

38% de los árboles de la plantación pueden bifurcarse a causa del ataque de *Rhyacionia*.

El efecto económico de las bifurcaciones de los fustes depende del producto esperado de la plantación y existe posibilidad de disminuir la bifurcación en los árboles. Se concluye que *Rhyacionia frustrana* no representa un riesgo económico serio para las plantaciones de pino establecidas; no obstante, deben realizarse investigaciones sobre el impacto y el control del insecto.

12 diciembre 1985

L. B. FORD*

* Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. Apartado 159, Cartago - Costa Rica.

Literatura citada

1. FORD, L.B. 1986. El barrenador de los brotes de pino. Turrialba 36(2):245-262.
2. SALAZAR, R. 1982. Comportamiento juvenil de nueve procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barrett y Golfari en Costa Rica. Turrialba 32(4):387-397.
3. YATES, H.O. III.; OVERGAARD, N.A.; KOERBER, T.W. 1981. Nantucket pine tip moth. USDA Forest Service. Forest Insect and Disease Leaflet 70. 7 p.

Estimación preliminar de la bio-productividad del pejíbaya (*Bactris gasipaes* H.B.K.) de la Colección Panamá del CATIE.

Summary. The bio-productivity of the pejíbaya must be determined in order to aid in certain aspects of the pejíbaya breeding programs now underway. To obtain a preliminary idea of this productivity, ten plants were studied in the Panama Collection at CATIE, Turrialba, Costa Rica. Stem and leaf dimensions were measured, stem density and leaf dry weight were determined, and annual growth increments were estimated. Using previous economic production data, the annual growth rate and net assimilation rate were estimated. The plants studied were shown to have a crop growth rate of only 14 ± 1.9 t/ha/yr, probably due to inadequate agro-ecological

conditions. The same plants, however, showed a net assimilation rate of 0.999 ± 0.0172 g/dm²/week, which is quite good when compared to the African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Given the high NAR and known economic potential of the pejíbaya, it seems likely that even higher production may be obtained if these growth parameters are adequately used in the breeding programs.

Las investigaciones sobre pejíbaya se encuentran apenas en sus inicios. Por ejemplo, se ha dado comienzo al banco de germoplasma y a algunas caracterizaciones (4), así como a investigaciones sobre el uso de la fruta como forraje y otras posibilidades (9). Hasta la fecha se ha trabajado poco en el análisis de su crecimiento, aunque se ha estudiado la distribución radical en Costa Rica (13) y en Brasil (7). Asimismo, en Costa Rica se ha iniciado estudios sobre las hojas de la planta (3, 5). El presente estudio incluye algunos datos nuevos sobre el crecimiento del pejíbaya en Costa Rica.

El pejíbaya, al igual que la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.), es especialmente apropiado para el estudio de la productividad de la biomasa debido a su simple arquitectura y a la ausencia de engrosamiento secundario. Los componentes de la biomasa que deben estimarse son: 1) peso seco promedio foliar; 2) incremento promedio del tallo por año; 3) producción anual de hojas; 4) producción de frutos y 5) peso seco de raíces (12). En este estudio las raíces no se tomaron en consideración debido a la falta de recursos en ese aspecto; tampoco se midió el corazón de la palma, ya que éste constituye únicamente un 2% de su peso seco (6). Además, debido a que no se dispuso de datos reales, se utilizó un estimado de la producción anual de frutos, como también procedieron Rees y Tinker (12).

Dadas las anteriores limitaciones, el presente estudio solamente podrá dar una idea preliminar de la bioproductividad del pejíbaya y; obviamente, se recomienda efectuar estudios más detallados.

Materiales y métodos

Se estudiaron 10 plantas, escogidas al azar, de la Colección Panamá del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE, localizado en Turrialba, Costa Rica. Las cepas pertenecen al banco de germoplasma del CATIE y proceden de un viaje de recolección realizado en Panamá en 1971 (10). Crecen en un suelo arcilloso del Orden Inceptisol, suborden Tropets, gran grupo Dystropets (1), de drenaje pobre y topografía plana, con un espaciamiento de 7 x 7 m, un poco mayor de lo recomendable. La colección se fertiliza una vez al año, al principio de la estación lluviosa, en vez de efectuarse tres

aplicaciones. La precipitación pluvial de Turrialba en el año que precedió a este estudio fue de 2 383 mm, un poco menor que el promedio (1974-1984) de precipitación anual que es de 2 637 mm. La altitud es de 640 msnm.

La mayoría de las cepas de la Colección Panamá se ha podado dejando un solo tallo, aunque algunas cepas tienen dos y hasta tres estípites. Las 10 cepas escogidas tenían un solo tallo y varios brotes basales para asegurar el renuevo de la planta estudiada. Todas las cepas tenían 11 años de edad y se han podado a intervalos irregulares.

Las 10 cepas estudiadas fueron cortadas y se midió la altura del tronco desde el nivel del suelo hasta un punto en la copa donde el tronco se pudo cortar con un machete, ya que por encima de ese nivel el tronco se considera parte del corazón de la palma. Las cifras se redondearon al medio metro más cercano, dado que este método para medir la altura del tronco es muy impreciso. A intervalos de 2 m se sacó un disco del tronco para determinar su densidad, con un diámetro igual al del tronco y 10 cm de espesor. Este disco se llevó al laboratorio, donde se picó, se pesó, y se secó a una temperatura de 105°C hasta peso constante. El incremento anual del crecimiento del tronco se calculó simplemente dividiendo la altura de este entre diez, ya que durante el primer año de vida la planta no presenta tronco. Todas las hojas se separaron de la copa y se tomaron como muestra la 4a., la 9a. y la 11a., ya que Clement (en preparación) ha determinado que se necesitan tres hojas espaciadas en la forma indicada para obtener una cifra promedio adecuada. Se midieron las hojas y se estimó el área foliar según el método de Clement *et al.* (5). Luego las hojas se picaron, se pesaron, y se secaron a una temperatura de 105°C hasta peso constante.

La producción anual de hojas se estimó mediante la comparación de estudios fenológicos realizados en Guápiles, Costa Rica (Mora Urpí, comunicación personal) con observaciones realizadas en la Colección Panamá. En Guápiles, el pejibaye produce ± 19 hojas/año con prácticas agronómicas (favorables, buen drenaje del suelo y una estación seca muy corta). Dado que Turrialba sufrió un período de sequía bastante acentuado, durante el año anterior a este estudio, y las prácticas agronómicas y drenaje del suelo son inadecuados, la producción de hojas se estimó en 17 hojas/año.

Fue necesario estimar la producción de racimos ya que no existían registros durante los años inmediatamente anteriores a este estudio. Esto se hizo con base en las cifras de Morera (10). En 1980, los árboles estudiados por Morera tuvieron un promedio de

3.68 kg por racimo fresco. Ya que en ese tiempo los árboles eran aún relativamente jóvenes, se estimó que un cálculo conservador para el peso actual del racimo sería 4 kg, considerando que el peso del racimo aumentará con la edad como ocurre (8). Cuando se realizó este estudio se hizo un reconocimiento rápido de la Colección Panamá que demostró que el término medio de producción eran 10 racimos/año/estípite. La producción de racimos se estimó así en 40 kg/planta/año para este año. El peso seco se estimó en 50% del peso fresco, lo que corresponde aproximadamente a un punto intermedio entre las cifras de Arkcoll y Aguiar (2) y las de Murillo *et al.* (11), las cuales no son de árboles provenientes de Panamá. Por lo tanto, se usó la cifra de 20 kg de peso seco de producción de racimos para todos los árboles, aunque esta probablemente sea una subestimación. Sin embargo, dado que la plantación no se encuentra en muy buenas condiciones, se pensó que sería más realista hacer una subestimación que una estimación alta.

El Índice del Área Foliar (IAF) se calculó de acuerdo con Clement *et al.* (5), con base en un espaciamiento de 6 x 6 m, a pesar de que la plantación está a 7 x 7 m. Esto se hizo así debido a que se consideró deseable tratar de aproximarse lo más posible a las verdaderas condiciones de una plantación monocultivo. La Tasa de Crecimiento (TC) se calculó como la suma de los incrementos anuales del peso seco de las diferentes partes de las plantas estudiadas. La Tasa de Asimilación Neta (IAN) se calculó de acuerdo con Corley *et al.* (6) utilizando la fórmula:

$$IAN = TC / (IAF \times 52) \text{ (gm/dm}^2\text{/semana)}$$

En este estudio no se tomaron en cuenta las raíces ni el corazón de la palma por las razones ya citadas, pero este no debería afectar en forma relevante los resultados. Corley *et al.* (6) demostraron que las raíces y el corazón de la palma africana sólo constituyen 1 5% de la producción total anual de biomasa; puede esperarse que el pejibaye demuestre porcentajes similares, y que en ningún caso llegaría a exceder 5% del total de la biomasa. Debido al estimado que se utilizó para la producción de biomasa de racimos se decidió no intentar calcular el Índice de Cosecha, ya que dichos cálculos serían muy imprecisos.

Resultados, discusión y conclusiones

El Cuadro 1 presenta los datos de los troncos que se coleccionaron. A los 11 años de edad las cepas son todavía muy bajas, probablemente como reflejo de las condiciones agronómicas y ecológicas poco favorables en que se encuentran. Tanto las cifras de altura, como

los diámetros del tronco para árboles de 11 años de edad, son menores de lo que cabía esperar para poblaciones de pejibaye en América Central, lo que nuevamente comprueba las condiciones pobres de crecimiento.

El coeficiente de variación de los datos de densidad del tronco parece más alto de lo que se esperaba, al compararse con el de la palma africana (6). Este sugiere que los discos usados para esta estimación eran muy pequeños o no se picaron suficientemente antes de secarlos. Esto obviamente afecta los cálculos de peso seco de incremento del tronco y el tronco total, los cuales tienen coeficientes de variación similares.

Una comparación del incremento del peso seco del tronco con el de la palma africana revela que estos pejibayes se comparan con palmas de 2.5 años de edad que crecen en óptimas condiciones en Malasia (6). Otras comparaciones realizadas con palmas de aproximadamente la misma edad demuestran que el incremento anual del tronco del pejibaye es aproximadamente la mitad del de la palma africana, lo cual es de esperar si se considera que la palma africana es una planta mucho más robusta.

El Cuadro 2 presenta los datos de crecimiento y biomasa foliar. Puede observarse que las longitudes del pecíolo y el ráquis no varían en forma apreciable,

mientras que el peso seco foliar sí varía. El peso seco total de las hojas por año se calculó usando la cifra estimada de producción de hojas por año (17) y no el número real de hojas en el momento del estudio, puesto que lo que interesa es la producción anual.

El Cuadro 3 presenta las estimaciones preliminares de biomasa para los pejibayes estudiados. Dada la forma en que se calculó la producción de racimos, estos datos podrían ser menores de lo que se considera posible, incluso considerando las condiciones pobres de crecimiento de las cepas. La comparación con palma africana sólo puede lograrse con palmas de un año de edad en Malasia (6), lo que de nuevo destaca el pequeño tamaño del pejibaye.

El Cuadro 4 presenta los parámetros de la estimación para productividad de biomasa calculada en este estudio. El Índice de Área Foliar (IAF) del pejibaye es algo menor que el que Clement *et al.* (5) calcularon en palmas costarricenses en una plantación adyacente, lo que sugiere que la población de Panamá podría ser ligeramente diferente con respecto a este parámetro. La TC es comparable al de una palma africana de 2 años de edad en Malasia (6) y es mucho menor que algunas cifras para comunidades tropicales citadas por Westlake citado por Corley *et al.* (6). Ambos parámetros miden la producción de biomasa y puede esperarse que sean menores que los de la palma africana debido al tamaño relativo de las dos especies;

Cuadro 1. Datos básicos de crecimiento y biomasa del tronco de 10 plantas de pejibaye estudiadas en la Colección Panamá del CATIE.

	Diámetro (cm)	Altura (m)	Incremento anual (cm)	Densidad (g/cm ³)	Peso Seco	
					total (kg)	anual (kg)
Promedio	17.5	7.2	72	0.5809	95.69	9.57
S.D.	1.815	0.753	7.53	0.2193	38.69	3.87
C.V.	10.36	10.48	10.48	40.64	40.43	40.43

Cuadro 2. Datos básicos de crecimiento y biomasa de las hojas de 10 plantas de pejibaye estudiadas en la Colección Panamá del CATIE.

	Número Hojas	Longitud		Área Foliar (m ²)	Peso Seco		
		Pecíolo (cm)	Ráquis (cm)		Hoja (kg)	Total (kg)	Total Anual (kg)
Promedio	15.2	141	315	5.87	1.22	18.80	20.77
S.D.	1.40	10.69	31.52	1.39	0.30	5.46	5.03
C.V.	9.20	7.60	10.00	23.69	24.22	29.02	24.22

Cuadro 3. Estimación de la producción anual de biomasa de 10 plantas de pejibaye estudiadas en la Colección Panamá del CATIE.

	Peso Seco			
	Hojas (kg)	Tronco (kg)	Racimos (kg)	Total (kg)
Promedio	20.77	9.57	20	50.34
S.D.	5.03	3.41		6.82
C.V.	24.22	35.65		13.54

aunque no se esperaba que la TC fuera tan baja. No obstante, la razón para esto puede ser las condiciones pobres de crecimiento en la plantación, así como la posibilidad de que las estimaciones de producción de racimos sean bajas.

La situación es diferente en cuanto a la TAN, porque ésta mide la productividad relativa de la superficie de la hoja. La cifra de 0.0999 gm/dm²/semana para el pejibaye es comparable a la cifra de 0.078 de la palma africana, obtenida en Africa Occidental por Rees y Tinker (12), a pesar de ser menor que la cifra obtenida en Malasia por Corley *et al.* (6) de 0.130. Corley *et al.* (6) atribuyen las diferencias entre los dos cálculos realizados en palma africana a las diferencias de clima, suelo y genotipo, ya que las condiciones ecológicas de Malasia son más favorables para la palma africana que las de muchas áreas en Africa Occidental donde la planta es nativa, y al hecho de que la mayoría de las plantaciones africanas están constituidas por genotipos de una productividad menor que la de los tipos altamente seleccionadas de Malasia. Por lo tanto, puede considerarse que las cifras de Rees y Tinker (12) representan a la palma africana al principio de su mejoramiento genético y agronómico, en tanto que las cifras de Corley *et al.* (6) representan el punto más alto en la actualidad. Tomando como cier-

ta la validez de esta aseveración, la cifra obtenida en pejibaye es bastante buena. De hecho, una de las palmas estudiadas (28/12) presenta una cifra de 0.1258, casi tan buena como las cifras de Malasia. Esto sugiere que el pejibaye podría ser fisiológicamente más eficiente que la palma africana, tal como lo sugieren Clement *et al.* (5) con base en el IAF y en las cifras estimadas de producción de la especie en Costa Rica.

A pesar de que estas son cifras preliminares y debido a los altos coeficientes de variación de muchas de ellas, éstas sugieren que el pejibaye es una especie bastante productiva y que los programas de mejoramiento genético que están en marcha en Costa Rica y Brasil (4) pueden producir avances rápidos debido a la TAN relativamente alta que se ha observado en cepas no seleccionadas y bastante descuidadas.

Resumen

La bio-productividad del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) necesita ser determinada para ayudar ciertos aspectos del mejoramiento genético de la especie ahora en curso. Para obtener una idea preliminar sobre esta productividad se estudiaron 10 plantas en la Colección Panamá del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se midió las dimensiones del estípote y de las hojas, se determinó la densidad del estípote y el peso seco de las hojas, y se estimó el incremento anual de ambos. Con datos anteriores de la productividad económica se estimó la tasa de crecimiento y la de asimilación neta. Se observó que los pejibayes estudiados presentaron una tasa de crecimiento de apenas 14 ± 1.9 t/ha/año, probablemente debido a las condiciones agro-ecológicas inadecuadas. Sin embargo, las mismas plantas presentaron una tasa de asimilación neta de 0.999 ± 0.0172 g/dm²/semana, que se considera bastante elevada cuando se compara con la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). Siendo la TAN alta y la productividad económica alta, se asume que

Cuadro 4. Estimación de los parámetros de la productividad anual de biomasa de 10 plantas de pejibaye estudiadas en la Colección Panamá del CATIE.

	Area Foliar palma (m ²)	Indice Area Foliar	Tasa	
			Crecimiento (t/ha/a)	Asimilación Neta (gm/dm ² /semana)
Promedio	99.74	2.77	13.95	0.0999
S.D.	23.64	0.66	1.89	0.0172
C.V.	23.70	23.70	13.53	17.25

IAF Se calculó a un espaciamiento de 6 x 6 m, correspondiente a 277 plantas/ha.

TAN Se calculó en base a la tasa de crecimiento del cultivo dividido por el índice del área foliar x 52 Corley *et al.* (6) 1).

el pejibaye puede ser más productivo si estos parámetros son usados adecuadamente en los programas de mejoramiento.

1 de setiembre de 1986

G. GUTIERREZ M.*
C. ASTORGA D.*
CH. R. CLEMENT**

* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Instituto Nacional de Pesquisas de Amazonia – INPA, Manaus, AM, Brasil. Becado por el CNPq/Brasil.

Literatura citada

1. AGUIRRE, ASTE, V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA, Turrialba, Costa Rica. 139 p.
2. ARKCOLL, D.B.; AGUIAR, J.P.L. 1984. Peach palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.), a new source of vegetable oil from the wet tropics. *Journal Science Food Agriculture* 35:520-526.
3. CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J. 1983. Leaf morphology of the Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Revista Biología Tropical* 31(1):103-112.
4. CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J. 1984. The Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K., *Palmae*): multi-use for the lowland humid tropics. 25th Annual Meeting of the Society for Economic Botany. College Station, Texas.
5. CLEMENT, C.R.; MORA URPI, J.; COSTA, S.S. 1985. Estimación del área foliar de la palma de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Revista Biología Tropical* 33 p.
6. CORLEY, R.H.V.; GRAY, B.S.; Ng S.K. 1971. Productivity of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Malaysia. *Expl. Agriculture* 7(2):129-136.
7. FERREIRA, S.A.N.; CLEMENT, C.R.; RANZANI, G. 1980. Contribuição ao conhecimento da distribuição da sistema radical da pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.). I. Solo Latossolo Amarelo, textura média. *Acta Amazonica* 10(2):245-249.
8. HARTLEY, C.W.S. 1977. The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Longman, London. 831 p.
9. MORA URPI, J. 1984. El Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In FAO/CATIE. Palmeras poco utilizadas de América Tropical. Turrialba, Costa Rica.
10. MORERA, M., J.A. 1981. Descripción sistemática de la colección Panamá de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) del CATIE Tesis M.Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 122 p.
11. MURILLO, R., M.; KRONEBERG, A.; MATA, J.F.; CALZADA, J.G.; CASTRO, V. 1983. Estudio preliminar sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas en la harina de pejibaye (*Bactris gasipaes*). *Revista Biología Tropical* 31(2):227-231.
12. REES, A.R.; TINKER, P.B.H. 1963. Dry-matter production and nutrient content of plantation oil palms in Nigeria. I. Growth and dry-matter production. *Plant and Soil* 19(1):19-32.
13. VANDERMEER, J. 1977. Observations on the root system of the Pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) in Costa Rica Turrialba 27(3):239-242.