



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

### Trabajo de Tesis

Curvas de crecimiento y desarrollo e indicadores de madurez de la fruta de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Tommy Atkins y Batista, en finca El Plantel, Masaya 2023

### Autores

Br. Carmen Nohelia Salgado Ruiz  
Br. Shenie Anaira Blandford Casanova

### Asesores

Ing. M.Sc. Rodolfo Munguía Hernández  
Ing.M.Sc. Helen Ruth Ramírez Velásquez

**Managua, Nicaragua**  
**Octubre, 2024**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

### Trabajo de Tesis

Curvas de crecimiento y desarrollo e indicadores de madurez de la fruta de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Tommy Atkins y Batista, en finca El Plantel, Masaya 2023

### Autores

Br. Carmen Nohelia Salgado Ruiz  
Br. Shenie Anaira Blandford Casanova

### Asesores

Ing. M.Sc. Rodolfo Munguía Hernández  
Ing.M.Sc. Helen Ruth Ramírez Velásquez

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

**Managua, Nicaragua**  
**Octubre, 2024**

## Hoja de evaluación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

---

Miembros del Comité Evaluador

---

Ing. MSc. Jorge Gómez Martínez

Presidente

Ing. Guillermo Ortega Flores

Secretario

---

Ing. Harlem Tania Ríos Peralta

Vocal

Lugar y fecha:

Managua, Nicaragua, 07 de octubre 2024

---

## DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por concederme las fuerzas y sabiduría a lo largo de mi aprendizaje para poder culminar mi carrera, por todas las bendiciones recibidas y por permitirme cumplir todas las metas propuestas

A mis madrecitas **Carmen Ruiz** y **Agripina Gómez**, por darme su amor incondicional e inculcarme valores, por el apoyo moral y espiritual que siempre me han brindado durante mis años de estudios, por ser los pilares que sostienen mi vida.

A mi padre **José María Salgado** y abuelito **Juan Pastor Ruiz (q.d.e.p)**, quienes siempre creyeron en mí y en la capacidad de convertirme en profesional.

A mi querido y apreciado hijo **Patrick Jassir** motivo de superación, quien con su presencia en mi vida es un regalo invaluable, siendo este un logro nuestro, queriendo que tengas siempre en tu corazón la fortaleza para luchar por tus propias convicciones.

A mis hermanos, ejemplos de superación y formación académica, por confiar y creer en mí, por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida; por el amor recibido, por sus consejos y palabras de motivación, atesorándolos en mi memoria, sintiendo el amor alrededor de mí.

A todas aquellas personas (incluida mi familia) que de una u otra forma me han apoyado.

Finalmente, dedico este trabajo a mis amigos y compañeros de clases, por todos los gratos momentos que compartimos juntos, dejando una huella en mi vida.

*Br. Carmen Nohelia Salgado Ruiz*

## DEDICATORIA

A nuestro padre Dios todo poderoso quien me ha brindado salud y conocimiento a lo largo de mi vida y permitirme culminar mis estudios.

A mi madre mi más grande ejemplo e inspiración, Georget Carolina Casanova Moses por haberme brindado todo su apoyo desde mis primeros días y acompañarme en cada etapa de mi vida para y crecer como persona.

A mi hija, mi mayor motivo de superación, quien con su presencia me ha inspirado a seguir adelante sin darme por vencida, cada día es una nueva oportunidad para intentar lo que quieras.

Quiero aprovechar este espacio para agradecerle a mi pareja por estar conmigo en muchas trincheras que la vida suele poner gracias por los consejos y apoyo.

*Dr. Shenie Anaira Blandford Casanova*

## AGRADECIMIENTO

A Dios por concedernos la vida, por su inmensa misericordia, sabiduría, dirección y salud, que nos ha permitido finalizar nuestros estudios.

A la Universidad Nacional Agraria por brindarnos la oportunidad de cursar nuestra formación profesional, y a los docentes de la facultad de Agronomía, quienes compartieron su conocimiento y nos guiaron a lo largo de todo el proceso académico.

A nuestros asesores MSc. Ing. Rodolfo Munguía Hernández y MSc. Ing. Helen Ramírez Velásquez por habernos brindado su confianza, apoyo, tiempo y dedicación durante el desarrollo de esta investigación.

*Br. Carmen Nohelia Salgado Ruiz*

*Br. Shenie Anaira Blandford Casanova*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Objetivo general</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Objetivos específicos</b>	<b>3</b>
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>4</b>
3.1. Distribución y producción mundial del Mango	4
3.2. Situación de la producción de mango en Nicaragua	4
3.3. Taxonomía del mango	5
3.4. Morfología del Mango	5
3.5. Condiciones agroecológicas del cultivo de mango	6
3.6. Crecimiento y desarrollo del fruto de mango (Etapas de formación del fruto)	6
3.7. Curvas de Crecimiento del fruto	7
3.8. Índice de madurez	8
3.9. Manejo agronómico	8
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>15</b>

4.1.	Ubicación del área de estudio	15
4.2.	Diseño metodológico	15
4.3.	VARIABLES EVALUADAS	17
4.3.1.	VARIABLES MORFOLÓGICAS PARA DETERMINAR LA CURVA DE CRECIMIENTO	17
4.3.2.	Parámetros físicos externos de la fruta	18
4.3.3.	Parámetros físicos internas de la fruta	20
4.3.4.	VARIABLES ORGANOLÉPTICAS	21
4.4.	Análisis de datos	23
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
5.1.	Modelo de crecimiento del fruto	24
5.1.1.	Crecimiento morfológico del fruto de mango	24
5.1.2.	Peso fresco y seco del fruto y componentes	25
5.1.3.	Forma y color de fruto	27
5.2.	Índices de madurez	28
5.2.1.	Parámetros de la calidad física del fruto	28
5.2.2.	Parámetros organolépticos de la calidad del fruto	30
5.3.	Parámetros químicos de la calidad del fruto	35
5.3.1.	Sólidos solubles totales, pH y acidez titulable de la fruta de mango Tommy Atkins y Batista	35
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>40</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>41</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>45</b>

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Color de cáscara de la fruta	19
2.	Color de la pulpa	20
3.	Forma y color del fruto Tommy Atkins y Batista	28
4.	Parámetros físicos externos de la fruta Tommy Atkins y Batista	30
5.	Cantidad y longitud de fibra en la fruta de mango Tommy Atkins y Batista	33
6.	Parámetros físicos internos de la fruta Tommy Atkins y Batista	34
7.	Estado de madurez del mango	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Curvas de crecimiento de los frutos tropicales, tomado de Fischer, <i>et al.</i> , (2012)	7
2.	Marco cuadrado y rectangular	10
3.	Marco triángulo	10
4.	Localización geográfica del sitio de estudio, unidad experimental finca El Plantel, Masaya, 2023	15
5.	Medición inicial de diámetro y ancho en frutos de mango	16
6.	Toma de datos de peso fresco y embolsado de los frutos de mango en campo	16
7.	Forma de la fruta de mango, tomado de IPGRI (2006)	18
8.	Forma del ápice del fruto, tomado de IPGRI (2006)	19
9.	Forma de la cavidad de la fruta de mango, tomado de IPGRI (2006)	19
10.	Tipo de ápice de la fruta	20
11.	Modelo de crecimiento de las variedades de mango, Tommy Atkins y Batista, Masaya 2023	25
12.	Peso fresco y seco del fruto de mango, Tommy Atkins y Batista, Masaya 2023	26
13.	Rendimiento de pulpa (%) en materia seca de los frutos de mango 2023	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Muestras en proceso de secado en el horno para la curva de crecimiento	45
2.	Peso seco de pulpa y semilla	45
3.	Medición de pH mediante una muestra	45
4.	Titulación para determinación de acidez	45
5.	Conteo de inflorescencias	46
6.	Conteo de frutos por inflorescencia	46
7.	Parcela de mango variedad Tommy Atkins	46
8.	Comportamiento climático en el sitio de estudio	47

## RESUMEN

El estudio fue realizado en la unidad experimental finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria en los meses de marzo a junio en el año 2023, con el objetivo de analizar la fenología e indicadores de madurez en el fruto de mango en las variedades Tommy Atkins y Batista, producidos bajo las condiciones agroclimáticas de la finca El Plantel, Masaya 2023. Se seleccionaron 20 árboles por variedad, se recolectaron 10 frutos por variedad cada 15 días, para determinar el modelo de crecimiento del fruto, para los indicadores de madurez se consideraron 12 frutos por variedad a partir de los 80 días se evaluaron en cada momento a los 0, 4 y 8 días después del corte y conservándolos en condiciones de vida anaquel. El procedimiento se realizó a los 94, 100 y 107 días de crecimiento de los frutos para ambas variedades determinándose que crecimiento de los frutos fue similar, identificándose las tres etapas de crecimiento, difiriendo la segunda etapa en los frutos de Batista con un periodo más prolongado, en la variedad Tommy Atkins la acumulación total en peso fresco fue de 486.8 g y peso seco de 106.54 g (18.05 %), mientras que la variedad Batista fue de 466.3 g de materia fresca y 64.06 g de materia seca (12.26 %). Los indicadores que identificaron en mejor medida el estado del fruto para el corte fueron: color de la cáscara y pulpa y la textura del fruto, frutos para comercialización se deben de considerar los indicadores sólidos solubles totales, pH y acidez titulable, el momento óptimo de cosecha para la comercialización es a partir de los 94 días.

**Palabras clave:** *Mangifera indica* L, fenología, vida anaquel, doble sigmoide.

## ABSTRACT

The study was carried out in the experimental unit El Plantel farm, property of the National Agrarian University in the months of March to June in 2023, with the objective of analyzing the phenology and maturity indicators in the mango fruit in the Tommy Atkins varieties and Batista, produced under the agroclimatic conditions of the El Plantel farm, Masaya 2023. 20 trees per variety were selected, 10 fruits per variety were collected every 15 days, to determine the fruit growth model, for the maturity indicators, they considered 12 fruits per variety from 80 days onwards, they were evaluated at each time at 0, 4 and 8 days after cutting and preserving them in shelf life conditions. The procedure was carried out at 94, 100 and 107 days of fruit growth for both varieties, determining that fruit growth was similar, identifying the three growth stages, with the second stage differing in Batista fruits with a longer period; in the Tommy Atkins variety the total accumulation in fresh weight was 486.8 g and dry weight of 106.54 g (18.05%), while the Batista variety was 466.3 g of fresh matter and 64.06 g of dry matter (12.26%). The indicators that best identified the state of the fruit for cutting were color of the peel and pulp and the texture of the fruit. Fruits for marketing must consider the total soluble solid indicators, pH and titratable acidity, the optimal moment of harvest for marketing is after 94 days.

**Key words:** *Mangifera indica* L, phenology, shelf life, double sigmoid.

## I. INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.), originario de Asia Tropical, es considerado como una de las frutas que se ha cultivado durante cuatro mil años. Esta fruta fue altamente apreciada por las antiguas civilizaciones de la india. Es caracterizado por su alta adaptabilidad al distribuirse a regiones con condiciones propicias para su crecimiento, a tal punto que puede llegar a tomar una apariencia silvestre (Toribio Fernández , 2005).

En Nicaragua, la producción de mango proviene de diferentes sistemas como lo expresa Morazán (2007), que explica que en Nicaragua hay tres tipos de tecnologías “no tecnificado (sin manejo), semi-tecnificado (manejo de plagas y sombra) y tecnificado (Buenas prácticas agrícolas- BPA)” adicionalmente expresa que “la mayoría de la explotación de los sistemas se caracteriza por el empleo de selecciones locales de genotipos de frutos, con árboles provenientes de semillas y a excepción por injertos”. (p.1). La población nicaragüense se caracteriza por el consumo de mangos en distintas formas tales como: fruta fresca, refresco, almíbar, néctar y en menor escala deshidratado.

El mango bajo sistema tecnificado muy probablemente es el de exportación por la exigencia que el mercado norteamericano lo norma, de tal manera, que los ingresos económicos aportados al país por este cultivo es bajo de aproximadamente de 0.54 % de acuerdo a estadísticas de la Ventanilla Única de Comercio Exterior de Nicaragua [VUCEN] (2023), donde el país en el año 2021 exportó “8, 694, 671.8 kg” de frutas con ingreso de “3, 014, 770.1 dólares americanos;” sin embargo, en el año 2022 hubo una reducción del volumen en las exportaciones de aproximadamente el 31 % impactando en menores ingresos.

Según Espinoza y Espino (2022) comenta que: la fenología estudia como el clima interfiere en las diferentes fases del ciclo de vida en las plantas, por ello es considerada importante la realización de las observaciones fenológicas, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad de los cultivos, permite a los agricultores conocer su comportamiento reproductivo y productivo.

La madurez fisiológica indica ser un estado de desarrollo del fruto, que al desprenderlo de la planta continuará con los cambios bioquímicos. Esta característica aplica para frutos climatéricos como el mango, la papaya, el tomate, el plátano y aguacate, todos esos frutos los podemos cosechar cuando dejan de crecer, es decir, cuando están maduros fisiológicamente, de forma que, si los cortamos del árbol, pueden completar su proceso en la postcosecha (Redagráfica, 2021).

Después de realizar una búsqueda exhausta de investigaciones acerca del desarrollo y crecimiento del fruto de mango en Nicaragua, se puede decir que esta información es nula, es por lo que resulta de gran importancia realizar este trabajo de investigación, ya que contribuirá a los agricultores a conocer el comportamiento de este y sus distintas fases promoviendo este tipo de enfoque con más frecuencia.

El objetivo de esta investigación es determinar bajo las condiciones agroclimáticas de la finca El Plantel, Masaya, la fenología del crecimiento y desarrollo del fruto de mango de las variedades Tommy Atkins y Batista para determinar el índice de madurez fisiológica y de comercialización.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Análisis fenológicos e indicadores de madurez en el fruto de mango en las variedades Tommy Atkins y Batista, producidos bajo las condiciones agroclimáticas de finca El Plantel, Masaya 2023.

### **2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Determinar el tipo de curva de crecimiento y desarrollo mediante variables morfológicas y su acumulación de materia seca.
- ✓ Establecer indicadores de madurez físicos externos e internos.
- ✓ Identificar el momento óptimo de corte mediante los indicadores de madurez físicos externos e internos.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. Distribución y producción mundial del Mango

A lo largo de los tiempos, por las migraciones y comercialización el mango se fue distribuyendo a otros países del mundo.

El mango se propagó por Asia, “llegando a lugares como Tailandia, Birmania y Malasia”. Las migraciones lo llevaron a “Persia, Arabia y África oriental”; por el crecimiento del comercio marítimo, la fruta llegó a lugares tan lejanos como “América del Sur y el Caribe. En América, el mango fue introducido en México en el siglo XVI por los conquistadores españoles” luego se propagó a América Central y Sur, actualmente se cultivan variedades populares como: Tommy Atkins, Kent y Haden (INFO FRUT , 2023).

Para el año 2020, la producción mundial de la fruta de mango fue de “54,831,104 toneladas, obtenidas en una superficie cosechada de 5,522,933 hectáreas con un promedio de 9.9. toneladas por hectárea” Blog agricultura (2022).

Según Gabriel-Ortega *et al.*, (2017): el contenido en fibra de la pulpa también es muy variado, aunque por tratarse de cultivares comerciales, sólo se observó contenidos medio altos. En cuanto a la longitud de fruto, se observó longitud que van desde 6.33 a 12.50 cm, y el ancho que varía desde 5.27 a 8.50 cm, con una relación de longitud/ancho de que varía entre 0.77 a 1.83 cm. En longitud de fruto se observó que el cultivar bolsa de toro con 12.5 cm fue el más largo. Los cultivares mejorados más largos fueron mango Kent (10.50 cm), mango Edward (11.40 cm) y mango Tommy Atkins (11.00 cm). El peso de los cultivares mejorados se distinguieron los mangos Kent (310 g), Edward (465 g) y Tommy Atkins (500 g) (p.147).

#### 3.2. Situación de la producción de mango en Nicaragua

Según CentralAmericaData.com, (2019) detalla que: en 2018, las exportaciones nicaragüenses de este fruto sumaron US\$ 3.3 millones, representando 26.7 % menos que en 2017, en este año el precio cayó 50 %. Según cifras reportadas en el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio 2019-2020, en 2018 el país exportó 5 735 027.22 kg de mango que significó un 13 % menos que lo exportado en 2017.

### 3.3. Taxonomía del mango

Conforme a la clasificación taxonómica el cultivo del mango se localiza de la siguiente manera:

<b>Clase</b>	<b>Subclase</b>	<b>Orden</b>	<b>Suborden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
Dicotiledoneas	Rosidae	Sapindales	Anacardiineae	Anacardiaceae	Mangifera	Indica

### 3.4. Morfología del Mango

El árbol es de mediano a grande, de 10 m a más de 20 m de altura, simétrico, de copa redondeada, siempre verde (de hojas perennes), se considera un árbol vigoroso, lo que le permite crecer en suelos poco profundos (Gamboa y Mora, 2010).

El mango tiene una raíz principal de la que ramifican entre dos y cuatro raíces profundas de hasta 6 m de longitud. Las raíces secundarias se concentran en el primer metro de profundidad y se extienden conforme al diámetro de la copa. La distribución de las raíces más finas cambia estacionalmente con la distribución de la humedad en el suelo.

Las hojas son lanceoladas con un tamaño que varía de 15 a 40 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho, y presentan un color rojo intenso al inicio de desarrollo en algunas variedades, que cambia verde y luego a un tono oscuro al madurar (Mora y Gamboa, 2010, p.3).

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008) comenta que:

las flores de mango están localizadas “en panículas terminales cónicas de hasta 60 centímetros de largo, las inflorescencias suelen presentar ramificaciones primarias a terciarias pubescentes de color pálido, rosa o rojo. La flor puede ser tanto hermafrodita o masculina y ambas formas pueden coexistir en la misma inflorescencia. La proporción entre ambas clases varía según la variedad, la estación y la temperatura durante el desarrollo de la inflorescencia.

El mango es un fruto carnoso, el cual es definido por Ecología Verde (2020); contienen grandes cantidades de sustancias de reserva que en ocasiones se utilizan para atraer animales que las coman, de modo de que facilitan la reproducción de las semillas cuando son expulsadas tras su paso por el sistema digestivo. Su contenido de agua es superior al 50 %”.

Mientras tanto Un Mundo Ecosostenible (2023), expresa que “el mesocarpio, en botánica, nos referimos a la parte intermedia de la fruta que comúnmente se llama pulpa en el caso de las frutas carnosas”.

De acuerdo con Ecología Verde (2021), el epicarpio también conocido como cáscara o piel del fruto, “es la parte externa del fruto del epicarpio que está en contacto directo con el medio ambiente, este puede ser liso o tener una superficie cerosa”.

### **3.5. Condiciones agroecológicas del cultivo de mango**

**La temperatura**, según el Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa [MEFCCA] (s.f); está limitado a zonas de clima tropical y subtropical debido principalmente a su susceptibilidad al frío. Las zonas cuya temperatura media anual oscila entre 22°C y 27°C, son adecuadas para el desarrollo óptimo del mango.

**La precipitación** el rango de requerimiento para adaptación de la especie, está entre los 700 a 2500 mm, pero lo óptimo es entre 1000 y 1500 mm al año, una temporada seca bien definida de aproximadamente cuatro a seis meses de duración.

**Los vientos**, según Gamboa y Mora (2010) se adapta a vientos con velocidades “mayores de 20 km hora<sup>-1</sup>, pueden causar problemas como volcamiento y deformación en los árboles, daños mecánicos en hojas, flores y frutos”.

**Los suelos**, óptimos son de “textura limosa, y con pH entre 5,5 y 7 (MEFCCA, s.f).

### **3.6. Crecimiento y desarrollo del fruto de mango (Etapas de formación del fruto)**

Durante el crecimiento, desarrollo y maduración de los frutos y en particular del mango en términos fisiológicos pasa tres etapas características siendo: multiplicación celular, elongación celular y madurez.

**Etapas de Multiplicación celular:** según Munguía (1998), “después de la fecundación comienza un periodo de intensa multiplicación de las células de la pared del ovario; esta etapa dura de 4 a 8 semanas” el crecimiento del fruto está determinado por el incremento en la cantidad de las células.

**Etapas de elongación celular:** las células existentes que forman el fruto aumentan grandemente de tamaño al alongarse y adquirir grandes proporciones. En esta etapa, que llega hasta la madurez, el aumento en tamaño del fruto se debe, al aumento de las células, las que no se

dividen, salvo en casos excepcionales, como en el aguacate, en el que la actividad de la división celular continua durante toda la formación del fruto. Esta etapa generalmente dura de 5 a 10 semanas (Munguía, 1998).

**Etapa de Maduración del fruto:** para Munguía (1998) la tercera etapa en la formación del fruto, una vez realizado los de multiplicación celular y de elongación celular; la constituye la maduración del fruto. Esta etapa representa una serie de cambios químicos y físicos “que tienen lugar en él, y que determinan que este llegue a tener una textura y consistencia adecuada, así como una determinada cantidad de compuestos químicos que aporta “los peculiares aromas, colores y sabores del fruto maduro; aptos para el consumo”.

### 3.7. Curvas de Crecimiento del fruto

Después de la antesis, los frutos muestran un incremento muy marcado de su tamaño, en general, el crecimiento acumulado del fruto, que incluye peso, tamaño y volumen, sigue una curva sigmoide y en algunos casos una doble sigmoide de acuerdo con Fischer *et al.*, (2012), tal como se representa en la Figura 1 presentada por (Fischer *et al.*, 2012, p. 134).

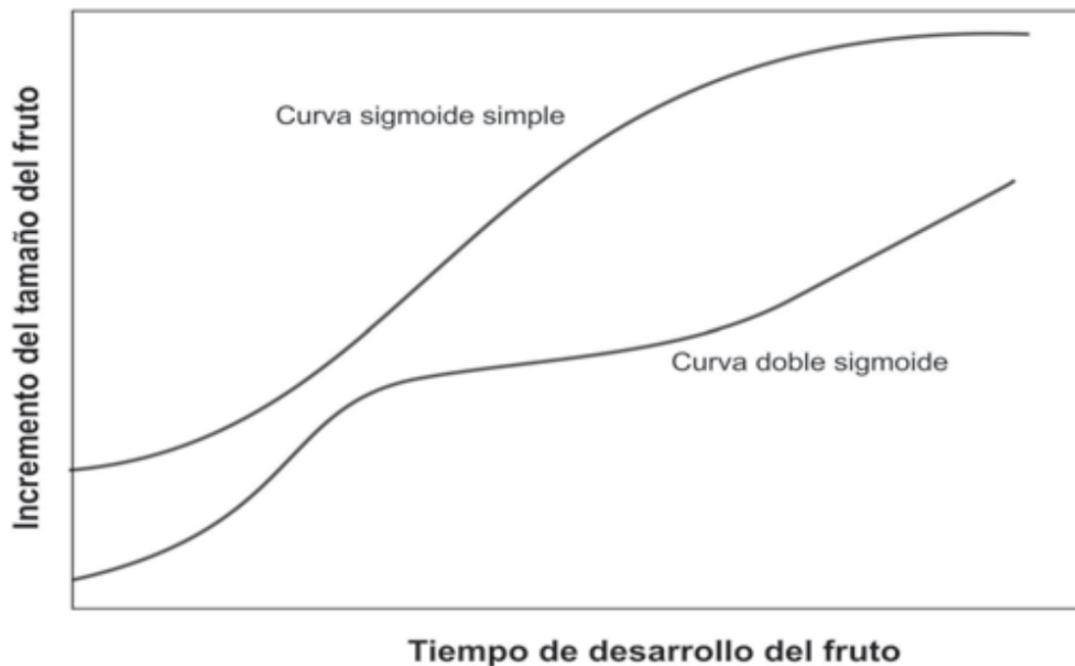


Figura 1. Curvas de crecimiento de los frutos tropicales, tomado de Fischer, *et al.*, (2012).

### **3.8. Índice de madurez**

Es el grado de madurez y desarrollo de un fruto, esta se diferencia por madurez fisiológica y madurez comercial.

**Madurez fisiológica:** en esta etapa el fruto de mango ya ha alcanzado su máximo tamaño y maduración óptima para su consumo.

**Madurez de Comercialización:** va a depender de las exigencias de los clientes y del mercado a los que serán distribuidos, de acuerdo con lo indicado por la NORMA TECNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE DE REQUISITOS MÍNIMOS DE CALIDAD E INOCUIDAD PARA EL MANGO - NTON 03 049 – 05, en acápite 3, inciso 3.1 referido a los requisitos mínimos, se establecen los siguientes:

Deben estar enteros y sanos, tener una consistencia firme, tener un aspecto fresco, limpios y prácticamente exentos de materias extrañas visibles, exentos de manchas o estrías necróticas negras, exentos de magulladuras profundas, prácticamente exentos de daños causados por plagas; exentos de daños causados por temperaturas bajas, tener sabores y olores normales, exentos de sabores y olores extraños al producto, estar suficientemente desarrollados y presentar un grado de madurez satisfactorio según la naturaleza del producto y el pedúnculo no deberá ser superior a un centímetro.

### **3.9. Manejo agronómico**

El establecimiento de una plantación de mango es un proceso crucial para lograr una producción exitosa y se requiere realizar las siguientes actividades agronómicas:

#### **Selección de semillas**

La selección de semillas para almácigos se recomienda utilizar variedades criollas ya que originarán plantas uniformes y de mayor desarrollo. Además, los árboles deben ser, vigorosos, libres de plagas y enfermedades, productivos y lo más importante adaptados a las condiciones agroclimáticas de la zona donde serán establecidas las semillas seleccionadas se deben de sembrar ante de los ochos días después de la cosecha del fruto ya que pierde su poder germinativo (MEFCCA, s.f).

## **Vivero**

Para la implementación del vivero, se toma en cuenta el sustrato, “debe ser una mezcla de tierra y abonos (orgánicos o químicos) y enraizadores que facilita o aumenta su crecimiento y desarrollo”.

Las bolsas se colocan en bloques de dos a cuatro en forma vertical, entre cada bloque se deja un espacio de 70-80 cm para facilitar las labores y actividades que se realiza hasta su trasplante.

Raleo: Consiste en eliminar las plántulas que presentan deformaciones, raquílicas o débiles y también las que presentan daños de plagas y enfermedades (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC] (s.f.).

Deshierbe: De acuerdo con el (INATEC, s.f.), esta labor se realiza para eliminar las plantas que crecen dentro o fuera de las bolsas, para evitar que compiten “por espacio, luz y nutrientes” también estas sirven como hospederos de insectos plagas para el cultivo, esta práctica se realiza de forma manual.

INATEC, (s.f) comenta que: el injerto es una técnica que consiste en la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de tal manera que posteriormente, crezcan y se desarrollen como una sola planta (p.8).

## **Preparación del terreno**

Para el establecimiento del cultivo de mango previamente se debe hacer la preparación del terreno tal como lo plantea Agroproductores (2018), consiste primeramente en realizar la limpieza de malezas y eliminando todo residuo que no son útil para el establecimiento”. Este mismo autor señala que el terreno para la siembra debe tener las condiciones de realizar un barbecho profundo para facilitar el desarrollo de las raíces, el árbol de mango. En el suelo se busca que no sea compacto, bien aireado, con buen drenaje, que facilite el desarrollo radicular del árbol mango (Agroproductores, 2018).

Luego de la limpieza se procede a realizar el estaqueado teniendo en cuenta el sistema de siembra más apropiado para la zona y el objetivo de la siembra en donde será establecido el cultivo.

## Marcos de siembra

Se utilizan tres tipos de marcos: cuadrado, rectangular y triangulo. Para su correcto trazado los árboles deben ubicarse formando un cuadrado o un rectángulo. Dependiendo de la distancia entre plantas, para facilitar el paso de la maquinaria por ambos lados de la siembra (Figura 2).

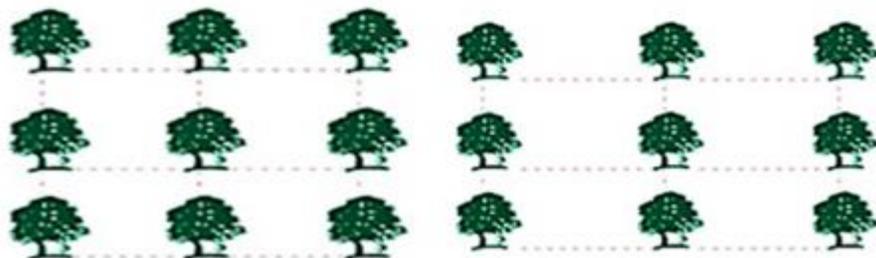


Figura 2. Marco cuadrado y rectangular.

El sistema tresbolillo es aquel en el cual cada tres plantas forman un triángulo equilátero, este sistema ayuda a que las plantas no se entrecrucen con las otras, y puedan tener sus horas luz para su óptimo crecimiento (Figura 3).

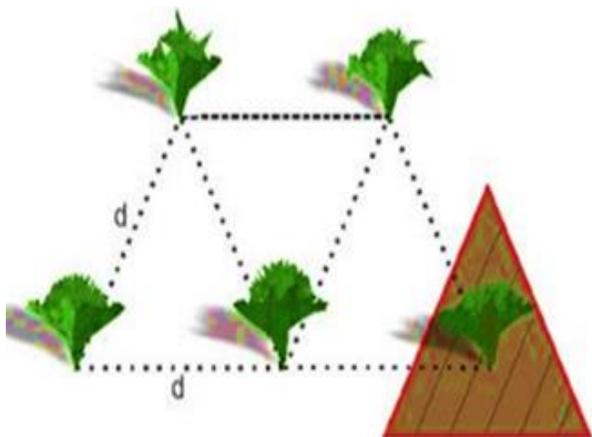


Figura 3. Marco triángulo.

En este sistema podemos plantar un 15 % más de árboles que en el sistema de cuadrado, y también dependiendo de las distancias de siembra permite el paso de maquinaria por ambos lados de las filas de árboles INATEC (s.f). Estos sistemas de siembra son más utilizados en Nicaragua.

## **Siembra**

Según la Guía técnica para el cultivo de mango (2013) explica que: la época recomendada para realizar trasplante a la plantación final es a inicios de la época lluviosa, si se cuenta con riego se puede hacer en cualquier época del año, en lo posible en un día nublado y fresco. Se recomienda hacer el ahoyado cuando el suelo este húmedo para facilitar la extracción de la tierra, con profundidad de 40 cm de lado por 50 cm de profundidad (p.16-17).

Asimismo, el INATEC (s.f) plantea que:

una vez estaquillado, se procede a realizar el ahoyado; de “40 x 40 x 40 cm”, al momento del trasplante (generalmente en época de lluvia) se deposita tierra superficial en el hueco y se aplica ½ lb de cal, se pone una capa de tierra y se “fertiliza con 4 oz de 12 - 30 - 10 o 15 -15 -15” y se deposita la planta (sin la bolsa) teniendo el cuidado que el terrón de la planta quede al mismo nivel de la superficie del suelo (p.58).

## **Riego**

El suministro de agua es un factor crucial en cualquier producción agrícola, y conocerlo nos ayuda a tratar nuestros cultivos de forma eficiente. Se debe establecer riego en mango, debido que “el tamaño de la copa tiende a ser proporcional a las raíces que hay bajo tierra” por lo que suelen ser grande, en el tiempo de calor, demanda mayor cantidad de agua, se requiere realizar riego de “2 o 3 veces por semana” en tiempos húmedos su demanda disminuye, se puede aplicar riego “cada semana o hasta 15 días”, en dependencia al estado de la tierra”, existen diferentes formas de regar un árbol de mango, sin embargo el método recomendado es el “goteo” debido que este sistema focaliza el lugar en el que caerá el agua, distribuyéndose alrededor de toda la planta (Salcedo, 2023).

## **Nutrición**

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA] (2018) implementa que:

en los primeros tres años de la planta se realizan dos fertilizaciones, la primera a inicios de la época lluviosa y la segunda al finalizar depositando “4 onzas por planta de fertilizante completo 12-30-10”, en edad de 4 a 5 años se emplea “8 onzas por planta” en los dos momentos de aplicación, de 6 años en adelante “se fertiliza una vez al año depositando una libra y media de 12-30-10” lo que equivale a un quintal por manzana,

esta aplicación se realiza en las primeras lluvias. “Un mes antes de la floración” cuando el color de las puntas en las ramas se tornan un color oscuro es recomendable aplicar” 9 libras de nitrato de potasio en 200 litros de agua, realizar tres aplicaciones con intervalos de 1 semana”.

En el estudio De la Asunción y Palacio (2004), el cual consistió en evaluar “los efectos de nitrato de potasio y de calcio en la floración de mango, registraron que el nitrato de potasio como el de calcio estimula la brotación de mango, teniendo mayor efecto el nitrato de potasio” (p.104).

Sandoval Esquivel (1983), en su trabajo de investigación indica que, “la aplicación de nitrato de potasio induce a la floración, en incrementar el rendimiento en más de 200 %, teniendo mayor respuesta a medida que se realiza la aplicación más cerca de la época normal de floración” (p.52).

En plantas en desarrollo durante el periodo seco se recomienda aplicar biofertilizantes líquidos cada 15 días en dosis de 2 litros por bomba, en plantación en producción, aplicar biofertilizantes enriquecidos con boro, calcio y zinc antes de la floración, aplicar en la mañana o por la tarde INATEC (s.f).

### **Manejo de malezas**

El manejo de malezas es una práctica importante en los primeros tres años de vida del cultivo de mango debido que estos aún no han desarrollado bastante follaje el cual ayuda a reducir la maleza en su alrededor “en terrenos planos el combate se puede hacer con una chapodadora” en terrenos inclinados; esta actividad se realiza de forma manual MEFCCA (s.f).

El control “manual se realiza utilizando azadones o machetes, prevaleciendo formar la circunferencia de los árboles cuando están jóvenes (caseo)”.

Control “químico se aplican herbicidas de contacto, se eliminan todas las hierbas anuales susceptibles, pero se requiere de diversos tratamientos para eliminar las sucesivas apariciones de las plantas anuales y también las perennes” INATEC (s.f. p.59).

## **Manejo de plagas**

Para prevenir el daño que las plagas ocasionan al cultivo es necesario prevenir su aparición o evitar el desarrollo de las poblaciones e incremento del daño, mediante una detección temprana. A continuación, se mencionan:

### ***Piojos o Escamas* *Chrysomphalus spp.* y *Aonidiella spp.* (Homoptera: Coccidae)**

Gil *et al.*, (2013) “Originan una melaza en el área afectada que favorece el ataque de diferentes hongos como la fumagina” sus daños afectan el tallo, hojas y frutos, los frutos se tornan marchitos, las flores cambian de color (negras), si el fruto esta pequeño se cae, en frutos ya desarrollados causa la maduración prematura disminuyendo su calidad, manifestándose a través de manchas negras.

Para combatir a los insectos causantes de plagas, se recomienda el uso de enemigos naturales entre ellos “diversas especies de avispidas (*Aphytis lingnanensis*, *A. holoxanthus*, *A. chrysomphali*) que parasitan las escamas. Cuando el daño es menor, se recomienda el uso de agua jabonosa en el sitio afectado” (p.26).

### ***Mosca de la fruta* (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha spp.*)**

La Mosca de la fruta es una de las plagas que ocasiona mayores pérdidas en la fruticultura con más de 200 los tipos de frutas que ataca a nivel mundial, de acuerdo con lo indicado en el manual de Manual de mosca de la fruta (2019), identifica las siguientes características de la mosca:

- Para mantener su capacidad reproductiva consumen agua y nutrientes que los toman de la mielecilla producida por pulgones, queresas o de frutos maduros y dañados, se reproducen rápidamente, en condiciones favorables llegan a tener hasta 12 generaciones por año, una hembra adulta, durante su periodo de vida, puede ovipositar hasta 800 huevos.

## **Cosecha**

Manual de prácticas para el manejo postcosecha del mango, (2020). Para poder suministrar mangos de calidad al mercado, el momento de la cosecha es una de las decisiones más importantes que los productores tienen que tomar en cuenta. El estado de madurez de los mangos

al momento de ser cosechados es crucial para la obtención de la calidad óptima de madurez del fruto para su consumo, la apropiada selección de la madurez de fruto puede estar basada en varios parámetros incluyendo la forma del fruto, color de la cáscara, textura de la cáscara, firmeza de la pulpa, desarrollo del color de la pulpa, contenido de azúcares, y contenido de látex (p.8).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, en el Municipio de Nindirí, Departamento de Masaya, cuenta con un área de 167.08 ha. Sus coordenadas geográficas oscilan entre 12°06'24'' y 12°07'30'' Latitud Norte y entre los 86°04'46'' y los 86°05'27'' Longitud (Espinoza y Espino, 2022, p.6).



Figura 4. Localización geográfica del sitio de estudio, unidad experimental finca El Plantel, Masaya, 2023.

### 4.2. Diseño metodológico

Las variedades Tommy Atkins, Criollo Rosa, Batista y Julie están distribuidas en dos hectáreas en finca El Plantel, integrado en el proyecto de cultivos anuales y perennes. Cada variedad está conformada por 140 árboles, establecidos a una distancia entre plantas de 6 metros; ordenados en un esquema de plantación a tres bolillos, con una población total de 560 árboles.

Para el desarrollo del estudio, se seleccionaron las variedades Tommy Atkins y Batista. Para cada una de ellas se seleccionaron 20 árboles identificándose con una etiqueta roja amarrada a su tronco para su seguimiento de acuerdo con las variables definidas y descritas.

Se seleccionaron 5 inflorescencias de cada árbol, con más de 5 frutos, seleccionando las frutas con longitud de 15 – 20 mm y 10 – 15 mm de ancho, de tamaño uniforme. Se recolectaron 10

frutos con intervalos de 15 días por variedad hasta cumplir la etapa de madurez fisiológica. Se evaluaron las características morfológicas para la curva de crecimiento (Figura 5); se recolectaron 12 frutos por variedad con intervalo de 7 días a partir de los 80 días después de la floración (ddf) donde se evaluaron las variables organolépticas del fruto en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria.



Figura 5. Medición inicial de diámetro y ancho en frutos de mango.



Figura 6. Toma de datos de peso fresco y embolsado de los frutos de mango en campo.

### **4.3. Variables evaluadas**

#### **4.3.1. Variables morfológicas para determinar la curva de crecimiento**

Para la toma de datos de las variables morfológicas se recolectaron 10 frutos por variedad cada 15 días a partir del 14 de marzo finalizando el 14 de junio del 2023.

##### ***Longitud del fruto (mm)***

Es la magnitud rectilínea que dista de la base del pedúnculo al ápice del fruto, esta medición se llevó a cabo con un pie de rey o calibrador o vernier, las lecturas se tomaron en mm (Figura 6).

##### ***Grosor del fruto (mm)***

Esta medición se hizo con un pie de rey, se mide en la parte media del fruto (menor grosor) con el pico del mango en dirección a la derecha o izquierda.

##### ***Ancho del fruto (mm)***

Se midieron cada uno de los 10 frutos con el pie de rey, de la parte media del fruto (mayor grosor), se toma en cuenta que el pico del mango tiene que estar en dirección hacia la persona que esté realizando la lectura.

##### ***Peso fresco del fruto (g)***

Con el apoyo de una balanza marca OHAUS de capacidad de 6,000 g y con una precisión de 0.1 g fueron pesados después de ser cortados cada uno de los 10 frutos, esta actividad fue realizada en el Laboratorio de Fisiología Vegetal.

##### ***Peso fresco y seco de la cáscara (g)***

Fue separada la cáscara de cada fruto, con la ayuda de un cuchillo luego pesadas, posteriormente puesta en horno en bolsas de papel kraft a 65 °C por 72 horas. Al concluir el tiempo, fueron pesadas las muestras 10 minutos después de su extracción para que se disipara el calor y obtener el peso seco.

##### ***Peso fresco y seco de la pulpa (g)***

Para realizar el peso fresco y seco de la pulpa se separó el epicarpio liso, la pulpa y semilla, de cada fruto. Para mejorar el secado la pulpa fue cortado en trozos pequeños, luego pesadas y colocadas en bolsas de papel Kraft, se etiquetaron por variedad y fecha de corte. Fueron secadas

en horno a una temperatura de 65 °C por 72 horas, al finalizar el periodo fueron pesados para determinar el contenido de agua y el peso de materia seca.

#### ***Peso fresco y seco de la semilla (g)***

La semilla de cada fruto fueron separadas colocadas en platos Petri e identificados, se midió el peso fresco posteriormente fueron puestos en el horno en el mismo intervalo de tiempo indicado anteriormente, cumplido el periodo fueron extraídas y medidas el peso seco.

Una vez obtenidos los datos de peso seco, se procesaron para obtener el peso total de materia seca, la cual es igual a la suma de materia seca del epicarpio liso, pulpa y semilla de cada fruto.

$$Ms\ total = Ms\ del\ epicarpio\ liso + Ms\ mesocarpio + Ms\ endocarpio$$

Dónde: Ms total = Materia seca total, Ms = Materia seca.

Para determinar la relación porcentual de cada una de las partes que contribuyen a la masa total seca se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% Ms\ mesocarpio = \frac{Ms\ mesocarpio}{Ms\ total} \times 100$$

#### **4.3.2. Parámetros físicos externos de la fruta**

Se midieron los parámetros físicos externos de la fruta y para esto se utilizó el descriptor de mango (IPGRI, 2006).

#### ***Forma de la fruta***

Para determinar la forma de la fruta se utilizó el descriptor de mango, descrito según IPGRI (2006) (Figura 7), en donde 1. Oblongo, 2. Elíptico, 3. Redondo, 4. Ovoide y 5. Obovoide.

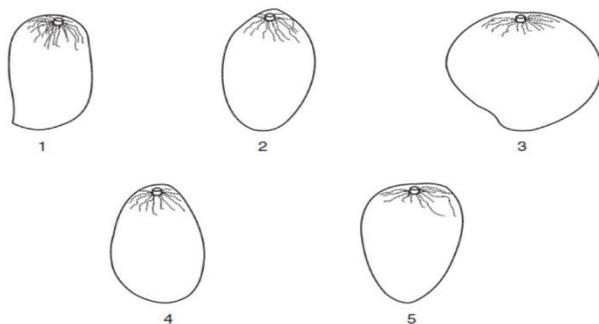


Figura 7. Forma de la fruta de mango, tomado de IPGRI (2006).

### ***Forma del ápice de la fruta***

Utilizando el mismo descriptor del IPGRI (2006) para esta variable se observaron el ápice de cada fruta, y se determinó de acuerdo con los parámetros: 1 agudo, 2 obtuso, 3 redondo (Figura 8).

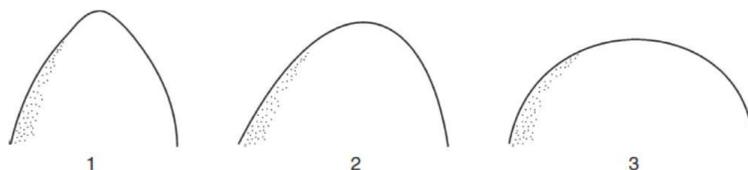


Figura 8. Forma del ápice del fruto, tomado de IPGRI (2006).

### ***Color de cáscara de la fruta***

A cada uno de los frutos se les observó el tono de la cáscara de la fruta en estado verde o madura para estimar el color de acuerdo con la escala propuesta por IPGRI (2006):

Cuadro 1. Color de cáscara de la fruta

1	2	3	4	5
verde	Amarillo	naranja	Purpura	color rojo

### ***Textura de la superficie de la piel***

Se determinó el estado de la textura de la superficie de la piel en cada uno de los frutos, con el sentido del tacto aplicando la siguiente escala 1 liso, 2 áspero.

### ***Profundidad de la cavidad del pedúnculo***

Se observó la profundidad de la cavidad del pedúnculo de cada fruto para definir su presencia utilizando la escala propuesta por IPGRI (2006) 0 ausente, 1 superficial, 2 media, 3 profundo, 4 muy profunda (Figura 9).

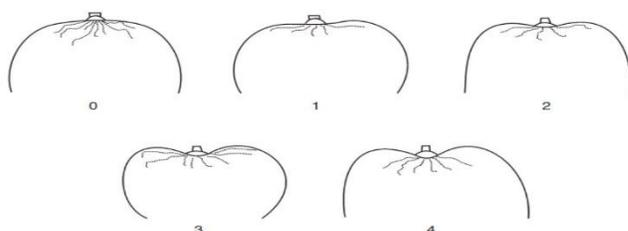


Figura 9. Forma de la cavidad de la fruta de mango, tomado de IPGRI (2006).

### ***Tipo de pico de la fruta***

Se observó el ápice de la fruta para determinar el tipo, haciendo uso de un descriptor de mango IPGRI, 2006 (figura 10), en dónde. 1 perceptible, 2 apuntado, 3 prominente, 4 mamiforme.

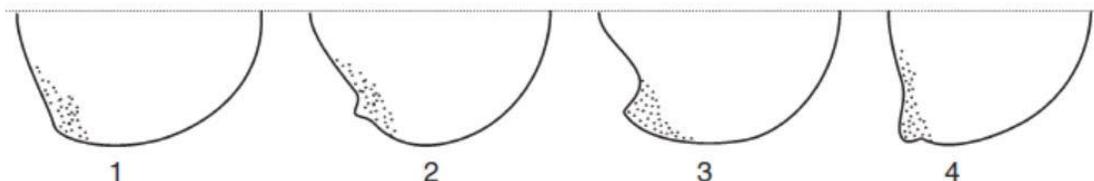


Figura 10. Tipo de ápice de la fruta.

### **4.3.3. Parámetros físicos internas de la fruta**

Como todo fruto, el mango presenta características particulares que las diferencian de otras y por ello se midieron parámetros físicos internos y se utilizó el descriptor de mango del IPGRI (2006), que a continuación se describe.

### ***Color de la pulpa***

De la pulpa de cada fruta de mango se extrajo un trozo, se observó para distinguir el color apoyados por la escala propuesta por de IPGRI (2006), que a continuación se describe.

Cuadro 2. Color de la pulpa

1	2	3	4	5	6	7	8
Amarillo	amarillo	amarillo	naranja	amarillo	amarillo	naranja	naranja
Claro	dorado	naranja		verdoso		oscuro	claro

### ***Textura de la pulpa***

De cada fruto se procedió a hacer cortes de pulpa en pequeños bloques, se realizó la prueba de firmeza en base a una prueba de masticado y de acuerdo con la sensación se determinó la firmeza de la pulpa utilizando siguiente escala de textura: 3 suave, 5 intermedio, 7 firme.

### ***Aroma de la pulpa***

Utilizando el sentido del olfato se determinó la presencia de aroma y su intensidad la cual es descrita a través de la siguiente escala 1 leve, 2 medio y 3 fuerte, proporcionada por (IPGRI, 2006).

### ***Adherencia de la piel a la pulpa***

Posterior a la madurez fisiológica de los frutos se procedió a la separación física del epicarpio liso, con el fin de determinar la adherencia de la piel a la pulpa, el cual se divide en cuatro parámetros: 0 ausente, 3 débil, 5 intermedio, 7 fuerte.

### ***Cantidad de fibra en la pulpa***

En proceso de madurez de cada fruto se procedió a revisar a partir de separación de la pulpa y observar la cantidad de fibra presente, se aplicó la siguiente escala de valoración: 0 ausente, 3 bajo, 5 intermedio, 7 alto.

### ***Longitud de la fibra***

Separada la pulpa de la fibra en cada uno de los frutos se observó y se calificó de acuerdo con la siguiente escala de calificación de la longitud: 3 cortos, 5 medio, 7 largo, propuesta por (IPGRI, 2006).

#### **4.3.4. Variables organolépticas**

La fruta de mango presenta propiedades particulares como el sabor, aroma, dulzor que le dan la calidad organoléptica, y para ellos fueron medidas las siguientes variables: sólidos solubles totales, acidez de la fruta (pH) y acidez titulable. Para este ejercicio se utilizó la metodología de López y Trejo, (2015), donde se efectuaron 4 cortes de 22 frutos cada uno desde antes de finalizar el periodo de evaluación considerando el estado de madurez fisiológica. Del total de frutos cortados para la determinación de los parámetros señalados anteriormente, se seleccionaron al azar 12 frutos (el resto fueron utilizados para medir las variables morfológicas). De los 12 frutos se midieron los parámetros organolépticos en tres momentos a partir del corte (0, 4 y 8 días). En cada momento se utilizaron cuatro frutos, el momento 4 y 8 días se dejaron bajo almacenamiento en anaquel para que continuaran con su proceso de maduración.

A cada fruto seleccionado en el momento se lavó y desinfectó, luego se extrajo la piel del fruto, se cortó en trozos pequeños, posteriormente se pesaron 60 g de pulpa, se colocaron en un extractor de jugo marca OSTER añadiéndole 30 ml de agua destilada, posteriormente el jugo pasó por un colador colocándolo en un mortero teniendo como resultado una muestra madre la cual fue utilizada para la determinación de los siguientes parámetros.

### ***Sólidos solubles totales (° brix)***

Los grados brix fueron medidos con ayuda de un refractómetro manual ATC, al cual se limpió y secó cuidadosamente la tapa y el prisma antes de comenzar la medición. Utilizando una pipeta pasteur se colocó en el prisma una gota del jugo madre preparado, luego se reparte homogéneamente en el prisma y se tapa. Para observar el valor dado se sostuvo el refractómetro bajo la luz y de esta manera poder ver la escala a través del ocular, el valor se lee entre el límite claro/oscurο.

### ***Acidez del fruto de la fruta (pH)***

De la muestra madre se realizaron tres submuestras utilizando beacker de 100 ml, se colocaron 5 ml del jugo y se les agregó 25 ml de agua destilada utilizando una probeta de 50 ml para aferrar, posteriormente se tomó la acidez de la fruta colocando el sensor del pH-metro al interior del vaso que contiene la muestra dando el valor de la acidez de la fruta.

### ***Acidez titulable***

A las tres submuestras preparadas en el punto anterior se les agregaron tres gotas de fenolftaleína a cada una, esta disolución se valoró con Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0.1 N que se enrasa en una bureta y se deja caer gota a gota hasta observar el viraje del indicador (de transparente a rosa) anotando los ml de NaOH gastados durante el proceso de neutralización de la muestra.

El cálculo de la acidez titulable se efectuó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = (N \cdot VD \cdot \text{Meq}/M) \cdot 100$$

N= Normalidad del reactivo (hidróxido de sodio).

VD= Volumen de reactivo descargado.

Meq = Miliequivalentes del ácido dominante del producto.

M = Tamaño de la muestra en g.

#### **4.4. Análisis de datos**

Para el procesamiento de los datos medidos en campo y laboratorio, se utilizó la hoja electrónica del libro de cálculo Excel versión 2016. Se organizó una base de datos, se obtuvieron promedios y con ellos se elaboraron gráficos para determinar el modelo de crecimiento del fruto de las variedades de mango estudiadas, desde los primeros 15 días de su formación hasta su etapa de cosecha. Se utilizaron para este análisis descriptivo las variables diámetro, longitud, grosor, peso fresco y peso seco de 10 frutos por variedad, medidos a intervalos cada 15 días. Este mismo procedimiento se realizó en las variables organolépticas a partir del cuarto corte, utilizando 12 frutos. Los cuales se midieron en tres momentos; en cada momento se utilizaron 4 frutos a los 0, 4 y 8 días después del corte, en el momento a los 4 y 8 días se dejaron en condiciones de anaquel.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Modelo de crecimiento del fruto

Los frutos de esta especie en lo general presentan un crecimiento de curva sigmoide y algunos doble sigmoide, estas representan tres etapas diferentes. Fallas *et al.*, (2010) comenta que la época de mayor incremento de tamaño se da entre los 61 y 79 ddf, con un aumento de un 33 % del total del diámetro alcanzado a cosecha y un 29 % en el largo del fruto, lo que refleja que antes de los 79 ddf el fruto ha alcanzado casi un 70 % de su tamaño máximo promedio en lo que corresponde a la variable largo de fruto y un 74 % correspondiente al diámetro (p.4).

#### 5.1.1. Crecimiento morfológico del fruto de mango

Tanto Tommy Atkins como Batista en el periodo que va de los 15 días a los 67 días, coinciden en las variables longitud, ancho y grosor del fruto tienen la misma tendencia, la mayor dimensión se presenta en la longitud del fruto, de acuerdo con los datos medidos se presenta a continuación una etapa en el Tommy Atkins de corta duración (13 días) en donde el crecimiento se detiene, aumentando el crecimiento en las tres variables de los 80 a 107 ddf; en el caso de Batista ese crecimiento se mantiene durante un periodo más largo que va desde los 67 a 100 días (33 días), denotando una diferencia del modelo de crecimiento, sin embargo a partir de 100 días muestra un incremento en el largo y ancho del fruto, mientras el grosor se mantuvo (Figura 14).

Según portalfruticola (2019), “existe una primera fase de crecimiento muy activa, donde implica los procesos de división celular, luego una posterior fase lineal donde se da procesos de elongación de frutos y de acumulación de compuestos”.

Desde el punto de vista fisiológico de acuerdo con los datos, se detiene la acumulación de compuestos tanto en Tommy Atkins como en Batista con la diferencia que en Batista su periodo es más largo de no acumulación, esto se debe que en esta etapa influyeron la precipitación correspondiente al mes de junio, ver anexo 7.

La planta no tuvo oportunidad de absorber agua en suficiente cantidad en el mes de mayo, mientras que la precipitación en junio permitió una mayor disponibilidad de agua en el suelo dando oportunidad a las plantas para absorber y hidratar al fruto teniendo un fuerte incremento, lo que sirvió para continuar con el crecimiento de los frutos. En la variedad de Tommy Atkins la condición de alta densidad de árboles y la cobertura sobre el suelo de sus copas, contribuyó a

retener más humedad, mientras que en el cultivar Batista su copa es más estrecha lo que permite que el sol penetra directamente al suelo, provocando poca retención de humedad. De acuerdo con los resultados expresados en la figura 14, se denota un modelo de crecimiento de doble sigmoide.

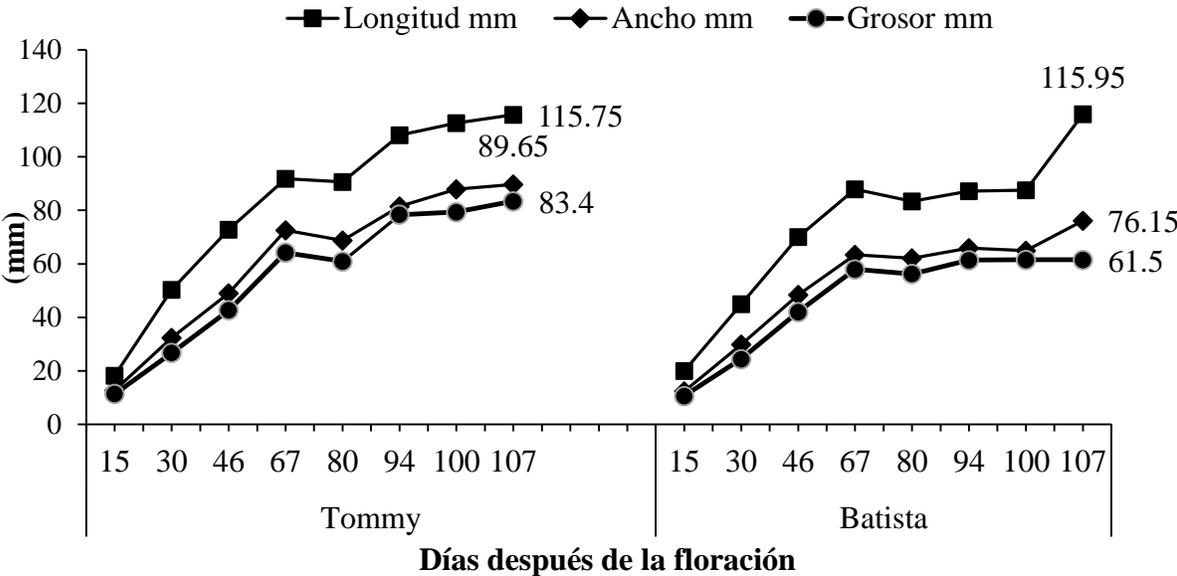


Figura 11. Modelo de crecimiento de las variedades de mango, Tommy Atkins y Batista, Masaya 2023.

**5.1.2. Peso fresco y seco del fruto y componentes**

De acuerdo con los resultados del peso fresco del fruto de mango (figura 15), para ambas variedades se registró un fuerte crecimiento desde el día 15 hasta los 67 días, luego de esta etapa se observó en la variedad Tommy Atkins un bajo incremento con una tasa de crecimiento menor que la anterior con una duración de 14 días, finalmente a partir de los 94 días incrementó su peso finalizando con un total de 486.8 g de peso fresco, en cambio la variedad Batista presentó una curva de crecimiento diferente que la de Tommy Atkins en función del tiempo, a partir de los 67 ddf mostró una tendencia lineal con una duración de 33 días, finalizando con un incremento alto en los últimos 7 días con 466.3 g de peso fresco del fruto.

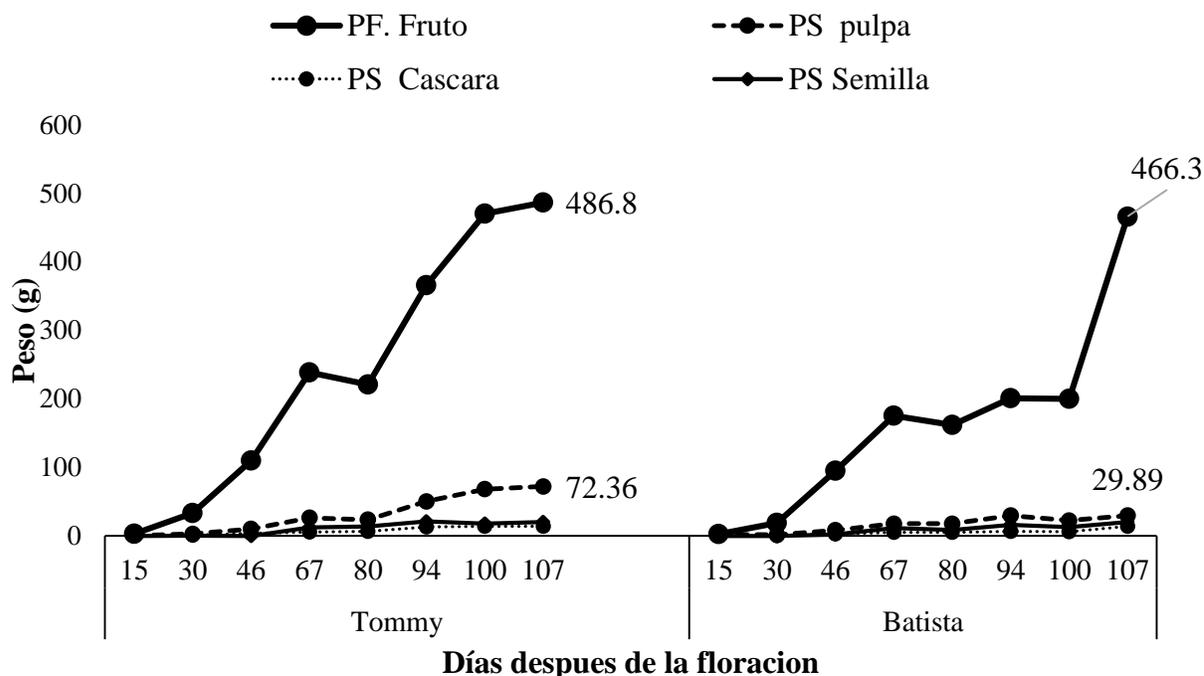


Figura 12. Peso fresco y seco del fruto de mango, Tommy Atkins y Batista, Masaya 2023.

Con respecto a la acumulación total del peso seco de la pulpa durante el crecimiento y desarrollo del fruto reflejada en la figura 15, muestra una acumulación lenta de materia seca desde los 15 días hasta los 67, los 14 días posteriores presentó una leve reducción de MS a partir del día 80 hasta los 94 días y finalizó con un incremento leve hasta su última evaluación logrando acumular 72.36 g equivalente a 18.05 %. Según Báez, acercarse a un 16 % de materia seca es lo óptimo, o estar a más de 16 % para la variedad de Tommy Atkins, citado por (Redagrícola, 2021). Se estima que el contenido de materia seca para Tommy Atkins puede ser menor al 13 % o mayor al 16 %, para el parámetro de calidad respecto a la materia seca esta debe ser mayor al 14 % ya que a partir de ese porcentaje la fruta tendrá maduración ideal para comercialización. Para la variedad Batista esta presentó la misma tendencia que el cultivar Tommy Atkins, alcanzando una acumulación final de 29.89 g a los 107 días equivalente a 12.26 % de materia seca, comparativamente baja con relación al cultivar Tommy Atkins.

En cuanto a la variable peso seco de la cáscara y semilla estas presentaron la misma tendencia, con crecimiento leve del 15 hasta los 80 días, posterior en los últimos 27 días acumuló un mayor peso hasta el día 107 en donde se finalizó la evaluación.

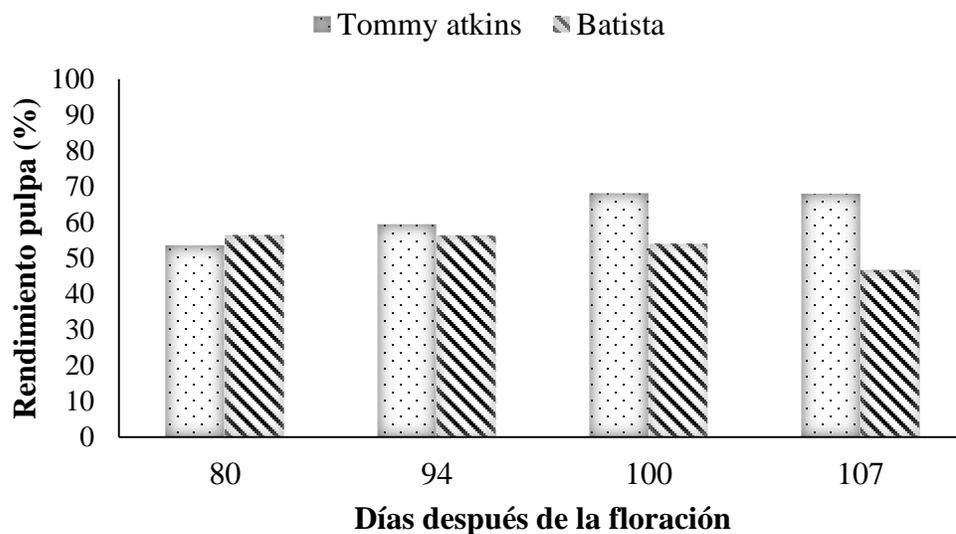


Figura 13. Rendimiento de pulpa (%) en materia seca de los frutos de mango 2023.

En la figura 16, se refleja el rendimiento de pulpa del peso seco total; para la variedad de Tommy Atkins a los 80 días el 53.49 % es de pulpa con respecto al total del peso seco de la fruta e incrementa al pasar los días finalizando con una acumulación de 67.92 % de pulpa a los 107 días. La fruta de mango se caracteriza por tener una composición promedio de 69 % de pulpa, 19 % de cáscara y 8.5 % de semilla (Secretaría de Economía, 2016).

### 5.1.3. Forma y color de fruto

Desde que inicia el crecimiento del fruto de mango variedad Tommy Atkins hasta su madurez, su característica de forma es redonda, esta descripción es similar a lo planteado por Merino y Najas (2015), que afirman que la forma del fruto es “ovoide a casi redonda”.

De acuerdo con Mahecha *et al.*, (1991) presenta cambios drásticos de color en la cáscara que van desde verde oscuro pasando por tonalidades naranjas rojizas hasta rojo purpura, la variedad Tommy Atkins presentó un cambio de color que va desde verde tierno es su crecimiento inicial pasando por verde oscuro, purpura finalizando con un tono amarillo rojizo con lo antes expuesto Merino y Najas, (2015) hacen referencia que esta variedad presenta un “color con base a morado rojizo”.

En la variedad Batista en las primeras tres mediciones hasta los 46 días se encontraron frutos arriñonados a redondos, finalizando con una definición más clara de su forma de tipos arriñonados, de acuerdo con el descriptor IPGRI (2006) la evaluación que se realizó en función

de la escala de color indica que en los frutos de Batista inicia verde claro hasta los 94 días, terminando con una tonalidad de los 100 a 107 días en amarillo.

Cuadro 3. Forma y color del fruto Tommy Atkins y Batista

Días después de la floración	Tommy atkins		Batista	
	Forma	Color	Forma	Color
15	R	VT	AR-R	VC
30	R	VT	AR-R	VC
46	R	VO	AR-R	VC
67	R	VO	AR	VC
80	R	P	AR	VC
94	R	P	AR	VC
100	R	AN	AR	AM
107	R	AN	AR	AM

**Nota:** R: Redondo; AR: Arriñonado; VT: Verde Tierno; VO: Verde Oscuro; VC; Verde Claro; P: Purpura; AN: Amarillo Naranja; AM: Amarillo.

## 5.2. Índices de madurez

A partir del cuarto corte (80 días) se recolectaron 22 frutos de mango por variedad, de los cuales 10 fueron utilizados para las variables morfológicas y 12 para las mediciones fisicoquímicas. Para determinar los índices de madurez se midieron la calidad física en tres momentos uno el día de la cosecha y los siguientes a los 4 y 8 días, en cada momento se utilizaron cuatro frutos los cuales se dejaron bajo almacenamiento en anaquel para que continuara con su proceso de maduración.

### 5.2.1. Parámetros de la calidad física del fruto

#### *Color, textura de la superficie de la cáscara y profundidad de la cavidad del pedúnculo*

De acuerdo con (Quintero *et al.*, 2013), el color es una de las características fisicoquímicas más importantes en el proceso de maduración y es uno de los principales criterios de aceptación por parte de los consumidores, ya que los compuestos químicos como las clorofilas, reaccionan a medida que pasa el tiempo, provocando que el mango vaya cambiando de color diariamente. Las clorofilas, son las responsables del color verde, estas se van degradando de tal manera que permiten que los compuestos carotenoides

que son los responsables del color amarillo absorban luz del espectro visible y por tanto la transmitan a la longitud de onda propia del color amarillo (p.15).

De acuerdo con los resultados en el parámetro físico del color de cáscara de la variedad Tommy Atkins se observa que hasta el día 80 y al 94 de crecimiento del fruto presenta color verde lo que indica que aún no hay ocurrencia del proceso de maduración visible, sin embargo, cuando se corta a partir de los 98 días de crecimiento se observó cambio de color a amarillo, denotando cambios bioquímicos a lo interno que se expresan en el cambio de la coloración de la superficie de la cáscara (Cuadro 4). ). Para el caso del fruto de la variedad Batista la coloración a los 80 y 94 días responde a su característica genética, mientras que a los 100 y 107 días se denotó una coloración naranja indicando un estado de madurez (cuadro 4).

Existen variedades de frutos que presentan un color verde oscuro en su crecimiento inicial tornándose a un verde más claro o a amarillo cuando madura”. Otras variedades desarrollan un color rojo que permanece hasta que las frutas maduran. Además del color de la cáscara, muchas variedades también tienen un anaranjado, rojo. (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2008).

De acuerdo con los resultados obtenidos y expresados, en base al descriptor IPGRI (2006) con relación a la evaluación que se realizó a la textura de la superficie del mango para la variedad de Tommy Atkins y Batista, donde presentaron una superficie lisa durante todo su proceso de evaluación.

El pedúnculo es el que garantiza la sustentación de la fruta y de trasportar los nutrientes a la fruta, la cual es un componente de almacenamiento, la variedad de Tommy Atkins presenta una profundidad de la cavidad del pedúnculo superficial cuando alcanza su estado de madurez, en cambio la variedad de Batista presenta ausencia de profundidad de la cavidad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros físicos externos de la fruta Tommy Atkins y Batista

Días de corte	Días evaluación	Color de cáscara		Textura de la superficie		Profundidad de la cavidad del pedúnculo	
		TA	B	TA	B	TA	B
80 ddf	0 días	Verde	Amarillo	Suave	Suave	Ausente	Ausente
	4 días	Verde	Amarillo	Suave	Suave	Ausente	Ausente
	8 días	Verde	Amarillo	Suave	Suave	Superficial	Ausente
94 ddf	0 días	Verde	Amarillo	Suave	Suave	Ausente	Ausente
	4 días	Amarillo	Amarillo	Suave	Suave	Superficial	Ausente
	8 días	Amarillo	Amarillo	Suave	Suave	Ausente	Ausente
100 ddf	0 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Superficial	Ausente
	4 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Superficial	Ausente
	8 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Ausente	Ausente
107 ddf	0 días	Naranja	Amarillo	Suave	Suave	Superficial	Ausente
	4 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Media	Ausente
	8 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Superficial	Ausente

### 5.2.2. Parámetros organolépticos de la calidad del fruto

#### *Color de la pulpa*

De acuerdo con el descriptor IPGRI (2006), el parámetro que se evaluó al color de la pulpa en la variedad de Tommy Atkins del corte realizado de los 80 hasta los 94 días, se observó una coloración amarilla lo que indica que los frutos aún no han iniciado cambios bioquímicos indicando que no han alcanzado la madurez fisiológica. Sin embargo, el corte a los 94 días en condiciones de anaquel en la evaluación del cuarto y octavo día hubo un cambio de coloración de amarillo a amarillo naranja. Esta misma condición de color se presenta en el corte realizado a los 100 días, sin embargo, en condiciones de anaquel en la evaluación a los ocho días cambió de amarillo naranja a naranja, esta última condición se presentó en el corte realizado a los 107 días en sus tres evaluaciones en la vida de anaquel lo que significa que probablemente se encuentra en un estado de degradación o próximo a su pudrición.

Los frutos evaluados en la variedad Batista a los 80 y 94 días en el parámetro color de la pulpa presentó un amarillo dorado aun en sus tres evaluaciones bajo condiciones de almacenamiento

de vida en anaquel, es a partir del corte a los 100 días de crecimiento se observó una coloración de pulpa de amarillo-dorado a naranja, que implica una acumulación de pigmento en los tejidos de la pulpa, siendo los más importantes los carotenoides y las antocianinas (Bartley y Scolnik, 1995 citado por Martínez-González *et al.*, 2017).

La coloración se puede explicar por lo expresado por (Lara, 2013), menciona que el color del fruto depende de la síntesis y tipo de pigmentos vegetales presentes en los tejidos, que constituyen la base química de este atributo de calidad, dichos pigmentos se agrupan en tres tipos mayoritarios: clorofilas, antocianinas y carotenoides, que proveen tonalidades verdes, azul a rojo-púrpura, y amarillo a rojo, respectivamente.

### ***Textura de la pulpa***

La evaluación de la textura de la pulpa realizada de manera sensorial a través del tacto presión en las variedades Tommy Atkins y Batista tuvo los resultados siguientes: en las evaluaciones realizadas a los 80 y 94 días y durante el periodo de anaquel la pulpa mostró una textura firme. Particularmente Tommy Atkins tiene un comportamiento de presentar una textura de intermedio a suave en los cortes realizados a los 100 y 107 días y en sus evaluaciones de vida de anaquel. En el caso de Batista los frutos muestran una textura suave en los cortes señalados y durante las evaluaciones de vida de anaquel medidos hasta los ocho días.

Con base a los resultados mostrados en el cuadro 6 del presente estudio coincide el comportamiento del cambio de textura con lo obtenido por Villamizar-Vargas, (2019, p.3), en la que, se muestra en la figura 17 una curva decreciente que implica el uso de una fuerza menor de rotura a la textura a medida que transcurre el tiempo de maduración del mango Tommy Atkins.

El proceso de maduración en mango se caracteriza por ser una acción bioquímica en la que, “la disminución de la textura tanto de la cáscara como de la pulpa es debido a la acción de las enzimas hidrolíticas” (Quintero *et al.*, 2013, p.16), coincidiendo con lo expresado por Villamizar-Vargas, (2019, p. 4) así mismo la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2000), explica que éste parámetro en “las frutas cambia debido a la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra y por los procesos degradativos de las paredes celulares”.

### ***Adherencia de la piel a la pulpa***

De acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 6, con base al descriptor IPGRI (2006) con relación al parámetro adherencia de la piel a la pulpa, en los frutos de la variedad Tommy Atkins en los cortes a los 80 y 94 días de crecimiento de ésta fue fuerte, sin embargo, en el primer corte (80 ddf) a los ocho días de vida en anaquel se manifestó una adherencia intermedia, significa que la piel logra separarse parcialmente, mientras que el corte que se realizó a los 100 días tuvo un comportamiento diferente dado que en las evaluaciones en anaquel en el día cero la piel estaba fuertemente adherida a la pulpa de fruto, sin embargo, a los cuatro y ocho días de vida anaquel del fruto la repuesta mostrada con respecto a la adherencia fue débil e intermedio, mostrando mayor facilidad de separar la cáscara de la pulpa; mientras que en el corte realizado a los 107 días de crecimiento tuvo un comportamiento de la cáscara una adherencia intermedia a la pulpa.

En cambio, la variedad Batista en los cortes efectuados a los 80 y 94 ddf, la adherencia de la piel a la pulpa fue fuerte en las evaluaciones de vida de anaquel, sin embargo, en el corte efectuado a los 100 días la cáscara estaba fuertemente adherida, manteniéndola en condiciones de vida en anaquel en el día cuatro de su evaluación la adherencia de piel a la pulpa fue de grado intermedio, este proceso de la adherencia de la piel no se requirió de esfuerzo para separarlo de la pulpa dado que el grado obtenido en la evaluación fue suave, los frutos cortados en campo a los 107 días mostraron una adherencia de la piel a la pulpa en grado intermedio, la evaluación realizada en anaquel tuvo la misma repuesta no así a los ocho días que la adherencia fue débil.

### ***Aroma de la pulpa***

A través de diferentes escalas de valoración el parámetro aroma de la pulpa tomado por IPGRI (2006); se determinó que la intensidad del aroma en los frutos de la variedad Tommy Atkins en los cortes a los 80, 94 y 100 días fue leve, sin embargo, en el corte a los 94 días en la vida de anaquel se obtuvo una condición de intensidad de aroma intermedio. Mientras que, el corte realizado a los 100 días para ambas variedades en condición de anaquel mostró una diferencia en la intensidad del aroma de la pulpa siendo intermedia a los cuatro días para Tommy Atkins y a los ocho días para los frutos de Batista.

Cuando se realizó el corte a los 107 días la intensidad del aroma de los frutos de Tommy Atkins en las tres evaluaciones de vida de anaquel fue intermedia, mientras que los frutos de Batista mostraron un aroma leve inicialmente y fuerte en las evaluaciones a los cuatro y ocho días.

Según la FAO (2000), el aroma se desarrolla por la formación de una serie de compuestos volátiles que les imparten un olor característico a las diferentes frutas. Mientras tanto, Moreno *et al.*, (2010, p.63) explica que, “el aroma de mango ha sido reportado como una mezcla de monoterpenos, sesquiterpenos y compuestos volátiles oxigenados (aldehídos, alcoholes, ésteres, y cetonas)”. Sobre esta base explicativa se concibe que “los compuestos volátiles del aroma contribuyen decisivamente a la calidad sensorial de los frutos” (Bouzayen *et al.*, 2010 citado por Martínez- González *et al.*, (2017).

### ***Cantidad y longitud de la fibra en el fruto de mango***

Se evaluó a partir de la separación de la pulpa la cantidad de fibra presente en el mango y se clasificó el tamaño de la longitud, de acuerdo con las escalas proporcionadas por IPGRI (2006), el fruto de mango Tommy Atkins la cantidad de fibra es de ausente-bajo, con una longitud corta, en el caso de la variedad Batista se obtuvo como resultado una ausente- baja en fibra con tamaño medio y corto acorde la longitud.

Estos resultados son similares a los reportados Gabriel-Ortega (2017), donde mencionan que, “el contenido en fibra de la pulpa también es muy variado, aunque por tratarse de cultivares comerciales en mango, sólo se observó contenidos medio-altos”.

Cuadro 5. Cantidad y longitud de fibra en la fruta de mango Tommy Atkins y Batista

Días de Corte	Cantidad de fibra		Longitud de fibra	
	Tommy Atkins	Batista	Tommy Atkins	Batista
80 días	Ausente	Ausente	Corto	Corto
94 días	Ausente	Ausente	Corto	Corto
100 días	Bajo	Bajo	Corto	Corto
107 días	Bajo	Bajo	Medio	Medio

Cuadro 6. Parámetros físicos internos de la fruta Tommy Atkins y Batista

Días de corte	Días de evaluación	Color de la pulpa		Textura de la pulpa		Adherencia de la piel a la pulpa		Aroma de la pulpa	
		TA	B	TA	B	TA	B	TA	B
80 ddf	0 días	Amarillo	Amarillo Dorado	Firme	Firme	Fuerte	Fuerte	Leve	Leve
	4 días	Amarillo	Amarillo Dorado	Firme	Firme	Fuerte	Fuerte	Leve	Leve
	8 días	Amarillo	Amarillo Dorado	Firme	Firme	Intermedio	Fuerte	Leve	Leve
94 ddf	0 días	Amarillo	Amarillo Dorado	Firme	Firme	Fuerte	Fuerte	Leve	Leve
	4 días	Amarillo Naranja	Amarillo Dorado	Firme	Firme	Fuerte	Fuerte	Leve	Leve
	8 días	Amarillo Naranja	Amarillo Dorado	Firme	Firme	Fuerte	Fuerte	Intermedio	Intermedio
100 ddf	0 días	Amarillo Naranja	Naranja	Suave	Suave	Fuerte	Fuerte	Leve	Leve
	4 días	Amarillo Naranja	Naranja	Suave	Suave	Débil	Intermedio	Intermedio	Leve
	8 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Intermedio	Débil	Intermedio	Intermedio
107 ddf	0 días	Naranja	Naranja	Intermedio	Suave	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Leve
	4 días	Naranja	Naranja	Intermedio	Suave	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Fuerte
	8 días	Naranja	Naranja	Suave	Suave	Intermedio	Débil	Intermedio	Fuerte

### **5.3. Parámetros químicos de la calidad del fruto**

#### **5.3.1. Sólidos solubles totales, pH y acidez titulable de la fruta de mango Tommy Atkins y Batista**

Los grados brix es un indicador que mide la cantidad de azúcares que tiene un alimento, por ello, se puede decir que éste es uno de los parámetros que definen la calidad interna de las frutas y hortalizas; además, determinan el estado de madurez de los frutos, lo que permite optimizar la fecha de recolección de las frutas (Herogra Especiales, 2020) los sólidos solubles totales (SST) incrementa a medida que la fruta madura y continúa en el proceso de postcosecha.

Los datos mostrados en el cuadro 6, reflejan que, en el corte realizado a los 80 días, los frutos de mango Tommy Atkins presentó valores de 1.4 grados brix, sin embargo, los frutos de este corte dejados en condiciones de vida de anaquel a los cuatro u ocho días presentaron hasta de 3.5 grados brix que demuestra que hubo cambios leves bioquímicos de proceso de maduración.

En el corte de frutos de mango realizado a los 94 días de crecimiento, se obtuvo valores de 5.1 grados brix, indicando que 14 días después del corte anterior (80 días) los frutos manifiestan cambios en la maduración debido al aumento de los azúcares que es producto de los “hidrolisis de los almidones mediante amilasa propias del fruto” (López y Trejo, 2015).

En el corte de los frutos de mango a los 100 días de crecimiento, tuvo un aumento significativo de 7.6 grados brix; presentando este valor a los 6 días posterior al corte de los 94 días, los frutos dejados en vida de anaquel a los cuatro y ocho días presentaron grados brix hasta 8.1, comparado con los resultados de la vida de anaquel de los 80 a 94 días de corte se evidencia que hubo un aumento de los grados brix en cual se puede determinar el periodo óptimo de cosecha para mercado local, durante el proceso de maduración los azúcares incrementan, igualmente en este periodo y se observó un cambio de color interno de la pulpa de amarillo naranja a naranja, ver cuadro 6, siendo este un indicador de madurez.

Finalmente, a los 107 días de corte de los frutos, hubo un descenso de 5.9 grados brix, y posterior dejados en vida de anaquel subió a 8.1 grados brix etapa cercana a la senescencia que implica una degradación de los azúcares y descomposición de la pulpa con un manifiesto color oscuro.

Para el caso de la variedad Batista los frutos bajo condiciones de anaquel presentaron la misma tendencia que la variedad Tommy Atkins; sin embargo, con valores menores; a los 80 días de

corte presentó grados brix de 1.1, los frutos dejados en condiciones de anaquel de cuatro y ocho días presentaron grados brix de 3.1, continuando con un aumento abrupto a los 94 días de 8.2 grados brix, en el momento a los ocho días los grados brix aumentaron a 7.5 manteniendo este mismo rango en el periodo de evaluación de los 100 días, sin embargo, en el corte a los 107 días este disminuyó 5.8 grados brix, no obstante, aumentó en el momento 4 y 8 días de vida anaquel.

## **pH**

Para López (2022), el pH es una medida que determina “la alcalinidad o la acidez de una sustancia, indicando los iones  $H^+$  y  $OH^-$  presentes en una solución”.

De acuerdo con los resultados del presente estudio, a los 80 días el pH aumentó de 3.8 a 4.5, los frutos aumentaron su pH de 4.9 a 5.2 cortados a los 94 días de crecimiento, el corte efectuado a los 100 días, el pH continuó en aumento, no obstante, en el momento a los 4 días de vida anaquel del corte realizado a los 107 días este indicador disminuyó de 5 a 4.2, en la variedad Batista tuvo el mismo comportamiento que el fruto Tommy Atkins en el corte efectuado a los 80 y 94 días, donde se observa que el indicador aumentó de 3.5 a 4.8, (ver cuadro 8), a los 100 días este indicador sigue la misma tendencia e incrementa el pH de 6.5, sin embargo, en el momento 4 y 8 días de vida anaquel disminuyó, en el corte realizado a los 107 días se presentó un pH menor en comparación con los mangos que se dejaron en condición de anaquel en las mediciones evaluadas en el día 4 y 8 dejados en condiciones de vida en anaquel.

## **Acidez titulable**

Hanna Instrument, (s.f). afirma que:

La acidez titulable es un parámetro importante en la determinación de la madurez del fruto. La madurez de la fruta es uno de los factores más importantes para determinar su vida de anaquel. Para algunas frutas, los estándares gubernamentales de calidad (basados en la acidez titulable o en la relación de sólidos solubles totales ( $^{\circ}Bx$ ) con respecto a la acidez titulable) se deben cumplir para garantizar la calidad a los consumidores. Las frutas inmaduras normalmente tienen un nivel bajo de azúcar en relación con el ácido en comparación con las frutas maduras que tienen una alta relación de azúcar a ácido.

La acidez titulable en el fruto de mango Tommy Atkins a los 80 días presentó un % de 0.53 y 0.56, el cual mermó en los mangos en vida de anaquel evaluados en el momento 8 días, a 0.27

(ver cuadro 7), para el corte de frutos realizado a los 94 días este indicador sigue descendiendo en el momento 8 a 0.09 %, mientras que en el corte a los 100 días mostró un bajo crecimiento en el momento 0 días en anaquel, sin embargo, en el momento 4 y 8 días el valor aumenta de 0.02 a 0.12, en el último realizado a los 107 días presentó la misma tendencia que el corte a los 100 días, en el momento 0 días el porcentaje de acidez fue menor (0.08 %) en comparación con el momento 4 y 8 días (0.10 % y 0.11 %) aumentaron el contenido de acidez.

Cuadro 7. Estado de madurez del mango

Días de corte	Días de anaquel	Tommy Atkins			Batista		
		°Bx	pH	Acidez titulable	°Bx	pH	Acidez titulable
80	0	1.4	3.8	0.53	1.1	3.5	0.52
	4	2.4	3.8	0.56	3.4	4.2	0.35
	8	3.5	4.5	0.27	3.1	4.9	0.18
94	0	5.1	4.9	0.14	8.2	4.8	0.22
	4	8.9	5.2	0.17	4.3	5.1	0.09
	8	6.5	5.2	0.09	7.5	4.9	0.15
100	0	7.6	6.7	0.02	7.4	6.5	0.02
	4	8.4	5	0.09	7.1	4.8	0.08
	8	8.1	4.2	0.12	7.5	4.9	0.15
107	0	5.9	4.3	0.08	5.8	4.3	0.08
	4	8.4	4.3	0.10	8.8	6.7	0.01
	8	8.1	4.2	0.11	8	5.2	0.04

En el caso de mango Batista el % de acidez titulable en el corte a los 80 días se observa un alto porcentaje de 0.52 % el cual es congruente con los bajos niveles de grados brix, el cual disminuyó en las dos siguientes mediciones, (0.35 a 0.18 %), en el corte realizado a los 94 días de crecimiento de los frutos, la evaluación hecha en el momento 0 se obtuvo un % alto de acidez de 0.22, sin embargo, en el momento 4 y 8 días de evaluación de vida en anaquel se dio una reducción en el valor del indicador, por otra parte, los frutos cortados a los 100 días de crecimiento la acidez bajó a 0.02 %, no obstante, en las mediciones realizadas a los 4 y 8 días

de vida de anaquel la acidez subió de 0.08 a 0.15 %, mientras que el corte de frutos a los 107 días el porcentaje de acidez disminuyó en las tres evaluaciones.

Estos datos se asemejan a los reportados por López y Trejos (2015), en su análisis del estado de madurez de mango, registró una disminución en el contenido de ácido cítrico a través de los días de corte, “este disminuyó de 0.51 % a 0.06 %”; el mismo autor explica que, la disminución de acidez se debe, “durante el proceso de maduración los ácidos orgánicos son degradados o bien convertidos a azúcares disminuyendo de manera gradual”, tal como lo reafirma Quintero *et al.*, (2013), explicando que, en este cambio se corrobora la pérdida y degradación de los ácidos orgánicos.

## VI. CONCLUSIONES

Las variedades Tommy Atkins y Batista presentaron un modelo de crecimiento de doble sigmoide en las variables longitud, ancho, grosor (cm) y peso del fruto (g) se identifican las tres fases, (división celular, elongación, y maduración), sin embargo, la segunda etapa de Batista tuvo un periodo de tiempo más prolongado.

En el mango de la variedad Tommy Atkins la acumulación total del peso seco fue de 106.54 g, donde el mayor aporte es la pulpa con 72.36 g equivalente al 18.05 %. El cultivar Batista acumuló un total de 64.06 g donde el principal contribuyente fue la pulpa con 29.89 g pulpa, (12.26 %), comparativamente baja con relación al cultivar Tommy Atkins.

Los parámetros para determinar el momento de corte en la madurez del fruto fueron, el color de la cáscara, pulpa y textura del fruto a considerar en producciones locales; mientras que el color externo e interno de la fruta, textura y tamaño del fruto, el contenido de sólidos solubles totales, pH y acidez titulable, pueden ser considerados para comercialización externa.

Se identificó que para ambas variedades el momento óptimo de cosecha para comercialización es a partir de los 94 días.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Replicar investigación sobre la fenología e indicadores de madurez del fruto de mango en las variedades estudiadas y variedades como; Caraña, Rosa, Papaya, Manzana, Julie, que confirmen o contrasten con los resultados obtenidos, producidos bajo las condiciones del país.

Para producciones locales, realizar el corte de mango utilizando los parámetros de madurez como el color de la cáscara, pulpa y textura del fruto, según empresa de exportación al momento de cosecha; tomar en cuenta parámetros físicos externos e internos, el contenido de sólidos solubles totales, pH y acidez titulable.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Agroproductores. (2018). *Cultivo de mango Mango (Mangifera indica L.)*. Agroproductores. <https://agroproductores.com/cultivo-de-mango/>
- Blog agricultura (2022). Estadísticas mundiales de producción de mango. <https://blogagricultura.com/estadisticas-mango-produccion/>
- CentralAmericaData.com. (2019). Central America Data.com. <https://centralamericadata.com/es/static/home>
- De la Asunción Castro, F. J., y Palacio, V. L. (2004). Efectos del nitrato de potasio y nitrato de potasio en la floración del mango (*Mangifera indica L.*) cv. Azúcar. [Tesis de ingeniería, Universidad de Magdalena]. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/visorpdf/get/0d46c0bb-861a-49c6-ade8-f36644d2892d/dmld2VyLVNhdCBKdWwgMjAgMjAyNCAyMTozMzoyNiBHTVQtMDYwMCAoaG9yYSBlc3ThbmRhciBjZW50cmFsKQ==>
- Ecología Verde. (15 de Julio de 2020). Ecología Verde. Tipo de frutos: <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-frutos-2869.html>
- Ecología Verde. (2021). Partes del fruto y sus funciones. <https://www.ecologiaverde.com/partes-del-fruto-y-sus-funciones-2864.html>
- Espinoza Rodríguez , O. V., y Espino Marín , A. I. (2022). Caracterización fenológica de cultivares de (*Mangifera indica L.*) Tommy Atkins y Criollo Rosa en finca El Plantel, Masaya, 2020. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4525/1/tnf40e77.pdf>
- Fallas , R., Bertsch, F., Miranda, E., y Henríquez, C. (2010). Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agronomía Costarricense*. 34(1), 4-8. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100001&lng=en&tlng=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100001&lng=en&tlng=es)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000). Manual de Manejo Postcosecha de Frutas Tropicales (papaya, pina, papaya cítricos). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a111220e-d670-46ba-bf6e-f15d62f507b2/content>
- Fischer, y Gerhard, R. F.-M. (2012). Manual para el cultivo de frutales en el trópico. En Inducción floral, floración y desarrollo del fruto [https://www.researchgate.net/publication/259672421\\_Induccion\\_floral\\_floracion\\_y\\_desarrollo\\_del\\_fruto](https://www.researchgate.net/publication/259672421_Induccion_floral_floracion_y_desarrollo_del_fruto)
- Gabriel-Ortega, J. C. (2017). Descripción morfológica y organoléptica de frutos de mango (*mangifera indica L.*) cultivados en el cantón Jipijapa en Ecuador. [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2\\_a07.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v8n2/v8n2_a07.pdf)

- Gamboa, J. p., y Mora, J. M. (2010). Guía para el cultivo de mango. <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/01/00471-mango.pdf>
- Gil Vallego, L. F., Arcila Cardona, A. M., Achury Morales, R. A., Sanabria Blandón, M. C., Arias Bonilla, H., y Baquero Lizcano, K. Y. (2013). Guía de campo para la identificación y manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de mango. [https://www.researchgate.net/publication/321588632\\_Guia\\_de\\_campo\\_para\\_la\\_identificacion\\_y\\_manejo\\_de\\_enfermedades\\_y\\_plagas\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_mango](https://www.researchgate.net/publication/321588632_Guia_de_campo_para_la_identificacion_y_manejo_de_enfermedades_y_plagas_en_el_cultivo_de_mango)
- Guía técnica para el cultivo de mango. (2013). Modelo productivo dirigido a mejorar la productividad y la competitividad. Ministerio de la Agricultura y Desarrollo Rural. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34475>
- Hanna Instrument. (s.f.). Hanna Instruments : <https://heeding.com/catalogo/titulador-de-acidez-titulable-en-jugo-de-fruta-mod-hi84532-01.pdf>
- Herogra Especiales. (24 de Enero de 2020). Herogra Especiales . Factores de calidad en frutos: grados Brix.
- INFO FRUT . (14 de Marzo de 2023). La fascinante historia detrás del mango y su origen. [ehttps://infofrut.com/la-fascinante-historia-detras-del-mango-y-su-origen/#La\\_expansion\\_del\\_Mango](https://infofrut.com/la-fascinante-historia-detras-del-mango-y-su-origen/#La_expansion_del_Mango)
- Instituto Nacional Tecnológico. (s.f). Manual del protagonista, Cultivos de Frutales. [https://www.tecnacional.edu.ni/media/Cultivos\\_de\\_frutales.compressed.pdf](https://www.tecnacional.edu.ni/media/Cultivos_de_frutales.compressed.pdf)
- Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuario. (2018). Recomendaciones para la producción de mango. Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria . [https://issuu.com/intanicaraguense/docs/guia\\_practica\\_inta\\_-\\_mango\\_2018](https://issuu.com/intanicaraguense/docs/guia_practica_inta_-_mango_2018)
- International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI. (2006). Descriptor de mango. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/c2a59b76-ec4d-4359-9787-1b7134ccf0af/content>
- Lara, I. (2013). Bases bioquímicas y fisiológicas de la maduración. [https://www.researchgate.net/publication/256309452\\_Bases\\_bioquimicas\\_y\\_fisiologicas\\_de\\_la\\_maduracion](https://www.researchgate.net/publication/256309452_Bases_bioquimicas_y_fisiologicas_de_la_maduracion)
- López García , S. D., y Trejo Durán , M. (2015). Análisis del estado de madurez de mango (Mangifera indica) mediante espectroscopía UV-VIS-NIR. Revista de Divulgación científica. <http://www.repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/2822/3/An%C3%A1lisis%20del%20estado%20de%20madurez%20de%20mango%28Mangifera%20indica%29%20mediante%20espectroscop%C3%ADa%20UV-VIS-NIR.pdf>
- Mahecha, G., De Civetta, L. A., y Rodríguez , C. (1991). Normas de Calidad para las variedades de Mango Tommy Atkins y común (Hilacha). <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/29439/15488-47130-1-PB.pdf>

- Manual de prácticas para el manejo postcosecha del mango. (2020). Manual de prácticas para el manejo postcosecha del mango. <https://journals.flvc.org/edis/article/view/122735/125958>
- Martínez-González, M. E.-M.-T.-C.-H. (2017). poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. Revista mexicana de Ciencias agrícolas. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8nspe19/2007-0934-remexca-8-spe19-4075.pdf>
- Merino, L. S., y Najas, T. . (2015). Plan de exportación del mango Tommy Atkins para la empresa "FRUTILANDIA S.A" Al Estado de los Ángeles California, Estados Unidos de América. Universidad Politécnica SALESIANA Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10024/1/UPS-GT001032.pdf>
- Ministerio de Fomento Industria y Comercio [MIFIC]. (2005). NTON. En N. T. NICARAGUENSE, Requisitos mínimos de calidad e inocuidad para el mango. 28 de Julio. <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/ACTUALIZACION%20051217/Secci%C3%B3n%20Inocuidad%20Frutas%20y%20Vegetales/Norma%20Mango.pdf>
- Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa [MEFCCA]. (s.f). Cartilla del cultivo de mango. MEFCCA. Obtenido de <https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento5370367.pdf>
- Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. (2008). morfología del mango. [https://www.mapa.gob.es/app/materialvegetal/docs/MORFOLOGIA%20DEL%20MANGO\\_No%20usar.pdf#:~:text=MORFOLOG%20DEL%20MANGO%20Porte%20El%20C%20A%20del%20mango,densas%20generan%20ramificaciones%20en%20paraguas%20y%20m%20C%20A%20altas](https://www.mapa.gob.es/app/materialvegetal/docs/MORFOLOGIA%20DEL%20MANGO_No%20usar.pdf#:~:text=MORFOLOG%20DEL%20MANGO%20Porte%20El%20C%20A%20del%20mango,densas%20generan%20ramificaciones%20en%20paraguas%20y%20m%20C%20A%20altas)
- Mora, J., Y Gamboa, J. (2002). Guia para el cultivo de mango. San Jose, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/f01-8004.pdf>
- Morazán, L. (2007). Diagnostico del Estado de Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas en dos Unidades de Producción de mango (Mangifera indica L.) del Departamento de Granada, Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2037/>
- Mosca de la fruta. (2019). Manual de la mosca de la fruta . Libros manuales de Agronomía . <https://www.librosymanualesdeagronomia.com/manual-de-mosca-de-la-fruta-agronomia-pdf-gratis/>
- Munguía, R. H. (1998). cultivo de frutales del trópico. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01M966c.pdf>

- portalfrutícola. (2019). portalfruticola.com. portalfruticola.com:  
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/05/28/fisiologia-del-crecimiento-y-maduracion-de-frutos/>
- Quintero, V. C., Giraldo. G.G., Lucas J. Vasco. J. (2013). Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera Indica* L.) durante su proceso de maduración. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial vol 11 No 1 (10-18).  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a02.pdf>
- Redagráfica. (2021). Aspecto claves en el proceso de maduración de poscosecha de mango. Redagráfica. <https://redagricola.com/aspectos-claves-en-el-proceso-de-maduracion-de-poscosecha-del-mango/>
- Salcedo, A. (2023). ¿cada cuanto, y como regar mi mango? Sembrar100.  
<https://www.sembrar100.com/arboles/mango/riego/>
- Sandoval Esquivel, A. (1983). Efecto de diferentes dosis y épocas de aplicación de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) para inducir la floración en mango tipo "manilla" (*Mangifera indica* L.) en la costa de Chiapas. Universidad de Guadalajara. Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura.  
[http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1423/Sandoval\\_Esquivel\\_Alfredo.pdf?sequence=1](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1423/Sandoval_Esquivel_Alfredo.pdf?sequence=1)
- Secretaría de Economía. (2016). ¿sabías que el mango Atulfo tiene denominación de origen?: <https://www.gob.mx/se/articulos/sabias-que-el-mango-ataulfo-tiene-denominacion-de-origen>
- Toribio Fernández, C. (2005). Cultivo de campo. En HOJAS DIVULGADORAS.
- Un Mundo Ecosostenible. (7 de Enero de 2023). Un Mundo Ecosostenible. Obtenido de Mesocarpio:  
<https://antropocene.it/es/2023/01/07/mesocarpio/#:~:text=Por%20el%20t%C3%A9rmino%20mesocarpio%2C%20en%20bot%C3%A1nica%2C%20nos%20referimos,tanto%2C%20intermedio%20entre%20el%20epicarpio%20y%20el%20endocarpio>
- Ventanilla Unica de Comercio Exterior de Nicaragua [VUCEN]. (2023). Comparativo de los Productos Exportados. <https://web.vucen.gob.ni/wp-content/uploads/2023/07/Comparativo-de-los-Productos-Exportados.pdf>
- Villamizar-Vargas, R. Q.-G.-G. (2019). cambios fisicoquímicos durante la maduración del mango Tommy Atkins en la poscosecha. U.D.U.C.A.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v22n1/0123-4226-rudca-22-01-e1159.pdf>

## IX. ANEXOS

Anexo 1: Muestras en proceso de secado en el horno para la curva de crecimiento



Anexo 2: Peso seco de pulpa y semilla



Anexo 3: Medición de pH mediante una muestra



Anexo 5: Conteo de inflorescencias



Anexo 6: Conteo de frutos por inflorescencia



Anexo 7: Parcela de mango variedad Tommy Atkins



Anexo 8: Comportamiento climático en el sitio de estudio

### Datos Meteorológico-2023

