasipaes*, idénticas en las plantas silvestres (*var. chichagui*) y cultivadas (*var. gasipaes*): una delección de 4 bases, luego una inversión de 6 bases y una repetición directa de 4 bases.

pero existen poblaciones silvestres muy parecidas (reconocidas como una variedad, *Bactris gasipaes* var. *chichagui*), éstas producen frutos muy pequeños y de uso limitado en la alimentación.

En Ecuador, el complejo silvestre cultivado de *Bactris gasipaes* es sumamente interesante. La planta cultivada se encuentra en abundancia en la Amazonía, la cual corresponde al área de do-

para la producción de corazón de palmeras o uso doméstico (regiones húmedas). Hay entonces situaciones de exclusión y de simpatría de las plantas silvestres y cultivadas, muy favorables para investigar las relaciones e interacciones entre ellas.

Varios marcadores moleculares son analizados en el género *Bactris* (Fig. 1). El secuenciamiento de regiones no codifican-

en estas secuencias. En el caso del espaciador trnD-trnT, se notan tres mutaciones adyacentes: una delección de cuatro pares de bases, una inversión de seis pares de bases y una repetición directa de cuatro pares de bases, todas características de *Bactris gasipaes* (Fig. 2).

Al momento nuestro grupo de investigación, se encuentra estudiando la diversidad genética de



Foto: Jean-Christophe Poinard

Bactris gasipaes cultivado en Amazonía.

mesticación, pero no hay poblaciones silvestres conocidas en el Oriente ecuatoriano, mientras existen en Perú, Brasil y Bolivia. Al contrario, las poblaciones silvestres son ampliamente distribuidas en el occidente ecuatoriano, en lugares donde la planta cultivada no se encuentra (caso de los bosques secos) o donde está recientemente introducida a partir de semillas traídas del Oriente,

tes del genoma cloroplástico (espaciadores intergénicos) en varias especies de *Bactris* confirma la relación estrecha que existe entre la variedad silvestre (*B. gasipaes* var. *chichagui*) y la variedad cultivada (*B. gasipaes* var. *gasipaes*). Numerosas mutaciones específicas de *Bactris gasipaes* (en común a las plantas silvestres y cultivadas pero exclusivas al complejo *B. gasipaes*) aparecen

Bactris gasipaes en el oeste del Ecuador, usando marcadores microsatélites, a fin de identificar evidencia molecular de introgresión entre las plantas cultivadas y silvestres en simpatría.

Jessenia bataua

Es una especie de gran tamaño (hasta 40 m de altura con hojas de 8 a 11 m de longitud), ampliamente distribuida en los bosques

húmedos de América del Sur. En Ecuador, *Jessenia* se encuentra en los dos lados de los Andes. Es una palmera común en toda la Amazonía y bosques subandinos hasta 1 200 m de altitud. En el lado occidental del Ecuador, alcanza la parte baja de la costa a nivel del Chocó. Los frutos son tradicionalmente usados para la extracción de aceite por varios grupos indígenas tanto en la Amazonía como en la Costa. Aunque una sola especie de *Jessenia* está reconocida ahora (*J. bataua*), el género es probablemente un complejo de especies con distribución geográfica y ecología distinta. A fin de determinar si existe una estructuración geográfica de la diversidad genética del género, utilizamos marcadores genómicos (AFLP) en muestras de Ecuador (Costa y Oriente), Perú y Guyana francesa.

Astrocaryum

Este género es también ampliamente distribuido en la región neotropical, pero a la diferencia de *Jessenia*, está diversificado en numerosas especies (alrededor de 35). El centro de mayor diversidad del género es la Amazonía occidental, donde se encuentra más de 10 especies estrechamente relacionadas y en general con distribución geográfica limitada y preferencias ecológicas distintas. Eso sugiere un fenómeno de especiación rápida (radiación), relacionado a los cambios ambientales causados por la orogénesis andina. El secuenciamento de los mismos espaciadores cloroplásticos usados en *Bactris* es informativo para la filogenia a nivel ínter específico en *Astrocaryum*, con un alto nivel de sustituciones nucleotídicas, polimorfismos de inversiones y de microsatélites. A fin de entender los procesos de especiación, enfocamos nuestros

estudios sobre dos especies hermanas (es decir derivadas de un ancestro común directo e identificadas como tal en el análisis filogenético), una de Ecuador (*Astrocaryum urostachys*) y la otra del norte de la Amazonía peruana (*A. macrocalyx*). El nivel de diferenciación morfológica entre las dos especies está cuantificado mediante análisis morfométrico y la diferenciación genética mediante análisis de marcadores microsatélites. Además, se compara la ecología de las dos especies mediante análisis de distribución espacial de poblaciones.

Elaeis

Es el único género de palmeras distribuido tanto en África como en América tropical. Aún más sorprendente es la habilidad de la especie africana (*Elaeis guineensis*) de cruzarse con la especie americana (*E. oleifera*). Se supone que la divergencia entre las dos especies es relativamente reciente, es decir posterior a la separación de África y América, lo que implica una dispersión transatlántica. Todavía, se desconoce el sentido de esta migración. Los géneros de palmeras estrechamente relacionados con *Elaeis* son todos endémicos de América lo que podría indicar un origen neotropical de grupo, pero también la falta de estos géneros en África puede resultar de extinciones. Por otra parte, pólenes fósiles atribuidos a *Elaeis* han sido reportados para el Eoceno africano (hace 50 millones de años). A fin de entender la biogeografía de *Elaeis*, utilizamos una batería de marcadores moleculares incluyendo genotipaje de microsatélites nucleares y cloroplásticos, secuenciamento de alelos microsatélites nucleares y de espaciadores cloroplásticos. Los primeros análisis ponen en evidencia un al-

to nivel de diferenciación geográfica dentro de la especie americana, mientras no se nota diferencia morfológica notable entre los grupos geográficos de Amazonía, Guyana y América Central. Ahora, tratamos de establecer las relaciones filogenéticas entre estos grupos en relación con la biogeografía neotropical.

Literatura consultada

- Barcelos, E., Second, G., Kahn, F., Amblard, P., Lebrun, P., Seguin M. 1999. Molecular markers applied to the analysis of genetic diversity and to the biogeography of *Elaeis* (*Palmae*). *Memories of the New York Botanical Garden* 83: 191-201.
- Billotte, N., Risterucci, A. M., Barcelos, E., Noyer, J.L., Amblard, P., Baurens, F.C. 2001. Development, characterisation, and across-taxa utility of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) microsatellite markers. *Genome* 44: 413-425.
- Borgtoft Pedersen, H., Balslev, H. 1990. *Ecuadorian palms for agroforestry*. AAU Reports 23. Aarhus University Press, Aarhus, Denmark, 122 p.
- Borgtoft Pedersen H. and Skov F. 2001. Mapping palm extractivism in Ecuador using pair-wise comparisons and bioclimatic modeling. *Economic botany* 55(1): 63-71.
- Borchsenius, F., Borgtoft Pedersen H., Balslev H. 1998. *Manual to the palms of Ecuador*. AAU Reports 37. Aarhus University Press, Aarhus, Denmark, 220 p.
- Clement, C. R. 1988. Domestication of the *Pejibaye Palm* (*Bactris gasipaes*): past and present. *Advances in Economic Botany* 6: 155-174.
- Pintaud, J. C., Kahn, F. 2002. Endémisme et spéciation radiative chez les palmiers de forêt dense humide : les *Iguanurinae* de Nouvelle-Calédonie et le genre *Astrocaryum* en Amazonie. *Biosystema* 20: 81-88.
- Pintaud, J. C., Gluchy, D., Ludena B. 2003. Diversidad genética y filogenia molecular del género *Astrocaryum* (*Arecaceae*). *Revista de la P.U.C.E.*



Pintaud Jean-Christophe, Ludena B. (2003).

Dinamica de la diversidad genetica de especies de palmeras en Ecuador.

Nuestra Ciencia, (5), 10-13. ISSN 1390-1893