



"Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Caracterización fenológica de cultivares de  
mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins y  
Criollo Rosa en finca El Plantel, Masaya, 2020

#### Autores

Br. Oscar Valerio Espinoza Rodríguez  
Br. Alma Iris Espino Marín

#### Asesores

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández  
Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Managua, Nicaragua  
Enero, 2022



"Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Caracterización fenológica de cultivares de  
mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins y  
Criollo Rosa en finca El Plantel, Masaya, 2020

### Autores

Br. Oscar Valerio Espinoza Rodríguez  
Br. Alma Iris Espino Marín

### Asesores

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández  
Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

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

**Managua, Nicaragua**  
**Enero, 2022**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Ingeniero Agrónomo***

---

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Moisés Agustín Blanco

Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Ing. José René Jarquín Díaz

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: Sala Magna (UNA), 08 de febrero 2022.

## **DEDICATORIA**

A Dios primeramente por ser quien me ha brindado sabiduría y conocimiento a lo largo de mi vida, a mis padres **Enrique José Espino** y **Flor de María Marín** por haberme brindado todo su apoyo desde mis primeros días y acompañarme en cada etapa de mi vida para llegar a hacer un profesional y crecer como persona. Mis padres, el más grande ejemplo e inspiración.

Br. Alma Iris Espino Marín

## **DEDICATORIA**

A Dios, el dador de la vida y la salud, por ser un amigo y consejero y por brindarme la oportunidad de culminar esta etapa en mi vida.

A mi abuelo Valerio Rodríguez (Q.E.P.D), quien su mayor sueño fue verme formado como un profesional.

A mis madres, a quienes dedico cada logro en mi vida.

Br. Oscar Valerio Espinoza Rodríguez

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres **Enrique José Espino** y **Flor de María Marín** por brindarme su apoyo moral y económico durante cada etapa de mi vida. Las personas que me han venido motivando a lo largo de mi vida a seguir adelante en los días difíciles.

A la prestigiosa alma mater Universidad Nacional Agraria (UNA) atreves del financiamiento de los fondos concursables de proyectos de investigación por brindarme la oportunidad de desarrollarme como persona, por ser la encargada de la formación profesional que tuve durante estos cinco años y por convertirse en mi segundo hogar.

A mis asesores MSc. Rodolfo Munguía y MSc. Martha Gutiérrez por haberme brindado su confianza, apoyo, tiempo y dedicación durante el desarrollo de esta investigación.

A todos los docentes que me impartieron cada una de las clases y brindaron su esfuerzo y tiempo para formarme como profesional y persona.

Br. Alma Iris Espino Marín

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios omnipotente, por ser mi refugio y fortaleza y por guiarme al camino del bien hasta el presente día.

A mi familia quienes me han dado su apoyo incondicional, mis madres Vilma Auxiliadora Rodríguez Hernández y Martha Ana Luna quienes son mi mayor fuente de inspiración y motor, mi padre, tíos y hermanos por su cariño inmenso

A mi querida Alma Máter, la Universidad Nacional Agraria atreves del financiamiento de los fondos concursables de proyectos de investigación y por ser mi casa de estudio durante este largo camino.

A los MSc. Rodolfo Munguía Hernández y Martha Gutiérrez Castillo por su dedicación y acompañamiento en la elaboración de este trabajo de graduación

A mis amigos y compañeros Arleth Zeledón, Néstor Munguía y Greyving Martínez por su amistad y apoyo incondicional.

Br. Oscar Valerio Espinoza Rodríguez.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>3</b>
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>6</b>
4.1. Ubicación del sitio de estudio	6
4.2. Materiales y equipos	6
4.3. Diseño metodológico	7
4.3.1. Descripción de los estados fenológicos	8
4.4. Variables evaluadas	10
4.4.1. Variables climáticas y edáficas	10
4.4.2. Variables de crecimiento fenológico de los árboles	10
4.5. Análisis de datos	12
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>13</b>
5.1. Comportamiento del clima en la finca El Plantel	13
5.2. Condiciones edáficas del área de estudio	15
5.3. Fenología del crecimiento vegetativo y reproductivo	16
5.3.1. Flujo de yemas y brotes apicales vegetativos y florales	16
5.3.2. Flujo de yemas y brotes laterales vegetativos y florales	19
5.4. Producción radicular	21
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>25</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	<b>26</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>28</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Estadíos fenológicos en las variedades Tommy Atkins y Criollo Rosa	8
2. Datos climáticos de la estación meteorológica de la finca El Plantel, Masaya, Nindirí, 2020	14
3. Análisis físico-químico del área de mango de la finca El Plantel, Masaya, Nindirí, 2020	15

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Localización del área del cultivo de mango, finca El Plantel, Masaya, 2020	6
2. Descripción grafica de la extracción de raíces de los cultivares de mango	11
3. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes apicales de mango de la variedad Tommy Atkins, El Plantel, Masaya, 2020.	16
4. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes apicales de mango de la variedad Criollo Rosa El Plantel, Masaya, 2020.	18
5. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes laterales de mango de la variedad Tommy Atkins, El Plantel, Masaya, 2020.	19
6. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes laterales de mango de la variedad Criollo Rosa, El Plantel, Masaya, 2020.	21
7. Producción radicular de las variedades mango Tommy Atkins y Criollo Rosa, El Plantel, Masaya, 2020.	22

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Observación de los estadios de las yemas y brotes.	28
2. Órganos florales de mango Tommy Atkins.	28
3. Plantación de mango Tommy Atkins en la finca El plantel, Nindirí, Masaya	28

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la unidad de Experimentación y Evaluación finca El Plantel, con el objetivo de caracterizar el comportamiento fenológico de cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins y Criollo Rosa durante el periodo de mayo a diciembre 2020 en las condiciones semisecas de la zona de Nindirí, Masaya bajo riego. Para este estudio, se seleccionaron 10 árboles de 5 años. Se evaluaron variables climáticas: temperatura (°C), humedad relativa (%), velocidad del viento (km h<sup>-1</sup>) y precipitaciones mensuales (mm) y parámetros edáficos físicos y químicos, junto a variables de crecimiento fenológico: flujo de brotes vegetativos y florales y producción de raíces. Se realizó un análisis cuantitativo sin un diseño experimental propiamente dicho. Se registraron temperaturas de 34 y 35 °C en junio y julio respectivamente, y temperaturas menores en los meses de noviembre (22 °C) y diciembre (19 °C), velocidad del viento osciló entre 8 y 13 km h<sup>-1</sup>, humedad relativa de 69.5 a 96.5 % principalmente en noviembre dado el alto régimen de precipitación de 277.4 mm; siendo aceptables dichas condiciones para la producción de mango, complementándose la disponibilidad de agua en época seca con riegos. En la variable flujo de brotes apicales y laterales vegetativos y florales los resultados mostraron que se dan dos momentos importantes de actividad vegetativa para ambas variedades, en los meses de mayo y octubre-noviembre; las dos variedades presentaron floración hasta el mes de diciembre y finalmente en la producción de raíces existe una sincronía alternada con el crecimiento vegetativo la cual consiste en que cuando existe crecimiento radicular se disminuye la actividad vegetativa y viceversa. Las condiciones edafoclimáticas presentes en el área de estudio no limitan el cultivo de las dos variedades de mango estudiadas puesto que el crecimiento vegetativo y radicular se dan de manera normal y sincronizada.

**Palabras clave:** comportamiento fenológico, crecimiento vegetativo.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the Experimentation and Evaluation unit El Plantel farm, with the aim of characterize the phenological behavior of mango cultivars (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins and Criollo Rosa during the period from May to December 2020 under the conditions semi-dry in the area of Nindirí, Masaya under irrigation. For this study, 10 trees were selected of 5-year-old. Climatic variables were evaluated: temperature ( $^{\circ}$  C), relative humidity (%), wind speed ( $\text{km hr}^{-1}$ ) and monthly rainfall (mm) and physical and chemical edaphic parameters, together with phenological growth variables: vegetative shoot flow and floral and root production. A quantitative analysis was performed without an experimentally stated design. Temperatures of 34 and 35  $^{\circ}$  C were recorded in June and July respectively, and lower temperatures in November (22  $^{\circ}$  C) and December (19  $^{\circ}$  C), wind speeds ranged between 8 and 13  $\text{km h}^{-1}$ , relative humidity of 69.5 96.5% mainly in November given the high precipitation regime of 277.4 mm; these conditions are acceptable for mango production, complementing the availability of water in the dry season with irrigation. In the variable flow of vegetative and floral apical and lateral shoots, the results appear that there are two important moments of vegetative activity for both varieties, in the months of May and October-November; both varieties present flowering until December and finally in root production there is an alternate synchrony with vegetative growth, which consists in the fact that when there is root growth, vegetative activity is reduced and vice versa. The edaphoclimatic conditions present in the study area do not limit the cultivation of the two mango varieties studied since vegetative and root growth occur in a normal and synchronized manner.

**Keywords:** phenological behavior, vegetative growth.

## I. INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es originario del Asia tropical; es considerada como una de las frutas que se han venido cultivando por el hombre desde hace aproximadamente cuatro mil años. Este árbol fue favorito de los antiguos pueblos de la India, se caracteriza por naturalizarse rápidamente al llevarse a regiones donde las condiciones son favorables para este cultivo, a tal punto que en ocasiones los árboles pueden tomar una apariencia silvestre (Fernández, 2005).

En la actualidad la explotación del cultivo del mango está siendo dirigida únicamente a las regiones de clima tropical y subtropical, debido principalmente a una particular debilidad que presenta en zonas con bajas temperaturas. Las zonas adecuadas para su desarrollo son las que presentan una temperatura media anual entre 22 a 27 °C, aunque existen diferencias en los comportamientos de las variedades, que no están ligados a temperaturas, sino que dependen de la región de origen de estas. La mayoría de las variedades comerciales que se cultivan son de origen subtropical (Gamboa & Mora, 2010., p. 12).

Durante el año 2018, las exportaciones nicaragüenses de este fruto sumaron US\$ 3.3 millones, 26.7 % menos que en 2017, durante este año el precio cayó 50 %. Cifras del Plan de Producción y Comercio 2019-2020 detallan que en 2018 el país vendió al exterior 126.400 quintales de mango (5 735,027.22 kg), 13 % menos que lo exportado en 2017 (Bejarano, 2019).

La fenología tiene el objetivo fundamental de estudiar y describir de manera integral las diferentes transiciones fenológicas que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, 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 y producción de los cultivos (Yzarra, s. f., p. 9).

Comúnmente podemos encontrar prácticas de manejo agronómico que son específicas para cada estado fenológico determinado que atraviesa una planta, por ejemplo, en riego, fertilización, control de plagas o de enfermedades, etc. Para el caso de cultivos perennes en estado adulto, los eventos comúnmente observados están ligados a la dinámica del crecimiento en las yemas y se dividen en diferentes estadios vegetativos y reproductivos (Corredor & García, 2011).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Caracterizar el comportamiento fenológico de dos variedades de mango según su desarrollo durante el periodo de mayo a diciembre del 2020 en las condiciones semisecas de la zona de Nindirí bajo riego, finca El Plantel, Masaya.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Mostrar los cambios de las fases fenológicas observables en los cultivares de mango Tommy Atkins y Criollo Rosa y su relación con las condiciones agroclimáticas presentes en el sitio.
- Contrastar las curvas de crecimiento vegetativo y reproductivo de las variedades de mango Tommy Atkins y Criollo Rosa con el comportamiento del sistema radical.

### III. MARCO DE REFERENCIA

El concepto de fenología es definido como las manifestaciones visibles del desarrollo, crecimiento y reproducción, mismas que son el producto de los diferentes procesos fisiológicos que tienen lugar dentro de las plantas. A lo largo del desarrollo de la agricultura se ha considerado de gran importancia, debido a que mediante observaciones fenológicas se puede llegar a conocer la adaptabilidad de los diferentes materiales genéticos a una región en particular. El conocimiento del comportamiento de la fenología es parte fundamental para el manejo agronómico de los cultivos, pues al identificar los diferentes estadios principales y secundarios se puede llegar a conocer su comportamiento reproductivo y productivo (García, 2010., p. 9).

El cultivo de mango, al igual que la mayoría de las especies vegetales, posee la característica de que las manifestaciones su ciclo fenológico son controlados en el árbol fundamentalmente por factores climáticos. Asimismo, en los climas con estaciones bien definidas como los climas subtropicales, existe una significativa separación de las fases o etapas vegetativas, de latencia o reposo y la reproductiva. Por el contrario, en los lugares de estaciones no muy definidas como en los climas tropicales se pueden producir a la vez las diferentes fases en diferentes árboles o un solo árbol, sobre todo si los materiales genéticos han sido seleccionados en zonas de clima subtropical (Gamboa & Mora, 2010., p., 13).

Cuando se trabaja con especies frutales perennes en zonas tropicales se debe tomar en consideración que estas tienen un comportamiento más complejo, debido a la continua relación entre estructura del árbol, desarrollo vegetativo y floración. Son aspectos importantes la posición de las diferentes ramas en la copa del árbol, la repetición cíclica del crecimiento vegetativo y reproductivo, así como el control del desarrollo floral. Estos eventos son mucho más complejos que en las plantas herbáceas o anuales. Son de igual forma importantes los períodos de letargo o de crecimiento lento, que están a su vez controlados por factores endógenos en respuesta a cambios particulares en el ambiente. El frío y la sequía son condiciones naturales que disminuyen el crecimiento vegetativo del árbol en condiciones de clima subtropical y tropical, respectivamente. Los procesos naturales de floración en muchas especies de frutales leñosos casi siempre están asociados con la inhibición del crecimiento



vegetativo en función de la edad (ontogenia) y del estado nutricional de la planta (Borchert, 1983).

El conocimiento del comportamiento vegetativo y reproductivo que es constituido por las fases de iniciación floral, diferenciación, floración, cuajo de frutos, desarrollo de frutos, época de cosecha, flujos vegetativos y flujos de crecimiento radical, y son consideradas como una respuesta de las plantas de mango a las variaciones climáticas a lo largo del año entre otros aspectos, es de vital importancia de cara al mejor manejo de los árboles para obtener mayores rendimientos. Esa información puede utilizarse para la planificación de fertilizaciones y la realización de diversas prácticas que ayuden a obtener al final una mejor floración, cuaje de frutos y por ende una mejor cosecha (Fournier, 1974, Citado por Gamboa & Mora, 2010., p. 13).

Corredor & García, (2011) expresan que:

La longitud de crecimiento y el tamaño de las hojas pueden ser muy variables dependiendo de la variedad, el grado de desarrollo del árbol y la densidad de árboles en el huerto. El comportamiento de la floración obedece a la misma situación de los brotes vegetativos y su ubicación en la copa del árbol incide en la activación de la yema, en este caso en un evento reproductivo. (p. 25)

La ley bioclimática (establecida en 1918 por Andrew Hopkins y ampliada por él mismo en 1938) sugiere el uso de las observaciones fenológicas en lugar de las meteorológicas, ya que en ellas se integran los factores edáficos y los efectos del microclima durante el desarrollo de las plantas. Estos estudios del clima con base en la fenología de las plantas tienen grandes desarrollos en la región subtropical, quizás porque el ambiente climático del subtrópico es más marcado en cuanto a eventos estacionales donde la temperatura es el factor que condiciona la dinámica del crecimiento y desarrollo en las plantas. En la actualidad se dispone de avances importantes en el papel de los factores climáticos, edáficos y biológicos involucrados en la duración del ciclo biológico y producción de los cultivos anuales o de ciclo corto, donde los modelos basados en el tiempo térmico han logrado dilucidar los eventos fenológicos y la aparición de estadios de desarrollo o aparición de insectos plaga. En cultivos anuales se ha logrado demostrar que el ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, lo que puede afectar incluso el rendimiento; no obstante, para las especies frutales arbóreas en

condiciones de trópico-ecuatorial el avance no es muy significativo. En el trópico, es necesario definir los ritmos fenológicos de los árboles frutales y las condiciones climáticas que los gobiernan (Citado por García, 2010, p. 16).

Al realizar una búsqueda exhaustiva de investigaciones que estén orientadas a estudiar la fenología del cultivo de mango o de árboles frutales en general a nivel nacional se encontró que la información disponible al respecto es prácticamente nula, por lo que surge la necesidad de realizar una investigación con ese enfoque y promover este tipo de estudios con mayor frecuencia y profundidad.

En este estudio se presentan observaciones, análisis y descripciones de la influencia de las condiciones climáticas del municipio de Nindirí, Departamento de Masaya en las plantaciones de mango establecidas en la finca El Plantel.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Ubicación del sitio de estudio

La unidad de Experimentación y Evaluación El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria se encuentra localizada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, en el municipio de Nindirí, departamento de Masaya y cuenta con un área de 167.085 ha. Las coordenadas geográficas ubican entre los 12°06'24'' y 12°07'30'' Latitud Norte y entre los 86°04'46'' y los 86°05'27'' Longitud Oeste (Méndez y Muñoz, 2020).



Figura 1. Localización del área del cultivo de mango, finca El Plantel, Masaya, 2020

### 4.2. Materiales y equipos

En la finca El Plantel, fueron establecidos en 2015 árboles de mango de las variedades Tommy Atkins, Batista, Julie y Criolla Rosa, todas injertadas sobre patrón criollo, las que iniciaron su etapa de producción a partir del año 2020. Los tres primeros genotipos son introducciones al país, mientras que el último es considerado un mango criollo. Para el presente estudio fueron consideradas solamente las variedades de mango Tommy Atkins y Criollo Rosa.

Existen variedades que son reconocidas por ser originadas en Florida, E.E.U.U, una de ellas es la variedad Tommy Atkins, así como Haden, Brooks, Springfield, Keitt, etc., mismas que han

sido un factor preponderante en el considerable desarrollo de la industria del mango en Florida, en los últimos 30 años (Jiménez y Mora, 2003). De la variedad Criollo Rosa no se tiene registro de su origen, únicamente que es considerada como una variedad acriollada en Nicaragua.

El tamaño de la fruta del mango Tommy Atkins, es mediano hasta 13 cm de largo y pesa hasta 1,2 kg, con un promedio de 475 g. La forma es ovalada a oblonga con una punta ancha y redonda y un inconspicuo camanance, la inserción del pedúnculo es recta y ligeramente levantada, el color base es anaranjado amarillo y el rubor es de rojo oscuro a rojo brillante, el cual puede cubrir la mayor parte de la superficie de muchas frutas. La superficie de la fruta es lisa, la cáscara es gruesa y resistente al daño mecánico, la pulpa es amarilla oscura con una textura firme debido a la presencia de abundantes fibras finas, pero sujetas a descomposición fisiológica. El sabor es de regular a bueno, la pulpa firme junto a la cáscara gruesa hace que la fruta sea resistente al daño por manejo y adecuada para el embarque, con larga vida de almacenamiento. El endocarpio es pequeño y constituye solo 6 % a 7 % del peso de la fruta, (Mango Tommy Atkins, s. f.)

El mango Criollo Rosa “es una variedad de fruto redondo y aplanado, de cáscara verde oscuro. Los frutos más grandes miden 6 cm de diámetro y la pulpa puede llegar a medir 2 cm de grosor con un sabor dulce y agradable al paladar” (*Mango*, 2018., par. 13), por lo que a menudo es consumida como golosina.

#### **4.3. Diseño metodológico**






Las variedades Tommy Atkins, Criollo Rosa, Batista y Julie se encuentran distribuidas en un área de dos hectáreas localizadas en la finca El Plantel. Cada variedad está constituida por 140 árboles, a una distancia de siembra de 6 metros entre plantas sembrado en un marco de plantación a tres bolillos, que da una densidad poblacional total de 560 árboles.







Para el desarrollo del estudio de fenología en las variedades seleccionadas de mango se procedió a seleccionar 10 árboles por variedad a partir de los siguientes criterios; árboles con crecimiento uniforme (altura, amplitud de copa) y arboles con edad de 5 años, Se identificaron con una etiqueta la que se colgó permanentemente en el árbol y permitió darles el seguimiento a las variables definidas.


### 4.3.1. Descripción de los estados fenológicos

Para el seguimiento y caracterización de los siguientes estados por los cuales atraviesa el cultivo de mango se tomó como referencia el artículo de García (2010).

Cuadro 1. Estadios fenológicos en las variedades Tommy Atkins Y Criollo Rosa

Estadios	Descripción
	<p><b>A</b> <b>Yema en reposo</b></p> <p>Las yemas vegetativas y de inflorescencias están indiferenciadas, cerradas y totalmente cubiertas por escamas, las cuales se encuentran entrecruzadas o en punta.</p>
	<p><b>B</b> <b>Comienzo del hinchamiento de las yemas</b></p> <p>Empiezan a hincharse las yemas. Se inicia la separación de escamas que cubren la yema hasta quedar ligeramente separadas.</p>
	<p><b>C</b> <b>Abultamiento de las yemas</b></p> <p>De apariencia abultada por el incremento en el tamaño (diámetro y longitud) de las yemas con separación de las escamas que cubren los meristemas.</p>
	<p><b>D</b> <b>Ápices visibles</b></p> <p>Hay un incremento en el tamaño de la yema, que presenta forma redonda y con escamas separadas. Primeros ápices verdes visibles.</p>
	<p><b>E</b> <b>Yema alargada</b></p> <p>La yema se torna alargada, con una punta más definida. Se logra distinguir la diferenciación morfológica del brote vegetativo.</p>

Estadios	Descripción
	<p><b>F</b> <b>Aparición de las primeras hojas</b></p> <p>Las escamas verdes empiezan abrir y las hojas están emergiendo. Las primeras hojas aparecen muy juntas, sin lograr hacer el conteo de las mismas.</p>
	<p><b>G</b> <b>Elongación y separación de las hojas</b></p> <p>Se logra hacer el conteo del total de las hojas del brote. Aún no alcanzan su tamaño final.</p>
	<p><b>H</b> <b>Brote empieza a crecer</b></p> <p>Las hojas se desarrollan y alcanzan un 30 % de su tamaño final, son tiernas y de color verde claro o cobrizo brillante, según la variedad</p>
	<p><b>I</b> <b>El brote alcanza el 60 % del tamaño final</b></p> <p>Las hojas toman un color verde claro, pierden el brillo y alcanzan un tamaño aproximado del 60 % de su tamaño final; son menos tiernas que en el estadio anterior.</p>
	<p><b>J</b> <b>El brote alcanza el 90 % del tamaño final</b></p> <p>Las hojas toman el 90 % del tamaño final, las cuales toman un color verde oscuro y son de textura acartonada. Las yemas entran en un estado de reposo.</p>
	<p><b>K</b> <b>Órganos florales visibles.</b></p> <p>Las escamas se separan y se hacen visibles los primordios en los brotes florales.</p>

Estadios	Descripción
 <p data-bbox="565 245 727 378"><b>L</b> <b>Presencia de las primeras flores</b></p>	<p data-bbox="764 245 1330 497">Inicia la elongación del eje de la inflorescencia con las flores que se hacen visibles, pero están todavía cerradas (botón verde). Se distribuyen en racimos con o sin hojas.</p>

Fuente: Fotos propias y descripción de García (2010)

#### 4.4. Variables evaluadas

##### 4.4.1. Variables climáticas y edáficas

**Variabes de clima:** en la finca El Plantel a partir del mes de junio del 2020, fue establecida la estación meteorológica marca Vantage PRO2 modelo 6152, que registra lo siguiente: temperatura (°C) máxima y mínima, humedad relativa (%) máxima y mínima, velocidad del viento (km h<sup>-1</sup>) máxima y mínima y precipitaciones mensuales (mm).

**Variabes edáficas:** en el año 2020 se realizó un muestreo de campo en el área de cultivo de mango para obtener muestras representativas de suelo del horizonte A, a una profundidad de 0-18 cm. A dichas muestras se le realizó análisis de laboratorio y se determinó los parámetros físicos (textura) y químicos (pH, Materia Orgánica (MO), Fósforo disponible (P-disp), Conductividad eléctrica (CE), K, Ca, Mg, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Fe, Cu, Mn, Zn).

##### 4.4.2. Variables de crecimiento y desarrollo

###### *Flujo de brotes vegetativos y florales*

Se seleccionaron cuatro ramas por árbol considerando la orientación Norte, Este, Sur y Oeste, enumeradas del uno al cuatro respectivamente, presentando las siguientes características: 1.5 m de longitud y no menos de 10 brotes por cada una. Al número de brotes totales se les dio seguimiento una vez al mes durante un periodo de ocho meses comprendido desde mayo a diciembre del año 2020. Para el estudio de esta variable se llevó a cabo el monitoreo del desarrollo morfológico de las yemas apicales y laterales.

### ***Producción de raíces***

Para llevar a cabo el estudio del crecimiento de raíces en biomasa se seleccionaron dos árboles por variedad, por mes. Para definir los puntos de muestreo se consideró los puntos cardinales este y oeste, el ancho de la proyección de la copa de los árboles y se excavó a partir de una distancia de 70 cm del tronco del árbol, se extrajeron volúmenes de suelo de 40 cm de largo, ancho y profundidad y se separaron las raíces nuevas, se procedió a lavarlas y secarlas utilizando papel toalla, luego pesadas en una balanza digital de 0.1 g y se depositaron en bolsas de papel kraft, posteriormente fueron secadas en un horno a una temperatura de 70 °C por 72 horas, se registró el peso en gramos de la materia seca.

### ***Proceso de la extracción de raíces***



Extracción del volumen de suelo de 40x40x40 cm



Separación de las raíces más jóvenes



Lavado de las raíces extraídas



Pesaje la las raices frescas



Pesaje de las raíces secas

Figura 2. Descripción gráfica de la extracción de raíces de los cultivares de mango



#### **4.5. Análisis de datos**

Los datos se analizaron en el software EXCEL, utilizando la estadística descriptiva como herramienta principal y con esta lograr describir las características y comportamientos cada una de las variables mediante medidas de resumen y gráficos, para la presentación de los resultados utilizamos unidades como: tablas, gráficas y media aritmética.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Comportamiento del clima en la finca El Plantel

La información climática obtenida del sitio en el periodo de junio a diciembre del año 2020 los datos demuestran que en los meses de junio y julio se registraron las temperaturas más altas, 34 °C y 35 °C respectivamente, de igual manera se registraron temperaturas relativamente frescas en noviembre con 22 °C y diciembre con 19 °C.

De acuerdo con Budowski (1965) y Sage y Kubien (2007), “la temperatura es uno de los principales controladores de la distribución y productividad de las plantas, con efectos importantes en la actividad fisiológica en todas las escalas temporales y espaciales” (Citado por Yepes y Silveira, 2011, p. 213-232).

El calor es necesario para la vida; cada proceso vital y cada nivel de desarrollo están determinados por un a un rango definido de temperatura. Particularmente para las especies de climas tropicales y subtropicales, las temperaturas óptimas oscilan entre un intervalo de 15 °C y 35 °C, encontrándose una obvia variación de temperaturas y su adaptación a ellas debida a la altitud (Yepes y Silveira, 2011., p. 221).

Debido a la alta susceptibilidad que tiene el mango a las bajas temperaturas su cultivo está limitado a zonas con clima tropical o subtropical. En las zonas cuya temperatura anual media es de 20 y 26 °C las convierte en ideales para el desarrollo óptimo del cultivo de mango. Asimismo, altas temperaturas durante la noche (28-32 °C) permiten que el fruto madure mejor y más rápido y a su vez tenga dulzura agradable al paladar (Michel *et al.*, 2000., p. 7).

La velocidad del viento registrada oscila entre los 8 y 13 km h<sup>-1</sup> a lo largo de todo el estudio. En cuanto a la humedad relativa, los valores más altos se presentaron en los meses de octubre y noviembre, encontrados en un rango de 69.5 % a 96.5 %, siendo un factor influyente en la regulación de la temperatura.

De acuerdo con Golberg (2010., p. 229) “existe conocimiento desde hace un buen tiempo del efecto de los vientos con una velocidad igual o mayor a 7.4 m s<sup>-1</sup> (26.64 km h<sup>-1</sup>), sobre el crecimiento de órganos de las plantas” (p. 221-223), puesto que afectan negativamente al estado hídrico de las hojas y la temperatura de las mismas, asimismo puede disminuir la tasa

fotosintética y la transpiración, sin embargo la velocidad máxima del viento registrada no supera los 13 km hr<sup>-1</sup> por lo que lo antes expuesto no representa una limitante para el desarrollo fenológico de las plantaciones que se evaluaron.

Asimismo, el registro de precipitaciones señala que los meses con altas precipitaciones fueron junio, septiembre y noviembre con 140.8, 198.1 y 277.4 mm respectivamente, en este último mes la abundante cantidad de lluvias con respecto a los demás meses se debió a los huracanes Eta y Iota que afectaron al país en un periodo de 15 días. Contrario a lo antes expuesto, en los meses de julio, agosto y octubre la cantidad de precipitaciones fue menor a los 137 mm y en el mes de diciembre disminuyeron notablemente, registrándose 4.2 mm en todo el mes.

Los requerimientos hídricos del cultivo de mango son amplios, ya que pueden variar entre los 500 y 2 500 mm por año, pero la estación lluviosa debe estar bien marcada y separada por una estación seca que empiece antes de las primeras apariciones florales. Una buena distribución de la época de lluvia es considerada como tal si comienza a finales de mayo hasta mediados de octubre para que el desarrollo vegetativo se vea favorecido. La época seca favorece la producción de mangos ayudando a que el crecimiento se reduzca e induciendo la floración. Esto favorece también la supresión enfermedades fúngicas en las flores y la fruta en desarrollo (Jiménez y Mora, 2003).

Cuadro 2. Datos climáticos de la estación meteorológica de la finca El Plantel, Masaya, Nindirí, 2020

Variable	Mes							
	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Temperatura (°C)	Máxima	34.0	35.0	34.0	33.0	32.0	31.0	32.0
	Media	27.0	26.9	26.8	26.9	26.3	25.6	25.7
	Mínima	23.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	19.0
Humedad Relativa (%)	Máxima	98.0	96.0	97.0	96.0	97.0	98.0	94.0
	Media	84.2	83.4	84.8	85.3	89.2	89.8	80.3
	Mínima	52.0	53.0	53.0	60.0	70.0	69.0	56.0
Velocidad del viento (km h <sup>-1</sup> )	Máxima	13.0	11.0	11.0	8.0	11.0	13.0	13.0
	Media	3.4	3.3	3.2	2.2	1.8	2.9	3.6
	Mínima	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Precipitación (mm)	Total	140.8	137.2	100.0	198.1	101.7	277.4	4.2

Nota: Jun: Junio; Jul: Julio; Ago: Agosto; Sept: Septiembre; Oct: Octubre; Nov: Noviembre; Dic: Diciembre.

## 5.2. Condiciones edáficas del área de estudio

El análisis fisicoquímico del suelo plasmado en el Cuadro 3, de acuerdo con la interpretación de Quintana *et al.*, (1983., p. 18) indican que el pH es neutro, el contenido de materia orgánica es medio; la conductividad eléctrica es baja, lo que no sugiere problemas de salinidad; capacidad de intercambio catiónico alta; potasio alto, calcio muy alto y magnesio muy alto; el fosforo disponible es pobre y de textura franco limoso. De acuerdo con los resultados, esta área presenta las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo.

Los suelos óptimos para el cultivo del mango son aquellos de textura limosa, profundos y ricos en humus, con una capa mínima de 75 cm de profundidad, aunque lo ideal serían suelos de 1 a 1.5 m de profundidad y un pH entre 5.5 y 7.5. Teniendo en cuenta lo expuesto por Michel, *et al.*, (2000., p. 8) que: “un análisis de suelo que presente resultados de Calcio (CaO) 1.2 %, Magnesio (MgO) 1.18 %, Potasio (K<sub>2</sub>O) 2.73 %, Nitrógeno 0.105 % el cultivo de mango prospera muy bien” tomando en cuenta lo antes expuesto se puede decir que los resultados obtenidos en el análisis físico-químico realizado los resultados se asemejan mucho a las condiciones expuestas por Michel, *et al.*, (2000)

Cuadro 3. Análisis físico-químico del área de mango de la finca El Plantel, Masaya, Nindirí, 2020

Propiedad	Unidad de medida	Resultado	Interpretación
Acidez	pH (H <sub>2</sub> O)	7.17	Neutro
Materia Orgánica	%	2.45	Medio
P-disp.	Ppm	1.62	Pobre
CE	μS/cm	119.40	Bajo
K		1.11	Alto
Ca	meq/100 g suelo	25.91	Muy alto
Mg		9.59	Muy alto
CIC		44.79	Muy alto
Fe		17.85	Medio
Cu	ppm	6.50	Muy Alto
Mn		19.60	Muy alto
Zn		3.35	Medio
Arena total			25.54
Limo Total	%	51.43	Franco limoso
Arcilla total		23.02	

Fuente: LABSA, 2020- plantación de Mango en la finca El Plantel, Nindirí – Masaya.

### 5.3.Fenología del crecimiento vegetativo y reproductivo

#### 5.3.1. Flujo de yemas y brotes apicales vegetativos y florales

García (2010), plantea que el comportamiento fenológico del mango está influenciado por la variedad, el manejo agronómico dado a los árboles y la variabilidad en el clima; este último parámetro es de mucha importancia puesto que conocer la variación de los estados fenológicos que atraviesan las yemas de los árboles en contraste con las condiciones de clima puede ser una herramienta que a largo plazo determine la estimación de épocas de cosecha.

Se puede observar que en el desarrollo fenológico existe una alternancia entre los estados que atraviesan los brotes vegetativos, por ejemplo, el estadio “A”, en el mes de mayo tiene presencia en más del 60 % de los brotes, pero ese porcentaje baja considerablemente en el mes de junio y julio y toma mayor presencia el estadio “J” con poco más del 50 % de los brotes totales, posteriormente se observa que en el mes de agosto hay una baja notable del estadio “J” y toma lugar en las plantas el estadio “I” con un 38 %, esa misma dinámica es constante cuando en el mes de septiembre más del 45 % de los brotes se encuentran en estado “G”.

Por último la considerable alza de más del 75 % del estadio “A” en los meses de octubre y noviembre, esto concuerda con lo expuesto por Issarakraisila *et al.* (1991) y Chacko (1991), quienes explican que “el crecimiento del árbol de mango tiende a ser periódico debido a que el desarrollo de los brotes se da en etapas alternadas con períodos de reposo, mismas que se conocen como *flujo de crecimiento o unidad intercalar*” (citado por García, 2010, p. 12).

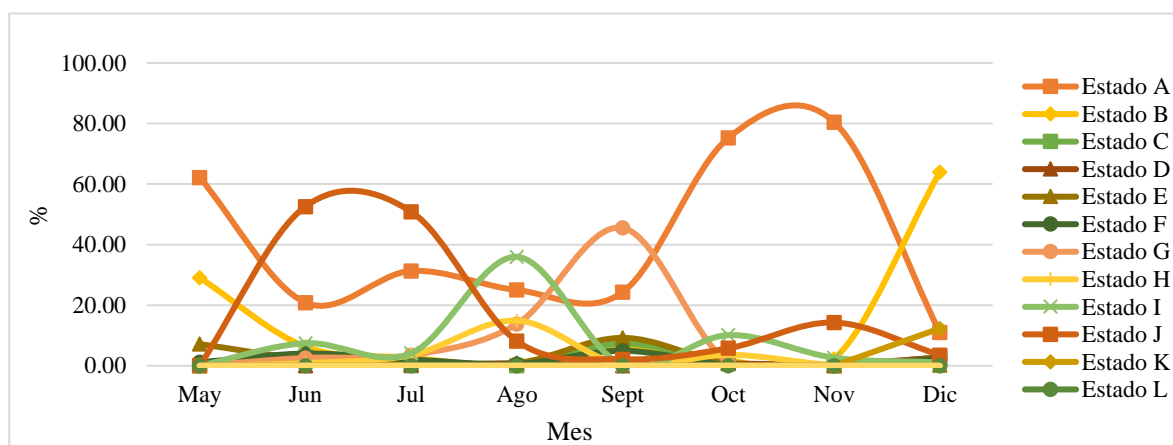


Figura 3. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes apicales de mango de la variedad Tommy Atkins, El Plantel, Masaya, 2020.

El comportamiento del estadio de los brotes en la variedad Tommy Atkins mostrados en la Figura 3, es similar a lo planteado por Gamboa y Mora (2010, p. 21) que explica que en las áreas con clima tropical “se pueden producir a la vez las diferentes fases en diferentes árboles o un solo árbol”.

Se pueden apreciar dos momentos de importante actividad de crecimiento vegetativo; a inicios del estudio en el mes de mayo y en los meses de octubre y noviembre, el cual evidentemente fue mayor que el primero, esto puede ser una respuesta de las plantas de mango a las altas precipitaciones caídas en estos meses, ya que según Jiménez y Mora (2003), el desarrollo vegetativo se ve favorecido cuando hay una buena cantidad y distribución de las lluvias.

La variedad Tommy Atkins presentó estados reproductivos (floración) solamente el mes de diciembre debido a que aproximadamente el 13 % de los brotes totales se encontraron en estadio “K”, el cual es el primero que se manifiesta cuando comienza a haber actividad floral en los brotes de las plantas. Este comportamiento es inusual para esta variedad tomando en cuenta lo planteado por Cedeva (2017), quien sostiene que: “los brotes florales del mango Tommy Atkins comienzan a diferenciarse en los meses de agosto-septiembre en la provincia de Formosa, Argentina”, la cual posee condiciones climáticas tropicales a subtropicales.

El proceso de inducción floral, según Cedeva (2017), “está asociado a la inhibición del crecimiento vegetativo y al estado nutricional de la planta. El frío o el estrés hídrico son condiciones determinantes en el detenimiento del crecimiento vegetativo del mango en los climas subtropicales y tropicales”.

En la Figura 3, también se puede observar que los estadios vegetativos “A”, “G”, “I” y “J” fueron los más observados durante el tiempo que duró el estudio de la caracterización fenológica. No se pueden apreciar los estados “B”, “C”, “D”, “E”, “F”, “H” y “K”, dados los bajos valores observados en los árboles debido a que estos estados probablemente tienen una ocurrencia de tiempo corto entre un estado y otro, ya que de acuerdo con García (2010), los brotes del cultivo de mango pueden atravesar todos sus estados fenológicos vegetativos en lapso de entre 5 y 12 días naturales.

Para el caso de la variedad de mango Criollo Rosa (Figura 3), se puede apreciar que el flujo vegetativo en los brotes también concuerda con lo expuesto por Gamboa y Mora (2010), quienes explican que pueden darse a la vez las diferentes fases en diferentes árboles o en uno solo.

De igual forma se puede observar la alternancia descrita por Issarakraisila *et al.* (1991) y Chacko (1991), cuando explican que el crecimiento del árbol de mango tiende a ser periódico debido a que el desarrollo de los brotes se da en etapas alternadas con períodos de reposo, mismas que se conocen como *flujo de crecimiento o unidad intercalar* (citado por García, 2010, p. 12).

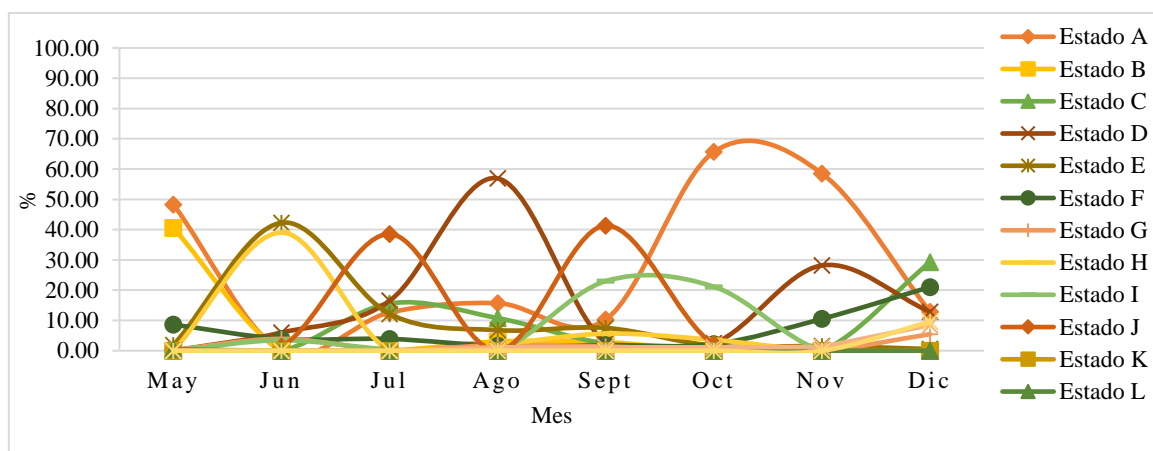


Figura 4. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes apicales de mango de la variedad Criollo Rosa El Plantel, Masaya, 2020.

El comportamiento de los brotes apicales de la variedad Rosa, se aprecia que al igual que en la variedad Tommy Atkins se presentan dos momentos importantes de crecimiento vegetativo los cuales coinciden en ocurrir en el mes de mayo, el primer momento y en los meses de octubre-noviembre el segundo momento, esto se debe a que, pese a que son variedades diferentes, ambas estuvieron expuestas a las mismas condiciones edafoclimáticas.

En la variedad Rosa logramos observar una mayor dinamicidad entre los diferentes estadios que atraviesan como: “A”, “B”, “C”, “D”, “E”, “G” y “J”; (Figura 4), se aprecia un poco más a detalle la alternancia de los brotes vegetativos hasta el mes de noviembre cuando aún no había interrupción por estadios florales.

De igual manera, se aprecia actividad floral en los brotes a partir del mes de agosto al mes de noviembre, pero en estos meses el porcentaje no supera el 1.5 % para el estadio “M” sino hasta

el mes de diciembre que se observa un aumento del 8.7 % para el estadio “M” y 9.56 % para el estadio “N”, ambos estadios representan actividad floral en los brotes.

Sin embargo, tomando en cuenta lo antes planteado se puede retomar lo explicado por García (2010), al explicar que los brotes atraviesan sus estadios vegetativos en un tiempo relativamente corto, puesto que en las Figura 3, no se observa que los estados de los brotes sigan la escala fenológica de manera ordenada.

### 5.3.2. Flujo de yemas y brotes laterales vegetativos y florales

EcuRed (s.f.), da a conocer que las yemas laterales son pequeños cuerpos ovoideos, con frecuencia escamosos, cuando se desarrollan dan lugar a nuevos órganos vegetales. Constituye el brote juvenil embrionario de una planta que en ella encierra hojas, tallos o flores sin desarrollar.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Figura 5) en el flujo de las yemas laterales en el cultivar Tommy Atkins se observa que en el mes de mayo el estadio “A” no se encontró, sin embargo, estuvo presente el estadio “E” en el 60% de los brotes. En el mes de junio se observó el estadio “A” en más del 35 % de las yemas totales y el estadio “F” en un 41 %. En los meses de julio y agosto la presencia del estadio “A” no fue mayor del 25 %, mientras que el estadio “I” fue aproximadamente del 49 % de los brotes totales.

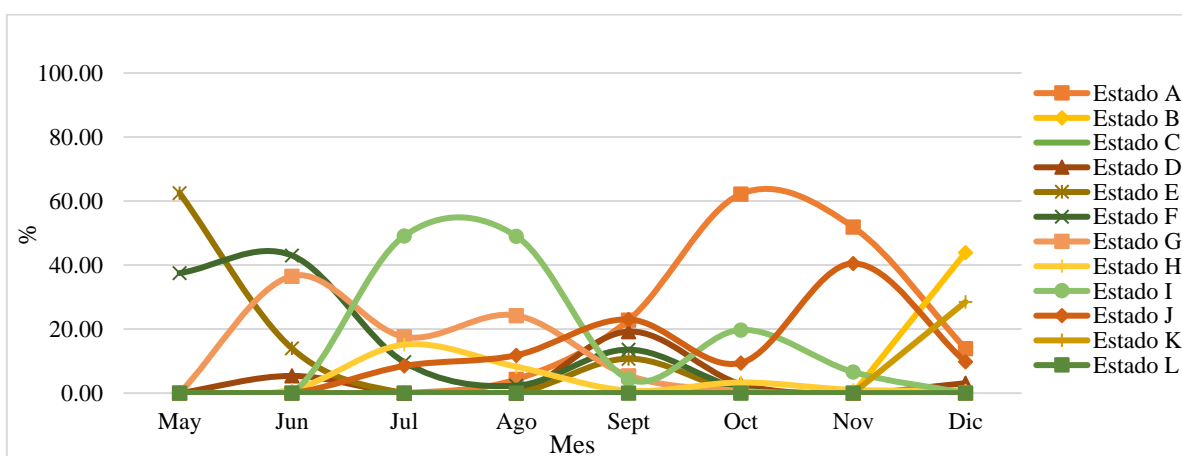


Figura 5. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes laterales de mango de la variedad Tommy Atkins, El Plantel, Masaya, 2020.

En el mes de Octubre el estadio “A” incrementa su presencia en un 62 % de las yemas totales, siendo este mes donde mayor actividad vegetativa se aprecia, lo que indica crecimiento de



nuevas estructuras vegetativas, en el mes de noviembre y diciembre este estadio disminuyó progresivamente, dando lugar a la formación del estadio “B” con 43.91 % en el mes de diciembre.

Con respecto a la variedad Criollo Rosa se observa en la Figura 6, que el desarrollo fenológico de las yemas y brotes laterales presenta variación entre los estadios vegetativos que atraviesan, es este sentido el estadio “A”, mostró una actividad vegetativa alcanzando un 17.31 % de las yemas totales en el mes de mayo, disminuyendo considerablemente en los meses de junio y julio en un 0 % de yemas totales.

En el mes de mayo con un 82.72 % de las yemas totales, se observaron los estadios “E” y “F” que se caracterizan por una yema alargada, distinguiéndose el brote vegetativo y en su desarrollo las escamas verdes comienzan a abrirse dando lugar a las primeras apariciones de las hojas (García, 2010). Estos mismos estadios en el mes de junio y julio disminuyeron dando lugar al estadio “G” en un 78.77 % de las yemas totales, reduciendo su presencia en el mes de julio e incrementándose en el mes de agosto con un valor de 34.62 % reduciéndose en el mes de septiembre hasta no estar presente en los siguientes meses.

En el mes de agosto, septiembre y octubre el estadio “A” aumentó periódicamente alcanzando una actividad vegetativa de 6.41, 19.23 y 18.21 % respectivamente de las yemas totales, en el mes de noviembre este estadio aumenta su actividad vegetativa en un 88.57 % de las yemas totales esto debido que en el mes de octubre se encontraron la presencia del estadio “I” en 52.23 % de las yemas totales, muy probablemente se desarrolló el estadio “J” que implica la producción de nuevas yemas las cuales entran en reposo lo que se traduce en yemas en estadio “A”, este comportamiento justifica el incremento en el mes noviembre, en diciembre este estadio disminuyó su presencia a un 27.27 % lo que conllevó a una transformación hasta el estadio “C” con una presencia en 61.36 % de las yemas totales, que se caracteriza por una apariencia abultada, separación de escamas que cubre los meristemos (García, 2010).

Con lo antes expuesto, Becerrera (s.f.) hace referencia que el crecimiento de los brotes o yemas apicales regula el desarrollo de yemas laterales, “Los niveles hormonales que aumentan el vigor de la yema apical fortalecen la dominancia apical, mientras que la presencia de yemas menos vigorosas permite el crecimiento lateral bajo la influencia de hormonas que promueven el crecimiento de la yema axilar”. (par. 4)

Díaz (2017) da a conocer que las hormonas citocininas funcionan como un activador en el crecimiento de las yemas laterales, tomando como referencia lo antes expuesto se puede decir que en los meses donde se observó mayor actividad vegetativa (mayor presencia del estadio “A”) existe una mayor actividad de las citocininas, por ende, se ve una mayor actividad en el origen de nuevas yemas apicales.

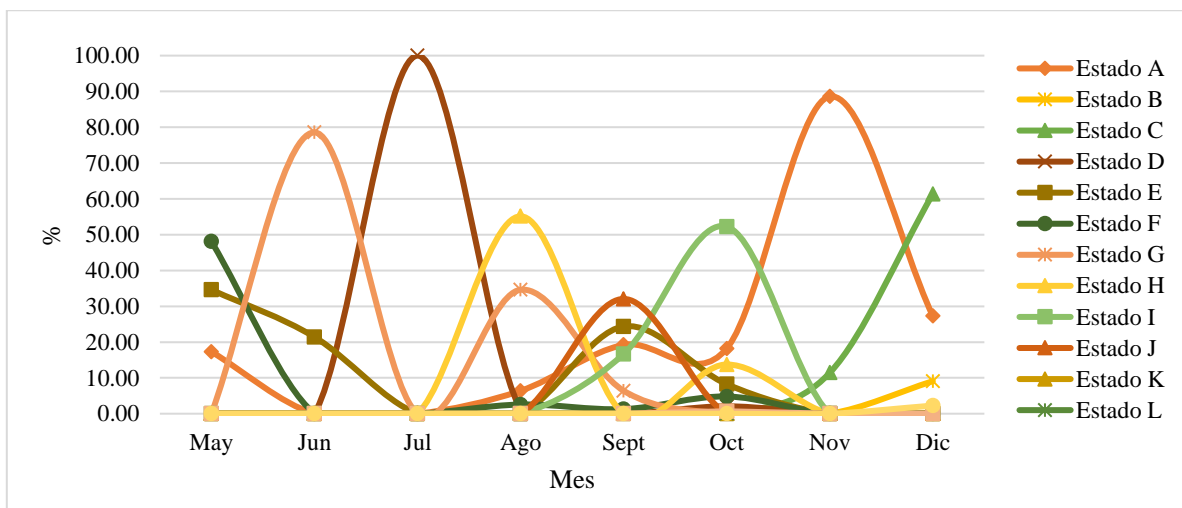


Figura 6. Comportamiento del flujo en los estados que transcurren los brotes laterales de mango de la variedad Criollo Rosa, El Plantel, Masaya, 2020.

#### 5.4. Producción radicular

Para Urbina (2001) “el sistema radical de las plantas leñosas frutales está compuesto por un conjunto de raíces sucesivamente ramificado que adopta una estructura más o menos gradual”. (p. 12)

La forma y estructura radicular depende en gran manera de las especies y variedades de frutales, sin embargo, para las plantas propagadas por semilla, como es el caso del cultivo del mango y según lo planteado también por Urbina (2001) “se forma una raíz primaria a partir de la radícula del embrión; de esta raíz primaria pivotante surgen raíces laterales de primer orden, a partir de las cuales se desarrollan, mediante ramificaciones, las raíces de órdenes inferiores sucesivos”. (p. 13)

Tomando en cuenta lo antes planteado, en la figura 7, se aprecia que la producción de raíces en la Variedad Tommy Atkins es considerablemente mayor en comparación a la variedad Criollo Rosa, en los meses de mayo y junio la variedad Tommy Atkins alcanzó una producción más elevada en comparación a los demás meses, por otro lado, la producción de raíces en la variedad

Criollo Rosa alcanzó los niveles más altos en el mes de diciembre. Ambas variedades presentaron una disminución en la producción de raíces nuevas en el mes de julio, siendo esto una de las similitudes más notorias en dicha variable.

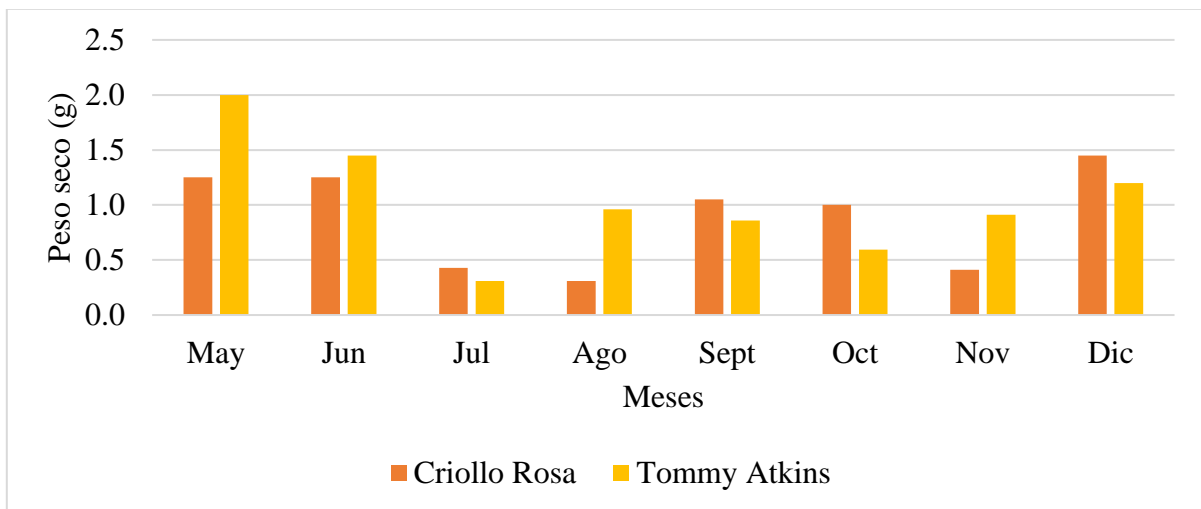


Figura 7. Producción radicular de las variedades mango Tommy Atkins y Criollo Rosa, El Plantel, Masaya, 2020.

Existen varios factores que influyen en el crecimiento radicular de los frutales perennes entre los cuales se pueden destacar: la especie y variedad del cultivo (estos factores son atribuidos al patrón en caso de tratarse con plantas injertadas) y condiciones de suelo como la temperatura, humedad, aireación, textura y fertilidad de este, entre otros.

En ese sentido, Urbina (2001), plantea que existe una influencia del sistema radical sobre el área foliar de las plantas, principalmente porque las raíces son las encargadas de absorber agua y nutrientes para posteriormente ser transportados hasta la copa de los árboles, pero también dicha influencia responde a que cuando se activa el desarrollo de crecimiento vegetativo foliar, la producción de raíces es relativamente baja, lo cual ocurre de manera inversa cuando la producción de raíces incrementa ya que hay un cese en el desarrollo vegetativo foliar.

Este fenómeno lo observamos al comparar los resultados obtenidos en la Figura 7, con los resultados de la Figura 3, específicamente en los meses de octubre y noviembre porque precisamente en estos meses la variedad Tommy Atkins presentó mayor actividad vegetativa generando el estadio “A” con 75.24 % y 80.48 % de los brotes apicales totales respectivamente, pero el crecimiento radicular es relativamente bajo, 0.59 g en octubre y 0.91 g en noviembre, sin embargo la producción de raíces incrementa en el mes de diciembre a 1.2 g y en este mes

hay un declive de la actividad vegetativa con un total del 10.99 % del estadio “A” de los brotes totales.

En la variedad Criollo Rosa, la producción de raíces fue menor de 0.5 g en los meses de julio, agosto y noviembre, (Figura 7) sin embargo, es notoria la actividad vegetativa, (Figura 4.) en los brotes apicales principalmente los estadios “J”, “E” y “A”, este último estadio toma mayor presencia en el mes de noviembre en el 58.51 % de los brotes totales, pero para el mes de diciembre la actividad del estadio “A” disminuye a menos del 10 % de los brotes totales y el crecimiento radicular aumenta a 1.5 g.

## VI. CONCLUSIONES

El suministro de agua por las precipitaciones ocurridas en el periodo de investigación garantizó el requerimiento hídrico del cultivo, lo que favoreció el desarrollo vegetativo durante la época húmeda y en los meses secos se complementó con riego; otras variables climáticas no excedieron los valores por lo que no representaron una limitante, de igual manera las propiedades físicas y químicas de suelo.

Los modelos de crecimiento vegetativo de los brotes apicales y laterales en las variedades Tommy Atkins y Criollo Rosa tienen un comportamiento similar, básicamente porque en ambas se observan dos momentos importantes de crecimiento vegetativo, apreciables en los meses de mayo y octubre-noviembre, este comportamiento puede deberse a que ambas variedades pese a que son diferentes estuvieron expuestas a las mismas condiciones edafoclimáticas.

La aparición de órganos florales fue casi ausente durante los meses de mayo a noviembre en ambas variedades, no fue hasta el mes de diciembre que comenzó el primer flujo de estadios florales con porcentaje no mayor del 13 % de los brotes totales.

Está evidenciada la relación existente entre el sistema radicular y la copa de los árboles mediante la sincronía alternada presente y que es observada cuando se observa una abundante actividad vegetativa, el crecimiento radicular es relativamente bajo; sin embargo, en los meses donde la producción de raíces aumenta hay un declive en la actividad vegetativa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Continuar con estudios de fenología en el cultivo de mango bajo las mismas condiciones que permitan confirmar los resultados obtenidos, siendo este el primer estudio con el presente enfoque en la zona de Nindirí, Masaya y probablemente en Nicaragua.

Considerar las etapas fenológicas del mango descritas en el presente estudio según las variedades para elaborar un plan de fertilización para este cultivo.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Becerrera Paola (s.f.). Dominancia Apical. <https://es.slideshare.net/paolitabece/dominancia-apical>
- Bejarano, M. (2019, 21 mayo). Exportaciones de no tradicionales bajan. El Nuevo Diario. <https://www.elnuevodiario.com.ni>
- Borchert, R. (junio, 1983). Phenology and control of flowering in tropical trees. Biotropica Vol. 15 N° 2. p. 81-89. [01\\_Borchert\\_1983.pdf \(ku.edu\)](https://www.ku.edu/~borchert/01_Borchert_1983.pdf)
- Cedeva Misión Tecaagle (2017). Guía técnica para el cultivo del mango en el noreste de la provincia de Formosa. <https://cedeva.com.ar/wp-content/uploads/2019/02/guia-para-produccion-de-mango-2017-corregido-por-vailati.pdf>
- Corredor P, J. P., & García L, J. (2011, 1 noviembre). Vista de Fenología reproductiva, biología floral y visitantes florales en los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Hilacha y Tommy Atkins en el valle del alto Magdalena (Colombia). Corpoica, Vol. 12, N° 1, p. 21-32. <http://revista.corpoica.org.co>
- Díaz, M. D. (2017). Las Hormonas Vegetales en las Plantas. Serie Nutrición Vegetal Núm. 88. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>
- EcuRed (s.f.). Yemas apicales. <https://www.ecured.cu/Yema>
- Fernández, C. T. (2005). Cultivo de Mango. Hojas divulgadas. <https://www.mapa.gob.es>
- Gamboa Porras, J. R., & Mora Montero, J. (2010). Guía para el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.). Platicar. <http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/01/00471-mango.pdf>
- García Lozano, J. (2010). *Fenología del cultivo del mango (Mangifera indica L.) en el alto y bajo Magdalena: Bases conceptuales para su manipulación*. (1. ed.). [https://docplayer.es/27365828-Fenologia-del-cultivo-del-mango-mangifera-indica-1.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.es/27365828-Fenologia-del-cultivo-del-mango-mangifera-indica-1.html#show_full_text).
- Golberg, A. D. (2010). El viento y la vida de las plantas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 42 (1), 221-243. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837646017.pdf>
- Jiménez Díaz, J., y Mora Montero, J. (2003). *El cultivo del mango* (1. ed.) Universidad EARTH. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Mango/mango.htm#Toc46022561>
- Mango Tommy Atkins. (s. f.). Trops. Recuperado 22 de junio de 2020, de <https://www.trops.es/mango-tommy-atkins/>
- Mango. (2018, 17 octubre). Larousse Cocina. <https://laroussecocina.mx/palabra/mango-2/>
- Méndez Ballester, O & Muñoz Sánchez, M. (2020) Evaluación del estado actual de las plantaciones forestales establecidas en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología El Plantel, Nindirí, Masaya, 2020 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

- Michel, R., Montaña, G., Mora, J., y Moneada, E. (2000, 26 marzo). *Cultivo de Mango (Mangifera indica L.)*. bdigital.zamorano.edu. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2470/1/cultivo%20de%20mango.pdf>
- Urbina Vallejo, V. (2001). *Morfología y desarrollo vegetativo de los frutales* (2.ed.). Paperkite Editorial. <http://ocw.udl.cat/enginyeria-i-arquitectura/fructicultura/continguts-1/1-5/n.o-5-monografias-de-fructicultura-v.-urbina-web-udl>
- Yepes, A. y Silveira Buckeridge, M. (julio-diciembre, 2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (revisión). *Colombia Forestal*, 14 (2), 213-232. <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v14n2/v14n2a06.pdf>
- Yzarra Tito, W. J. (s. f.). Manual de observaciones fenológicas. senamhi. Recuperado 22 de junio de 2020, de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf>



## IX. ANEXOS



Anexo 1. Observación de los estadios de las yemas y brotes.



Anexo 2. Órganos florales de mango Tommy Atkins.



Anexo 3. Plantación de mango Tommy Atkins en la finca El plantel, Nindirí, Masaya