

NOTA TÉCNICA

EVALUACIÓN POSCOSECHA Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE MATERIAL DE ACEROLA (*Malpighia emarginata*) CLON INTA 92.

Daniel Saborío Arguello¹

RESUMEN

Evaluación poscosecha y caracterización físico-química de material de acerola (*Malpighia emarginata*) Clon INTA 92. La acerola (*Malpighia emarginata*) es un arbusto que se desarrolla desde el sur de México hasta el norte de Suramérica. La fruta es jugosa y suave, contiene un alto contenido de vitamina C o ácido ascórbico. En Costa Rica, el INTA introdujo varios materiales de acerola de los cuales el clon INTA 92 se destacó a nivel agronómico, por lo cual es importante caracterizar física y químicamente este material para posteriormente, poder ser considerado en alternativas con valor agregado. El objetivo fue caracterizar física y químicamente frutos de acerola del clon INTA 92, determinar su tasa de respiración y manejo poscosecha. Los frutos fueron cosechados en la localidad de Grifo Bajo de Puriscal en dos índices o grados de maduración: semimaduros y maduros, posteriormente fueron evaluados en el Laboratorio de Tecnología Poscosecha de la Universidad de Costa Rica (UCR), donde se realizaron los análisis de las variables: peso, diámetro y altura del fruto, pH, grados Brix, acidez titulable, firmeza de la cáscara, tasa de respiración y color de la cáscara. Los resultados obtenidos fueron valores promedio de 3,25 g para peso, diámetro de 2,06 cm y para altura 1,68 cm. Se obtuvo un pH en los frutos semimaduros de 3,41 y en los frutos maduros 3,52. Para brix los frutos semimaduros obtuvieron un valor de 8,06% y los maduros 8,09%, en acidez titulable (AT) en frutos semimaduros fue de 1,27% y 1,18% para los frutos maduros. En firmeza de la cáscara se presentaron valores con diferencias altamente significativas; los frutos semimaduros obtuvieron un valor de 4,44 N, mientras que en los frutos maduros la firmeza fue de 1,50 N. En cuanto a la medición de la tasa de respiración, en la primera hora los frutos maduros obtuvieron los valores más altos de producción con 20246,27 CO₂/kg*h en comparación con los frutos semimaduros (18404,94 CO₂/kg*h). En la siguiente hora, los valores para los dos estados de madurez de la fruta redujeron su producción de CO₂, pero manteniendo la tendencia de mayor producción de CO₂ en la fruta madura con 5199,14 CO₂/kg*h y 3597,05 CO₂/kg*h en la semimadura, lo que refleja un mayor metabolismo de respiración en este estado fisiológico de maduración. En la evaluación del color externo, los frutos de acerola presentaron valores de L, a y b para los frutos semimaduros con 44,65 L, 18,07 a y 23,95 b y en los maduros valores de 27,90 L, 41,14 a y 3,13 b.

Palabras claves: Acerola, poscosecha, caracterización física y química.

INTRODUCCIÓN

La acerola (*Malpighia emarginata*) es un arbusto que habita en ambientes de baja precipitación desde el sur de México hasta el norte de Suramérica (Vivaldi 1979). La especie se caracteriza por presentar un crecimiento que varía entre semipos-trado a erecto y de compacto a abierto, con ramas largas sobre las cuales se disponen lateralmente

ramas de entrenudos cortos; las inflorescencias son pedunculadas y se originan en las axilas de las hojas inferiores de las ramas del último crecimiento y en las ramas laterales cortas; los frutos consisten en drupas globulares con tres huesos (Ledín, 1958, Nakasone *et al.* 1968, Vivaldi 1979). La fruta madura de la acerola, *Malpighia emarginata* contiene altos

Recepción: 18.12.2018. Aceptación: 28.10.2019.

contenidos de ácido ascórbico o vitamina C además de vitamina A, hierro y calcio (Calvo, 2007).

La descripción de este frutal es un arbusto que mide entre 1,5 a 3 m de altura, de corteza oscura; tiene numerosas ramas, generalmente dirigidas hacia arriba, frágiles y cortas, que en estado silvestre poseen espinas (las especies cultivadas carecen de espinas). La fruta es redonda con un tamaño promedio de 1,9 cm, un diámetro de 2,2 cm y un peso de 5 gramos (Calvo, 2007).

La contextura de la acerola es jugosa y suave, el gusto sin el añadido de azúcar es agrídulce-ácido, lo que revela un alto contenido de vitamina C, por lo que esta fruta es considerada como una de las fuentes naturales de más alto aporte de L-ascórbico o Vitamina C. (MATTA *et al.*, 2004; MEZADRI *et al.*, 2006).

Las plantas de acerola han mostrado una gran diversidad respecto a características tales como: precocidad, hábito de crecimiento, floración, productividad, capacidad de enraizamiento y calidad de la fruta; motivo por el cual, es de importancia caracterizar los frutos de plantas o materiales ya seleccionados en sistemas de producción de Costa Rica. Como siguiente paso, es importante considerar estos materiales dentro de un programa de investigación para obtener subproductos con valor agregado, al respecto se informa que con la pulpa de la acerola se preparan bebidas, licores,

jugos, helados, dulces, productos de farmacia, para cosméticos y tintes para el cabello. Tanto la fruta fresca como su jugo son poseedores de importantes propiedades nutritivas, siendo además muy eficaz para disminuir los síntomas del cansancio, el estrés, la fatiga y el desgano; también refuerza el sistema inmunológico ayudando a prevenir resfríos, gripes e infecciones, entre otras enfermedades.

Es importante caracterizar física y químicamente el material de acerola, ya que es la materia prima que se utilizará para cumplir con los objetivos de buscar alternativas de valor agregado para el cultivo.

Esta investigación evaluó algunas características físicas y químicas del material denominado clon INTA 92 de frutos de acerola ya seleccionado anteriormente por el INTA para ser considerado dentro de un programa de agroindustria financiado por la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI) en el año 2012. En este sentido, se planteó la siguiente investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo. Evaluar y caracterizar física y químicamente frutos de acerola (*Malpighia Emarginata*) Clon INTA 92, determinar su tasa de respiración e identificar las actividades de manejo poscosecha en Grifo Bajo de Puriscal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos fueron cosechados en dos grados de maduración: semimaduras y maduras, posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Tecnología Poscosecha de la Universidad de Costa Rica (UCR) donde se realizó el análisis de las siguientes variables:

1. Peso del fruto (g)

Se registró el peso de 60 frutos (maduros) mediante una balanza Mettler Toledo con precisión de 0,1g.

2. Diámetro y altura (cm)

Se determinó el diámetro y altura de 60 frutos (maduros) mediante un vernier en mm (precisión 0,1mm)

3. pH.

Se determinó a partir del jugo de frutas semimaduras y maduras, utilizando un potenciómetro.

4. Porcentaje de sólidos solubles (Azúcares totales o Grados Brix).

El porcentaje de sólidos solubles se obtuvo de jugo de dos muestras de frutas en grado de madurez de semimadura y madura, las cuales fueron licuadas

y filtradas a través de una gasa, para luego realizar la determinación de los azúcares con un refractómetro digital marca Atago ATC-1.

5. Acidez titulable (%).

Se tomaron muestras de jugo de frutos semi-maduros y maduros, luego se determinó la acidez a través de la titulación con hidróxido de sodio 0,1 N hasta un punto final de pH igual a 8,1. Los resultados obtenidos fueron expresados en porcentaje de ácido málico como ácido predominante mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \times N \times \text{Meq}}{\text{g o ml de muestra}} \times 100$$

Donde:

V= volumen de NaOH consumidos (ml)

N = Normalidad del NaOH

meq= peso miliequivalente del ácido predominante en este caso ácido málico (0,067).

g= peso de la muestra en (g).

6. Firmeza de cáscara:

Se utilizó un penetrómetro John Chatillón Dpp-100 N 100n x 1N, con punzón en forma de diente. Los datos se tomaron de la parte central del fruto (ecuador) en estado de madurez semimadura y madura y se reportaron los resultados en Newtons (N).

7. Tasa de respiración (ml CO₂/kg*h)

La tasa de respiración se determinó al pesar y colocar el fruto en un recipiente hermético, de volumen conocido, que valga la redundancia, formó un sistema hermético. Para lograr el equilibrio se dejó por 1 h, luego se tomó una muestra del aire interno del recipiente, la cual se inyectó a un analizador infrarrojo de dióxido de carbono (Illinois Instrument, modelo 6600) para determinar el contenido de los gases (CO₂). Con los datos obtenidos se calculó la tasa de respiración por medio de la siguiente fórmula: (Umaña *et al*, 2011).

$$\text{TR (ml CO}_2\text{/kg*h)} = \frac{(\text{CO}_2 \text{ final} - \text{CO}_2 \text{ inicial}) \times V \text{ (ml)}}{P \text{ (kg)} \times T \text{ (h)}}$$

Donde:

CO₂ = diferencia del volumen final e inicial de CO₂

V= volumen del recipiente

P= peso de los frutos

T= tiempo de exposición

8. Color de la cáscara: Se determinó por medio de un colorímetro marca Minolta CR-300 y en el cual se obtiene el valor resultado de tres lecturas realizadas por el colorímetro. Se obtienen los valores L, a y b.

Donde:

Parámetro L: Se refiere a la luminosidad de las muestras, gamas de negro (L= 0) a blanco (L =

100).

Parámetro a: Un resultado negativo valor de un parámetro indica verde, mientras que un positivo

indica un color rojo-púrpura.

Parámetro b: Valor positivo de un parámetro indica amarillo, mientras que el valor negativo indica color azul. (Galotto, 2010; Metas y Metrólogos Asociados 2009).

Los resultados del ensayo se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA), el diseño fue Irrestricto al azar con cuatro repeticiones y una unidad experimental de 10 frutos. El ANOVA se utilizó para todas las variables físicas y químicas, menos para la actividad respiratoria y color externo. Las variables con promedios significativos se analizaron mediante la prueba de Tukey al 0,05%. Se utilizó el programa Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se caracterizó el material de acerola (Clon INTA 92) donde se obtuvieron como resultados valores promedios para peso de 4,25 g, 2,06 cm para diámetro y para altura 1,68 cm. (Ver Figura 1.).

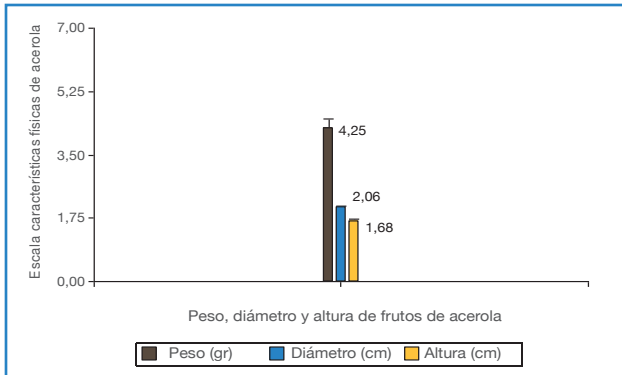


Figura 1. Valores promedios de características físicas de peso, diámetro y altura de frutos de acerola (Clon INTA 92) maduros evaluados. Puriscal, Costa Rica. 2013.

En cuanto a las características químicas, como se puede observar en la Figura 2, se analizaron el pH, Grados Brix y Acidez Titulable (AT). En cuanto al pH los frutos semimaduros obtuvieron un valor de 3,41 y los frutos maduros 3,52. Para los Grados Brix los frutos semimaduros obtuvieron un valor de 8,06 y los maduros 8,09 y por último los valores para la Acidez Titulable (AT) en frutos semimaduros fue de 1,27 y 1,18 para los frutos maduros. Respecto a estas características físicas no se obtuvieron diferencias significativas entre los valores de frutos semimaduros y maduros.

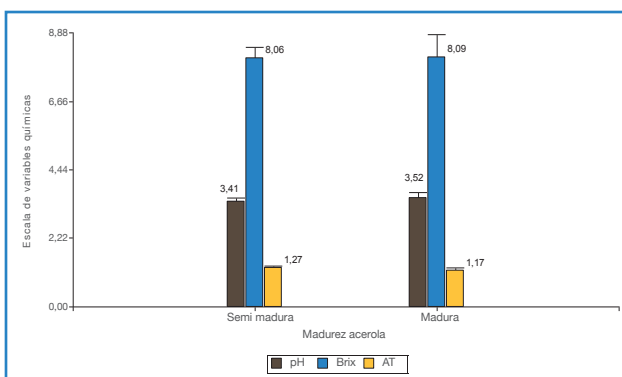


Figura 2. Valores promedios de características químicas de pH, Grados Brix y Acidez Titulable (AT) de frutos de acerola (Clon INTA 92) evaluados según madurez. Puriscal, Costa Rica. 2013

Al respecto, se menciona que los dos criterios utilizados para juzgar la madurez del fruto de acerola son el color de la piel y el contenido de sólidos solubles. La madurez mínima aceptada en California exige que la superficie completa de la acerola tenga un mínimo de color rojo claro y valores de 14 a 16% de sólidos solubles, dependiendo de la variedad (FAO. 2006). En esta evaluación y tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, el valor de Brix del material de acerola evaluado se considera como bajo, en los dos estados de madurez.

Otras características de calidad que la fruta debe tener son:

- Frutos enteros con aspecto fresco.
- Sanas (se deben desechar los frutos atacados por hongos que causan podredumbres o alteraciones que los hagan impropios para el consumo).
- Firmes.
- Limpias (exentas de materias extrañas visibles como tierra, residuos vegetales, etc.).
- Exentas de humedad exterior anormal.
- Exentas de olores y/o sabores extraños.
- Provistas de su pedúnculo (salvo para las variedades en las que se desprende de modo natural al ser recolectadas) (FAO. 2006).

Existen otras características de calidad o exigencias comerciales de la acerola que se pueden tomar en cuenta, principalmente si se considera la opción de exportación en donde las frutas se clasifican en las siguientes categorías:

Categoría Extra

Las acerolas clasificadas en esta categoría serán de calidad superior, presentarán la forma, el desarrollo y la coloración característicos de la variedad, deben estar exentas de defectos, con excepción de muy ligeras alteraciones superficiales en la epidermis, siempre que no perjudiquen el aspecto general de calidad y presentación en el envase.

Categoría I

Las acerolas clasificadas en esta categoría serán de buena calidad, presentarán la forma, el desarrollo y la coloración característicos de la variedad. No obstante, pueden admitirse ligeros defectos en forma, desarrollo y coloración. Deberán estar exentos de quemaduras, grietas, daños mecánicos y defectos causados por el granizo.

Categoría II

Esta categoría comprende las acerolas de calidad comercial que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que cumplen con las categorías mínimas de calidad. Se admiten defectos de forma, desarrollo y coloración siempre que las acerolas conserven sus características.

Empaque

El contenido de cada envase será homogéneo y no contendrá más que frutos del mismo origen, variedad, calidad y de calibre sensiblemente uniforme. Los frutos clasificados en la categoría Extra, deberán presentar además una coloración y madurez uniformes.

Las acerolas deben acondicionarse de manera que se asegure la protección conveniente del producto. Los materiales como papeles, utilizados en el interior del envase, serán nuevos, limpios y de naturaleza tal que no puedan causar alteraciones internas o externas a los frutos. Los envases estarán exentos de cualquier cuerpo extraño, salvo los usuales utilizados en su acondicionamiento y se prestarán limpios y en perfectas condiciones higiénico sanitarias. Todos los materiales que estén en contacto con los frutos deberán estar autorizados (FAO, 2006).

Para la firmeza de la cáscara, como se muestra en la Figura 3, se presentaron valores con diferencias altamente significativas. Los frutos semimaduros obtuvieron un valor de 4,44 N, mientras que en los frutos maduros la firmeza fue de 1,50 N. La firmeza de cáscara de los frutos maduros se redujo en más de un 200%, por lo que este estado de maduración puede favorecer que los frutos sean altamente susceptibles a daños mecánicos y físicos, produciendo pérdidas poscosecha al manipularse sin el debido cuidado.

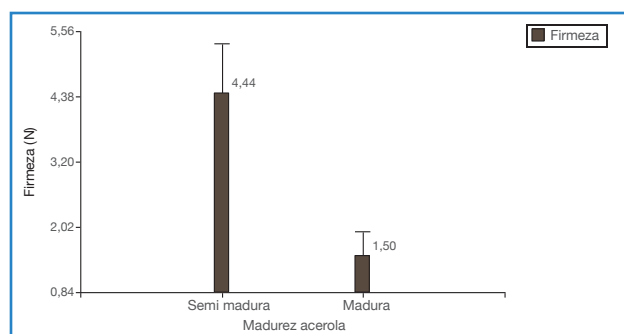


Figura 3. Valores promedios de firmeza (N) de frutos de acerola (Clon INTA 92) según desarrollo de madurez. Puriscal, Costa Rica. 2013.

Al respecto, se recomienda que la recolección o cosecha de la fruta se realice dependiendo del uso o destino de la fruta. Si la fruta es destinada para las industrias en la elaboración de pulpas, se debe cosechar cuando esté de color rojo intenso, mientras que cuando es para consumo fresco debe cosecharse iniciando su maduración o semimadura (Calvo, 2007 y Ritzinger, 2003).

Principalmente, en el caso que la fruta sea destinada para la industria, se recomienda que se coseche totalmente madura, por lo tanto, la propia acción de la cosecha como su manipulación posterior, deben realizarse con mucho cuidado y considerar el tipo de empaque que se utilice, ya que los empaques de cosecha en donde la fruta se acumula en volúmenes o cantidades grandes, pueden afectar la calidad de la fruta favoreciendo los daños físicos por el efecto de compresión y químicos al producirse el inicio de daños por fermentación.

Al respecto FAO (2006) menciona, que los frutos de acerola se deterioran rápidamente una vez cosechados, a las cuatro horas de la cosecha se pueden presentar diferencias sensoriales en el producto, principalmente producidos por una rápida fermentación. Por esta razón el tiempo para el procesamiento en algún proceso industrial de la fruta debe ser rápido o bien almacenarlo bajo condiciones controladas de temperatura o refrigeración o considerar un grado de maduración no tan avanzado para su manipulación.

En caso de que la fruta se almacene en refrigeración, las condiciones recomendadas son de 0C° (32F°) y una humedad relativa entre 85-90%., asegurándose un período de vida poscosecha de hasta 6-8 semanas (UC Davis, 2011).

Un manejo apropiado de la temperatura (enfriamiento rápido hasta alcanzar la temperatura óptima de almacenamiento (0°C), puede controlar completamente la pudrición por *Rhizopus* y reducir significativamente la pudrición parda y el moho gris. La eliminación de las frutas enfermas y dañadas del empaque es importante. Los tratamientos con fungicidas pre y poscosecha también son recomendables (FAO, 2006).

En función de lo anterior, se considera el fruto de la acerola como altamente perecedero ya que su metabolismo de maduración es muy acelerado.

En esta evaluación se midió la tasa de respiración (mICO₂/kg*h) de frutos de acerola semimaduros y maduros a temperatura ambiente 23°C. Los resultados se presentan la Figura 4.

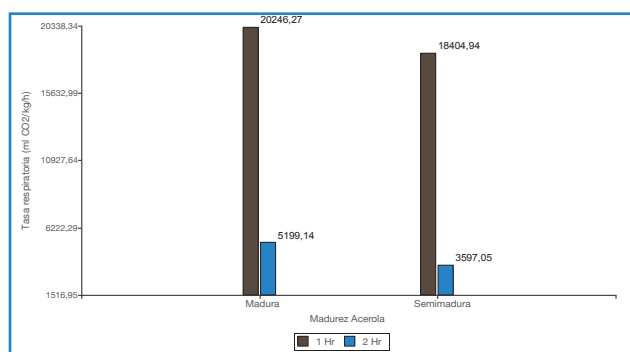


Figura 4. Valores de tasa de respiración (mICO₂/kg*h) de frutos de acerola (Clon INTA 92), según su madurez y tiempo de respiración. Puriscal, Costa Rica. 2013.

Para la primera hora de almacenamiento, los frutos maduros obtuvieron valores más altos de producción de CO₂/kg*h en comparación con los frutos semimaduros. En la siguiente hora los valores para los dos estados de madurez de fruta redujeron su producción de CO₂, pero manteniendo la tendencia de mayor producción de CO₂ en la fruta madura, lo que refleja un mayor metabolismo de respiración de este estado fisiológico.

La reducción en los valores de producción de CO₂ de la primera hora con respecto a la segunda, se explica en que los niveles de oxígeno iniciales (O₂) de los recipientes que contenían las muestras en los dos estados de madurez de las frutas habían sido consumidos, por lo que el metabolismo de respiración redujo su velocidad (en ambos grupos de fruta).

Este efecto, fue producido por el equilibrio gaseoso pasivo formado por el consumo de O₂ de la primera hora de respiración de los frutos de acerola, que se reflejó en una disminución de la respiración expresada como menor producción de mICO₂ /kg*h.

De manera práctica esta evaluación refleja (en los dos estados de maduración de la acerola) que esta es una fruta muy perecedera y se tendrá que considerar este comportamiento en su manejo poscosecha, máxime si la acerola es cosechada con una madurez más avanzada.

En cuanto a la medición del color externo de los frutos de acerola, en la Figura 5 se pueden observar los valores para los parámetros en la escala L, a y b. En el parámetro L que mide la luminosidad, los frutos semimaduros obtuvieron un valor de 44,65 diferente al valor de los frutos maduros con un valor de 27,90, lo que significa que este último estado de madurez es de tono más oscuro que el estado semimaduro de la acerola.

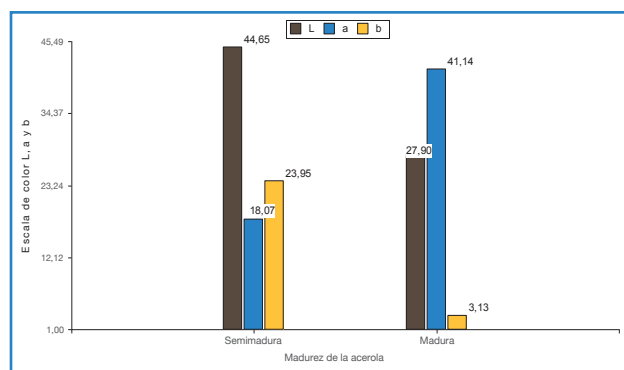


Figura 5. Valores de color externo (escala L, a y b) de frutos de acerola (Clon INTA 92) semimadura y madura. Puriscal, Costa Rica. 2013.

Para el parámetro a, los dos valores son positivos, lo que indica que son colores rojos y no verdes, sin embargo, el valor de la fruta madura (41,14) es mayor (rojo más oscuro) que el de la fruta semimadura (18,07). Por último, el valor del parámetro b también se muestra que ambos son positivos lo que indica que la fruta semimadura presenta tonalidades mayormente amarillas, siendo mucho menor la tonalidad en la fruta madura (3,13) en comparación con la tonalidad de la fruta semimadura (23,95) (Figura 5.1).



Figura 5.1 Colores externos del fruto de acerola (Clon INTA 92) con dos grados de madurez semi-madura (línea inferior) y madura (línea superior). Puriscal, Costa Rica. 2013.

La importancia de la medición del color externo de los frutos de acerola según los dos grados de madurez, radica en caracterizar y reconocer las características de color externo que tenga la fruta

para ser considerado como un criterio de cosecha acertado, según el fin que tenga la fruta, ya sea de consumo fresco o de materia prima para algún tipo de proceso industrial. Como se mencionó anteriormente, el deterioro de la fruta una vez cosechada inicia muy rápido, aproximadamente en cuatro horas y este comportamiento es más acelerado entre mayor sea el grado de maduración, por lo cual se debe de considerar en el grado de maduración en que se debe cosechar la fruta según sea su uso inmediato. En la Figura 5.1 se muestra el color externo de las frutas de acerola con los dos estados de maduración evaluados: semimaduro (abajo) y maduros (arriba).

Las actividades de manejo poscosecha de acerola que se realizaron en bajo de Puriscal comprendieron las siguientes acciones que se describen en la Figura 6.

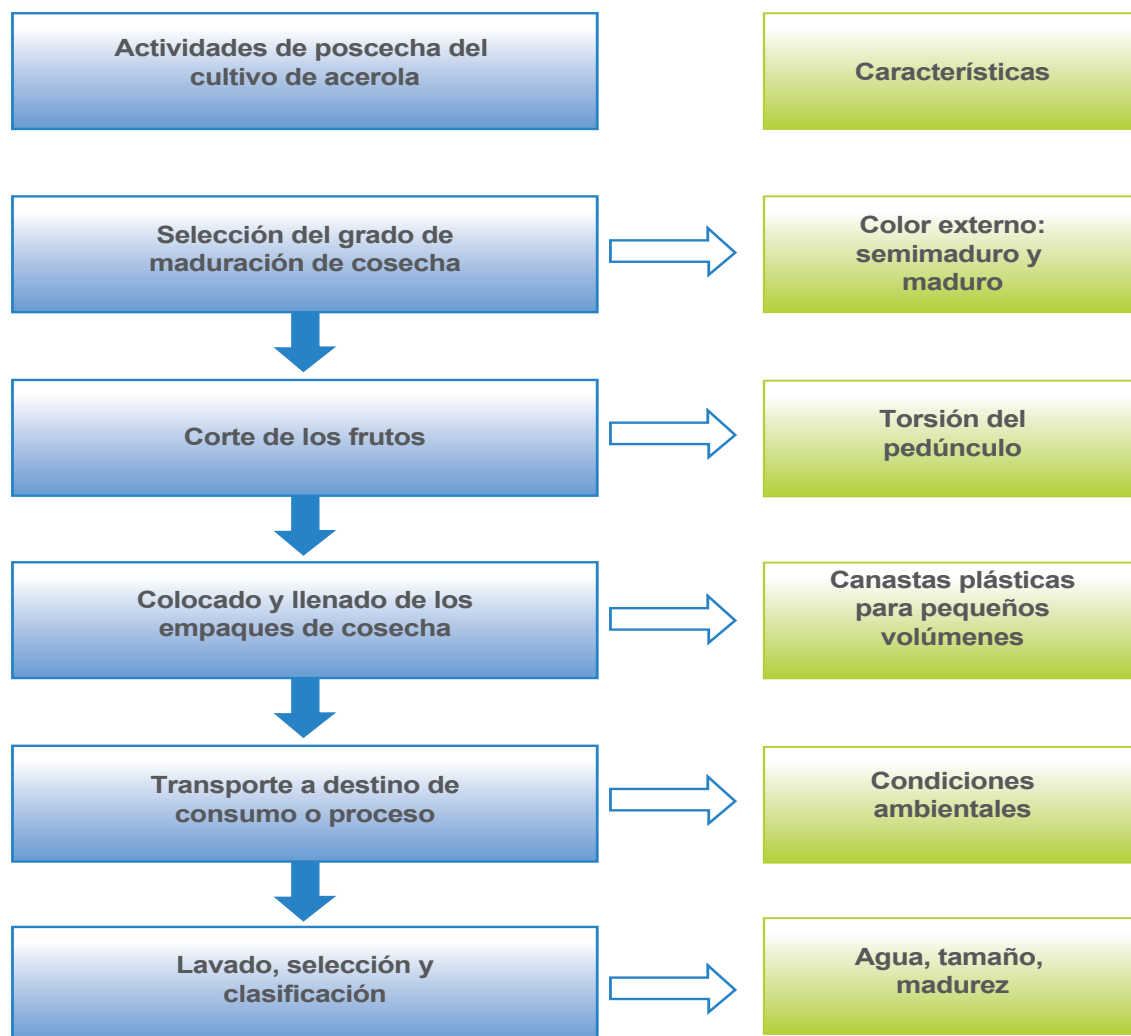


Figura 6. Actividades y características de manejo poscosecha de acerola. Puriscal, Costa Rica. 2013.

Estas actividades se realizaron en el manejo poscosecha de acerola en esta localidad. Es importante tener claro cuál es el índice de cosecha escogido según el destino que tenga la fruta, considerando siempre el grado de perecibilidad y su fácil y rápido deterioro luego de ser cosechada. Tomando en cuenta las características de calidad que propone FAO (2006), se pueden adoptar una serie de medidas para tratar de comercializar la fruta con un mayor grado de calidad, esto en caso de poder optar eventualmente a mercados internacionales o bien mercados nacionales con estándares altos de calidad (fruta fresca o procesos industriales) por ejemplo, se podrá considerar:

- Realizar el corte de la fruta con instrumentos de cosecha (tijeras).
- Dejar una longitud de 1 cm en el pedúnculo.
- Realizar una estricta selección de la fruta para cosecha según el índice de cosecha por color externo y tamaño de la fruta
- Utilizar empaques de campo y transporte adaptados a la condición y características físicas y fisiológicas de la fruta.
- Realizar tratamientos poscosecha en campo (lavado, secado, selección, clasificación, etc.).
- Seleccionar adecuadamente los tipos de empaques y sus materiales de transporte (acomodo y disposición de frutas).

LITERATURA CITADA

Calvo VI. 2007. La acerola como opción productiva para Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 28 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Acerola (*Malpighia glabra* Millsp.). Productos frescos y procesados. Roma, Italia. 26 p.

Galotto, J.M. 2010. Propiedades físicas y estructurales de los alimentos. Universidad de Santiago de Chile. Facultad Tecnológica. Santiago, Chile. 23 p.

Ledin RB. 1958. The Barbados or West Indian cherry. Gainesville: University of Florida; 594: 28-38.

Finalmente cabe destacar que de acuerdo con esta investigación:

1. Se caracterizó físicamente el material de acerola (Clon INTA 92) cosechado en Grifo Bajo de Puriscal, donde se obtuvieron como resultado los valores promedios para las variables de peso, diámetro y altura de 4,25 g, 2,06 cm y 1,68 cm, respectivamente.

2. El material de acerola (Clon INTA 92) evaluado en cuanto a la caracterización química, no presentó diferencias significativas para pH, Grados Brix y Acidez Titulable (AT), en su condición de madurez (semimadura y madura).

3. En cuanto a firmeza de la cáscara, el material de acerola (Clon INTA 92) maduro presentó un valor de 1,50 N, reduciendo su firmeza (estadísticamente significativa) en alrededor de 200% en comparación con la fruta semimadura cuyo valor fue de 4,44 N.

4. En cuanto al comportamiento fisiológico, la acerola (Clon INTA 92) presentó un acelerado metabolismo de respiración a temperatura ambiente (23°C) reflejado en los altos niveles de producción de mCO_2/kg^*h en los dos estados de maduración evaluados, lo que refleja ser una fruta muy perecedera.

MATTA, V.M. et al. 2004. Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice. *Journal of Food Engineering*, v. 61, p. 477-482.

McGregor, L.M. 1987. Manual de transporte de productos tropicales, USDA Agricultural Handbook No. 668. Washington DC, USA. 148 p.

Metas y metrólogos asociados. 2009. La guía de medición del color. Jalisco, México. 12 p.

MEZADRI, T. et al. 2006. The acerola fruit: composition, productive characteristics and economic importance. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 56, n. 2, p. 101-109.

Nakasone H. et al. 1968. Selection, evaluation and naming of acerola (*Malpighia glabra* L.) cultivars. Hawaii Agric. Exp. St. University of Hawaii 1968; 65: 19.

Ritzinger, R; Kobayashi, A. y Oliveira, J. 2003. Cultura da aceroleira. Embrapa. Mandioca e Fruticultura. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e abastecimiento. Cruz das Almas. Brasil. 12 p.

UC. Davis. 2011. Postharvest technology maintaining produce quality and safety. Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento por tiempo largo de frutas y hortalizas frescas. Davis, California. USA 8 p.

Umaña, G; Loría, C; Gómez, J.C. 2011. Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya Híbrido Pococí. Agronomía Costarricense 35(2):61-73.

Vivaldi J. 1979. The systematic *Malpighia* L. Thesis of Degree of Doctor or Philosophy. Fac. of Graduate School of Cornell University. 259 p.