

V. MANEJO POSCOSECHA

432-14

Mauricio Londoño Bonilla*

GENERALIDADES DEL MANEJO POSCOSECHA

INTRODUCCIÓN

La poscosecha es la etapa del proceso productivo que incluye todas las actividades que deben implementarse para ofrecer una fruta de excelente calidad desde el momento de la recolección hasta que ésta llega al consumidor final. La conservación de los productos agrícolas perecederos de alto consumo, constituye una prioridad nacional, debido a las altas pérdidas que se registran en la etapa de poscosecha, como consecuencia de la desarticulación entre la precosecha y la fase de comercialización. Se presentan deficiencias de orden tecnológico tanto en la etapa de producción para la consecución de una buena calidad, como en la etapa de poscosecha, donde están incluidas todas las actividades que se realizan entre la cosecha y el consumo; y que debido a carencias o fallas en los procesos de recolección, selección, clasificación, empaque y embalaje, conllevan a problemas de comercialización, por la mala calidad del producto ofrecido y el consecuente desestímulo en la producción.

La calidad inicial de la fruta cosechada no puede ser mejorada aplicando tecnologías durante el período poscosecha, no obstante es posible conservar dicha calidad por largos períodos de tiempo, utilizando sistemas modernos de conservación. Las tecnologías de manejo poscosecha utilizadas se basan en el estudio de los factores relacionados con el deterioro del producto, su comportamiento fisiológico, las técnicas de almacenamiento y las estrategias para retardar su envejecimiento. Cuando la producción está enmarcada en criterios de calidad y competitividad empresarial, es importante tener en cuenta los siguientes interrogantes al asumir los retos del mercado:

- Qué exige el consumidor?
- Cuáles son las características del producto que se ofrece?
- Cuáles problemas pueden afectar la calidad y acelerar el deterioro del producto?
- Cómo manejar el producto para conservar su calidad?
- Cuales son las ventajas de un adecuado manejo poscosecha?

Las frutas por ser organismos vivos, después de cosechados son susceptibles a una serie de daños de tipo físico y microbiológico. Lo anterior asociado a la poca tecnología de manejo poscosecha existente en el país, ocasiona desde la recolección hasta el consumo, pérdidas cercanas al 35%, lo que viene generando una problemática identificada en cuatro aspectos fundamentales:

Económico. Los productos dañados pierden valor como alimento, lo que significa pérdidas anuales cercanas a los 1,2 billones de pesos, adicionalmente se deben valorar los recursos que se invierten para botar «alimentos» que se convierten en basura.

* Auxiliar de investigación. Administrador de Empresas Agropecuarias. Especialista en poscosecha. Grupo Ecorregional de Investigación Agrícola C.I. La Selva, A.A. 100 Rionegro, Antioquia - Colombia. Corporica Ecorregión Arдина.

Comercial. A pesar del potencial productivo de las frutas en el país y de la gran demanda a nivel nacional e internacional, en la actualidad es cada vez más notoria la pérdida de posicionamiento de nuestros productos frente a la oferta extranjera, debido al bajo nivel de competitividad, en lo referente a producción, manejo poscosecha, presentación y mercadeo.

Social. El 65% del producto que se comercializa, asume el valor del 35% que se pierde y son los consumidores quienes pagan los precios más altos por la ineficiencia del proceso producción - comercialización; lo anterior está limitando la capacidad de compra a un alto porcentaje de la población que no tienen recursos para adquirir frutas y alimentos para su adecuada nutrición.

Ecológico. Debido a que los desperdicios se constituyen en una fuente permanente de contaminación y deterioro del medio ambiente.

A pesar de los importantes avances agronómicos que han permitido mejorar la productividad y calidad del tomate de árbol, en la actualidad se presentan grandes deficiencias en las etapas posteriores a la recolección y que son la causa del elevado índice de pérdidas. Estos aspectos se describen a continuación.

- Falta de conocimiento, a cerca de las características que debe reunir el producto final en cuanto a tamaño, color, consistencia, rendimiento, acidez y azúcares.
- Se carece de criterios claros y objetivos que permitan definir el momento óptimo de recolección, de acuerdo con el mercado objetivo.
- A pesar de existir normas de calidad acordes con la producción nacional, éstas no se aplican. Existen normas empíricas, creadas en función de necesidades particulares; en otros casos se adoptan normas de otros países, sin tener en cuenta que las condiciones de producción son muy diferentes a las nuestras, esto causa confusión a través de toda la cadena de comercialización.
- Durante el beneficio y acondicionamiento hay excesiva manipulación, lo que implica maltratos y contaminación de los productos.
- Se utilizan sistemas de empaque que por sus características de forma, capacidad, material de fabricación; son inadecuados, tales como: huacales, costales, canastos, entre otros; lo cual ocasiona daños a los productos por impacto y compresión.
- Con relación al transporte, no se cuenta con un sistema especializado para transportar productos perecederos como el tomate de árbol, que incluya una red de frío y mantenga la calidad del producto en condiciones higiénicas y seguras.
- En el área de almacenamiento, la tecnología utilizada presenta deficiencias para mantener y prolongar la vida útil de los productos.

CONCEPTO DE CALIDAD

La calidad de una fruta es el producto de una combinación de características, atributos y propiedades que le otorgan valor como alimento para el hombre. La calidad también puede definirse como el conjunto de cualidades que determinan que cierto producto sea del gusto de un consumidor o de un grupo al cual se desea satisfacer con dicho producto.

Las características que en términos de calidad debe reunir una fruta son:

- Calidad comercial
- Calidad sensorial (organoléptica)
- Calidad nutricional
- Calidad higiénica y de protección de la salud

Calidad Comercial

La calidad comercial comprende básicamente los aspectos de presentación externa (Figura 129), tales como la apariencia general en términos de: grados de maduración, color, tamaño, forma, presencia de daños, raspaduras, entre otros. Otros aspectos como la limpieza del producto, relacionados con la no presencia de materiales extraños como residuos de hojas y tierra; la sanidad en cuanto a ausencia de plagas y enfermedades y la homogeneidad de una unidad de muestreo del producto, son criterios muy importantes cuando se habla de calidad comercial.



Calidad Sensorial

Es el conjunto de propiedades o características de un producto que actúan como estímulo a los diferentes sentidos, afectados antes, durante y después del eventual consumo (Figura 130); en esa medida la calidad determina que un alimento sea o no consumido. Se refiere a las sensaciones que se experimentan al consumir un alimento y se relaciona con las sensaciones gustativas, visuales, olfativas y táctiles.



La calidad sensorial, adquiere cada día mayor importancia, en una sociedad que al tener cubiertas sus necesidades nutricionales, el principal problema que plantea es elegir entre una oferta muy amplia de productos, principalmente por la satisfacción que le generan al consumirlos. En la percepción sensorial, actúan los cinco sentidos en diferente grado, aunque su evaluación se realiza en forma global.

Calidad Nutricional

A medida que aumenta el nivel de vida y el conocimiento sobre la importancia de alimentarse bien, el consumidor toma conciencia de las bondades de incluir las frutas en su dieta alimenticia.

La calidad nutricional de las frutas se refiere tanto al aporte de nutrientes básicos (Tabla 22) como a su aporte terapéutico. En este sentido las frutas se adaptan perfectamente a las exigencias del mercado, ya que constituyen un delicioso alimento y contribuyen a conservar la salud y el bienestar de los consumidores.

Tabla 22. Composición química en 100g de parte comestible de varias especies frutales

Estructura	Lulo	Guayaba	Mango	Mora	T. de Arbol	Curuba	Naranja
Calorías	23	43	63	23	30	25	49
Agua (g)	92.5	81.5	80.8	84.3	89.7	92.0	86.0
Pronetinas (g)	0.6	1.0	0.38	0.6	1.4	0.6	1.0
Grasa (g)	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.7
Carbohidratos (g)	5.7	9.7	16.5	5.6	7.0	6.3	12.4
Fibra (g)	0.3	4.1	0.9	1.36	1.1	0.3	0.5
Ceniza (g)	0.8	0.5	0.4	0.4	0.7	0.7	0.6
Calcio (g)	8.0	13.0	9.0	18.0	6.0	4.0	41.5
Fósforo (g)	12.0	23.9	11.7	14.0	22.0	20.0	19.5
Hierro (g)	0.6	0.5	0.4	2.2	0.4	0.4	0.5
Vitamina A (U I)	600	300	1.490	0	1.000	1.700	200
Tiamina - Vit. B (mg)	0.04	0.046	0.05	0.02	0.05	0.0	0.1
Riboglavina (mg)	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04
Niacina (mg)	1.5	0.8	0.36	0.4	1.1	2.5	0.4
Ac. Ascórbico (mg)	25.0	200.0	90.0	25.0	25.0	70.0	53.0

Fuente: Choucair (1962) y Morton (1987).

El tomate de árbol es considerado en frutoterapia como una de las frutas que fortalece el cerebro y contribuye a curar migrañas y cefaleas severas. Los estudios hasta ahora realizados indican que tiene sustancias como el ácido gamma aminobutírico, que baja la tensión arterial, por ello, es útil para hipertensos, no así para quienes sufren de tensión baja.

Calidad Higiénica y de Protección de la Salud

Este concepto de calidad representa la sanidad e inocuidad del alimento y por lo tanto de ella se deriva su repercusión en la salud humana. Se trata igualmente de las sustancias que están presentes en los frutos y que pueden ser perjudiciales para la salud, tales como: los contaminantes accidentales, los residuos de pesticidas y otras sustancias producidas por hongos y bacterias.

La calidad higiénico - sanitaria, viene regulada en las reglamentaciones particulares de cada producto o grupo de productos, de forma que su cumplimiento garantice la ausencia de problemas para la salud derivados de su consumo. Estas reglamentaciones especifican los límites admisibles en las propiedades consideradas esenciales, para evitar efectos nocivos sobre la salud de los consumidores.

FACTORES PRECOSECHA QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LAS FRUTAS

Existe una serie de factores durante la precosecha que tienen influencia directa sobre la calidad de la fruta en la etapa de poscosecha. Esta calidad depende principalmente de factores como el microclima (Figura 131), las prácticas de manejo agronómico (Figura 132), los controles fitosanitarios y el sistema de cosecha que se implemente.



Los factores ambientales comprenden, entre otros, los siguientes:

- La temperatura
- La luminosidad (duración, intensidad y calidad de la luz)
- La precipitación
- El viento
- Las características del suelo
- La humedad relativa

Los factores agronómicos mas importantes se refieren a aspectos como:

- Calidad del material de siembra
- Control de malezas (Figura 133)
- Densidades de siembra (Figura 134)
- Manejo de aspectos fitosanitarios (Figura 135)
- Programa de fertilización
- El sistema de riego y el drenaje
- Los sistemas de poda



Es importante determinar la influencia de cada uno de estos factores en la calidad del producto y como se relacionan entre sí.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS

De acuerdo con su comportamiento respiratorio, los frutos de tomate de árbol se clasifican como no climatéricos, es decir que durante la poscosecha se detienen los procesos propios de la maduración, por lo tanto es importante determinar correctamente los grados de maduración apropiados para la cosecha, con el fin de obtener las características organolépticas típicas de la fruta.

Después de cosechado, el tomate de árbol no tiene la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos internos propios de la maduración, se presentan otros fenómenos por degradación o por efectos físicos como la deshidratación. Puede presentar también, cambios en su coloración externa, a causa de la degradación de las moléculas de clorofila presentes en el fruto.

El desarrollo fisiológico de los frutos de tomate de árbol ha sido dividido en diez etapas fenológicas bien definidas, las cuales comprenden desde el cuajamiento hasta el inicio de la senescencia o sobremaduración del fruto. (Tabla 23)

Tabla. 23 Etapas fenológicas del fruto de tomate de árbol.

Etapa	Días	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Características
I	0 - 10	1,9	1,5	1 - 3	Cuajamineto del fruto. Coloración verde claro tres cuartas partes del ápice hacia la base
II	10 - 20	3,1	2,3	3 - 10	Mayor crecimiento del fruto en longitud. Color verde claro.
III	20 - 30	4,1	3,1	10 - 20	Crecimiento longitudinal del fruto. Color verde mate tres cuartas partes de la base hacia el ápice.
IV	30 - 40	4,9	3,1	20 - 30	Color del fruto verde mate.
V	40 - 60	5,6	4,1	30 - 40	Color del fruto verde brillante; verde claro en su parte apical y más oscuro en la basal. Buena consistencia.
VI	60 - 90	6,4	4,6	40 - 100	Crecimiento longitudinal y reducción de la firmeza del fruto. Color verde brillante con algunas trazas más oscuras.
VII	90 - 120	7,7	4,8	88	Aumento del peso. Color verde brillante con varias tonalidades. Forma ovalada. Máximos procesos de síntesis.
VIII	120 - 150	7,8	6,0	92	Fruto pintón, completamente ovalado. Color verde morado desde la base. El pedúnculo se va secando.
IX	150 - 180	7,9	6,2	100	Fruto maduro, rojo a amarillento, características organolépticas buenas. Forma ovalada a alargándose desde el ápice. Pedúnculo verde claro y seco.
X	180 - 210	7,9	6,3	100	Fruto sobremaduro. Color rojizo y anaranjado. Paredes blancas. Pedúnculo necrosándose y base del fruto con halo amarillo.

Fuente: Ortegón, 1993, citada por García y García, 2001.

Producción de Etileno

El etileno (C_2H_4) es un gas sintetizado por las plantas en forma constante para cumplir funciones específicas de catálisis, su concentración también como etileno endógeno es muy baja y aumenta ligeramente antes de iniciar el proceso de maduración. En los frutos no climatéricos, como el tomate de árbol, la producción de etileno es muy baja y su concentración se mantiene siempre baja.

El tomate de árbol tiene una sensibilidad moderada al etileno y produce entre 0.1 y 1.0 $\mu i C_2H_4/kg/hora$, la cual se considera baja.

Respiración

La respiración es un proceso metabólico que toma como materia prima compuestos como los azúcares, el almidón y los ácidos grasos, los somete a una degradación oxidativa, dando como resultado moléculas más simples como el dióxido de carbono (CO_2), el agua (H_2O) y otras moléculas, para ser utilizadas en otras síntesis, liberando durante el proceso energía (ATP y Kcal).

El tomate de árbol tiene una respiración de 10 - 60 mg CO_2 /kg/hora a una temperatura entre 20 y 22°C.

CAMBIOS DURANTE LA MADURACIÓN

La maduración de los frutos es una secuencia de cambios de color, sabor y textura que implican pérdida de clorofila, aparición de otros pigmentos, cambios en la acidez, astringencia y dulzor. Igualmente se observan cambios en ácidos orgánicos, fenoles, azúcares y compuestos volátiles. Algunos de los cambios más importantes son los siguientes:

Color. La pérdida de color verde es consecuencia de la degradación de la clorofila, lo cual se debe a uno o varios procesos secuenciales, los más relevantes son los cambios de pH, los procesos oxidativos y la acción de las clorofilasas.

Esta pérdida de color está asociada con la síntesis o el desmascaramiento de pigmentos cuyos colores oscilan entre el amarillo y el rojo, los pigmentos responsables son los carotenoides, hidrocarburos no saturados de cuarenta carbonos generalmente y cuyas moléculas pueden contener una o más funciones oxigenadas, las antocianinas que son hidrosolubles, producen colores muy fuertes que pueden en ocasiones enmascarar a los carotenoides y a la clorofila.

Aroma. El fruto produce volátiles aromáticos característicos durante su maduración, cumpliendo las funciones de atracción sensorial. La producción de etileno es menor durante este proceso.

ÍNDICES DE COSECHA

Los índices de cosecha constituyen los parámetros más importantes para determinar el momento oportuno para realizar la cosecha y asegurar la vida útil de la fruta durante la poscosecha y su comercialización. Un índice de maduración debe ser sencillo, rápido y fácil de reproducir, además debe reflejar la calidad de la fruta al momento de la recolección.

Es importante diferenciar los términos madurez fisiológica y madurez comercial. La madurez fisiológica hace referencia a la etapa de desarrollo de la fruta en la cual se ha producido su máximo crecimiento y sus semillas sexuales son viables. La madurez comercial o de consumo se relaciona directamente con las exigencias de un mercado específico.

Existen diferentes métodos para determinar con precisión el grado de maduración de la fruta, algunos de ellos se pueden realizar en la finca y otros requieren algunos equipos de laboratorio. La coloración externa de la fruta es el método más utilizado para determinar el momento óptimo de la cosecha, a pesar de ser un método sencillo y económico, es poco confiable y deben combinarse otros métodos, que permiten obtener fruta de excelente calidad y no incurrir en errores (Tabla 24).

Tabla 24. Características fisicoquímicas y fisiológicas durante la maduración del tomate de árbol.

Etapa	Días	Firmeza (lbf/cm ²)	° Brix	Respiración (mg CO ₂ /kg-h)	pH	Acidez (%)	Índice de madurez
I	0 - 10	13,5	4,57	304,59	5,38	-	-
II	10 - 20	17,5	4,45	476,02	5,25	-	-
III	20 - 30	26,5	3,90	88,48	5,03	1,11	3,51
IV	30 - 40	27	3,35	62,90	4,90	1,61	2,08
V	40 - 60	27	3,00	64,74	4,71	1,00	4,71
VI	60 - 90	25	4,05	76,18	4,20	0,46	8,80
VII	90 - 120	24	3,60	37,75	4,28	0,45	8,00
VIII	120 - 150	19	8,55	33,69	3,60	1,54	5,55
IX	150 - 180	16,3	9,33	42,26	3,53	1,34	6,96
X	180 - 210	12,4	9,40	55,00	3,92	1,16	8,10

Fuente: Ortegón. 1993, citado por García y García. 2001

Algunos de los métodos desarrollados para definir los índices de madurez con precisión, se relacionan a continuación:

Métodos visuales

- Coloración de la corteza
- Facilidad para desprender la fruta del árbol
- Llenado o cuajado de los frutos

Métodos temporales

- Haciendo cálculos desde la siembra y entre los días transcurridos desde la floración hasta el momento de la cosecha.

Métodos físicos

- Forma de la fruta
- Resistencia al rompimiento
- Peso
- Diámetro
- Consistencia

Métodos químicos

- Determinación de los ácidos presentes en la fruta
- Determinación de los Sólidos Solubles o Grados Brix
- Determinación del pH
- Relación o índice de madurez (relación entre Sólidos Solubles y el porcentaje de acidez).

Métodos fisiológicos

- Determinación de la intensidad respiratoria. Los datos de respiración expresan con precisión la edad de los frutos.

Métodos organolépticos

- Sabor
- Aroma
- Color

COSECHA DEL TOMATE DE ÁRBOL

432-15

La cosecha o recolección de los frutos de tomate de árbol se inicia entre los nueve y los 11 meses después del trasplante, dependiendo de las características climáticas de la zona de cultivo. De la etapa de floración a la madurez de cosecha transcurren en promedio cuatro meses, época en la cual la coloración de la fruta cambia de verde a rojo-amarillenta.

La recolección se hace en forma manual, presionando el primer nudillo del pedúnculo, para conservarlo adherido al fruto (Figura 136), lo cual le proporciona mayor vida útil durante su almacenamiento en poscosecha. Es aconsejable, en especial para los frutos destinados a la exportación, utilizar para la cosecha tijeras de mango corto y filo en ambas hojas, con éstas se realizan cortes del pedúnculo más limpios y se evitan futuras pudriciones causadas por diferentes patógenos. Los frutos recolectados en campo deben ser depositados en sacos o canastillas plásticas de aproximadamente 15 a 20 kilogramos de capacidad.



Como regla general los frutos de tomate de árbol se cosechan con pedúnculo y en un grado de maduración superior al 50%. Se recomienda cosechar la fruta en los estados 3 y 4 descritos en la tabla de color de la norma técnica ICONTEC 4105:



DESCRIPCIÓN DE LA TABLA DE COLOR

COLOR 0	Fruto de color morado con tonalidades verdes hacia la zona central, completamente desarrollado
COLOR 1	El fruto es de color morado intenso en toda la superficie.
COLOR 2	Aparece una coloración roja en el centro y se presentan visos morados
COLOR 3	El fruto es de color rojo intenso con ligeros visos morados hacia la zona del pedúnculo.
COLOR 4	Toda la superficie se torna de color rojo y aparecen visos de color anaranjados
COLOR 5	El fruto es de color rojo con tonos anaranjados en la zona central.
COLOR 6	El fruto es completamente anaranjado.

La cosecha se debe programar de acuerdo con la producción y la demanda del mercado, en general las recolecciones se realizan cada 20 días en el mismo lote.

Es necesario ser muy cuidadoso en la labor de recolección para evitar desgarramientos y quebraduras de ramas y tallos, así como para asegurar la duración de la planta y la calidad de los frutos cosechados.

La implementación de estas prácticas de cosecha, permiten que la fruta pueda resistir el manipuleo durante su almacenamiento y transporte hasta por 10 días.

Los frutos de tomate de árbol presentan mejores condiciones para ser recolectados en las horas de la mañana, momento en el cual el estrés de la fruta causado por temperaturas altas es menor, se disminuyen el calor de campo y las pérdidas por deshidratación.

No se recomienda cosechar frutos húmedos por el rocío o la lluvia, ya que la humedad excesiva acelera el desarrollo de diferentes agentes patógenos que causan pudriciones posteriores.

La hora de la recolección debe programarse teniendo en cuenta las condiciones climáticas, disponibilidad de mano de obra, facilidad de transporte y ante todo la demanda del mercado.

OPERACIONES POSCOSECHA

Selección

Los frutos recolectados deben ser seleccionados para separar los frutos que no presentan condiciones aptas para su comercialización (Figura 137); se descartan para comercializar los frutos que presentan daños mecánicos, deshidratación, manchas causadas por agentes biológicos y defectos físicos o fisiológicos. Para seleccionar los frutos aptos para el mercado se emplean operarios entrenados, lo cual resulta ser eficiente, ya que ningún equipo reemplaza la agudeza visual y destreza del hombre.



Lavado y Desinfección

El lavado de los frutos de tomate de árbol mejora la apariencia física del producto, elimina la suciedad y los residuos de pesticidas procedentes del campo (Figura 138). Los métodos de limpieza y desinfección deben ser prácticos y económicos para garantizar la calidad final del producto.

El lavado puede hacerse por inmersión o por aspersión, para lo cual pueden emplearse las mismas canastillas de recolección (Figura 139). La inmersión es la forma más sencilla de lavado, este sistema resulta más eficiente cuando el agua permanece en movimiento, ya que contribuye al desprendimiento y eliminación de tierra y otros residuos orgánicos.



Cuando se tienen grandes cantidades de fruta, la aspersión con equipos de alta presión, resulta eficiente y la operación de lavado se hace muy rápida.

El lavado de los frutos del tomate de árbol también puede hacerse utilizando el método de *flotación*, el cual se basa en el principio de diferencia de peso entre el producto y las impurezas; para ello se utilizan tanques o canales con compuertas ajustables, donde los materiales más pesados son eliminados en las primeras secciones del canal. En este proceso se requieren grandes volúmenes de agua por kilogramo de fruta que se desea limpiar.

El método utilizado para realizar la limpieza de la fruta deberá garantizar una separación y eliminación efectiva de los contaminantes y dejar los productos limpios para evitar su recontaminación.

El agua utilizada para el lavado, debe ser de excelente calidad, libre de contaminantes, residuos tóxicos y agroquímicos, que alteren la calidad de la fruta.

La desinfección de la fruta puede realizarse con una solución de 2.000 ppm de Tiabendazol, en tanques de inmersión, durante cinco a siete minutos o a través de equipos de aspersión que garanticen una aplicación uniforme del producto. Pueden utilizarse otros desinfectantes como el Hipoclorito de Sodio al 2% o el Amonio Cuaternario en concentraciones de 200 ppm (Figura 140).



Secado

Después del secado y la desinfección se procede a la remoción de la humedad superficial de la fruta. Esta operación es muy importante porque disminuye el riesgo de contaminación en especial durante su almacenamiento y transporte.

La operación de secado se puede lograr mediante un escurrido de la fruta en las mismas canastillas de recolección (Figura 141), ubicándolas en lugares que permitan una buena ventilación, protegidos de los rayos solares y alejados de fuentes de contaminación como agroquímicos, abonos y fertilizantes o animales, entre otros. La fruta también se seca individualmente de forma manual (Figura 142). El secado de la fruta a través de máquinas secadoras provistas de aire caliente, resulta muy rápido cuando se trata de grandes cantidades del producto.



Clasificación

Una vez se efectúa la selección y secado del producto, se procede a su clasificación, con el fin de unificar la calidad de acuerdo a una o varias características, como color, tamaño, forma, peso y sanidad.

La clasificación conduce a conformar categorías o clases comerciales del producto. Se puede hacer manual o mecánica, generalmente se combinan los dos métodos. La clasificación manual requiere operarios calificados (Figura 143), teniendo en cuenta fundamentalmente y en forma simultánea criterios como el tamaño, el color y la ausencia de daños. La clasificación mecánica se debe efectuar con equipos diseñados para este fin; éstos combinan diferentes criterios de clasificación, de manera que separan los frutos en varios grados de calidad.

Para que la operación de clasificación sea efectiva y cumpla con los objetivos propuestos, debe realizarse con base en una norma técnica, la cual debe resultar de la concertación entre productores, comercializadores y consumidores (ver anexo 1, Norma Técnica 4105 del ICONTEC).



Empaque y Transporte

El empaque es un sistema coordinado mediante el cual los productos son acomodados dentro de un conjunto para su traslado del sitio de producción al sitio de consumo, sin que sufran daños y garantizar un vínculo comercial permanente entre el productor y el consumidor (Figura 144).



La conservación de la calidad final de los productos agrícolas depende en gran medida del empaque, siendo éste fundamental para llegar con un producto en buenas condiciones a un mercado determinado.

Las operaciones de empaque no pueden estar separadas de las operaciones de campo (Figura 145), ya que muchos problemas de empaque pueden ser controlados o completamente resueltos cuando se llevan a cabo buenas prácticas de recolección. Por ejemplo utilizar buenas cajas o canastillas para la cosecha, limpias y desprovistas de aristas y superficies rugosas, es una excelente forma de iniciar con éxito la actividad final del empaque.



El factor más crítico para realizar un buen empaque es la supervisión estricta y permanente de esta operación. Sin una buena supervisión ocurrirán daños y golpes a la fruta debido a caídas, sobrecargas y mal manejo del producto.

Los empaques deben ser livianos, con las dimensiones y formas apropiadas que permitan una fácil acomodación en los vehículos de transporte y un estibamiento adecuado en bodegas y sitios de almacenamiento; además deben ser resistentes y en algunos casos impermeables. Deben garantizar una buena ventilación para evitar acumulación de agua y calor, producto de la respiración de la fruta; para tal fin se recomienda dejar espacios entre los arrumes y estibas en el almacén.

El empaque más generalizado para comercializar el tomate de árbol en el mercado interno es la canastilla plástica de fondo liso y 25 kilogramos de capacidad. Las medidas externas pueden ser 60 cm x 40 cm x 18 cm; se deben conformar máximo tres capas de producto dependiendo del calibre de la fruta.

Las canastillas permiten un adecuado manejo de la fruta en la recolección, el transporte y el almacenamiento (Figura 146). Resisten manejos bruscos, cambios de temperatura, humedad excesiva, uso de detergentes y de desinfectantes. Aunque su costo inicial puede resultar elevado, éste se disminuye notablemente por ser reutilizables, además, permiten buena ventilación y son apropiadas en caso de requerir refrigeración.



Los empaques más utilizados para la exportación de la fruta son cajas de cartón corrugado, con una capacidad entre dos y tres kilogramos, provistas de alvéolos de plástico o pulpa prensada, con el objeto de inmovilizar y proteger la fruta en forma individual (Figura 147).

La fruta destinada para el mercado de exportación debe cumplir con estándares precisos de calidad, en cuanto a tamaño, grado de maduración, forma y sanidad, principalmente (Figura 148).



Almacenamiento

En general el almacenamiento de los productos agrícolas se hace con el propósito de conservar los excedentes de producción, regular la oferta, normalizar los precios o simplemente porque no se cuenta con los medios de transporte en forma oportuna.

La temperatura y la humedad son factores estrechamente relacionados con el tiempo de conservación en las bodegas o lugares de almacenamiento. Los frutos de tomate de árbol contienen más del 90% de su peso en agua, la cual es necesario conservar aumentando la humedad relativa y disminuyendo la temperatura de almacenamiento, con el fin de minimizar la transpiración y la pérdida de agua, mantener su textura y calidad y retardar la senescencia de la fruta.

El mantenimiento de bajas temperaturas es la forma más efectiva de preservar la calidad y prolongar la vida de almacenamiento de los frutos (Figura 149); en tal sentido y de acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros, el tomate de árbol puede almacenarse refrigerado a 7°C y una humedad relativa de 90 - 95% o utilizando atmósferas controladas con concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono de 3 a 5%. Sin embargo, la refrigeración es una tecnología costosa y que demanda gran cantidad de energía. Siempre que sea posible se debe considerar el almacenamiento aprovechando el frío natural de algunas regiones productoras de tomate de árbol, es importante que estos sitios sean aireados y completamente limpios, protegidos del sol y alejados de fuentes de contaminación.



Otras recomendaciones de fácil aplicación y con resultados positivos para la conservación del tomate de árbol durante su almacenamiento son: desinfectar los sitios y bodegas, mantener limpias y desinfectadas todas las canastillas, evitar la sobrecarga de los empaques y no realizar arrumes demasiado altos para permitir la circulación de aire al interior de los almacenes.

ANEXO 1

**NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 4105
FRUTAS FRESCAS. TOMATE DE ARBOL
ESPECIFICACIONES****1. OBJETIVO**

Esta norma establece los requerimientos que debe cumplir el tomate de árbol rojo (*Cyphomandra betacea* Sendt.), destinado para el consumo fresco o como materia prima para el procesamiento.

2. DEFINICIONES, CLASIFICACION Y CALIBRE**2.1. Definiciones**

Para efectos de la presente norma se considera las siguientes definiciones:

2.1.1. Pedúnculo: tallo del fruto.

2.1.2. Apice: parte inferior del fruto, opuesta al pedúnculo.

2.1.3. Nudo: primer ensanchamiento del pedúnculo.

2.1.4. Fruto no climatérico: se refiere a los productos que al ser cosechados, presentan una disminución de la tasa de respiración, ocasionando cambios poco notorios principalmente en los contenidos de azúcares y ácidos.

2.2. CLASIFICACION

Independiente del calibre y del color, el tomate de árbol se clasifica en tres categorías que se definen a continuación:

2.2.1. Categoría Extra

El tomate de árbol debe cumplir los requisitos generales definidos en el numeral 3.1 y estar exento de todo defecto que demerite la calidad del fruto (Figura 1).



432-16

2.2.2. Categoría I

El árbol debe cumplir tomate de los requisitos generales definidos en el numeral 3.1, y se acepta lo siguiente (Figura 2):

- Manchas ocasionadas por el golpe de granizo y/o manchas causadas por el sombreamiento que se produce por el contacto entre los frutos en el árbol, que no excedan en conjunto el 10% del área total del fruto.
- Pedúnculo curvo.

2.2.3. Categoría II

Comprende el tomate de árbol que no puede clasificarse en las categorías anteriores, pero cumple los requisitos generales definidos en el numeral 3.1. Se admiten los siguientes defectos (Figura 3):

- Defectos de coloración causados por el sombreamiento que se produce por el contacto entre los frutos en el árbol, manchas superficiales y/o raspaduras cicatrizadas ocasionadas por el golpe de granizo, que no excedan el 20% del área total del fruto.
- Deformaciones del fruto, como alargamiento o achatamiento del ápice.



2.3. CALIBRE

Se determina por el diámetro máximo de cada fruto, como se indica en el numeral 5.1, de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 1. Calibres del tomate de árbol

Diámetro (mm)	Calibre	Peso promedio (g)
> 61	A	129
60 - 55	B	118
54 - 51	C	99
50 - 46	D	83
< 45	E	66

3. REQUISITOS Y TOLERANCIAS

3.1. Requisitos Generales

Todas las categorías de tomate de árbol deben estar sujetas a los requisitos y tolerancias permitidas. Además, deben tener las siguientes categorías físicas:

- Los frutos deben estar enteros.
- Deben tener la forma ovoidal característica del tomate de árbol.
- Deben estar sanos (libres de ataques de insectos y/o enfermedades, que demeriten la calidad interna del fruto).
- Deben estar libres de humedad externa anormal producida por mal manejo en las etapas poscosecha (recolección, acopio, selección, clasificación, adecuación, empaque, almacenamiento y transporte).
- Deben estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraño (proveniente de otros productos, empaques o recipientes y/o agroquímicos con los cuales hayan estado en contacto).
- Deben presentar aspecto fresco y consistencia firme.
- Deben estar exentos de materiales extraños (tierra, polvo, agroquímicos y cuerpos extraños) visibles en el producto o en su empaque.
- El fruto debe presentar pedúnculo, cuyo corte debe hacerse a la altura del primer nudo.

Los residuos de plaguicidas no deben exceder los límites máximos establecidos en el Codex Alimentarius o los exigidos por el país de destino.

3.2. Requisitos de Madurez

La madurez del tomate de árbol se aprecia visualmente por su color externo. Su estado se puede confirmar por medio de la determinación del ensayo de yodo, la consistencia, el contenido de pulpa y el contenido de sólidos solubles totales.

La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez (Figura 4):

COLOR 0	Fruto de color morado con tonalidades verdes hacia la zona central, completamente de-arrollado.
COLOR 1	El fruto es de color morado intenso en toda la superficie.
COLOR 2	Aparece una coloración roja en el centro y se presentan visos morados.
COLOR 3	El fruto es de color rojo intenso con ligeros visos morados hacia la zona del pedúnculo.
COLOR 4	Toda la superficie se torna de color rojo y aparecen visos de color anaranjados.
COLOR 5	El fruto es de color rojo con tonos anaranjados en la zona central.
COLOR 6	El fruto es completamente anaranjado.

3.3. Requisitos Específicos

3.3.1. Ensayo de yodo

Este ensayo identifica la presencia de almidón en la fruta mediante la reacción con la solución de yodo, dando como resultado una coloración oscura en la superficie de la pulpa, la cual disminuye a medida que avanza el estado de madurez, indicando la transformación gradual de almidón a azúcar. La reacción se puede observar en la Figura 4.



3.3.2. Consistencia

Los valores máximos de consistencia, determinada como se indica en el numeral 5.3, que presenta en cada uno de los estados de madurez identificados en la tabla de color (Figura 4), son los siguientes:

Tabla 2. Consistencia máxima expresada en Kgf/cm² de acuerdo con la tabla de color.

COLOR	0	1	2	3	4	5	6
CONSISTENCIA	> 24,0	21,7	17,6	11,6	7,9	5,9	3,6

3.3.3. Contenido de pulpa

Los valores mínimos del contenido de pulpa determinado como se indica en el numeral 5.4, que presenta cada uno de los estados de madurez identificados en la tabla de color (Figura 4), son los siguientes:

Tabla 3. Contenido de pulpa mínimo expresada en porcentaje, de acuerdo con la tabla de color.

COLOR	0	1	2	3	4	5	6
PORCENTAJE	52	56	57	69	73	78	75

3.3.4. Sólidos solubles totales

Los valores mínimos y máximos de sólidos solubles totales determinados como se indica en el numeral 5.5, que presenta cada uno de los estados identificados en la tabla de color (Figura 4), son los siguientes:

Tabla 4. Contenido de sólidos solubles totales expresado como grados Brix (° Bx) de acuerdo con la tabla de color.

COLOR	0	1	2	3	4	5	6
°Bx(Mínimo)	5,7	6,4	7,3	8,0	8,5	9,1	9,3
°Bx(Máximo)	6,3	6,8	7,9	8,6	9,3	9,9	10,3

Para su comercialización se debe tener en cuenta que el tomate de árbol es un fruto no climatérico (véase el numeral 2.1.4).

El grado de madurez debe permitir la manipulación y el transporte de los frutos, sin deterioro alguno hasta su destino final.



3.4. Tolerancias

Se admiten tolerancias de calidad y calibre en cada unidad de empaque para los productos que no cumplan los requisitos de la categoría indicada.

3.4.1. Tolerancia de calidad

Categoría Extra. Se admite hasta el 5% en número o en peso de frutos que no correspondan a los requisitos de esta categoría, pero cumplan los requisitos de la categoría I.

Categoría I. Se admiten hasta el 10% en número o en peso de frutos que no correspondan a los requerimientos de esta categoría, pero que cumplan los requisitos de la categoría II.

Categoría II. Se admiten hasta el 10% en número o en peso de frutos que no cumplan los requisitos de esta categoría, ni los requisitos generales definidos en el numeral 3.1, con excepción de los productos con magulladuras severas o con heridas no cicatrizadas.

3.4.2. Tolerancias de calibre

Para todas las categorías se acepta hasta el 10% en número o en peso de frutos que correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior el señalado en el empaque.

4. TOMA DE MUESTRAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O DE RECHAZO

4.1. Toma de Muestras

Para determinar la muestra destinada a medir diámetro máximo, se debe consultar la siguiente tabla:

Tamaño del lote (árboles, empaques o frutos)	Tamaño de la muestra (árboles, empaques o frutos)
Hasta 150	5
151 - 1.200	20
1.201 - 10.000	32
10.001 - 35.000	50
35.001 - 500.000	80
500.001 y más	125

Para identificar el estado de madurez se realizan los análisis físicos y químicos a la pulpa obtenida a partir de 5 frutos de cada color, seleccionados en los tamaños más representativos del lote.

4.2. Criterios de Aceptación o de Rechazo

Si la muestra evaluada no cumple los requisitos especificados en esta norma, se debe rechazar el lote. En caso de discrepancia, se deben repetir los ensayos sobre la muestra reservada para tal fin. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso debe ser motivo para rechazar el lote.

5. ENSAYOS

5.1. Determinación del Diámetro

Se determina el diámetro máximo de cada fruto con un calibrador y el resultado se expresa en milímetros (mm).

5.2. Ensayo de Yodo

5.2.1. Preparación de la solución

Se disuelven 12 g de yodo metálico y 25 g de yoduro de potasio (KI) en 500 ml de agua, luego se mezclan con 500 ml de agua y se agita. Se guarda la solución en un frasco oscuro y en un sitio protegido de la luz. Se debe renovar la solución cada tres meses.

5.2.2. Procedimiento

Se corta el tomate de árbol longitudinalmente y se pone en contacto la pulpa con la solución de yodo – yoduro por inmersión, luego de 10 segundos se puede apreciar la tinción de la pulpa.

5.3. Determinación de la Consistencia

Se determina por medio de un penetrómetro y el resultado se expresa como Kg/cm^2 .

5.4. Determinación del Contenido de Pulpa

Se obtiene mediante la extracción manual (separando la pulpa de la cáscara) y se establece la relación de peso de la pulpa con respecto al peso total del fruto. El resultado se expresa en porcentaje (%).

5.5. Determinación del Contenido de Sólidos Solubles Totales

Se determina por el método refractométrico y se expresa en grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$). Si el refractómetro utilizado no realiza la corrección por temperatura, se debe corregir la lectura como se indica en la siguiente tabla.

Corrección de la lectura de $^{\circ}\text{Bx}$ por temperatura, estandarizado a 20°C .

$^{\circ}\text{Bx}$ $^{\circ}\text{C}$	0	5	10 Restar	15	20
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
$^{\circ}\text{C}$			Sumar		
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45
27	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,80

6. EMPAQUE Y ROTULADO

6.1. Empaque

El contenido de cada unidad de empaque debe ser homogéneo y estar compuesto únicamente por frutos del mismo origen, variedad, categoría, color y calibre. La parte visible del contenido del empaque debe ser representativa del conjunto.

Los empaques deben estar limpios y compuestos de materiales que no causen alteraciones al producto. Se acepta el uso de etiquetas con indicaciones comerciales siempre que se utilicen materiales no tóxicos y que permitan ser reciclados.

Para el mercado interno se debe utilizar una canastilla plástica de fondo liso (Figura 5). Las medidas externas son 600 mm x 400 mm x 180 mm ó 500 mm x 300 mm x 150 mm, (submúltiplos de las estibas de 1.200 mm x 800 mm ó 1.200 mm x 1.000 mm), de tal modo que se puedan conformar máximo tres capas de producto dependiendo del calibre de la fruta.

Para el mercado de exportación (Figura 6), el producto se puede presentar en empaques rígidos de cartón corrugado, madera (para los diferentes mercados deben utilizarse especies comercialmente renovables, las cuales deben cumplir las siguientes características: densidad mayor de 450 Kg/m³, humedad menor al 12%; no presentar transmisión de olores, sabores ni pigmentos y estar libre de insectos y/o microorganismos) o la combinación de ellos. Las dimensiones externas de la base de los empaques deben ser 400 mm x 300 mm ó 300 mm x 200 mm (submúltiplos de las estibas de 1.200 mm x 800 mm ó 1.200 mm x 1.000 mm). Debe además llevar separadores y/o una capa amortiguadora en la base, fabricados a partir de pulpa de celulosa o cartón, provenientes de especies comercialmente renovables.



6.2. Rotulado

El rótulo debe llevar la siguiente información tanto para el mercado interno como para el externo:

- Identificación del productor, exportador o empacador (marca comercial, nombre, dirección o código)
- Nombre del producto: **TOMATE DE ARBOL**
- País de origen y región productora
- Características comerciales: categoría, calibre, peso neto y coloración en el momento del empaque.
- Fecha de empaque.
- Impresión con la simbología que indique el manejo adecuado del producto.

BIBLIOGRAFIA

432-17

- Aristizabal, G.E. y otros. 1999.** Calidad en frutas y hortalizas Ciclo I. SENA, CENICAFE, ASOHOFRUCOL. Armenia. 55p.
- Choucair, K. 1962.** Fruticultura Colombiana. Análisis químico de varios frutales. Tomo II. Frutas Tropicales, Subtropicales y de climas templado y frío. Medellín. 960p.
- Galvis V., J.A. & Herrera A., A. 1999.** El lulo (*Solanum quitoense* Lam.) manejo postcosecha. Convenio SENA - UNIVERSIDAD NACIONAL, Instituto Colombiano de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Bogotá. 59p.
- Gallo P., F. 1996.** Manual de fisiología, patología postcosecha y control de calidad de frutas y hortalizas. Convenio SENA - REINO UNIDO. Armenia. 262p.
- García M., M. C. & García B., H. R. 2001.** Manejo cosecha y postcosecha de mora, lulo y tomate de árbol. Convenio CORPOICA - PRGA - CIAT. Bogotá. 107p.
- Morales, A.R. 1999.** Frutoterapia. Los frutos que dan vida. El poder terapeutico de 106 frutos. Ecoe ediciones. Santafé de Bogotá. p. 43.
- Morton, J. 1987.** Fruits of Warm Climates. Florida Department of Agriculture & Consumer Services. University of Miami, Winterville, N. C. U.S.A. 500p.
- Ospina M., J.E. 1995.** Ingeniería y agroindustria. Enciclopedia Terranova. Terranova Editores. Bogotá. 355p.
- Villa I., J. A. 1999.** Cultivo del tomate de árbol (*Solanum betaceum* - Cav - Sendt.). Politécnico Jaime Isaza Cadavid. Facultad de Ciencias y Tecnologías Aplicadas. Tecnología Agropecuaria. Medellín. 127p.
- Villamizar, F. 1992.** Manejo integrado de precosecha, cosecha y poscosecha como factores de calidad de frutas y hortalizas. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Agrícola. Bogotá. 11p. (Mecanografiado).
- Yahia, E. & Higuera C., I. 1992.** Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Editorial Limusa. México D.F. 303p.