



FOI
10874



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA



La Acerola (*Malpighia emarginata*)

en Costa Rica
aspectos del cultivo e industrialización



Iván Calvo Villegas
Ana C. Segreda Rodríguez

2016



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

La Acerola

(*Malpighia emarginata*)

en Costa Rica

aspectos del cultivo e industrialización



Iván Calvo Villegas
Ana C. Segreda Rodríguez

2016



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
GANADERÍA**

SUNII

Sistema Unificado de Información Institucional

INTA

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en
Tecnología Agropecuaria

FITTACORI

Fundación para el Fomento y Promoción de la
Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
de Costa Rica

La Acerola

(Malpighia emarginata)

en Costa Rica

aspectos del cultivo e industrialización

Ivan Calvo Villegas
Ana C. Segreda Rodríguez

2016

FOI
10874
c.1 # 005704

Ing. Agr. Iván Calvo Villegas
Investigador
INTA
Email: icalvo@inta.go.cr

MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez
Licenciada en Tecnología de Alimentos y Máster en Gerencia de Programas
Sanitarios en Inocuidad de Alimentos.
Destacada en la Escuela Agronegocios (ITCR)
Convenio INTA-ITCR
Email: asegreda@inta.go.cr

Comité técnico editorial

Guadalupe Gutiérrez Mejía
Noria Orias Montes
María Mayela Padilla Monge
Nevio Bonilla Morales
Daniel Zúñiga van der Laet
Guillermo Guzmán Díaz

Aprobada su publicación el 23 de setiembre del 2016

634.4

C162a

Calvo Villegas, Iván

La acerola (*Malpighia emarginata*) en Costa Rica: aspectos del cultivo e industrialización / Iván Calvo Villegas y Ana C. Segreda Rodríguez. -- San José, C.R. : MAG/INTA/FITTACORI, 2016. 68 p.

ISBN 978-9968-877-86-2

1. MALPIGHIA EMARGINATA. 2. CULTIVO. I. Segreda Rodríguez, Ana C. II. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. III. Costa Rica. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. IV. Título.



FEB. 2017

Los autores

desean expresar su sincero agradecimiento:

A la Ing. Guadalupe Gutiérrez Mejía y a la Fundación para el Fomento y la Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica (FITTACORI), por el apoyo financiero brindado para la publicación del presente trabajo.

Al Ing. Guillermo Guzmán Díaz del Sistema Unificado de Información Institucional (SUNII), en la revisión del texto y edición.

A la Ing. Ruth León González, entomóloga del INTA, por su amplia disposición durante las consultas y diagnóstico de muestras.

Al Ing. Carlos Hidalgo Ardón, Jefe Departamento de Investigación e Innovación del INTA, por su apoyo en las diferentes gestiones administrativas y profesionales, en la fase de desarrollo del proyecto de investigación.

A la Ing. Patricia Quesada Rojas de la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica y al Ing. Víctor Trejos Mesén de la Agencia de Extensión del MAG, Región Central Sur por la revisión y sugerencias al manuscrito.

Al Ing. Randall Chaves Abarca, Director de la Escuela de Agronegocios del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), por su disponibilidad y apoyo durante el desarrollo del proyecto de investigación de la acerola.

Al Sr. Dagoberto Gómez Gómez y familia, agricultor de Grifo Bajo de Puriscal, por su valiosa colaboración y apoyo en las diferentes etapas de investigación del cultivo.

A las productoras de la Asociación de Mujeres Exitosas de Pedernal (AMEP), por su actitud positiva y luchadora, al igual que su disposición para aprender la teoría y la práctica de cada una las técnicas de procesamiento utilizadas para darle valor agregado a la acerola. Por su dedicación y empeño, para seguir luchando por sus metas, a pesar de los diferentes contratiempos que se les han venido presentado a lo largo del camino.

Al Ing. Heiner Hernández Pereira por su apoyo incondicional durante la capacitación de las productoras y otras actividades.

A los colaboradores en diferentes épocas del desarrollo de esta investigación: Pablo Leiva, Sofía Solano, Paulo Ballestero, Luis Andrés Chaves, Vicky Torres y Carlos Eduardo Gómez, por su apoyo y dedicación.

ÍNDICE

Introducción	11
Historia	11
Origen.....	12
Taxonomía	12
Descripción Botánica.....	12
Usos y Beneficios	14
Mercado.....	15
Clima y Suelos.....	17
Zonas de cultivo y Épocas de siembra.....	18
Cultivo.....	19
Variedades.....	19
Propagación	20
Propagación por acodo (método de anillado).....	21
Preparación del suelo.....	24
Siembra	25
Manejo de la plantación.....	26
Fertilización	26
Combate de malezas.....	28
Riego	29
Poda	31
Poda de mantenimiento.....	32
Polinización	32
Plagas y enfermedades.....	33
Insectos dañinos.....	33
Enfermedades	39
Cosecha	42
Costos Acerola	46
Industrialización de la Acerola.....	47
Antecedentes.....	47
Diferencias entre el procesamiento artesanal y el industrial ...	50
Desarrollo de productos a partir de la Acerola	52
Procesos agroindustriales	53
Elaboración de pulpa de Acerola.....	53
Procedimientos para la obtención de pulpa de Acerola	54
Bibliografía consultada	65



Historia

Asenjo (1959), señala que el nombre «acerola» proviene del nombre del fruto de *Crataegus azarolus* L., por su parecido a un arbusto de la familia de las Rosáceas originario de la parte oriental de la cuenca del Mediterráneo (Creta) y cultivado en los países del sur de Europa, entre ellos España.

Oviedo (1535) hizo la primera referencia de *Malpighia emarginata*, cuando describió el «semeruco» como un pequeño árbol de frutos delicados y sabrosos parecidos a la cereza europea (*Prunus cerasus* L.), pero que, a diferencia de ésta, contenía dos o tres semillas. Sloane (1696), desconociendo el trabajo de Oviedo, empleó la denominación “cereza de Suriname” o “pitanga”; sin embargo, este último nombre coincide con el de los frutos de *Eugenia uniflora* L., un arbusto de la familia de las Mirtáceas (Ostendorf 1963). Charles Plumier (1703), en su obra “*Nova Plantarum Americanarum Genera*”, agrupó cinco especies de árboles y arbustos en un género al que denominó *Malpighia* (en honor al naturalista italiano Marcello Malpighi), dando “nombres frase” a cinco especies. Linneo (1753) publicó “*Species Plantarum*”, obra que se considera el punto de partida en la clasificación binomial de las especies. Basándose en el trabajo de Plumier, Linneo describe en su libro como especie tipo del género a *Malpighia glabra*, frecuentemente confundida con *Malpighia emarginata* (Mezadri 2006).

Origen

La acerola o semeruco es una fruta tropical originaria de la parte norte de Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. Descubierta en Puerto Rico en el año 1930, no es hasta 1946 que sufre un impulso y expansión en sus siembras comerciales en Brasil, Cuba y Estados Unidos (Florida y Hawaii).

Taxonomía

La acerola se clasifica como:

Clase: Angiosperma
 Subclase: Dicotiledónea
 Orden: Malpighiales
 Familia: Malpighiaceae
 Género: Malpighia
 Especie: emarginata

Descripción Botánica

La acerola es un arbusto con un único tronco, que cuando crece libremente puede alcanzar entre 3 y 4 metros de altura, de corteza oscura, con ligeras fisuras longitudinales y presencia de lenticelas (protuberancia del tronco y ramas que se ven a simple vista, que utiliza para el intercambio de gases en sustitución de los estomas), muy ramificado y de ramas frágiles. En caso de plantaciones comerciales, su altura varía entre es de 1,5 a 3 m, formando una copa densa, constituida de numerosas ramas leñosas de crecimiento plagiotrópico (crecimiento horizontal), que generalmente se curvan hacia abajo.

El sistema radicular está formado por una raíz pivotante (principal) y por raíces axiales (laterales), localizadas la mayor parte de ellas en la parte superior de suelo.

Sus hojas son enteras, opuestas, de peciolo corto, pubescentes o no (que presenta su superficie vellosa, cubierta de pelos finos y suaves), algunas de una consistencia de papel, otras son coriáceas, dependiendo de la variedad; de forma ovada en algunas plantas y elípticas en otras, de coloración verde oscuro brillante en el haz y verde pálido en el envés. Su tamaño es de 4 a 6 cm de largo y de 1,5 a 2,5 cm de ancho.

Las flores son hermafroditas (ambos sexos en la misma flor) y perfectas (con todas las partes florales). Surgen inmediatamente después de pasado su crecimiento vegetativo (aproximadamente 15 meses después del trasplante), y están dispuestas en panículas axilares. Su coloración (depende de la variedad) puede ser blanca, rosado pálido o violeta (foto 1).



Foto 1: Flores de acerola

La panícula presenta generalmente racimos de 3 a 5 frutos; ellos son carnosos y ligeramente ácidos, conteniendo 3 semillas. El tamaño promedio es de 1,9 cm de longitud y 2,2 cm de diámetro, con un peso promedio de 5 gramos (foto 2). La cáscara es lisa y muy delicada, por lo que su manipuleo al momento de la cosecha y posterior a ella, debe ser realizado con mucho cuidado, ya que se lesiona fácilmente si no se maneja cuidadosamente.



Foto 2: Fruto de acerola

Usos y Beneficios

El fruto maduro es de color rojo, muy similar al color de una cereza, de ahí que se conoce también como "cereza de Barbados". La importancia de la acerola se ha relacionado con su carácter nutricional, tiene un elevado contenido en vitamina C, también aporta B6, B1, A y flavonoides; además, de hierro, calcio, fósforo, potasio y magnesio. La vitamina C ha motivado en los últimos años, una creciente demanda por parte del consumidor, debido a la especial relevancia que tiene ésta vitamina como antioxidante natural (de los más potentes y menos tóxicos según Mezadri *et*

al, 2006). En este caso actúa en la reducción de los radicales libres en la sangre influyendo decisivamente en la disminución de la incidencia de la arteriosclerosis, un desorden metabólico al que se le atribuye las tres primeras causas de muerte en Cuba y en el mundo (Oliva *et al*, 2007).

También resulta indispensable para disminuir la anemia, por su capacidad para fijar el hierro y se recomienda para evitar algunos tipos de cáncer, entre otros importantes usos (Oliva *et al*, 2007).

La fruta puede consumirse fresca; sin embargo, por la acidez de la pulpa no resulta la forma más frecuente de consumo. Por tal razón es que generalmente se elaboran a partir de ella, jugos o pulpas, mermeladas, helados, gelatinas, confituras, dulces y licores. En Sudamérica es comúnmente empleada como saborizante en helados, bebidas y cocteles. En la industria se utiliza también adicionándola a vitaminas comerciales; en la elaboración de concentrados, en nutracéuticos, principalmente por su contenido en vitamina C y como fortificador del ácido ascórbico en zumos o pulpas de otras frutas con bajo contenido de esta vitamina.

Mercado

Entre los compradores externos de la acerola brasileña destaca el mercado japonés, seguido de Estados Unidos y Europa. En Japón, la acerola es procesada y utilizada para la fabricación de suplementos vitamínicos y para la fortificación de otros jugos o pulpas; esta última práctica se da en Alemania, Francia, Bélgica y Hungría. En Estados Unidos su utilización principal es como complemento vitamínico en la industria farmacéutica. Otros

mercados prometedores en América Latina, son principalmente Argentina, Chile y Uruguay. Argentina, por ejemplo, es un gran comprador de jugos o pulpas de acerola (Bliska y Leite, R. 1995).

No existen registros claros de la oferta mundial de acerola; sin embargo, a nivel internacional existe una libre competencia entre los diferentes países productores y exportadores de la acerola, actividad favorecida por la gran cantidad de tratados de libre comercio y el mercado para el producto se encuentra totalmente abierto a las importaciones y a la libre competencia. Para el caso del mercado nacional, no se augura a la fecha una entrada de otros oferentes en la producción de acerola a nivel nacional o competencia por importaciones, ya que actualmente no hay interés de ninguna empresa por utilizar esta fruta en sus actividades. (Carvajal y Paniagua, 2014).

Cuadro 1. Valor nutricional por cada 100 gramos

Energía 32 kcal 134 kJ	
Carbohidratos	7,69 g
Fibra alimentaria	1,10 g
Grasas	0,30 g
Proteínas	0,40 g
Retinol (vit. A)	38 µg (4%)
Tiamina (vit. B ₁)	0,02 mg (2%)
Riboflavina (vit. B ₂)	0,06 mg (4%)
Niacina (vit. B ₃)	0,04 mg (0%)
Ácido pantoténico (vit. B ₅)	0,309 mg (6%)
Vitamina B ₆	0,009 mg (1%)
Vitamina C	1677,6 mg (39%)
Calcio	12 mg (1%)
Hierro	0,20 mg (2%)
Magnesio	18 mg (5%)
Manganeso	0,60 mg (30%)
Fósforo	11 mg (2%)
Potasio	146 mg (3%)
Sodio	7 mg (0%)
Zinc	0,10 mg (1%)

Fuente: Acerola cruda en la base de datos de nutrientes de USDA.

Clima y Suelos

La acerola es un arbusto que se desarrolla muy bien en zonas tropicales y subtropicales. Puede cultivarse desde los 150 hasta los 1.100 metros sobre el nivel del mar (msnm); sin embargo, los frutos con mayor concentración de ácido ascórbico se producen en altitudes inferiores a los 1.000 m.

Un factor importante que debe ser contemplado al ubicar los sitios de cultivo, consiste en evitar aquellos lugares muy expuestos a fuertes vientos, dicha condición obliga a considerar una serie de aspectos durante la planificación de la futura siembra, ya que el arbusto puede sufrir quebraduras en tronco y/o ramas, así como caída de flores y frutos. Es recomendable la siembra de árboles rompe-vientos para aquellas zonas expuestas a estas condiciones, o que las puedan sufrir en ciertas épocas del año.

El rango ideal de temperatura para la acerola, se encuentra entre los 15 y 32 °C. En cuanto al requerimiento de lluvia, la precipitación debe oscilar entre 1.200 y 2.000 mm anuales.

Este cultivo tiene una buena adaptación a diferentes tipos de suelo y produce no solo en los arenosos sino también en aquellos de tipo arcilloso. Los suelos de fertilidad media y los arcillo-arenosos son más adecuados para su cultivo, debido a la mayor capacidad de retención de humedad y poco encharcamiento, preferiblemente con un pH entre 5,5 a 6,5.

Zonas de Cultivo y Épocas de Siembra

Es un cultivo que ha demostrado adaptarse muy bien a condiciones secas y altitudes inferiores a los 1.000 m., típicas de trópico seco. En Costa Rica, las últimas experiencias en el cultivo se han realizado en zonas bajas de Puriscal. Otras zonas que reúnen condiciones agroclimáticas similares, consideradas adecuadas para su desarrollo y producción, son la región Pacífico Central, en localidades como Orotina, Esparza, Paquera y Jicaral. También se ha observado su crecimiento en localidades del trópico húmedo (San Buenaventura de Osa); sin

embargo, para establecer una siembra comercial, estarían más expuestas al ataque de enfermedades debido a la alta humedad relativa propia de estas zonas (mayor al 75%).

En general se recomienda hacer la siembra de la acerola en los meses de mayo y junio; para que la planta al inicio del crecimiento tenga una humedad adecuada en el suelo y pueda desarrollar el sistema radical. Para la época seca, es importante contar con riego.

CULTIVO

Variedades

Las experiencias más recientes en este cultivo las ha desarrollado el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), ente que a partir de 120 accesiones¹ que fueron introducidas al país en el año 2003, seleccionó tres (01, 21 y 92), con los que se establece una parcela de validación en Grifo Bajo de Puriscal. En la actualidad se continúa evaluando la extracción de nutrientes como complemento al manejo técnico del cultivo.



Foto 3: Accesoión n° 21



Accesión n° 92

¹ Individuos que forman parte de una colección pero se diferencian entre sí

Propagación

La propagación de esta planta se puede realizar de varias formas; por semilla (reproducción sexual), o por estacas, acodos e injertos (asexual). Sin embargo, la propagación por semilla es poco recomendada, debido a su bajo porcentaje de germinación (menos del 20%) y variación genética, así las plantas producidas serán diferentes a la original; por lo general de inferior productividad y su primera cosecha se obtendría hasta los 3 años.

Por lo mencionado anteriormente se determinó que la propagación recomendada es la asexual. El enraizamiento por medio de estacas es efectivo, especialmente cuando se aplica un regulador de crecimiento, se cuente con una cama de enraizamiento y un sistema de neblina (mist) para mantener húmedo el medio. El sustrato de la cama puede ser de aserrín, burucha o musgo, materiales que facilitan una óptima hidratación de la estaca; además, permiten el drenaje y la presencia de oxígeno para un mejor desarrollo radical. Esta medida aplica no solo para enraizamiento de esquejes, sino también para acodos.

Para realizar la propagación por medio de estacas, se deben tomar secciones de ramas semilignificadas a lignificadas, es decir semileñoso a leñoso, de 7 a 13 mm de diámetro y de 15 a 20 cm de largo. Luego se les aplica reguladores de crecimiento, tales como ácido naftalenacético (ANA) o ácido indolbutírico (IBA) a una concentración entre 3.000 y 4.000 ppm, con el fin de acelerar el enraizamiento. Conviene regular la intensidad lumínica para evitar deshidratación.

Propagación por acodo. (Método de anillado)

Los experimentos realizados con acodos aéreos, utilizando ácido indolbutírico (IBA) a concentraciones de 5.000 o 10.000 ppm, demostraron efectividad en el enraizado de la rama. Antes de aplicar el regulador de crecimiento debe tenerse el cuidado de prepararlo de la siguiente manera: para una concentración de 5.000 ppm de IBA, se pesan 5 g y se disuelven en medio litro de alcohol de 90°, luego se completa el litro con agua destilada. Es importante no exponer la solución preparada a la luz del sol para evitar su degradación. La solución restante debe mantenerse en refrigeración para su conservación.

Es recomendable seleccionar ramas jóvenes expuestas al sol con diámetros no menores a 7 mm ($\frac{1}{4}$ de pulgada, ligeramente mayor al grosor de un lápiz), con un largo que oscile entre 30 y 40 cm. Se realiza el anillado de aproximadamente 2,50 cm de ancho con cuchilla o tijera de podar (Foto 4 A), una vez eliminada la cáscara (floema), se procede a raspar con uno de los mismos instrumentos el tejido interno (cambium) para evitar que éste se una y se bloquee la emisión de raíces. (Foto 4 B).



Foto 4.A: Confección de anillo con tijera



Foto 4.B: Anillo raspado

Una vez realizado el anillado, se procede con la aplicación del regulador de crecimiento IBA, con atomizador ó pincel, este último ofrece la ventaja de economizar el producto. (Foto 4 C)



Foto 4.C: Aplicación de hormona

El medio de enraíce a utilizar puede ser musgo, fibra de coco, burucha o aserrín, lo fundamental es que esté lo suficientemente húmedo para que se inicie el proceso de hidratación y absorción del enraizador. Dicho medio se protege con papel de aluminio, el cual permite mantener la humedad óptima durante las 6-8 semanas que demora el proceso de emisión de raíces. (Fotos 4 D)



Fotos 4.D: Colocación del medio de enraíce (fibra de coco) y cubrimiento con papel aluminio.



Foto 4.E: Acodo enraizado con hormona IBA

En la foto 4 E, se observa el resultado después de 8 semanas. La ausencia de lluvia por períodos prolongados, es perjudicial debido a la pérdida de humedad del sustrato. Otros problemas que pueden presentarse son: la incursión de hormigas para establecer nidos (hormigueros) que dificultarán el buen desarrollo radical, al igual que el ataque de pájaros, que rompen el papel de aluminio, lo que genera la resequedad al sustrato. Por tal motivo se considera conveniente contar con una supervisión constante.

Es importante, tomar en cuenta la época en que se van a realizar los acodos. Tal y como se mencionó anteriormente, la humedad es indispensable para estimular la generación de raíces; se pueden separar de la rama madre a partir de la 6 y 8 semana). Una vez cortados los acodos, éstos se colocan en bolsas plásticas negras de aproximadamente 22 cm de alto x 18 cm de ancho. Es recomendable brindarle a las nuevas plantas un mantenimiento adecuado por espacio de 4 a 5 meses antes de ser trasplantadas al campo definitivo. Preferiblemente, éstas

deben mantenerse en presencia de luz solar y no en áreas sombreadas, condición que será muy útil cuando se trasplante (Foto 5).



Foto.5: Plantas de acerola próximas a trasplante

Preparación del Suelo

Se ha logrado obtener muy buenos resultados tanto en terrenos con poca preparación como en terrenos preparados, con surcos (alomillados), planos con facilidad para el ingreso de maquinaria. Dependiendo del tamaño de la planta, se hace el hueco o gaveta, de un tamaño mínimo de 30 x 30 x 30 cm hasta 40 x 40 x 40 cm, puede incorporarse algún abono orgánico, previamente analizado, en mezcla con el suelo. Antes de la siembra es muy importante realizar primero el muestreo del suelo para su correspondiente análisis químico, nematológico y microbiológico. Otro factor importante que debe tomarse en cuenta, es el establecimiento de drenajes, ya que el acúmulo o exceso de agua alrededor del sistema radical, puede provocar la

presencia de hongos oportunistas que ocasionan severos daños al mismo, tal es el caso de *Fusarium oxysporum*.

Siembra

La planta de acerola se trasplanta al sitio de siembra definitivo cuando alcanza unos 40 cm de altura.

La experiencia adquirida en este cultivo permite recomendar, para una siembra comercial, la distancia de 5 m entre plantas y 5 m entre hileras, para una densidad de 400 plantas por hectárea. Esta distancia facilitará las labores de fumigación y cosecha principalmente.

Es recomendable que al trasplantar la acerola, se coloque un tutor (varilla) de aproximadamente 2 m de altura, que le permitirá mantener su posición vertical hasta que logre lignificar (endurecer) el tallo. La atadura debe realizarse con mucho cuidado para evitar la estrangulación del tallo. En zonas muy ventosas es necesario mantener el tutor de forma permanente. (Foto 6)



Foto 6: Tutoros

Si la multiplicación del material vegetativo se ha obtenido por medio de la técnica del acodo, se debe considerar que su sistema radicular, es superficial o poco profundo, lo que provoca una baja estabilidad frente a los fuertes vientos. Sin embargo, se ha logrado comprobar la fortaleza radicular y estabilidad de las accesiones 21 y 92 frente a este tipo de eventos (vientos alisios con ráfagas entre 80 y 90 km).

MANEJO DE LA PLANTACIÓN

Fertilización

Por ser un arbusto que responde bien a la aplicación de nutrientes minerales, es recomendable considerar fórmulas fertilizantes, dosis y épocas de aplicación para los diferentes suelos, tomando como referencia el análisis del mismo y el estado de desarrollo del material. Cuando no se cuenta con el análisis de suelo, se sugiere como una guía básica de fertilización a espeque, el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Fertilización sugerida para el primer año

Edad (meses)	gramos/planta	Fórmula
0	50	10-30-10
3	50	Nutrán
6	150	18-5-15-6-2
9	200	12-12-17-2
12	250	15-3-31

Cuadro 3. Fertilización sugerida para el segundo y tercer año

Estado del cultivo	gramos/planta	Fórmula
Después de poda	250	Nutrán (33%N)
Prefloración	250-300	12-12-17-2
Floración	5g / litro vía foliar	12-60-0
Llenado de fruto	150-200g	15-3-31

La fórmula de nutrán aplicada inmediatamente después de la poda (noviembre), estimula la brotación de yemas vegetativas.

Posteriormente, con el inicio de las lluvias (abril) puede aplicarse la fórmula 12-12-17-2, la cual busca el equilibrio de elementos en la etapa de prefloración. La aplicación de la fórmula 12-60-0 al momento de la floración, vía foliar, es muy energética por su alto contenido de fósforo. Finalmente se cierra el ciclo con la fórmula 15-3-31, alta en potasio para ayudar en los procesos de síntesis de azúcares y almacenamiento de carbohidratos.

En el caso particular del carbonato de calcio o cal (CaCO_3), debe ser suplida principalmente como enmienda correctiva para regular la acidez del suelo, preferiblemente cada tres años. La cantidad a aplicar dependerá del porcentaje de saturación de acidez que indique el análisis de suelo (la interpretación del análisis de suelo y las recomendaciones para la aplicación de las enmiendas así como de fertilización, conviene que las realice un profesional en este campo). En caso de aplicar cal, la fertilización debe realizarse un mes después para que no se produzcan interferencias en la absorción de los fertilizantes.

Combate de malezas

El combate de malezas puede hacerse de forma mecánica y/o manual. Cuando las malezas comienzan a emerger se recomienda realizar una rodajea para evitar la competencia. Para el mantenimiento del resto del área sembrada se pueden utilizar herbicidas según el tipo de arvenses (malezas) prevalentes (deben evitarse los hormonales como el 2,4-D). Para no exceder el empleo del herbicida en el terreno, puede realizarse una chapia alterna en las entrecalles, de manera que la maleza permita contrarrestar la erosión en caso de topografía inclinada. También es conveniente durante los primeros años del desarrollo del cultivo, la siembra de alguna leguminosa (como frijol o vainica), de esta manera se tiene control de la maleza y se logra un mejor aprovechamiento del terreno (Fotos 7 y 8). Además de la incorporación de nitrógeno (N_2) por fijación de la leguminosa (frijol).



Foto 7: Siembra en asocio con frijol en el primer año



Foto 8: Siembra en asocio con frijol en el segundo año

Riego

La sequía limita el crecimiento y causa desprendimiento de flores y frutos de todo tamaño y edad. En las evaluaciones que se le realizaron a las accesiones antes mencionadas, se observó que cuando se expusieron a períodos sin riego (hasta 3 meses), presentaron caída de follaje y en algunos casos la floración y producción fue raquítica debido al estrés hídrico. Tal situación se debe evitar, ya que le reduce el potencial productivo a las plantas.

Para evitar tales situaciones, es determinante el uso del riego. Es importante mencionar que, en las parcelas de experimentación, se utilizó riego por aspersión (Foto.9) y por micro-aspersión (Foto 10). El sistema que se consideró más adecuado fue el segundo, ya que es más eficiente en el uso del agua; además, cubre mejor la zona radicular y tiene la ventaja de reducir la presencia de enfermedades del follaje.

Tanto en las condiciones de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la UCR, como en las parcelas del señor

Dagoberto Gómez Gómez, agricultor de Grifo Bajo de Puriscal, los riegos se aplicaron con una frecuencia de cada 3 días, durante 5 horas para ambos casos (con aspersores y micro-aspersores), con una descarga por aspersor de 40 litros por hora (l/h). No se descarta el riego por goteo.

Para cada localidad, tipo de suelo, condiciones climáticas, y desarrollo de la planta, debe analizarse el sistema de riego más conveniente, la frecuencia de aplicación y la descarga de agua; para ello es conveniente consultar a un profesional en este campo.



Foto 9: Riego por aspersión



Foto 10: Micro-aspersor

Poda

La poda, es una práctica que siempre debe realizarse porque contribuye a tener copas bien formadas, que permiten una buena circulación del aire y penetración de luz en el interior de la misma; estas condiciones disminuyen la proliferación de hongos e insectos dañinos. Con ésta práctica se logra desarrollar plantas con ramas más vigorosas que conllevan a aumentar la producción y a una mejor coloración del fruto.

Es recomendable esperar aproximadamente seis meses de edad para que engrose el tallo y se dé una mejoría en el ángulo de formación de las ramas, esto permitirá realizar una poda que elimine aquellas ramificaciones orientadas hacia el suelo y las de crecimiento vertical llamados “chupones”. Hay materiales que se caracterizan por emitir “hijos basales”, localizados en la parte inferior o base del tronco y que presentan la característica de ser sumamente quebradizos, por lo que es recomendable eliminarlos.

Con estas prácticas, se logra obtener un arbusto con un buen equilibrio y distribución de ramas, una adecuada entrada de luz y aire, lo que lo hace más productivo y a su vez, facilita las labores culturales tales como las fumigaciones, raleo y cosecha. Es importante considerar la poda de renovación entre los 3 y 4 años, de manera que se “abra” más el espacio interior y se “baje” la altura. (Foto 11).



Foto 11: Poda de renovación

Poda de mantenimiento

Después de la cosecha final o fin de año y preferiblemente en una época con poca lluvia y baja temperatura; debe realizarse de manera rigurosa, una eliminación de todas aquellas ramas muertas o secas, ramas quebradas o agotadas, también aquellas que se dirigen hacia el suelo que están a menos de 40 cm del mismo, para evitar que en época de producción, el fruto quede en contacto con el suelo. Además, conviene realizar anualmente un “despunte” en toda aquella rama productiva y un “topping” o descumbre en las ramas verticales, para evitar un crecimiento desproporcionado.

Polinización

La planta de acerola es de polinización cruzada, en otras palabras, una flor necesita del polen de otra flor para poder producir fruto. Este trabajo es realizado principalmente por insectos como abejas y ciertas moscas.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Insectos Dañinos

Pulgón

Afido: (*Myzus spp*)

Homoptera: Aphididae

Es un insecto chupador que vive en colonias sobre los brotes y hojas jóvenes de la planta (fotos 12 y 13), a los cuales ataca desde la fase de ninfa (etapa juvenil, de color verde claro) hasta la fase adulta (color verde oscuro), alimentándose de su savia; los brotes tiernos de hojas nuevas se deforman debido a la inyección de toxinas (León, R 2014).

A la fecha, no existe ningún insecticida sintético inscrito ante el Servicio Fitosanitario del Estado para ser aplicado en acerola, por tal razón el Ministerio de Agricultura y Ganadería no puede hacer ninguna recomendación específica; sin embargo, se ha observado que en presencia de la plaga, las aplicaciones de aceite agrícola (5cc/l) espaciadas cada 15 días, son efectivas en el control. Durante la época de floración no conviene el uso de productos químicos sistémicos porque penetran el follaje y fruto.



Foto 12: Áfidos adultos y ninfas



Foto 13: Ataque de áfidos en botones florales y fruto

Chinche***Leptoglossus zonatus*****Heteroptera: Coreidae**

El más conocido es *L. zonatus* (Foto 14), es muy voraz y puede dañar muchos cultivos de frutas y vegetales. Como se muestra en las fotos 15 y 16 su alimentación causa manchas decoloradas y provoca malformación en la fruta. (León, 2014). También, se considera una importante plaga emergente en una amplia gama de cultivos como el maíz, el algodón, la berenjena, el melocotón, granada, tomate y sandía en los Estados Unidos (Xiao y Fadamiro 2011). Éste aparece principalmente durante la etapa de floración y de fruto pequeño.

Foto 14: Chinche *Leptoglossus spp*

Foto 15: Daño en fruta verde



Foto 16: Daño en fruta madura

Mosca de la Fruta***Anastrepha sp.*****Diptera: Tephritidae**

La hembra realiza la postura de los huevos, introduciéndolos en pequeñas galerías dentro de los frutos próximos a madurar. Las larvas que salen de dichos huevos, son de coloración blanco amarillentas, penetran la pulpa alimentándose del mesocarpio (parte carnosa del fruto), permitiendo la entrada de patógenos que causan enfermedades.

Al completar su desarrollo larval, el insecto abandona el fruto y cae al suelo, donde pasa al estado de pulpa y después a la fase adulta, reiniciando el ciclo (León, R. 2014).

Las medidas de control, van orientadas hacia la eliminación del adulto, por medio de la recolecta y enterrado de los frutos caídos (para cortar el ciclo de vida del insecto). También, son efectivas las trampas caseras hechas con botellas vacías de refrescos gaseosos, a las que se les abre en el tercio superior una ventanita a cada lado y se coloca dentro de la botella: 1cc de malathion + 4cc de proteína líquida (puede ser orina humana) + 245 cc de agua. La botella se cuelga en las ramas intermedias del árbol, preferiblemente en áreas sombreadas (Saborío, 2015).

Zompopas***Atta cephalotes*****Hymenoptera: Formicidae**

De manera general causan daños significativos. Provocan una defoliación parcial o total al cortar las hojas de la planta, reduciéndole la fotosíntesis; dependiendo del grado de severidad, pueden llegar a ocasionar la muerte.

Las medidas de combate, se basan en el uso de cebos (atrayentes) y eliminación de hormigueros cerca de la plantación (León, R 2014).

Picudo

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Género: *Anthonomus posib. florus*

El adulto (Foto 17) deposita sus huevos en el ovario floral y también en los frutos jóvenes de acerola; las larvas (Foto 18) se alimentan de los frutos verdes causando deformidad y el daño total (Foto 19). Se requiere el empleo de medidas drásticas de control contra este insecto, incluir la incineración de todos los frutos caídos, frutas infestadas y el manejo de todas las especies relacionadas que sirven como hospederos. Aplicaciones de *Beauveria bassiana* (insecticida microbiológico inscrito para muchos cultivos), en el tiempo de floración podrían ser efectivas. Es recomendable recoger y enterrar todo el fruto caído. (León, R. 2014)



Foto 17: Estado adulto (León, R.)



Foto 18: Estado inmaduro (León, R.)



Foto 19: Fruto con daños de picudo

Escama de cera

Orden: Hemiptera

Familia: Coccidae

Género: *Ceroplastes sp.*

Conocida también como escama de cera, se caracteriza por un caparazón circular blanquecino. Esta estructura actúa como cubierta protectora contra las agresiones físicas y químicas del ambiente, cuyas propiedades de dureza e impermeabilidad constituyen una barrera efectiva para el control químico. Ataca ramas, hojas y cuando la población es elevada llega a atacar frutos.

Se distribuyen en todos los estratos aéreos (frutos, hojas, ramas y ramillas); sin embargo, se localizan de preferencia en zonas intermedias e internas del árbol, en que existe mayor humedad y menor luminosidad, también por efectos de autosombreo entre ramas del mismo cultivo. Estos insectos se alimentan a través de la inserción de su aparato bucal en el tejido del vegetal, dentro de las células, provocando puntuación o manchas en las hojas y eventualmente su caída.

El aceite agrícola, funciona para remover la capa cerosa y exponer la progenie a la intemperie, también la erradicación (poda fitosanitaria) de material vegetativo ayuda a reducir la incidencia. La práctica cultural de la poda es muy importante para evitar traslape de ramas, además de favorecer la entrada de sol y viento.



Foto 20: Escama en rama

Ácaros

Arañitas rojas

Tetranychus spp.

Acarina: Tetranychidae

Los ácaros se caracterizan por presentarse principalmente durante la época seca, raspan las hojas por la parte inferior (envés) y chupan la savia, la hoja se torna clorótica, se seca y se cae posteriormente. También pueden causar deformaciones en hojas y nervaduras (León, 2014).

En otros lugares, para el combate aplican sulfocal (flor de azufre + carbonato de calcio), fuera de época de floración para no afectar a los polinizadores.

Enfermedades

Antracnosis

Colletotrichum gloesporioides

Los síntomas característicos de esta enfermedad en las hojas, son manchas empalidecidas con un estrecho halo marrón rodeado de tejido muerto. Conforme avanza, los tejidos centrales de la mancha se fragmentan y se caen, dejando una perforación en la hoja. Los frutos también pueden ser infectados por el hongo, ocasionándoles manchas pequeñas y oscuras, las cuales pueden unirse aumentando el tamaño de la lesión.

Como medida preventiva conviene podar regularmente las plantas para evitar follajes densos, poco aireados. En forma preventiva, han reportado que aplicaciones intercaladas de

fungicidas a base de cobre son efectivas; pero no se realizan durante los períodos de cosecha (Vargas, 2014).

Mancha castaña

Cercospora spp.

Se caracteriza por la presencia de puntuaciones de formas redondeadas y a veces irregulares de 1 a 5 mm de diámetro de coloración castaña, a veces parda, rodeada de un típico halo amarillento. (Foto 21).

Igual que la antracnosis, se ha reportado que las aplicaciones de productos a base de cobre en su formulación son efectivas (Vargas, 2014).



Foto 21: Cercospora en follaje

Marchitamiento o pudrición seca de la raíz

Fusarium oxysporum

El hongo ataca el sistema radical y ocasiona marchitamiento y muerte de la planta en cualquier estado de desarrollo. La selección de un terreno bien drenado es la mejor prevención

para evitar la aparición de este hongo. Además, es importante mantener la plantación nutricionalmente balanceada y libre de malas hierbas. Cuando aparece la enfermedad, la práctica más utilizada, es la eliminación de la planta enferma y la adición de una solución de cal al 2%, en el hoyo (Vargas, 2014).

Mal del talluelo

Pythium spp.

Causa pudrición de la raíz y necrosis a nivel de la base de la planta, la cual comienza a presentar un amarillamiento generalizado en su follaje, con la consecuente caída de hojas y finalmente la muerte.

Para prevenir el ataque de esta enfermedad, se debe evitar lesionar las plantas cuando se fertiliza y deshierba mecánicamente; además, no se debe plantar en suelos que se mantengan muy húmedos, debido a que favorecen el desarrollo del hongo (Vargas, 2014).

Nematodos

Entre los nematodos que atacan la acerola, se encuentran los del género *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, ambos son los de mayor importancia económica, el primero forma agallas en las raíces y el segundo provoca galerías, por lo que la absorción de agua y nutrientes se ve afectada, alterando el ritmo de crecimiento y la posterior producción de frutos.

Para su prevención, es conveniente utilizar plantas sanas, desinfección de implementos agrícolas y análisis de suelo previa siembra (Piedra, 2014).

Matapalo

Familia *Loranthaceae*

Son arbustos o lianas parásitos otros árboles; obtienen todos sus nutrientes al formar conexiones directas con el xilema (tejido de conducción de agua y minerales) de las ramas del hospedero. Los matapalos no pueden desarrollar raíces normales y por lo tanto dependen completamente del hospedero. Todos tienen pigmento fotosintético y producen sus propios azúcares; no parasitan el floema (conductor de azúcares de la raíz a las hojas). Las Loranthaceas son polinizadas por aves, insectos, murciélagos y dispersadas por aves. (Foto 22). (Lobo, 2015)



Foto 22: Matapalo en tronco de acerola

Cosecha

Uno de los principales problemas al que se enfrentan los productores de acerola, es la delicadeza de los frutos maduros después de su recolección y durante el proceso de comercialización. La rapidez en su maduración, hace frágil la piel de la acerola, por lo que cualquier daño mecánico provoca su ruptura con facilidad iniciándose la fermentación de la pulpa. Para evitar estos inconvenientes, se requieren cuidados especiales de recolección y almacenamiento.

La planta inicia en promedio la producción, a partir del décimo sexto mes después del trasplante. En nuestras condiciones el periodo promedio desde la apertura del capullo floral a la obtención del fruto maduro es de 33 días.

Las épocas de mayor cosecha varían según la zona, el régimen de riego y la época de trasplante. En la zona de Alajuela, los picos de floración se dan en los meses de abril, junio y setiembre. En la localidad de Grifo Bajo de Puriscal en los meses de febrero, junio, setiembre.

La labor de recolección es manual y debe realizarse de manera cuidadosa para evitar que las frutas sufran magulladuras o daños mecánicos, es decir se corta el pedúnculo de la fruta con dos dedos, índice y pulgar, evitando el contacto con la misma. (Foto 23)

Se han realizado pruebas con cajas plásticas de 450 g para el traslado de la fruta de la finca a la planta de proceso, logrando reducir el daño mecánico y deterioro de la misma. (Foto 24)

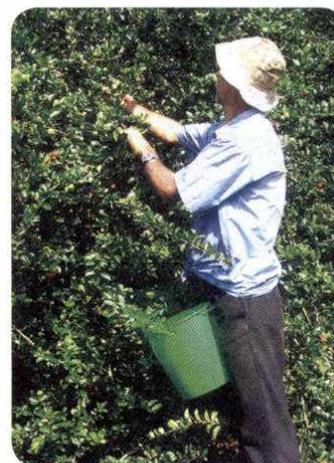


Foto 23: Cosecha



Foto 24: Empaque para transporte

Cuando la fruta está destinada a la elaboración de puré o pulpa, ésta se debe cosechar cuando esté de color rojo intenso, pero cuando la fruta será destinada a la producción de jugos concentrados de vitamina C, se debe cosechar apenas inicie su maduración. En ambos casos es recomendable cosecharla en las horas más frescas, evitando de esta manera períodos fuertes de calor y sol, que provocan pérdida de humedad del fruto y pérdida significativa en la concentración de vitamina C. Es importante, tener presente que los tratamientos térmicos requeridos durante un eventual procesamiento industrial provocan disminución del contenido de ácido ascórbico.

El empaque en cajita plástica transparente con perforaciones es el indicado para su presentación como fruta fresca.(Fig. 25).



Foto 25: Fruta en caja plástica transparente de 200g

El alto porcentaje de humedad que contiene la fruta (alrededor del 90%), la clasifica dentro de las perecederas, es decir, necesita de un manejo cuidadoso y ágil durante la etapa de cosecha y poscosecha, ya que fácilmente tiende a descomponerse.

La frecuencia en la cosecha varía de dos veces por semana cuando la producción es aún baja, hasta cuatro veces por semana durante los picos de producción.

Como se mencionó anteriormente, algunas variedades de acerola presentan hojas con pubescia (vellosidades o pelos), lo que produce irritación al contacto, por lo que se recomienda usar ropa con manga larga a la hora de cosechar.

La literatura reporta producciones de 25 a 30 toneladas por hectárea en plantaciones de más de cinco años. El rendimiento promedio obtenido en nuestras condiciones en su sexto año es de 25 t/ha, siendo el promedio de cosecha de 52 kg/persona/día. En Brasil, los recolectores pueden llegar a cosechar un promedio 175 kg de fruta/persona/día.

Costos Acerola

A continuación el esquema de costos muestra la primera inversión que requiere esta actividad. Se consideró una distancia de siembra de 5m x 5 m, para una densidad de 400 plantas /ha.

Cuadro 4. Costos de primera inversión para 1 Ha.

A. Labores	Jornales	Costo (dólares)
Limpieza de terreno	8	106,70
Estaquea, hoyada y tutores	10	133,30
Siembra y resiembra	10	133,30
Fertilización(espeque) 5ciclos	18	239,40
Riego (enero, febrero, marzo)	54	718,20
Chapia y rodajea (3 ciclos)	20	266,00
Poda de formación	2	26,60
Control de malezas (3 ciclos)	12	159,60
Aplicación insecticida, fungicida y foliar	15	199,50
Combate de hormiga	2	26,60
Subtotal	151	2.009,20

B. Materiales	Cantidad	Unidades	Costo (dólares)
Plantas	420	unidad	1.555,60
Estaquea y tutores	800	unidad	59,25
Mecate	1	kilo	5,00
Fertilizante granulado 5 aplicaciones espeque	300	kilos	389,00
Fertilizante foliar	2	lts	78,00
Fungicidas	2	kgs	17,00
Insect-nematicida	2	kgs	10,00
Insecticidas	2	lts	200,00
Herbicidas	2	lts	20,00
Subtotal			2.333,85

C. Equipo (*)	Cantidad	Unidades	Costo (dólares)
Bomba de atomizar manual	1	unidad	70,00
Equipo de riego (bomba, poliducto, microaspersores, accesorios)	1	unidad	3.200,00
Subtotal			3.900,00
Subtotales A +B +C			8.243,05
Imprevistos 5 %			412,15
Gran total			\$ 8.655,02

T.C. \$ 1= ₡ 540,00

Se omiten las herramientas tradicionales en agricultura de frutales, como tijeras de podar de mango corto y largo, así como palas, machetes y cuchillo.

INDUSTRIALIZACIÓN DE LA ACEROLA

Licda. Ana Cecilia Segreda Rodríguez

Antecedentes

La acerola, como ya se mencionó, por su composición tiene la gran limitante de ser una fruta muy perecedera, lo que complica su comercialización como fruta fresca. Es por tal motivo, que se considera muy importante conservar y potenciar sus características benéficas, como es el alto valor nutracéutico (nutricional y farmacéutico), y darle un valor agregado con el desarrollo de diferentes productos agroindustriales.

La primera opción de industrialización que tiene esta fruta es la de convertirla en “pulpa pura”, esto quiere decir, sin agregarle aditivos alimentarios que la espesen, tales como gomas y/o estabilizadores, ni tampoco agregarle agua para diluirla. Cuando se hace mención del término “pulpa pura”, se hace referencia al hecho de que la fruta solo se despulpa o licúa, se estabiliza por medio de calor (tratamiento térmico), para aumentar su vida en estante o vida útil, se le agrega un preservante (benzoato de sodio); información que se estará ampliando en el apartado correspondiente.

Con este proceso, se le da valor agregado a la acerola; además, se fortalece la agroindustria y en forma directa o indirecta, a la agricultura familiar.

Para iniciar con procesos de industrialización, es indispensable conocer algunos conceptos básicos:

- El pH, término que se relaciona con la acidez de la fruta. Se puede determinar con exactitud por medio de un instrumento llamado pH-metro. La acidez tiene un rango de 1 a 14. El valor de 7 corresponde al punto neutro, valores inferiores a 7 indican un mayor grado de acidez, valores mayores que 7 indican un mayor grado de basicidad.
- “Grados Brix”, determinan el grado de dulzor de la fruta, para el cual se utiliza un refractómetro que indica la cantidad de sólidos solubles totales. Esto significa que entre mayor sea el valor que se registre, más dulce es la fruta y mayor cantidad de sólidos solubles totales posee.

- El contenido de ácido ascórbico (vitamina C), que se determina por medio de análisis de laboratorio.
- El contenido de polifenoles, que son sustancias antioxidantes que impiden la producción de “radicales libres” que causan daño en células del organismo.

Antes de desarrollar productos a partir de la acerola, conviene conocer algunas características de esta fruta.



Morado / Suave	Rojizo / Medianamente Suave	Naranja / Firme	Verde-Naranja- Rojo / Medianamente Dura	Verde Claro- Naranja / Dura
-------------------	-----------------------------------	--------------------	--	-----------------------------------

Fuente: Ballestero.

Foto 26: Clasificación por grado de madurez

La foto 26, presenta las diferentes coloraciones que tiene el fruto, de acuerdo con el grado de madurez en que se encuentre. El grado de maduración óptimo para la elaboración de pulpa de acerola se ubica preferiblemente en el tono rojizo, pero también es aceptable el tono naranja. Es evidente, que conforme va madurando la fruta, su coloración va tomando colores morados-rojizos y en forma simultánea el fruto se va suavizando.

Debe indicarse que la acerola es climatérica (sigue madurando después de cosechada), lo que implica que su vida útil va disminuyendo a través del tiempo; el almacenarla en refrigeración

puede conservarla de 3 a 5 días (protegida por un envase plástico o similar).

También conforme va madurando, los grados Brix van aumentando y la acidez y textura van disminuyendo respectivamente.

Diferencias entre el procesamiento artesanal y el industrial

Es muy importante conocer las diferencias entre estos dos tipos de procesamiento, ya que existen limitantes para la micro, pequeña y mediana empresa (MIPyME) que se mantiene en la etapa artesanal.

En su mayoría los utensilios y equipos de proceso que se utilizan artesanalmente, no son fabricados a partir del material recomendado según las regulaciones de procesamiento de alimentos.

Es un hecho, que según el tipo de equipo que se utilice para elaborar la pulpa, así va a ser su rendimiento de producción; por ejemplo, se tienen datos de que, con una licuadora no industrial, se retiene mucha pulpa durante el colado, lo que genera un 82 % de rendimiento de producción, mientras que cuando se utiliza un despulpador, se reducen etapas de proceso, manipulación y tiempo, logrando rendimientos promedio del 91% o más (dependiendo de la cantidad de fruta despulpada). Otro ejemplo es, una cocina de leña que transmite calor de una forma irregular, complica obtener productos sensorialmente estables (color, sabor, olor, entre otros).

Por eso, el paso de la etapa artesanal a una industrial es beneficioso, ya que permite mejorar en inocuidad (apto para el consumo humano) y calidad de los productos procesados. Además, reduce costos y mejora la productividad, las utilidades y la hace más competitiva.

Para cumplir con las normativas y desarrollar los diferentes productos agroindustriales, se requiere de una serie de equipos como balanzas electrónicas y utensilios de plástico y/o acero inoxidable, entre otras cosas, al igual que mesas de trabajo construidas de acero inoxidable; material que es fácil de limpiar y duradero entre otras cosas.

Cuadro 5: Equipo requerido de acuerdo al tipo de producto a procesar.

PRODUCTO \ EQUIPO	DESPULPAR	MARMITA*	SELLADORA
PULPA	X	X	OPCIONAL
JALEA		X	OPCIONAL
MERMELADA		X	OPCIONAL
COBERTURA (Topping)		X	OPCIONAL
FRESCO		X	OPCIONAL

*Marmita: recipiente de acero inoxidable con doble pared por donde pasa vapor y transmite calor. Sirve para pasteurizar y gelificar.

Fuente: Segreda, Ana Cecilia 2015

Además de la buena calidad de agua, se requieren diferentes tipos de aditivos alimentarios específicos para cada tipo de producto, como por ejemplo el benzoato de sodio como preservante, almidón modificado como estabilizador y pectina como gelificante.

Desarrollo de productos a partir de la acerola

De acuerdo con los resultados de varias investigaciones, se confirmó que con la aplicación de diferentes técnicas se pueden elaborar productos agroindustriales tales como pulpa, fermento (vino), jalea, mermelada, jugo, néctares, concentrados, coberturas, bocadillos y frescos entre otras opciones.



Fuente: Calvo, I.

Foto 27: Productos agroindustriales elaborados a partir de acerola

En la foto anterior, se observan algunos de los productos que se han obtenido a partir de la acerola. Los que pueden ser desarrollados por una MIPyME, en donde se apliquen las buenas prácticas de manufactura (BPM), como ya lo hacen en la Asociación de Mujeres Exitosas de Pedernal (AMEP) en Puriscal.

Procesos agroindustriales

Para elaborar los diferentes productos, deben aplicarse diferentes técnicas de procesamiento y para ello se establecen diferentes diagramas de proceso.

A continuación, se mencionan dos procesos utilizados para elaborar **pulpa** y **jalea**, con los que se le da valor agregado a la fruta de la acerola.

Elaboración de pulpa de Acerola

Para respaldar el procedimiento a seguir, se considera importante mencionar los siguientes conceptos:

¿Qué es una pulpa de fruta?

Es la parte carnosa y/o comestible de la fruta, que resulta de la eliminación de la cáscara, semillas y fibras, queda así un producto pastoso o semilíquido que luego es estabilizado y almacenado por diferentes métodos de conservación.

La pulpa es el principal derivado de las frutas, que puede ser usado para desarrollar diferentes tipos de productos tales como frescos, helados, jaleas, mermeladas, néctares, jugos, bocadillos y concentrados entre otros.

El método de extracción y las condiciones de proceso que se utilicen, influyen en las características físicas, químicas, nutricionales y sensoriales del producto.

En lo que se refiere al rendimiento de producción por kilo de pulpa obtenido en cada caso específico, es importante tener claro que éste va a variar de acuerdo con el tipo de fruta que se está procesando, ya que existe una gran variedad de éstas y cada una tiene una composición diferente.

Otro aspecto importante que se debe contemplar durante el procesamiento de pulpas, es el tipo de tratamiento térmico que se le va aplicar. Esto se debe a que ciertas frutas por su composición son muy sensibles al calor y tienden a perder las características mencionadas anteriormente. La acerola, es una fruta que tolera temperaturas altas por tiempos de exposición cortos, sin perder tan fácilmente sus cualidades sensoriales y nutraceuticas (nutricional y farmacéutica).

Procedimiento para la obtención pulpa acerola

Para elaborar este producto, se deben aplicar en forma ordenada las operaciones unitarias que se detallan en el siguiente diagrama:

Figura 1: Diagrama de proceso para elaborar pulpa de acerola



Fuente: Hernández, Heiner 2015

A continuación, se describe cada una de las operaciones unitarias, para una mejor comprensión de la función que cumple cada una de éstas:

Recepción fruta: la fruta se cosecha en el campo y se recibe en la planta de procesamiento.

Pesado 1: se debe pesar la cantidad de fruta recibida antes de seleccionarla.

Selección: seleccionar de acuerdo con las especificaciones de aceptación establecidas, las cuales van a definir que se rechaza y que se acepta.

Pesado 2: se vuelve a pesar la fruta que se ha seleccionado, dato que va a servir de referencia para conocer el porcentaje de aceptación y rechazo que se dio con respecto al peso inicial. También este dato va a ser utilizado para calcular el rendimiento de producción.

Lavado: la fruta debe ser lavada antes de que se continúe con la siguiente operación. Para tal fin, se utiliza agua potable y recipientes plásticos o de acero inoxidable para colocarla antes de realizar el despulpado.

Despulpado: consiste en separar la pulpa de la fruta de la semilla, utilizando un despulpador con una malla de 0,33 mm de abertura, con el fin de obtener una pulpa fina. En caso de que se utilice una licuadora, se debe colar la pulpa con una manta limpia, para separar la semilla y la cáscara de la fruta.

Pesado de la pulpa: este dato sirve para calcular el porcentaje de rendimiento de producción, es la relación fruta fresca contra la despulpada o licuada. Nota: para realizar este cálculo de rendimiento de producción, se divide este peso entre el pesado

2 y el resultado se multiplica por 100. En esta etapa, también se miden los sólidos solubles (° Brix) y el pH de la pulpa; datos que permiten conocer que tan dulce y ácida es la fruta procesada.

Pasteurizado: luego de haber despulpado o licuado la fruta, la pulpa debe recibir un tratamiento térmico (75 °C por 15 minutos) que permita estabilizarla, con el fin de eliminar microorganismos que puedan alterar su inocuidad y calidad.

Envasado y sellado: la pulpa pasteurizada se trasvasa a los recipientes seleccionados y se le controla la temperatura en forma periódica, para que ésta no baje de 70 °C. Según sea el material de empaque utilizado (bolsas o galones plásticos), así serán los controles de sello para evitar posibles derrames.

Choque térmico: esta operación se realiza con el fin de lograr el enfriamiento rápido de la pulpa, mediante un cambio brusco de temperatura (si el empaque lo tolera, se pasa de 70 °C a temperatura ambiente con ayuda de hielo), operación unitaria que va a resaltar el sabor y color del producto terminado.

Secado y etiquetado: cuando el producto envasado esté a temperatura ambiente, se debe secar el envase para proceder a colocar la etiqueta.

Pesado final: consiste en confirmar el porcentaje de rendimiento productivo total entre la cantidad de pulpa obtenida y cantidad de envases totales con producto terminado que se registraron al final del proceso. En caso de utilizar una balanza granataria o convencional, no se debe omitir, restar el peso del envase.

Almacenamiento: Cuando el producto terminado contiene benzoato de sodio como preservante, éste puede ser almacenado al ambiente en un lugar “seco y fresco” sobre una tarima o similar que esté mínimo 15 cm arriba del piso; luego de abierto el envase debe conservarse en refrigeración.

Elaboración de la jalea de acerola

Para elaborar la jalea, lo primero que se debe hacer es establecer el tamaño de la tanda de acuerdo al volumen de pulpa disponible, como un ejemplo en la tabla 1 se prepara una tanda de producción de 5000 g (5 kg).

Formulación

Cuadro 6: Formulación de la tanda para la jalea.

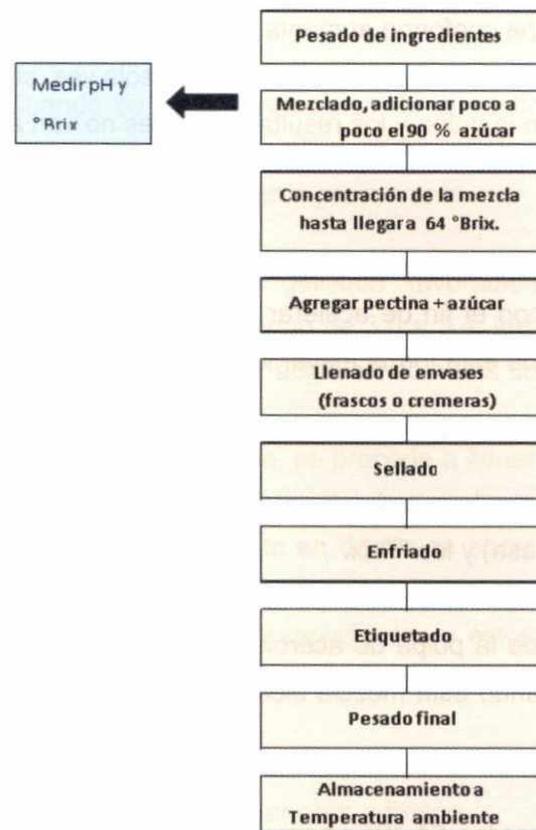
Ingredientes	%	Gramos
Pulpa de acerola	50,00	2.500,00
Azúcar	49,20	2.460,00
Pectina	0,75	37,50
Benzoato de sodio	0,05	2,50
TOTAL	100	5.000,00

Fuente: Segreda, Ana Cecilia 2015

En esta tabla se muestra los ingredientes y el peso de cada uno para la formulación establecida de 5 kg.

Diagrama de proceso

Figura 2: Diagrama de proceso para elaborar jalea de acerola



Fuente: Hernández, Heiner 2015

En la Figura 2, se presenta el diagrama de proceso productivo que se debe seguir para elaborar la jalea.

Una vez pesados los ingredientes, se continúa con la mezcla de pulpa y el 90 % de azúcar total (el otro 10 % del azúcar se debe mezclar con la pectina, para lograr una mejor dispersión de ésta

en la masa). Es indispensable en este paso, medir el pH de la masa (lectura inicial).

El azúcar debe añadirse poco a poco, con el fin de que se vaya incorporando a la pulpa conforme aumenta la temperatura de la masa. (Nota: si el 90 % del azúcar se añade de una sola vez, se dificulta la mezcla con la pulpa y los resultados finales no van a ser favorables).

La mezcla se lleva a una temperatura superior a los 100 °C, con agitación constante con el fin de acelerar la incorporación del azúcar en la pulpa y de esta forma elevar los sólidos solubles o ° Brix.

En el momento en el que la mezcla alcanza los 100 °C, se mide el pH (acidez de la masa) y los °Brix.

Se sigue concentrando la pulpa de acerola, junto con el 90 % del azúcar total y cuando esta mezcla alcance los 63 °Brix, se elimina el calor.

La jalea debe alcanzar los 64 °Brix para que logre gelificarse cuando se enfríe, para ello se utiliza un refractómetro de tres escalas (0-90 °Brix).

Como una verificación práctica, puede tomarse una gota de masa y verterla sobre una superficie plana que permita observar la gelificación de la jalea (con forme va llegando al punto de gelificación, menos va a correr la gota).

De forma simultánea se quita el calor y se debe añadir en forma “espolvoreada” el 10 % del azúcar restante, el cual debe haberse mezclado con la pectina; ambas se incorporan a la masa en forma envolvente, procurando no agitar mucho para evitar el rompimiento del gel.

Cuando se finaliza la adición de la pectina con el azúcar, en forma consecutiva se añade ácido cítrico como acidulante y el benzoato de sodio como preservante.

Para que la jalea gelifique favorablemente, el pH debe encontrarse en un rango de 3,0 a 3,4, ideal 3,2. De no ser así, es necesario agregar ácido cítrico hasta ubicarse en ese rango.

Al concluir esta etapa, se procede a llenar los frascos de vidrio dejando un “espacio de cabeza” de 1 cm (a nivel de la parte superior del recipiente en donde se enrosca la tapa metálica). Conforme se llenan los frascos, simultáneamente se colocan las tapas metálicas correspondientes y éstos se dejan en reposo hasta que se enfríen completamente.

Finalmente, los frascos se embalan en cajas de cartón y se almacenan en un lugar seco y fresco.

A continuación, se incluyen aspectos que se deben tomar en cuenta durante la elaboración de este tipo de productos:

¿Cómo se diferencian?

La diferencia que existe entre una jalea y una mermelada, es que la jalea es aquella que se elabora a partir de los jugos o

pulpa de fruta y la mermelada además de lo anterior, contiene trozos de fruta.

¿Qué ingredientes conforman la jalea y/o la mermelada?

El azúcar o sacarosa es el ingrediente que se encuentra en mayor proporción en la formulación de jalea y/o mermelada, siendo éste considerado el elemento esencial para la gelificación y conservación de éstas. Si ésta es adicionada en exceso, es muy posible que se produzcan cristales, que van a generar un producto desuniforme y con sabor desagradable.

Se ha establecido un 45 % de azúcares como mínimo en el producto terminado y si se adiciona más de un 50%, éstos van a funcionar como preservante, permitiendo que la mermelada pueda conservarse por sí sola. En caso dado que se elaboren jaleas o mermeladas con un alto contenido de azúcar, es aconsejable sustituir parte de la sacarosa por glucosa comercial para reducir la formación de cristales.

Otro ingrediente importante en la formulación de jalea y/o mermelada es la pectina, que es un componente que existe en las frutas y además es una sustancia neutra, cristalizable, incolora y soluble en agua. Ésta a su vez cuenta con la capacidad de formar geles al ser mezclada con azúcar y ácido.

¿Qué tipo de defectos puede tener una jalea o mermelada?

La jalea y/o mermelada pueden llegar a presentar los siguientes defectos, si no se procesan de acuerdo con lo indicado:

- ❖ Desarrollo de hongos y levaduras en la superficie.

- ❖ Cristalización de azúcares.
- ❖ Caramelización de los azúcares.
- ❖ Sangrado o sinéresis. Líquido azucarado (liberado por la ruptura del gel por exceso de acidez o cambio bruscos de temperatura)
- ❖ Estructura débil (no gelifica).
- ❖ Endurecimiento de la fruta.

Para información más específica sobre este tema, consulte al teléfono 2550-2778/2287 o al correo electrónico asegreda@inta.go.cr con *M.I.A. Ana Cecilia Segreda Rodríguez*.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Araujo, P. 1994. Acerola. Campinas, Brasil. Fundacao Cargill. 81p.

ALAN (Archivos Latinoamericanos de Nutrición). 2006. El fruto de la acerola: composición y posibles usos alimenticios. (en línea) Scielo-Scientific Electronic library Online v.56 (2) 6 pp Consultado el día 25 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222006000200001&script=sci_arttext

Asenjo, C. 1959. Aspectos químicos y nutritivos de la acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). Revista Hispano Americana de Ciencias Puras y Aplicadas. (19):109-118.

Bliska, F; Leite, R. 1995. Aspectos económicos e de mercado. In Simposio brasileiro sobre acerola 1, Vitoria da Conquista, Brasil. p: 107-123

Calvo, I. 2007. La acerola en Costa Rica. San José. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 28p.

Camacho, G. 2002. Procesamiento y conservación de frutas. (en línea). Consultado el 20 de enero de 2016. Disponible en: www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomía/2006228/descripción.html.

Carvajal, J; Paniagua, A. 2014. Estudio de pre factibilidad para el cultivo de acerola en el Cantón de Puriscal. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica Escuela de Economía Agrícola y Agronegocios, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, 80 p.

CECAE. Sf. Acerola. (en línea). Consultado 17 de Mayo 2004. Disponible en www.cecae.usp.br/Aprotec/repostas/RES38htm

Díaz, R.J. 1981. Atlas de las frutas y hortalizas. Valencia, España. Ministerio de Agricultura. 430 p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria). sf. Acerola (en línea). Consultado 17 de Mayo 2004. Disponible en www.cnpmf.embrapa.Br/acerola.htm

FAO. 2006. Acerola (*Malpighia glabra* Millsp.). Fichas técnicas. Productos frescos y procesados 26 p (en línea). Consultado el 15 de diciembre 2015. Disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/ACEROLA.htm

Galotto, M. J. L. 2010. Propiedades físicas y estructurales de los alimentos. Medida de color de los alimentos. Santiago, Chile. Universidad de Santiago de Chile. Facultad Tecnológica. Programa de doctorado de ciencias y tecnología de alimentos. 23 p.

Gonzaca, N.L. 1994. Acerola para exportacao: aspectos técnicos da producto. Brasília, Brasil. Ministerio da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agraria. Secretaria de Desenvolvimento Rural. 43p.

JUNQUEIRÓPOLIS. Sf. Prometo Acerola. (en línea). Consultado 17 de mayo 2004. Disponible en www.wagr.feis.unesp.br/ace_principal.htm

FAO. 1997. La agroindustria y el desarrollo económico (Parte III). Colección FAO: Agricultura N°30 (en línea). Consultado el 10 de noviembre de 2015. Disponible en: www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s12.htm

King, M. 2016 Los valores de RDA de vitaminas y minerales. (en línea). Consultado el 15 de enero 2016 Disponible en: themedicalbiochemistrypage.org/spanish/vitamins-sp.html

León, R. 2014 Plagas en el cultivo de acerola. (charla presencial de capacitación) San José, Costa Rica. Instituto Nacional de Investigación e Innovación.

Lobo, S. sf Plantas parásitas. Museo Nacional de Costa Rica. (en línea). Consultado 20 de julio 2015. Disponible en <http://www.museo.costa-rica.cr/>

museocostarica.go.cr/es_cr/ent-rese-./plantas-par-sitas-25.html?Itemid=62

Manica, I. 2003. Acerola: Tecnología de producto, Pos-colheita, congelamento, exportacao, mercados. Porto Alegre, Brasil. Cinco Continentes Editora Ltda. 397 p.

McGregor, B.M. 1987. Manual de Transporte de Productos Tropicales. Washington DC, Estado Unidos de América. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. (Manual de Agricultura No. 668). 148 p.

Mezadri, T; Fernández-Pachón, M; Villaño, D.; García -Parrilla, M.; Troncoso, A. 2006. El fruto de la acerola: composición, características productivas e importancia económica. Revista Ediciones. 56(2): 104-109 p

MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio). 2002. Guía para el etiquetado de alimentos que incluyan etiquetado nutricional. San José, Costa Rica. Consultado el día 20 de enero 2016. Disponible en: www.reglatec.go.cr/Guias/GUIAS_SECCIONADAS/nutricional/guia%20nutricional%20presentacion.pdf

Oliva, H; Rodríguez, M.; Frómeta, E; Gutiérrez, C; Noriega, C; Frómeta, E; Pérez, F. 2007. Resultados obtenidos para establecer y promover la acerola en Cuba como fuente natural de vitamina C. Revista CitriFrut. 24(2): 7377.

Oliveira, J.R. 1998. A cultura da acerola no Brasil. Cruz das Almas, Brasil. EMBRAPA-CNPMPF. 35p

Ostendorf, F. 1963. The West Indian Cherry. Tropical abstracts. (18): 145-150.

Piedra, R. 2014. Nematodos en acerola (entrevista), San José, Costa Rica. Instituto Nacional de Investigación e Innovación. Laboratorio de Nematología. (rpiedra@inta.go.cr).

Plumier, C. 1703. Nova Plantarum Americanarum Genera. París Francia. Regis and Regine Scientarum Academix Typographum. 186 p.

Rerelu, M. 2006. Acerola y vitamina C. Acerola, la fruta elixir de vitamina C. (en línea). Consultado el 25 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.elcuerpo.es/acerola-la-fruta-elixir-de-vitamina-c-item364.php>

Saborío, A. 2015. Mosca de la Fruta (Charla presencial de capacitación). San José, Costa Rica. Servicio Fitosanitario del Estado. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Vargas, L.G. 2014. Diagnóstico de hongos en follaje de acerola (entrevista). San José, Costa Rica. Laboratorio de fitopatología. Instituto Nacional de Investigación e Innovación. Laboratorio de Fitopatología. (lvargas@inta.go.cr)

