

Caracterización morfológica y contenido de bixina en diferentes variedades de achiote (*Bixa orellana*) de los Yungas de La Paz

Cristal Taboada y Hans Salm

Introducción

El achiote como cultivo no tradicional de zonas tropicales y subtropicales de Bolivia, es un producto alternativo que permite disminuir la vulnerabilidad del agricultor frente a las fluctuaciones en la demanda y los precios en el mercado internacional de los principales productos agrícolas de exportación, como la soya, el café o el cacao.

Existen diferentes variedades de achiote. La variabilidad genética de esta especie, se manifiesta en características distintas en cuanto a la resistencia al ataque de enfermedades y plagas, dehiscencia, rendimiento y contenido de bixina. No se conocen suficientemente las variedades de achiote, situación que impide una adecuada planificación de su cultivo.

En el presente trabajo, mediante la caracterización morfológica y determinación del contenido de pigmentos de cultivares ubicados en la Prov. de Caranavi, región de los Nor Yungas de La Paz, se pretende proporcionar las bases para un programa de mejoramiento del cultivo de achiote.

Parte experimental

El estudio se realizó en las colonias de Villa Exaltación, Bajo Israel y Alto San Lorenzo, ubicadas al noreste de Caranavi, cerca a la carretera que lleva al Alto Beni. La región se caracteriza por una topografía accidentada, con cobertura de bosque subtropical y altitudes que van de 700 a más de 1.500 m; los lugares de muestreo se encuentran entre 950 y 1.200 m. El clima está determinado por una temperatura media anual ligeramente superior a los 20 °C y por una precipitación anual del orden de los 1.500 mm.

Se llevaron a cabo tres muestreos destinados a la caracterización morfológica y la obtención de semillas para el análisis de bixina, el primero la segunda quincena de marzo, el segundo la primera quincena de abril y el tercero la segunda quincena de abril de 1993. En total se eligieron 45 arbolitos de achiote, que posteriormente pudieron ser clasificados en 9 diferentes variedades.

La caracterización morfológica se realizó de acuerdo a la metodología utilizada por el programa de las Naciones Unidas en la estación experimental de Tingo María - Perú (Hernández et al. 1988). El contenido de colorantes fue determinado por extracción con hidróxido de sodio 0.1 N y medición de la absorbancia a 453 nm, de acuerdo a la metodología propuesta por Salm (1992).

Resultados y Discusión

Las plantas de achiote difieren ampliamente en cuanto a la forma, tamaño y color de sus hojas, flores y frutos, así como en la capacidad de producción de semillas y su contenido de colorante.

Sin embargo, mediante clasificación taxonómica tradicional (Crisci & López, 1983; Leniz, 1988), se ha logrado agrupar las 45 plantas estudiadas en 9 diferentes variedades de achiote.

En la tabla 1 se muestran las variedades identificadas, número de plantas estudiadas, la altura promedio y el estado fitosanitario de las plantas. La altura varía entre 2.0 (variedad *P*) y 4.4 metros (variedad *Y5*), aunque ésta no refleja necesariamente el tamaño natural de la planta madura, debido a la poda periódica que aplican algunos agricultores para facilitar la cosecha de las cápsulas y mejorar el rendimiento.

A causa del deficiente cuidado fitosanitario, las plantas sufren diferentes enfermedades y plagas, siendo las más comunes *Oidio* y *Cercospora*. Las variedades más resistentes son las yungueñas, la más afectada es la peruana.

Tabla 1: Altura promedio y estado fitosanitario del achiote

Variedad	Número de plantas estudiadas	Altura promedio de la planta (m)	Estado fitosanitario	
			Ataque <i>Oidio</i>	Ataque <i>Cercospora</i>
Criolla yungueña 1 (Y1)	8	2.92	intenso	intenso
Criolla yungueña 2 (Y2)	7	2.94	mínimo	moderado
Criolla yungueña 3 (Y3)	4	2.99	mínimo	mínimo
Criolla yungueña 4 (Y4)	4	3.50	mínimo	mínimo
Criolla yungueña 5 (Y5)	3	4.40	intermedio	moderado
Peruana (<i>P</i>)	3	2.00	muy intenso	moderado
Criolla cruceña 1 (C1)	8	2.94	moderado	mínimo
Criolla cruceña 2 (C2)	5	2.20	intenso	moderado
Criolla cruceña 3 (C2)	3	3.00	intenso	moderado

Los caracteres morfológicos sobresalientes de la flor se describen en la tabla 2. Se puede advertir que existen tres épocas de floración, una temprana entre mediados de octubre a principios de noviembre, una normal entre mediados de noviembre y mediados de diciembre, y una tardía entre fines de diciembre y mediados de enero. El achiote de floración temprana representa mayores beneficios para el agricultor, por coincidir la cosecha con época de precios altos en el comercio local y regional.

El color de la flor varía según la variedad de blanco a rosado y lila, mientras que en el botón floral existe una amplia gama de colores que van desde el verde jaspeado, pasando por el pardo, hasta llegar al rojo. Los botones florales verdes producen normalmente flores blancas, mientras que los verde-parduzcos, pardos y rojos dan flores rosadas y lilas.

Los caracteres cuantitativos considerados en este trabajo son la longitud de los pétalos, número de estambres y número de óvulos. Dos variedades yungueñas tienen pétalos largos (>3.0 cm), una variedad cruceña presenta pétalos cortos (<2.5 cm) y en el resto se observan pétalos normales o intermedios (2.5-3.0 cm). El número de estambres varía entre 350 (variedad *P*) y 420 (variedad *Y5*), mientras que el número de óvulos fluctúa entre 37 (variedad *C3*) y 55 (variedad *P*). De acuerdo al número de óvulos, en las variedades *Y5* y *P* se pueden esperar más de 50 semillas.

Tabla 2: Características de la flor del achioté

Var.	Inicio de Floración	Color de la flor	Color del botón floral	Longitud de pétalos	Nº de estambres	Nº de óvulos
Y1	1ª semana de diciembre	rosa jaspe lila	pardo	3.5	400	45
Y2	3ª sem Nov. a 1ª sem. Dic.	rosa tenue	pardo jaspe verde	2.8	360	41
Y3	1ª semana de diciembre	rosado	rojo jaspe pardo	2.6	355	42
Y4	1ª semana de diciembre	rosado	rojo jaspe pardo	2.8	354	42
Y5	1ª semana de noviembre	rosado	verde parduzco	3.4	420	52
P	3ª sem Dic. a 2ª sem. Ene.	blanco	verde jaspe pardo	2.6	350	55
C1	2ª sem Oct. a 2ª sem. Nov.	lila	pardo jaspe rojo	2.3	390	41
C2	3ª semana de noviembre	blanco	verde jaspeado	3.0	390	38
C3	3ª semana de noviembre	blanco	verde jaspeado	2.7	389	37

En la tabla 3 se presentan los caracteres morfológicos del fruto, que es una cápsula. De acuerdo al color, se tiene cuatro variedades rojas (*Y1*, *Y4*, *Y5* y *C1*), una verde amarillenta (*Y2*), una café rojiza (*Y3*), dos verdes (*C2* y *C3*) y una verde clara (*P*).

La forma de la base del fruto distingue la variedad peruana (plana) de las variedades criollas (cordata), mientras que la forma de la cápsula diferencia a la mayoría de las variedades yungueñas. Otras diferencias marcadas son la longitud o tamaño del fruto, que varía entre pequeño (<4.1 cm) en las variedades *Y3* y *Y5*, y grande (>4.9 cm) en las variedades *Y1* y *P*, así como la presencia de espinas, que va de muy baja (*Y5*) a muy alta (*C2* y *C3*).

Tabla 3: Características del fruto del achioté

Var.	Color	Forma base	Forma cápsula	Espinosidad	Longitud (cm)	Dehiscencia (*)
Y1	rojo	cordata	oblonga	alta	5.4	3
Y2	verde amarillento	cordata	hemisférica	alta	4.2	2
Y3	café rojizo	atenuata	aovada	media	3.5	2
Y4	rojo	cordata	cónica	alta	4.5	3
Y5	rojo	cordata	cónica	muy baja	4.0	4
P	verde claro	plana	cónica	alta	5.2	1
C1	rojo	cordata	cónica	media	4.8	4
C2	verde	cordata	cónica	muy alta	4.6	3
C3	verde	cordata	cónica	muy alta	4.4	3

(*) El grado de dehiscencia se determinó de acuerdo a la siguiente escala:

0	No dehisciente	(0 mm de apertura)
1	Mínimamente dehisciente	(menos de 1 mm)
2	Moderadamente dehisciente	(entre 1-5 mm)
3	Dehisciente	(entre 5 10 mm)
4	Dehiscencia severa	(mayor a 10 mm)

De acuerdo al grado de dehiscencia, que fue calificado en una escala de 0 (no dehisciente) a 4 (dehiscencia severa) según Hernández et al. (1988), la variedad peruana promete producir semilla de mejor calidad. Las variedades con un grado de dehiscencia de 3 ó 4 deben ser cosechadas oportunamente para evitar el ataque de enfermedades, favorecidas por la elevada humedad después de lluvias tropicales y pérdidas por desparramo de semillas.

El número de semillas (tabla 4) está en concordancia con el número de óvulos (tabla 2). El contenido de colorante (promedio de los tres muestreos realizados y de por lo menos tres plantas por variedad) varía en un amplio rango: mientras que la variedad *C3* contiene solamente un 0.85 % de pigmentos, expresados como bixina, se tiene en el otro extremo la variedad *P* con 4.01 % de pigmentos. Solamente cuatro variedades cumplen con las exigencias mínimas de mercado (Avila & Remond, 1986), con un contenido promedio mayor a 2.50 % de bixina.

Tabla 4: Rendimientos y contenido de pigmentos

Var.	No. semillas	Rendimiento semilla/planta (kg)	% Bixina	Tonalidad de pigmentación
Y1	44	1.27	3.07	rojo café
Y2	40	1.41	1.89	rojo
Y3	42	1.49	1.27	naranja amarillo
Y4	42	1.50	2.46	naranja rojo
Y5	52	1.63	2.42	rojo
P	52	2.34	4.01	rojo intenso
C1	41	1.34	2.51	rojo naranja
C2	38	1.29	2.20	rojo naranja
C3	37	1.49	0.84	amarillo naranja

Según el análisis de varianza de la determinación de colorante, las diferencias entre variedades son altamente significativas, en tanto que no se observan diferencias significativas para las tres épocas de muestreo. La tonalidad de pigmentación de las semillas se encuentra directamente relacionada con el contenido de colorante; las variedades con mayor porcentaje de bixina tienen tonos rojos más intensos (*P* y *Y1*), la variedad *C3* con sólo 0.85 % de bixina tiene el color más claro (amarillo naranja).

El rendimiento de semilla seca (tabla 4) es más elevado en la variedad *P* con 2.34 kg/planta, mucho mayor a la variedad *Y5*, que está en segundo lugar con 1.63 kg/planta. Las demás variedades producen entre 1.27 y 1.50 kg/planta. Sin embargo, considerando las precarias condiciones de producción actuales, especialmente de las variedades criollas, estos rendimientos podrían aumentar mucho bajo un buen manejo de los cultivares.

Comparando las principales características de las distintas variedades, se puede afirmar que la variedad *P* es la de mayor beneficio para el agricultor, por el bajo grado de dehiscencia, el mayor

contenido de colorante y el mejor rendimiento. Su desventaja está en la sensibilidad a ataques por el hongo *Oidio*, que debe ser controlado, evitando que la enfermedad llegue a las flores o al fruto.

Entre las variedades criollas, la más promisoría parece ser la *YI* que tiene un contenido de pigmentos superior al 3%, pero es necesario combatir el *Oidio* y *Cercospora*, así como incrementar el rendimiento y manejar adecuadamente la dehiscencia.

Resumen

Caracterización morfológica y contenido de bixina en diferentes variedades de achiote (*Bixa orellana*) de los Yungas de La Paz

Se presentan los resultados de un estudio morfológico de nueve variedades de achiote provenientes de la región de los Yungas, considerando las principales características de sus flores, frutos, contenido de bixina y estado fitosanitario. Existen diferencias significativas entre las distintas variedades, especialmente en los rendimientos de semilla y contenido de pigmentos, cuya consideración es importante en programas de mejoramiento del cultivo de achiote.

Abstract

Morphological characteristics and bixin contents of different varieties of annatto tree (*Bixa orellana*) from Yungas (La Paz)

Results of a morphological study of nine annatto tree varieties of Yungas are presented, including the main properties of flowers, fruits, bixin contents, and phytosanitary conditions. There are significant differences between varieties, specially in seed yield and bixin contents, whose considerations are important in programs of annatto tree improvement.

Zusammenfassung

Morphologische Charakterisierung und Bixingehalt verschiedener Orleanbaumarten (*Bixa orellana*) aus den Yungas, La Paz

Die Resultate einer morphologischen Studie von neun aus den Yungas stammenden Orleanbaumarten werden vorgestellt, insbesondere Merkmale der Blüten, Früchte, Bixingehalte und Pflanzenschutzstatus. Es sind bedeutende Unterschiede zwischen den verschiedenen Abarten zu verzeichnen, besonders im Samenertrag und Bixingehalt, deren Berücksichtigung in Kulturverbesserungsprogrammen wichtig ist.

Referencias

- Avila R. y Z. Remond, 1986.
Estudio técnico extracto de colorante de achiote. ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas), Lima, Perú. 67 p.
- Crisci, J.V. y F. López, 1983.
Introducción a la práctica de la taxonomía numérica. Monografía No. 26, Serie de Biología, OEA, Washington D.C. - USA. 119 p.
- Hernández, J., Trujillo, R., y E. Arévalo, 1988.
Sistemas de producción de achiote en la Amazonia Peruana. Tingo María - Perú. 83 p.
- Leniz, J., 1988.
Caracterización morfológica y agrupamiento de 23 cultivares de yuca utilizando coeficientes de distancia, correlación y componentes principales. Tesis de grado UMSS, Cochabamba - Bolivia. 99 p.
- Salm, H., 1992.
Análisis de pigmentos del achiote. Rev. Bol. Quím. 11: 27-31.

Dirección de los autores

Cristal Taboada
Facultad de Agronomía, UMSA
La Paz-Bolivia

Hans Salm
Carrera de Química
Facultad de Ciencias Básicas UMSA
La Paz-Bolivia