

LA YACA

(*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

UN FRUTO DE EXPORTACIÓN

Luna-Esquivel G¹; Alejo-Santiago G¹; Ramírez-Guerrero L. G¹; Arévalo-Galarza Ma. de Lourdes C.²

¹Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Km 9 Carretera Tepic-Compostela, Jalisco Nayarit. ²Línea Prioritaria de Investigación en Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad (LPI-7). Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillos, Km 36.5 Carretera México- Texcoco C.P. 56230, Texcoco, Estado de México.

Autor responsable: gollole@hotmail.com

RESUMEN

La yaca (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) es un frutal tropical que se cultiva ampliamente en Asia. Los frutos pueden alcanzar pesos superiores a los 25 kg y son altamente apreciados por su valor nutrimental, además de que se puede consumir como fruta fresca, curtido y cocinado, en distintas formas como dulces, paletas y nieves. El fruto fue introducido en Nayarit, México en la década de 1960 y actualmente se cultiva en alrededor de 800 ha, cuya producción se destina principalmente a Estados Unidos (EUA). Este cultivo representa una opción para la fruticultura de regiones tropicales y subtropicales ya que, bajo ciertas circunstancias, se puede cosechar prácticamente todo el año y los precios al productor oscilan entre \$ 0.50-0.80 US dólares por kilogramo. En el presente se documenta la experiencia de cultivo y proceso postcosecha en Nayarit.

Palabras clave: Frutos exóticos, exportación, sub-trópico.



INTRODUCCIÓN

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un frutal tropical originario del sureste de la India, aunque se encuentra distribuido también en Australia, Isla Mauricio, Kenia, Uganda, Brasil, Jamaica, Las Bahamas, Estados Unidos (Florida y Hawái) y México (Crane y Balerdi, 2000). Esta especie pertenece a la familia Moraceae, cuyos frutos varían en peso, de 1.6 a 25 kg (Pushkumara, 2006), aunque se han reportado frutos que alcanzan 50 kg (Figura 1). Los árboles sin manejo de poda pueden crecer en cinco años de 8 a 25 m de altura y de 3.5 a 6.7 m de diámetro de copa. Los nombres comunes con los que se conoce a la yaca en el mundo son: jackfruit (inglés); bo loup mi (China); jacquier (Francia); nanka (Indonesia); jaca o yaca (español y portugués); lanka (Filipinas); kapiac (Nueva Guinea); uto ni India (Fiji); ulu initia (Samoa); chakka, chakki, kanthal, kathar, panos (India); jaca, jacca mole, jaca dura (Brasil); mit (Vietnam); khanun, makami y banum (Tailandia) (Love y Paull, 2011).

La superficie establecida de yaca en México ha crecido significativamente de 16.5 ha en 2002 a 797 ha en 2011, con un rendimiento aproximado de 15.5 ton ha⁻¹ y valor de la producción de 4.5 millones de dólares. En este contexto, Nayarit es el principal productor al concentrar 80% de la superficie nacional (SIACON-SAGARPA, 2012). De los árboles de esta especie se aprovecha prácticamente todo; del tronco y las ramas, se obtiene madera; las hojas se usan como forraje de ganado y para cocinar; las semillas secas se



Figura 1. Frutos de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)

utilizan en dulces o hervidas como aperitivo; los frutos se consumen en fresco, cocinados o procesados en jugo, helados o rodajas fritas (Love y Paull, 2011). También se reportan beneficios nutracéuticos, toda vez que las hojas y la corteza se utilizan para tratar anemia, asma, dermatosis, diarrea, catarro y como expectorante (Balbach y Boarim, 1992). Los frutos tienen diversos compuestos, como carotenoides, flavonoides, taninos, esteroides, entre otros, que le confieren propiedades anti cancerígenas, además de que aliviar úlceras e indigestión. Las hojuelas de frutos maduros tienen 0.8% de minerales, 30 IU de vitamina A y 0.25 mg100 g⁻¹ de tiamina y valor energético alto pues se ha calculado que la pulpa provee energía de hasta 2 MJ kg⁻¹ en peso húmedo (APAARI, 2012; Ahmed y Labavitch, 1980).

Características del cultivo

Existen innumerables genotipos y cultivares de yaca en el mundo entre los que destacan en Australia 'Black Gold', 'Gold Nugget', 'Honey Gold', 'Lemon Gold', 'Cochin', 'Kun Wi Chan', 'Leung Bang', 'Bostworth', 'Galaxy', 'Fitzroy' y 'Nahen'; Tailandesas 'Dang Rasimi', 'Golden Pillow', 'Chompa Grob', 'Malaysia', 'Mastura', 'NS1', 'J33', 'J31', 'J30' y 'J29'. En Indonesia 'Tabouey' y 'Bali Beauty'; en la India 'Muttam' y 'Varikka'; en Singapur 'Chompa Gob', 'Handia', 'Khaja' y 'Safeda' y 'Badaya' y 'Busila' en Sri Lanka (Lov y Paull, 2011). En Nayarit se cultivan diferentes selecciones varietales sin registro que se distinguen por características específicas de la planta y fruto, como *Agüitada*, *Buchona*, *Romina*, *Carlita*, *Ponciana*, *Clemente*, *Lisa*, *Bolonga*, *R-15* y *Yesi*. Se observan básicamente algunas diferencias entre los materiales del fruto, como tamaño, firmeza, densidad de protuberancias, presencia de látex y calidad de la pulpa (Khan *et al.*, 2010).

La yaca es una especie monoica, cuyas inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran separadas y se producen en toda la planta, aunque se prefiere manejar las inflorescencias producidas en el tallo para asegurar el crecimiento de los frutos a menor altura (Figura 2).

Las inflorescencias pueden tener más de 5,000 flores femeninas y masculinas; la receptividad de los estigmas se da en un periodo de 15 a 28 días posteriores a la emergencia; cada planta puede emitir de 8 a 103 inflorescencias femeninas al año y el proceso de maduración de los frutos tarda de 81 a 137 días desde antesis.

El fruto es compuesto, ya que los ovarios de múltiples flores o de una inflorescencia se unen para formar un fruto, lo que origina que la superficie del fruto tenga una apariencia



Figura 2. Árboles de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en producción.

de panal; cada polígono representa una flor. En el fruto pueden distinguirse tres regiones primarias: a) eje o centro del fruto, con presencia de células laticíferas (no comestible); b) perianto, mayor porcentaje comestible del fruto y región media fusionada (formando el anillo del sincarpo) y la región externa córnea no comestible de color verde y amarillo al madurar; y c) fruto verdadero (semillas) que se desarrolla desde el carpelo del ovario

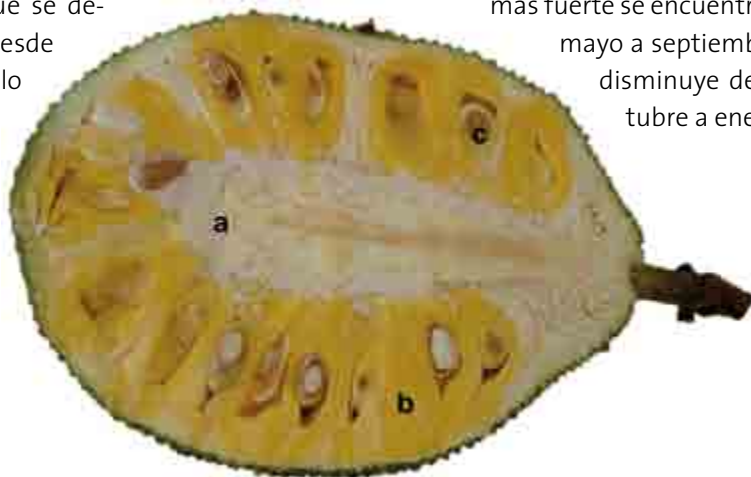


Figura 3. Regiones del fruto de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) a: eje o centro del fruto, b: perianto, parte comestible y región media fusionada (formando el anillo del sincarpo), región no comestible de color verde y amarillo al madurar; y c: fruto verdadero (semillas) rodeado por el perianto fresco.

y está rodeado por el perianto fresco (Ong *et al.*, 2006; Dumoulin *et al.*, 2010) (Figura 3).

El árbol tiene flores prácticamente todo el año; sin embargo, la distribución de la lluvia tiene una influencia directa en los picos de floración, ya que éste coincide con el periodo más seco (Pushkumara, 2006). En el estado de Nayarit la estacionalidad más fuerte se encuentra de mayo a septiembre y disminuye de octubre a enero.

En Florida se han reportado algunas plagas que atacan a la yaca, tales como insectos barrenadores que se alimentan de troncos y ramas dañadas o muertas, (*Elaphidion mucronatum*, *Nyssodrysinia haldemani*, *Leptostylopsis terraecolor*), así como escamas (*Pinaspis strachani*, *Aspidiotus destructor*, *Protopulvinaria mangiferae*, *Protopulvinaria pyriformis*) y cochinillas que atacan hojas y frutos. En relación con las enfermedades, las flores masculinas y femeninas son susceptibles al ataque de *Rhizopus artocarpi* y *Botrytis cinérea*. Se presenta también pudrición de raíces provocada por *Pythium splendens*, *Phytophthora sp.*, *Fusarium sp.*, y *Rhizoctonia sp.*, sobre todo en condiciones de inundación. Las hojas pueden ser atacadas por *Gloeosporium sp.* y *Phyllosticta artocarpi* (Crane y Balerdi, 2000).

Cultivo de yaca en Nayarit

Inició hace más de 20 años en el municipio de San Blas, Nayarit, México, como cultivo alternativo al de plátano (*Musa paradisiaca*), que perdió rentabilidad. En 2002 se contaba con diferentes materiales (cuyos nombres se desconocían) y en octubre del mismo año el huracán "Kenna" derribó la mayoría de los árboles, dejando solamente algunos que resistieron los poderosos vientos del fenómeno climático. A partir de éstos, el material llamado 'Agüitada' se propagó de forma asexual (enraizado de estacas). El árbol de este genotipo presenta hojas pequeñas y enrolladas en los bordes, con pocas hojas en comparación con otras variedades; es de porte bajo y muestra tolerancia a los vientos, plagas y enfermedades. Su fruto es uniforme, con un periodo de crecimiento de 2.5 meses, y en invierno de cuatro meses, con peso entre 8 y 9 kg, pulpa naranja, de sabor y textura agradables, y cáscara delgada, que son características deseables para el

mercado de exportación. Es importante destacar que se ha venido realizando la propagación por semilla, lo que ha generado alta variabilidad en los materiales “locales” sin que haya registro alguno de ellos (Comunicación Personal: Carlos Sánchez López); su éxito productivo se ha incrementado sustancialmente, por lo que ha sustituido a cultivos de importancia económica como el mango (*Mangifera indica*) y el plátano (Figura 4).

Fisiología postcosecha

No existe mucha información relacionada con las características fisiológicas del fruto, pero normalmente se cosecha después de los 81 días posteriores a la antesis, dependiendo de la región y del tipo de yaca cultivada. Normalmente, el color del pedúnculo y del fruto se utiliza como índice de cosecha, sin embargo, el índice puede depender del uso final del fruto, por ejemplo, industrialización o consumo como fruta fresca.

En caso de que se dificulte la diferenciación de color, se puede realizar una lesión en el pedúnculo para provocar la salida del látex; el hecho de que éste no se coagule inmediatamente es un indicador de que el fruto está listo para la cosecha. El fruto es climatérico, con alta intensidad respiratoria y, como en el caso del fruto del pan (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosb.), especie del mismo género, se reportan picos respiratorios de 330 y 200 mL kg⁻¹ h⁻¹ al inicio y al final del proceso de maduración, y picos de etileno muy bajos de entre 1.0-1.5 y 0.7-0.12 µL kg⁻¹ h⁻¹ en el mismo orden, a 25-30 °C (Worrel y Sean-Carrington, 1997).

Durante el proceso de maduración se presentan cambios en la composición del fruto; en el cultivar J3 distribuido en

Malasia se reportan incrementos de acidez titulable de 0.3 a 0.9%, expresado como ácido málico, aunque otros autores la reportan entre 0.1-0.2%; estas diferencias se atribuyen a la variedad utilizada. Los ácidos presentes en la yaca son el málico y cítrico, mientras que los ácidos succínico y oxálico se encuentran en pequeñas cantidades (Ong *et al.*, 2006; Selvaraj y Pal, 1989). Los sólidos solubles totales alcanzan los 20 °Bx (Brix) o más, y el azúcar dominante es la sacarosa, con alrededor de 5% en fruto maduro; 0.33-0.40% de fibra cruda, y 1% de cenizas. En relación con los carotenoides, algunos materiales de yaca presentan tonalidades de amarillo a naranja; de hecho, las semillas contienen β-caroteno, α-caroteno, β-zeacaroteno y β-caroteno-5,6α epóxido, y carotenoide dicarboxílico y crocetina (Chandrika *et al.*, 2004); además, se han encontrado más de 20 compuestos volátiles que contribuyen al aroma complejo del fruto y cuya concentración varía a lo largo del proceso de maduración.

Manejo postcosecha

En el caso de Nayarit, después de la cosecha la fruta se transporta al empaque en capas divididas por cartón para evitar fricciones entre los frutos. Cuando llega a la empacadora se realiza la selección descartando aquellos que no reúnen los requisitos de calidad (índice de madurez, uniformidad y sanidad). Los problemas más frecuentes son maduración avanzada, deformación del fruto y pedúnculo, así como pudrición y hundimiento del pedúnculo (Figura 5).

El fruto seleccionado se limpia con aire comprimido, a fin de eliminar polvo, ácaros, insectos u otros materiales físicos (Figura 6b). Posteriormente, los frutos se pesan y



Figura 4. Inserción de árboles de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en huertas comerciales de mango (*Mangifera indica*) (a) y plátano (*Musa paradisiaca*) (b).



Figura 5. Frutos de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) que no reúnen los requisitos de calidad para la exportación, debido a sobremaduración, malformaciones del fruto, pedúnculo y pudriciones.

se lavan en una solución con hipoclorito de calcio; se dejan escurrir y nuevamente se realiza otra inmersión pero ahora en solución fungicida, cuidando el pH del agua para obtener una mayor estabilidad de la solución (Figura 6c; 6d). Finalmente, los frutos se secan y se procede a sellar el pedúnculo con oxiclورو de cobre (Figura 6e) para evitar desarrollo de hongos, obstruir la salida de látex y evitar daños por corrosión al fruto durante el almacenamiento y transporte. Dependiendo del tamaño del fruto se colocan 1, 2 y hasta 3 frutos en cajas de 40x50x25 cm, que tienen aberturas para la circulación del aire en el contenedor. La temperatura durante el transporte es de 12-14 °C, toda vez que es un fruto sensible a daños por frío (Figura 6f).

CONCLUSIONES

A pesar de no contar con suficiente conocimiento para su manejo en general, la alta productividad que presenta el cultivo de yaca en México representa una valiosa oportunidad de trabajo para investigadores y pro-

ductores, tales como, realizar una descripción cuidadosa de los materiales biológicos locales u obtenidos por cruzamiento genético para su posible registro ante SNICS-SINAREFI, cultivo, plagas y manejo postcosecha. En México no existe información disponible para los materiales adaptados sobre técnicas de producción específicas, como poda, nutrición, control de plagas y enfermedades; sin embargo, debido al nicho de mercado de exportación con precios atractivos para este fruto, ha provocado que cultivos de alta tradición como mango y plátano, sean desplazados por la yaca.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de yaca, en especial al Sr. Carlos Sánchez López y a la empresa Cabello Produce Corporation, por la información otorgada para la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Ahmed A.E.R., Labavitch J.M. 1980. Cell wall metabolism in ripening fruit. *Plant Physiology* 65: 1009-1013.
- APAARI. 2012. Jackfruit improvement in the Asia-Pacific Region a status report. Asia-Pacific Association of agricultural Research Institutions Bangkok, Thailand. 182 p.
- Balbach A., Boarim D.S.F. 1992. As frutas na medicina natural. Sao Paulo: Editora Missionaria.
- Chandrika U.G., Jansz E.R., Warnasuriya N.D. 2004. Analysis of carotenoids in ripe jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) kernel and study of their bioconversion in rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 186-190.
- Crane J.H., Balerdi C.F. 2000. La yaca en Florida. Departamento de Horticultural Sciences, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida. (UF/IUFAS). Documento HS1038, revisado en 2012. 9 p.
- Piña-Dumoulin G., Quiroz J., Ochoa A., Magaña-Lemus S. 2010. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I: La yaca. *Agronomía Tropical* 60 (1): 35-42.
- Khan R., Zerega N., Hossain S., Zuberi M.I. 2010. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Diversity in Bangladesh: Land use and artificial selection. *Economic Botany* 64 (2):124-136.
- Love K., Paull E.R. 2011. Jackfruit. *Fruits and Nuts*. College of tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. F-N-19.
- Ong B.T., Nazimah S.A.H., Osman A., Quek S.Y., Voon Y.Y., Mat Hashim D., Chew P.M., Kong Y.W. 2006. Chemical and flavor changes in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening. *Postharvest Biology and Technology* 40: 279-286.



Figura 6. Manejo postcosecha de la yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) de exportación en Nayarit. a: Llegada del fruto a la empacadora; b: Selección, limpieza y pesado de frutos; c: Lavado de frutos; d: Inmersión en fungicida; e: Sellado de pedúnculo; f: Empaque y carga del contenedor.

Pushkumara D.K.N.G. 2006. Floral and fruit morphology and phenology of *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae). Sri Lanka Journal Agriculture Science 43:82-106.

Selvaraj Y., Pal D.K. 1989. Biochemical changes during ripening of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.). J. Food Sci. Tech. 26:304-307.

SIACON-SAGARPA. 2012. Sistema de información estadística agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (En línea). Disponible en <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/index>. (Fecha de consulta 11 de noviembre de 2012).

Worrel D.B., Sean-Carrington C.M. 1997. Breadfruit. In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits (ed. S.K. Mitra) pp. 347-363.

AP
AGRO
PRODUCTIVIDAD