



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación fenológica del aguacate (*Persea americana* Mill) de la variedad Benik y Corn Island en la Finca el Plantel, Masaya, 2020

Autores

Br. Massiell del Carmen Membreño Taleno
Br. Verania del Carmen Lezama Gaitán

Asesores

Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández
Ing. MSc. Martha del Rosario Gutiérrez Castillo

Managua, Nicaragua
Febrero, 2022



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Evaluación fenológica del aguacate (*Persea americana* Mill) de la variedad Benik y Corn Island en la Finca el Plantel, Masaya, 2020

Autores

Br. Massiell del Carmen Membreño Taleno
Br. Verania del Carmen Lezama Gaitán

Asesores

Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández
Ing. MSc. Martha del Rosario Gutiérrez Castillo

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Febrero, 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

Presidente (Ing. Harlem Tania Ríos)

Secretario (Ing. Luis Ruiz Obando)

Vocal (Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco)

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua 01 de febrero 2022

DEDICATORIA

En la culminación de este peldaño le doy el más alto honor al eterno **Dios**, quien me encontró y me amó primero, el que me llenó de fortaleza y me da un amor genuino cada día de mi vida. A él le dedico en primera instancia este logro por siempre caminar a mi lado y nunca dejarme sola.

Doy homenaje a mis padres, especialmente a mi madre **Delmira del Carmen Taleno** quien me ha dado todo y quien es el amor eterno de mi vida, quien me ha apoyado siempre sin nunca desmayar, gracias por sus consejos y su gran amor para conmigo, les dedico este triunfo y aún más porque gracias a ellos es quien soy la mujer de hoy.

A mis hermanos **Heydi Lisseth Membreño Taleno** y **Yader Enrique Membreño Taleno** porque de alguna manera estuvieron para mí, reflejando lo que realmente quería para mí. Y enseñarles que todo lo que anhelamos Dios es quien lo cumple si caminamos de la mano con él.

Br. Massiell del Carmen Membreño Taleno

DEDICATORIA

El presente trabajo que es de gran valor en mi vida, se lo dedico primeramente a **Dios** por darme la fuerza y sabiduría necesarias para superar los obstáculos y adversidades que se me presentaron en el transcurso de mi formación como profesional.

Porque tú has sido refugio para mí, torre fuerte frente al enemigo.

Salmo 61:3

Este logro se lo dedico con gran amor a mis padres **Bernardo de la Concepción Lezama Gaitán** y **Berania del Carmen Gaitán Cruz**, por sus incansables oraciones a diario, por darme un amor incondicional y desinteresado, por sus persistentes sacrificios y no doblegarse con el fin de brindarme un apoyo incondicional, por confiar plenamente en mí y sobre todo por inculcarme el valor de la humildad y perseverancia.

De manera muy especial al **Br. Julio César Montalván Martínez** por ser esa persona que ha estado conmigo durante la elaboración del presente trabajo, por darme esas palabras de aliento, amor en momentos difíciles y creer siempre en mí.

“Si en medio de las adversidades, persevera el corazón con serenidad, con gozo y con paz, esto es amor”

Santa Teresa de Jesús

Br. Verania del Carmen Lezama Guitan

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por haberme dado el privilegio de estar en este mundo y vivir la vida que vivo, por su misericordia y amor interminable, por su sabiduría e inteligencia que me brindó a lo largo de estos años, quien me ha dado las fuerzas para poder culminar con esta etapa tan maravillosa de mi vida y por haber concedido uno de los grandes anhelos de mi corazón. Por él y para él es esto.

Gracias eternamente a mi madre **Delmira del Carmen Taleno** y a mi padre **Ricardo Enrique Membreño Vidaurre** por ser los principales motores de mi vida, por darme amor y un apoyo incondicional, por confiar y creer en mí, por todos sus consejos y valores que han penetrado mi vida. A mis hermanos y toda mi familia por sus oraciones.

Agradezco a mis profesores y asesores **Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández** e **Ing. MSc. Martha del Rosario Gutiérrez Castillo**, por darme la oportunidad de realizar este trabajo y facilitarme los medios, por estar en todo momento y compartir sus conocimientos a lo largo de mi preparación, por haberme guiado durante este camino maravilloso.

A mi compañera y colega **Br. Verania del Carmen Lezama Gaitán** por ser mi gran amiga en el transcurso de mis años en la universidad, por tantas risas, llantos y por muchos momentos increíbles que vivimos juntas. Por haber contribuido en la elaboración y finalización de este proyecto, gracias amiga.

A mi alma mater, la **Universidad Nacional Agraria**, por haberme abierto los portones de la oportunidad y darme una herramienta en mis manos para poder sobresalir en este mundo, muchas gracias por todo el apoyo emocional y económico que me brindo a lo largo de este camino y aun apoyarme en la culminación de mi carrera, gracias mí UNA.

Br. Massiell del Carmen Membreño Taleno.

AGRADECIMIENTO

Eternamente agradecida con **Dios**, por darme la dicha de gozar y disfrutar la vida, por darme unos padres ejemplares, por no dejarme desvanecer en momentos difíciles, por poner en mi vida a personas maravillosas que de alguna u otra manera me ayudaron a cumplir esta etapa valiosa de mi vida.

Inmensamente agradecida con mis hermanos **Mauren Patricia Lezama Gaitán** y **Martín de los Santos Lezama Gaitán**, por motivarme de muchas formas en aferrarme a cumplir esta meta en mi vida y demostrarles que todo sacrificio es recompensado con gran satisfacción.

Agradezco especialmente a mis asesores **Ing. MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández** e **Ing. MSc. Martha del Rosario Gutiérrez Castillo**, porque confiaron en mí, por su apoyo y dedicación durante la elaboración del presente documento, por compartir sus conocimientos durante el transcurso de mi preparación.

A mi coautora y colega **Br. Massiell del Carmen Membreño Taleno**, por ser mi compañera inseparable durante la carrera universitaria, por tantos momentos maravillosos que vivimos juntas, por contribuir a la elaboración y finalización de este proyecto.

A mi tía **MSc. Liliam de Jesús Lezama Gaitán**, por motivarme e incentivar-me a estudiar esta carrera, por brindarme su apoyo durante mi formación universitaria. Gracias por siempre confiar en mí.

De manera muy especial agradezco al **Ing. José Jonathan González Cortez**, **Lic. Omar Antonio Sánchez Barrio**, **Lic. María Asunción Ortiz** y **Ing. Byron Antonio Oporta Mejía**, por brindarme sus conocimientos y apoyo durante toda mi secundaria, por siempre creer en mis capacidades en poder culminar mi carrera y ser una gran ingeniera agrónoma. Gracias por cada uno de sus consejos y compartir sus experiencias conmigo.

A la Universidad Nacional Agraria por darme la oportunidad de formarme como profesional en tan prestigiosa alma mater en las ciencias agrarias, por brindarme todos los recursos necesarios para la elaboración y finalización del presente proyecto.

Br. Verania del Carmen Lezama Gaitán

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	6
4.1 Ubicación del estudio	6
4.2 Materiales y equipos	6
4.2.1 Estados fenológicos vegetativos y reproductivos en el cultivo de aguacate	7
4.2.2 Variables climáticas	12
4.2.3 Producción de raíces	13
4.2.4 Análisis de suelo en la finca El Plantel	13
4.2.5. Análisis de información	14
V. RESULTADOS Y DISCUSION	15
5.1 Condiciones de clima	15
5.2 Condiciones de suelo	17
5.3 Estado fenológico vegetativo y floral	19
5.3.1 Yemas apicales variedad Benik	19
5.3.2 Yemas laterales variedad Benik	20
5.3.3 Yemas apicales de la variedad Corn Island	21
5.3.4 Yemas laterales de la variedad Corn Island	22
5.4 Producción de raíces	24

5.4.1 Producción de raíces en la variedad Benik	24
5.4.2 Producción de raíces en la variedad Corn Island	25
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
VIII. LITERATURA CITADA	29
IX. ANEXOS	31

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Descripción morfológica de los estadios vegetativos y reproductivo en el cultivo de aguacate	8
2.	Características físicas y químicas del suelo en la finca El Plantel 2020	18

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del sitio de estudio finca El Plantel, 2021.	6
2.	Extracción de raíces en el cultivo de aguacate.	13
3.	Datos de temperatura y precipitación de la finca El Plantel, 2020.	15
4.	Datos de porcentaje de humedad en la finca El Plantel, 2020.	16
5.	Datos de la velocidad del viento en la finca El Plantel, 2020.	17
6.	Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas apicales en la variedad Benik.	19
7.	Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas laterales en la variedad Benik.	21
8.	Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas apicales en la variedad Corn Island.	22
9.	Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas laterales en la variedad Corn Island.	24
10.	Producción de raíces de la variedad Corn Island y Benik.	26

INDICE DE ANEXO

ANEXO	PÁGINA
1. Plantación de aguacate del área experimental en la finca El Plantel, 2020	31
2. Pesaje de raíces en el cultivo de aguacate	31
3. Fruto de la variedad Benik	32
4. Fruto de la variedad Corn Island	32

RESUMEN

En la Finca El Plantel se realizó un estudio de fenología en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en las variedades Benik y Corn Island en el periodo de mayo a diciembre del 2020, con el objetivo de diferenciar el comportamiento del desarrollo fenológico en condiciones semisecas. Se evaluaron diez árboles con una edad de cinco años por variedad, en cada uno fueron seleccionados cuatro ramas, marcadas en dirección a los puntos cardinales; se midieron las variables: crecimiento de flujos vegetativos (aérea y radical) y reproductivos, cuantificándose los estadios a partir de su descripción morfológica. Los resultados registrados de las condiciones climáticas del sitio de la plantación de aguacate mostraron condiciones favorables que deben ser complementadas con riego; mientras que sus propiedades químicas son aceptables, excepto la profundidad de suelo y bajo contenido de potasio. Se deduce que las variedades Benik y Corn Island presentan dos puntos de mayor crecimiento de brotes vegetativos nuevos en las yemas apicales en junio y octubre. Las precipitaciones ocurridas hasta el mes de noviembre influyeron en el incremento de nuevos brotes vegetativos y el inicio de la etapa de floración en las yemas apicales en ambas variedades. Se destacan las diferentes respuestas fenológicas de las yemas laterales entre las variedades, debido a que la floración de la variedad Corn Island ocurrió antes que se diera la floración en la variedad Benik. El crecimiento de las raíces no suberizadas mostró un patrón de alternancia con el crecimiento de los brotes vegetativos y florales.

Palabras clave: Comportamiento fenológico, Estadios vegetativos y florales, raíces blancas, no suberizadas.

ABSTRACT

At Finca El Plantel, a phenology study was carried out on avocado cultivation (*Persea americana* Mill) in the Benik and Corn Island varieties from May to December 2020, with the aim of differentiating the behavior of phenological development under conditions semi-dry. Ten trees with an age of five years per variety were evaluated, in each one four branches were selected, marked in the direction of the cardinal points; the variables were measured: growth of vegetative flows (aerial and root) and reproductive, quantifying the stages from their morphological description. The registered results of the climatic conditions of the avocado plantation site showed favorable conditions that must be complemented with irrigation; while its chemical properties are acceptable, except for soil depth and low potassium content. It is deduced that the Benik and Corn Island varieties present two points of greatest growth of new vegetative shoots in the apical buds in June and October. The rainfall that occurred until the month of November influenced the increase of new vegetative shoots and the beginning of the flowering stage in the apical buds in both varieties. The different phenological responses of the lateral buds between the varieties are highlighted, because the flowering of the Corn Island variety occurred before the flowering of the Benik variety. The growth of the non-suberized roots showed a pattern of alternation with the growth of the vegetative and floral shoots.

Keywords: Phenological behavior, vegetative and floral stages, white roots, not suberized.

I. INTRODUCCION

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Nicaragua, se ha venido fomentando su siembra a pequeña o mediana escala, representando una fuente de ingresos económicos para los productores de este rubro, así como al país.

Tiene su origen en Centroamérica y México; de acuerdo con Renner (2004), menciona que la familia está conformada “con alrededor de 92 géneros descritos y un número indeterminado de especies que varía de 2.840 a 3.340 que se distribuyen por todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo” (citado por Galindo y Arzate, 2010, p. 11-12).

Para Rocha *et al.*, (2011) el estudio de la fenología en el cultivo de aguacate permite realizar una mejor planificación de las prácticas agronómicas que requiere en cada fase fenológica, obteniendo resultados eficientes (p. 305).

Estudios realizados por Aubel y Lossois (1972) definieron que en el cultivo de aguacate se presentan “13 estados fenológicos” los cuales fueron distribuidos en “3 periodos”. El periodo I compuesto por “5 estados para la fase vegetativa”, el periodo II con “5 estados para la floración” y el periodo III con “3 estados de fructificación”. Sin embargo, Gandolfo, (2008, p. 21) aclara que fue excluido de las fases fenológicas “el proceso dicógamo de la floración del aguacate”.

El aguacate presenta flores hermafroditas, con polinización cruzada; según (Cabezas *et al.*, 2003), mencionan que la floración de este cultivo “manifiesta una dicogamia sincronizada, es decir, la maduración de los órganos sexuales femenino y masculino de la flor ocurre en distinto momento, haciéndolo en primer lugar los órganos femeninos, los cultivares se clasifican en dos grupos, A y B” (p. 238).

Para aumentar la frecuencia de autopolinización y cuajo de los frutos en las plantaciones de aguacate, se debe tener variedades que pertenezcan al grupo floral A y B, lo que permitirá garantizar la existencia de flores de ambos sexos, pero en distintos árboles.

El propósito del estudio es evaluar las etapas fenológicas de las variedades Benik y Corn Island observadas en la finca El Plantel que difieren en los cambios morfológicos que ocurren en los diferentes estadios de las yemas vegetativas y florales a través del tiempo, logrando identificar

el momento oportuno para la realización de las actividades que requiere el manejo agronómico, como la fertilización con el objetivo de incrementar la producción de calidad.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diferenciar el comportamiento fenológico de las variedades Benik y Corn Island según su desarrollo en la finca El Plantel durante el periodo de mayo a diciembre 2020.

2.2 Objetivos específicos

Determinar las variables climáticas y su influencia en el desarrollo fenológico de las variedades de aguacate Benik y Corn Island.

Describir las fases fenológicas vegetativas y reproductivas observables entre las variedades Benik y Corn Island.

Comparar el crecimiento de raíces no suberizadas con la aparición y transformación de los brotes vegetativos y reproductivos de las variedades de aguacate Benik y Corn Island.

III. MARCO DE REFERENCIA

Un componente importante de la fisiología en los vegetales a tomar en cuenta es la fenología que tiene que ver con procesos de cambio en el desarrollo de este, a como es expresado por Domínguez y Paz (2008) definen: “La fenología vegetal como la producción periódica de las estructuras vegetativas y reproductivas, es resultado de las interacciones entre factores bióticos y abióticos que determinan el tiempo más adecuado para el crecimiento y la reproducción de las plantas” (p. 1).

En relación a la adaptación de las plantas según el sitio, según Alvarado *et al.* (2002) menciona que “existen pocas regiones en el planeta donde las condiciones ambientales sean favorables para las funciones de las plantas, por tanto, cambios en el clima, obligan a las plantas a desarrollar cambios en la morfología y fisiología para sobrevivir” (p. 495). Estos mismos autores expresan que “la repetición sincronizada del clima y los eventos fenológicos, tales como floración, fructificación, es utilizada para definir las secuencias estacionales. Esta estacionalidad se refiere a los cambios que presenta el ambiente, como a las respuestas biológicas condicionadas por dichos cambios”.

Thorp y Sedgley (1992) señalan con relación al crecimiento vegetativo en el cultivo de aguacate, lo describen “por tener un crecimiento rítmico monopodial, es decir, con un crecimiento de una yema vegetativa terminal del eje central de cada brote que permanece y continúa su desarrollo año tras año” (citado por Gandolfo, 2008, p. 19).

Para Alvarado *et al* (2002) el estudio fenológico no es algo que se ha conocido hasta el día de hoy esto ha venido desarrollándose a lo largo de los siglos pasados como una herramienta para predecir las estaciones ambientales, la relación que tienen las condiciones ambientales con las actividades de las plantas a través del tiempo, los estudios fenológicos siguen siendo base para tener la certeza de las etapas de producción en los diferentes cultivares y la respuesta de estos a los cambios ambientales (p. 497).

En la actualidad, se están llevando a cabo intensas investigaciones sobre la variabilidad ambiental, cambio climático y la estimación de los efectos antropogénicos. Para esto se han utilizado métodos estadísticos, aunque el uso de plantas como indicadores biológicos se está haciendo más popular, dada su sensibilidad a las condiciones ambientales, ya que las plantas no sólo responden al ambiente, sino que lo predicen y en algunos casos lo anticipan (Alvarado *et al.*, 2002, p. 497).

El cultivo del aguacate presenta eventos fenológicos, los cuales se distribuyen en vegetativas y reproductivas en donde cada una de estas fenofases están encargadas en la producción de hojas nuevas, raíces (vegetativa) y en la floración y fructificación (reproductiva). Calabrese, (1992) y Hernández (1991) mencionan que:

El aguacate a lo largo del año puede tener uno o más ciclos vegetativos seguidos de un periodo de crecimiento radicular. Las raíces comienzan su crecimiento cuando el primer crecimiento vegetativo comienza a declinar. Posteriormente, comienza un segundo periodo de crecimiento vegetativo, restableciéndose de esta manera el equilibrio entre una fase de crecimiento radicular y otra vegetativa (Citado por Gandolfo, 2008, p. 20).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

La unidad de Experimentación y Evaluación El Plantel, mostrada en la Figura 1. es propiedad de la Universidad Nacional Agraria, se encuentra localizada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, en el Municipio de Nindirí, cuenta con un área de 167.085 ha. Ubicada entre las coordenadas geográficas 12°06'24'' Latitud Norte y entre los 86°04'46'' Longitud Oeste. (Méndez y Muñoz, 2020, p. 4).



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio finca El Plantel, 2021

4.2 Materiales y equipos

Para el presente estudio se consideró una plantación de aguacate establecida en la finca El Plantel, seleccionando las variedades Benik y Corn Island; a continuación, se describen:

El aguacate Benik, pertenece al grupo floral A, es un árbol de tamaño mediano, ramas desarregladas, hojas alargadas color verde con bordes ondulados, brotes rojizos y de

producción precoz. Los frutos son de forma aplanada, de tamaño mediano a grande, de cascara áspera, cuando madura es de color morado, semilla pequeña, pulpa de buen espesor, con buen sabor y alta calidad, contiene entre 15 % y 24 % de grasa (Catálogo de variedades de aguacate, 2017).

“Esta variedad pertenece a la raza guatemalteca. Es una variedad temprana tanto por su floración (noviembre) como por su maduración (abril)” (Barbeau, 1990, p. 195). Este mismo autor expresa que la variedad Corn Island pertenece al grupo floral B, es una variedad precoz que florece en noviembre – diciembre y madura de abril a principio de junio. (p. 197)

El aguacate Corn Island es un árbol de tamaño mediano con un crecimiento vertical, ramificaciones de tamaño reducidos, hojas alargadas con ondulaciones en los bordes, brotes color rojizos. Los frutos de forma ovalada, pulpa de color amarillo, cascara gruesa, de color morados al madurar, semilla de tamaño mediano y contiene un promedio de 6 % de grasa. (Cartilla de variedades de aguacate, 2019).

Para estudiar las etapas fenológicas se seleccionaron 10 árboles a partir de criterios como: Árboles con crecimiento uniforme (altura, amplitud de copa) y que tuvieran una edad de 5 años, que hayan conformado una buena estructura vegetativa y reproductiva.

Se consideraron las siguientes variables fenológicas:

4.2.1 Estados fenológicos vegetativos y reproductivos en el cultivo de aguacate

Para el estudio de los estados fenológicos del cultivo de aguacate se tomó en consideración la propuesta metodológica presentada en el estudio realizado por (Cabezas *et al.*, 2003, p. 238). Consiste en 3 estadios de la fase vegetativa, 5 estadios de la fase de floración y 2 estadios de la fase de fructificación. Después del estadio C, se consideraron 3 estadios

de la fase vegetativa propuestos en el estudio realizado por Bernal, (2016, p. 30).

A continuación, en el Cuadro 1 se describen cada uno de los estados vegetativos y reproductivos:

Cuadro 1. Descripción morfológica de los estadios vegetativos y reproductivo en el cultivo de aguacate

Estadio	Descripción morfológica	Ilustración
<p>A</p> <p>Yema en latencia</p>	<p>Las yemas se muestran cerradas, son de forma aguda, de color amarillo-grisáceo y están cubiertas por escamas pubescentes visibles y no lignificadas. Estas yemas aparecen en los brotes del ciclo vegetativo anterior y pueden ser terminales o axilares en la parte superior del brote, siempre cercanas a la yema apical.</p>	 <p>Fuente: Cabezas <i>et al.</i>, 2003</p>
<p>B</p> <p>Yema hinchada</p>	<p>Las escamas oscurecidas de las yemas se separan y extienden hacia el exterior. La yema se hincha y redondea como consecuencia de la morfogénesis de la inflorescencia. Las brácteas anaranjadas que protegen la inflorescencia se hacen visibles</p>	 <p>Fuente propia 2020</p>
<p>C</p> <p>Aparece la inflorescencia</p>	<p>Las brácteas de la inflorescencia se han abierto. Los botones florales de color verde pálido se aprecian entre las bractéolas amarillo-verdosas, que protegen los primordios de los racimos de la panícula y los botones florales. La inflorescencia ha empezado a emerger.</p>	 <p>Fuente propia 2020</p>

Yema D Es un “Brote incipiente donde se observan 4
Brote o 5 foliolos, próximos a emerger”
incipiente



Fuente propia 2020

B.V.N Se trata de “un brote juvenil más avanzado,
Brote cuyas hojas presentan una coloración rojo
vegetativo oscuro”
nuevo



Fuente propia 2020

BC Corresponde a la etapa que sigue a la
Brote en aparición de un B.V.N. En algunos casos
crecimiento puede seguir un brote con yema terminal en
A, B o C”.



Fuente propia 2020

D1
Botones
florales

Eje secundario visible: El eje primario y los ejes secundarios de la inflorescencia sufren su elongación y se hacen visibles. Los botones florales se diferencian individualmente, pero se muestran agrupados en la panícula. Las bractéolas aún protegen los botones florales en los racimos de la panícula. En la base de la inflorescencia, permanecen las brácteas y escamas iniciales, algo más oscurecidas



Fuente propia 2020

D2
Botones
florales

Eje terciario visible: Se produce la elongación de los ejes terciarios de la inflorescencia. El eje primario y los ejes secundarios continúan su alargamiento. Los botones florales se separan y se reconocen los racimos en la panícula. Las bractéolas, presentes aún en la base de los ejes terciarios, se muestran extendidas hacia el exterior y secas.



Fuente propia 2020

E
Botón amarillo

Los ejes de la inflorescencia están completamente elongados y las flores diferenciadas en los racimos de la panícula. La mayoría de las bractéolas se han desprendido y, si las hay, se encuentran marchitas. Los tépalos de los botones florales son evidentes presentan en su extremo distal un leve viraje de verde a amarillo y se separan levemente.



Fuente Cabezas *et al.*, 2003

F1f Flor abriendo en fase femenina

La antesis de la flor ha comenzado. Los tépalos se abren hasta un ángulo aproximado de 45°. El pistilo, de color blanco-verdoso, se muestra erecto y con el estigma fresco. Los estambres presentan un filamento corto y verde y se encuentran apoyados y protegidos sobre los tépalos. En las anteras blanquecinas se distinguen las valvas cerradas. Los estaminodios, de color amarillo, comienzan a segregar néctar.



Fuente propia 2020

F1m Flor abriendo en fase masculina

La segunda apertura de la flor ha comenzado. Los tépalos más alargados que en la fase anterior abren hasta un ángulo de 45°. El pistilo continua erecto pero su estigma comienza a oscurecerse. Los estambres del verticilo interior se encuentran erectos y alcanzan la altura del pistilo. Los estambres del verticilo exterior acompañan a cada tépalo en la apertura, curvados y distanciados del pistilo. Las anteras aún no están dehiscidas pero se distinguen las valvas de apertura. Los estaminodios y los nectarios se observan frescos aunque segregan poco néctar



Fuente Cabezas *et al.*, 2003

H El ovario de color verde engrosa en el centro de las flores que han sido polinizadas y fecundadas. El estigma y el estilo desecados aparecen unidos al extremo superior del ovario. Las restantes piezas florales, también marchitas, se abren forzadas por el crecimiento del ovario. Los restos del androceo aún persisten.



Fuente propia 2020

I Los restos de tépalos y androceo se han desprendido y el pedúnculo del fruto ha engrosado. La expansión de la pequeña baya da lugar a un fruto de forma piriforme, globosa u ovalada con un número variable de lenticelas en su epidermis según cultivar



Fuente propia 2020

4.2.2 Variables climáticas

Las variables del clima en la finca El Plantel fueron tomadas de la estación meteorológica, marca Davis Instruments adquirida y establecida por la Universidad Nacional Agraria en el mes de mayo del 2020. Dicho equipo es el modelo Vantage Pro2 Modelo No 6152, la que está diseñada para hacer registros de las siguientes variables meteorológicas:

- Velocidad y dirección del viento.
- Temperatura y humedad interior y exterior.
- Temperatura de sensación y punto de rocío.
- Lluvia actual y acumulada diaria, mensual y anual.
- Intensidad de lluvia.
- Presión atmosférica actual y tendencia.
- Pronóstico meteorológico.

- Fase lunar y hora de puesta y salida del sol.

Para el presente estudio se consideraron: temperatura ambiente, precipitación anual, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar.

4.2.3 Producción de raíces

La extracción de raíces se realizó mensualmente, en surcos alternos en dos árboles por variedad; orientados en puntos este y oeste, fue cuantificada la materia fresca y seca. extrayendo únicamente las raíces nuevas, estas se distinguen por su color café claro y un grosor menor e igual a 5 mm, estas muestras fueron tomadas de la zona de goteo de los árboles excavando un volumen de suelo de 40 cm³; las raíces fueron lavadas y secadas en un horno con aire forzado a 70 ° C por 72 horas, hasta obtener peso seco de cada muestra (Figura 2).



Figura 2. Extracción de raíces en el cultivo de aguacate

4.2.4 Análisis de suelo en la finca El Plantel

Para obtener las muestras de suelo se excavó una calicata de 1 m de profundidad, y se extrajeron muestras en el perfil de 0 a 18 cm en la plantación de aguacate. La muestra fue entregada al Laboratorio de suelo y agua (LABSA – UNA) y se determinaron las propiedades físicas (textura), y propiedades químicas (Acides del suelo, materia orgánica, y la disponibilidad de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica).

4.2.5. Análisis de información

Se elaboraron formatos para el registro de los datos de cada una de las variables medidas, por ejemplo: variables climáticas, flujos vegetativos/reproductivos y producción de raíces. Con el apoyo de la herramienta EXCEL, fueron ordenadas y procesadas para obtener resultados a partir de promedios de los datos que permitieron realizar el análisis de manera descriptiva a través de cuadros y figuras.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

“El crecimiento del aguacate ocurre en forma de flujos vegetativos y dependiendo de las condiciones climáticas, así como la carga de frutos en los árboles, se pueden presentar varios flujos de crecimientos al año” (Salazar *et al.*, 2007, p. 88).

5.1 Condiciones de clima

Los elementos del clima tienen un importante papel en el crecimiento y desarrollo de las plantas tal como lo expresa Gandolfo (2008), en que “los factores medioambientales influyen sobre todos los aspectos del desarrollo de las plantas y determinan el potencial genético productivo alcanzado” (p. 11).

Los resultados que a continuación se describen, representan un periodo de junio a diciembre en el año 2020, donde las variables climáticas de precipitación y temperatura que se obtuvieron en la finca El Plantel, registró una precipitación de 959.9 mm (Figura 3), siendo noviembre el mes más lluvioso con un total de 277.4 mm y con la menor temperatura promedio (25.63 °C), y las máximas temperaturas no superaron los 31 °C.

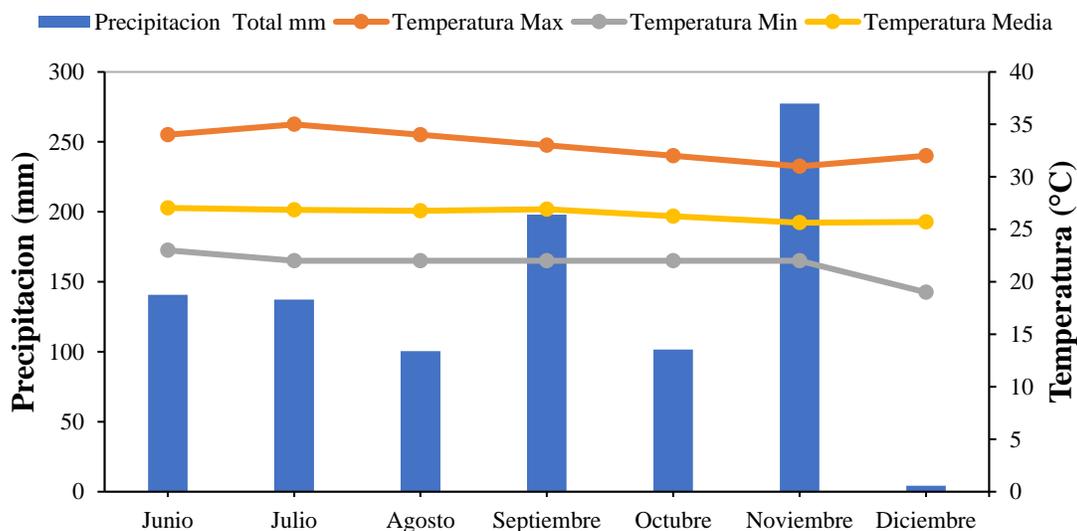


Figura 3. Datos de temperatura y precipitación de la finca El Plantel, 2020.

La precipitación en los meses de septiembre y junio fueron de 198.1 mm y 140.8 mm, respectivamente; diciembre resultó ser el mes menos lluvioso con 4.2 mm, con una temperatura promedio de 25.71 °C; pero también presentó temperatura mínima de 19 °C, que corresponde

al inicio de la temporada de ausencia de precipitaciones que se extiende hasta abril, además se dan las temperaturas más frescas del año.

Con respecto a la variable humedad relativa se obtuvo durante los primeros tres meses (junio, julio y agosto), el promedio estuvo entre 83.37 a 84.77 % de humedad, incrementándose a partir del mes de septiembre hasta noviembre llegando a tener el promedio más alto con 89.82 % de humedad, que responde a las altas precipitaciones que ocurrieron en este mes. Dado que el mes de diciembre empezó la época seca, la humedad relativa se redujo a 80.33 % de humedad.

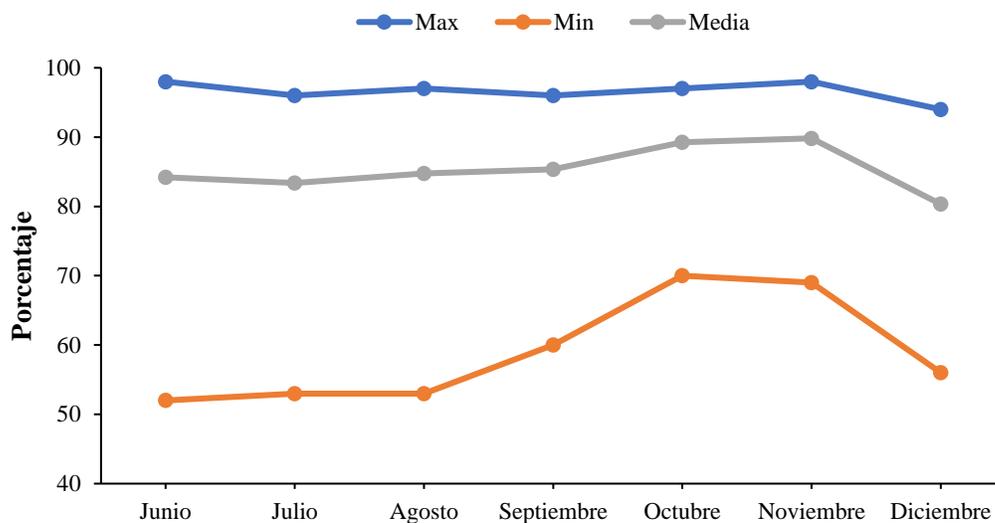


Figura 4. Datos de porcentaje de humedad en la finca El Plantel, 2020.

En relación al viento, en la Finca El plantel durante los meses de junio a diciembre del año 2020 (Figura 5), se registra una velocidad máxima de 13 km h⁻¹ en los meses de junio, noviembre y diciembre; sin embargo, en noviembre se dieron las mayores precipitaciones seguido del mes de junio. Esta velocidad de viento interactuando con lluvia es capaz de ocasionar roturas en las ramas, caídas en frutos pequeños del cultivo. Para el resto de los meses se registraron velocidades medias que fluctuaban en un rango de 2.94 a 3.36 km h⁻¹.

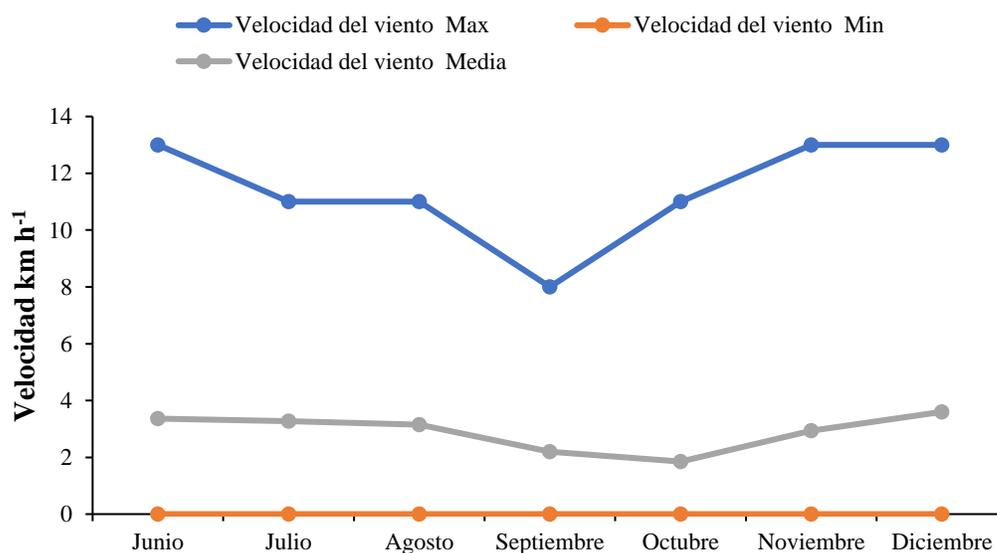


Figura 5. Datos de la velocidad del viento en la finca El Plantel, 2020.

5.2 Condiciones de suelo

El resultado del análisis fisicoquímico del suelo de la finca el Plantel realizado en el 2020, determina ser un suelo franco limoso, en las propiedades químicas los resultados se clasifican según tabla de interpretación del laboratorio LABSA – UNA como un suelo fuertemente alcalino, pobre en contenido de materia orgánica, con alta disponibilidad de Ca, Mg y Cu, presentando una baja disponibilidad de K, Fe y Zn, con alta capacidad de intercambio catiónico y baja conductividad eléctrica (Cuadro 2).

De acuerdo con Díaz *et al.*, (2017) plantean que el “cultivo de aguacate está adaptado a suelos de media a baja fertilidad. Debido al alto contenido de aceite de la fruta (hasta 20 %), la

producción de rendimientos altos de aguacate requiere de un adecuado suplemento de nutrientes, especialmente potasio”. Esto determina que los suelos de la finca el Plantel poseen características fisicoquímicas que favorecen al desarrollo y producción del cultivo de aguacate (p. 360).

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo en la finca El Plantel 2020

Propiedad	Unidad de medida	Valor	Clasificación
Arena total	%	38,49	Franco limoso
Limo total	%	52,80	
Arcilla total	%	8,70	
Acidez del suelo (H ₂ O)	pH	8,42	Fuertemente alcalino
Materia orgánica	%	0,76	Pobre
Conductividad eléctrica	µs/cm	132,80	Baja
Potasio	meq/100g suelo	0,05	Pobre
Calcio	meq/100g suelo	45,75	Muy alto
Magnesio	meq/100g suelo	14,33	Muy alto
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g suelo	46,40	Muy alto
Hierro	ppm	7,65	Muy bajo
Cobre	ppm	3,10	Muy alto
Manganeso	ppm	11,50	Muy alto
Zinc	ppm	1,45	Muy bajo

Fuente: LABSA 2020. Análisis químico de suelos finca El Plantel

5.3 Estado fenológico vegetativo y floral

5.3.1 Yemas apicales variedad Benik

Los resultados del comportamiento del estado fenológico de las yemas apicales en el cultivo de aguacate de la variedad Benik que se muestran en la Figura 6. indican que, durante el periodo de estudio los árboles pasan diferentes etapas de crecimiento, predominando los estadios de crecimiento vegetativo (Yema D, BC y BVN), esto coincide con los estudios realizados por Scora *et al.*,(2002) y por Rocha *et al.*, (2011) quienes mencionan que “la mayoría de los frutales de hoja persistente, como el aguacate, el crecimiento de los brotes vegetativos está sincronizado en flujos que varían en vigor, duración y magnitud” (Citado por Díaz *et al.*, 2017, p. 338).

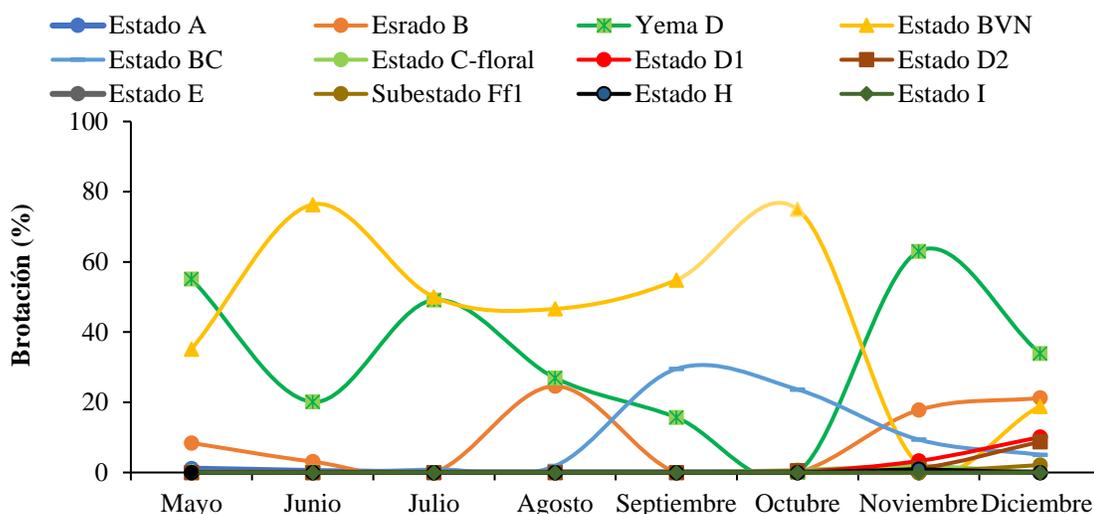


Figura 6. Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas apicales en la variedad Benik.

En la variedad Benik se presentan dos momentos de crecimiento de brotes vegetativo nuevo (BVN), el primero ocurre desde antes del mes de junio llegando a alcanzar un 76.33 % del total de yemas presentes y el segundo desde antes del mes de octubre llegando a alcanzar un 74.94 % de las yemas presentes. Este crecimiento disminuyó en el mes de noviembre, dando inicio al crecimiento floral con los estadios D1 (10.07 %) y D2 (8.75 %). Esto coincide con lo que menciona (Razeto, 1987, p. 27) que “en general, los árboles frutales inducen flores en el momento del año en que se detiene o minimiza su crecimiento vegetativo”. Este mismo autor menciona que “Cada flor no vive más 3 a 4 días”, esto da respuesta a que los estadios correspondientes al crecimiento floral (C-floral, D1, D2, E y F1f) no son notorios en la Figura

6 debido a que el monitoreo se realizaba cada 15 días. Dado que el monitoreo se finalizó en el mes de diciembre se asume que en enero estos porcentajes de botones florales de yemas apicales se incrementen.

5.3.2 Yemas laterales variedad Benik

Con respecto a la ocurrencia de los estados fenológicos de las yemas laterales (Figura 7), el modelo presentado por los datos fue en cierta manera diferente al desarrollo de las yemas apicales, por lo tanto, se muestran que el estadio de la yema A probablemente en los meses anteriores a mayo se dio la formación de nuevas yemas a partir de crecimiento vegetativo que implicó la formación de nuevas estructuras vegetativas, de tal manera que en el primer momento del monitoreo se obtuvo un valor de 63.21 %, la cual descendió progresivamente hasta el mes de noviembre con un valor de 0 % de las yemas totales.

En el mes de mayo se encontraron presentes los estadios B, D y BVN obteniendo un valor de 36.04 % de las yemas presentes, incrementando a un valor de 51.31 % en el mes de junio, ocurriendo la aparición de un nuevo estadio como es el brote en crecimiento (BC) en el mes de julio dando un aumento de 60.85 % de las yemas totales, en el mes de agosto se observa que el estadio B desciende su presencia progresivamente hasta el mes de diciembre llegando a 0 %, mientras tanto el mes de septiembre los estadios D, BVN y BC obtuvieron un valor de 56.28 % de las yemas totales, estos mismos estadios antes mencionados incrementan su valor en el mes de diciembre con 75.09 %, disminuyendo solo el estadio D.

La diferenciación de las yemas vegetativas a florales ocurre antes del mes de septiembre en la que se reporta el estadio C-floral con un valor de 9.8 %, aumentando en el mes de octubre a un 12.9 %, disminuyendo en el mes de noviembre y diciembre. Del estadio C-floral se desarrolla el estadio D1 apareciendo desde antes del mes de octubre alcanzando su punto más alto en el mes de noviembre y posteriormente aparece el estadio D2 desde antes del mes de noviembre y se encontró presente en el mes de diciembre. Continuando con el desarrollo fenológico de estas yemas laterales ocurre la aparición de los estadios E y F1f que denotan el estado floral, posterior a estos estadios se desarrollan el cuajado del fruto (H), fruto tierno (I).

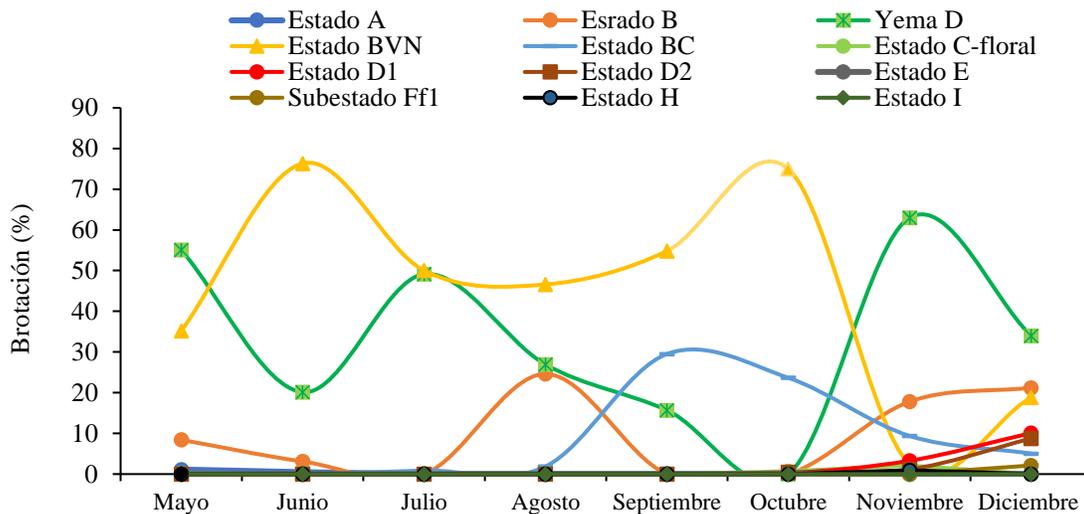


Figura 7. Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas laterales en la variedad Benik

5.3.3 Yemas apicales de la variedad Corn Island

El desarrollo de las yemas apicales de la variedad Corn Island no cesó durante todo el periodo en estudio, presentando estadios vegetativos que realizaban su transformación en el transcurso de los meses, predominando los estadios de crecimiento vegetativo (estado B, Yema D, BVN y BC) en el momento de los monitoreos, coincidiendo con Gandolfo (2008) quien menciona en su estudio que el cultivo de aguacate se caracteriza por “tener un crecimiento rítmico monopodial, es decir, con un crecimiento de una yema vegetativa terminal del eje central de cada brote que permanece y continúa su desarrollo año tras año” (p. 19).

En la variedad Corn Island se presentaron dos momentos de crecimiento de brotes vegetativo nuevo (BVN), como se muestra en la Figura 8. El primero ocurre desde antes del mes de junio llegando a alcanzar un 91.14 % del total de yemas presentes y el segundo desde antes del mes de octubre llegando a alcanzar un 86.58 % de las yemas presentes. Este crecimiento disminuyó en el mes de noviembre, dando inicio al crecimiento floral con los estadios D1 (2.53 %) y F1f (1.01 %).

Scora *et al.*, (2007) menciona que las panículas son “tirso con ramificaciones que terminan en flores” este mismo autor destaca que “las inflorescencias multiramificadas nacen más frecuentemente de las yemas terminales, pero también pueden formarse a partir de las subterminales de los brotes más vigorosos” (citado por Bernal *et al.*, 2019, p. 99). Relacionando esto último con los resultados presentes, debido a que los estadios con más vigorosidad fueron los que probablemente se hayan transformado en estadios florales, este periodo en el que ocurrían estos fenómenos no se observó dado a que el monitoreo se realizaba cada 15 días y finalizó en el mes de diciembre, se asume que en el siguiente mes de enero estos porcentajes de botones florales de yemas apicales se incrementen.

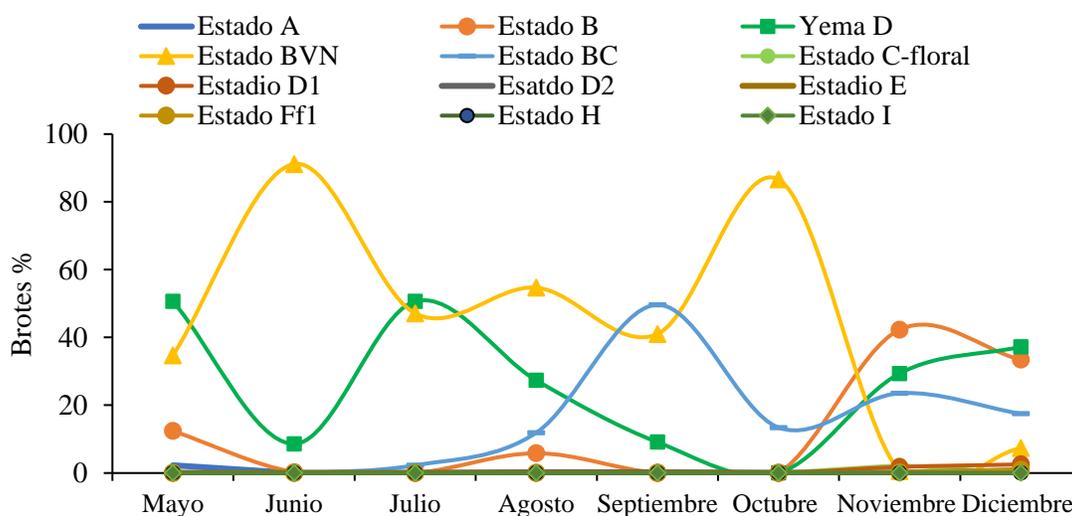


Figura 8. Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas apicales en la Corn Island.

5.3.4 Yemas laterales de la variedad Corn Island

En el estudio realizado, las yemas laterales de la variedad Corn Island presentó diferencias en números e intensidad en los flujos vegetativos con respecto a las yemas apicales por lo que se muestra que el estadio de la yema A probablemente en los meses anteriores a mayo se dio la formación de nuevas yemas a partir de crecimiento vegetativo que implicó la formación de nuevas estructuras vegetativas, de tal manera que en el primer momento del monitoreo se obtuvo un valor de 27.82 %, la cual descendió progresivamente desde antes del mes de julio con un valor de 0 % de las yemas totales.

En el mes de mayo se encontraron presentes los estadios B, Yema D y BVN obteniendo un valor de 72.17 % de las yemas presentes, incrementando a un valor de 78.68 % en el mes de junio, de estos le corresponden un 33.76 % al estadio BVN; donde el estadio A disminuye a un 8.7 %. El comportamiento en el mes de julio, ocurre la aparición de un nuevo estadio como es el brote en crecimiento (BC) y encontrando los estadios B, yema D y BVN disminuyendo en un 60.17 % de las yemas totales, debido a que los estadios B y D descendieron significativamente para dar origen a estadios florales.

En la Figura 9, se puede observar que el estadio B desciende progresivamente desde antes del mes de junio y finaliza en el mes de agosto llegando a 0 %, mientras tanto en el mes de septiembre los estadios D y BVN descienden progresivamente hasta el mes de diciembre, debido a que se transforman a estadios superiores que responden a la floración y fructificación. En cambio, el estadio BC asciende progresivamente desde el mes de septiembre con un valor de 31.77 %, alcanzando un 43.78 % de las yemas totales en el mes de diciembre.

La diferenciación de las yemas vegetativas a florales ocurre antes del mes de junio en la que se reporta el estadio C-floral con un valor de 12.57 %, aumentando en el mes de julio a un 20.34 %, teniendo el punto más alto de este estadio en el mes de agosto con un valor de 22.59 %, disminuyendo progresivamente en el mes de noviembre y diciembre. Del estadio C-floral se desarrolla el estadio D1 apareciendo en el mes de julio alcanzando su punto más alto en el mes de septiembre con un valor de 21.89 % y posteriormente aparece el estadio D2 con un valor de 5.08 % de las yemas totales en el mismo mes de julio, alcanzando su punto más alto en el mes de octubre con un valor de 17.69 %.

Continuando con el desarrollo fenológico de estas yemas laterales ocurre la aparición de los estadios E, F1f (estado femenino) y F1m (estado masculino) que denotan el estado floral, posterior a estos estadios se desarrollan el cuajado del fruto (H) y fruto tierno (I).

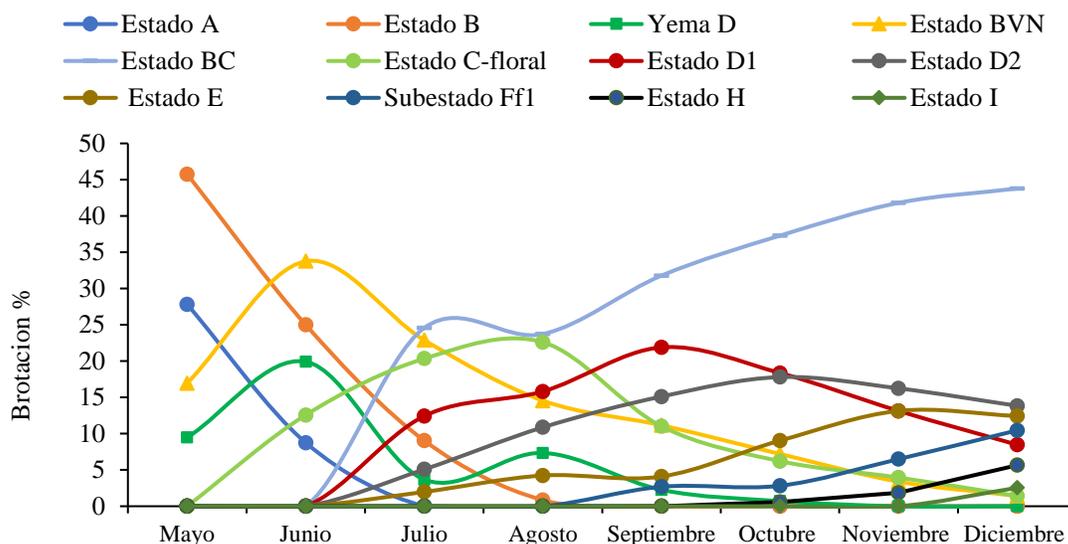


Figura 9. Estado fenológico vegetativo y floral de las yemas laterales en la Corn Island.

5.4 Producción de raíces

La producción de raíces en el cultivo de aguacate durante el periodo de mayo a diciembre (Figura 10), se observa que la variedad Benik y Corn Island presentan crecimiento de raíces jóvenes durante todos los meses, esta producción de raíces se da en diferentes meses para cada variedad. Sin embargo, estas dos variedades alcanzaron su punto más alto en el mes de diciembre.

5.4.1 Producción de raíces en la variedad Benik

La variedad Benik presenta tres momentos de alta producción de raíces nuevas alternándose con el crecimiento vegetativo. Primeramente, en el mes de mayo se obtuvo un peso de 31.5 g de materia de seca de raíces, esta formación de raíces permite a la planta tener una respuesta en el crecimiento vegetativo que ocurre en el mes de junio, donde el árbol demanda mayor absorción de agua y nutrientes, proceso que se da a través de las raíces.

En el mes de septiembre ocurre el segundo momento de crecimiento de raíz adquiriendo un peso de 27.8 g de materia seca, en este mes el crecimiento vegetativo disminuyó, sin embargo, en el mes de octubre ocurrió lo contrario, el crecimiento de raíces descendió y el vegetativo aumentó.

El tercer momento se da en el mes de diciembre alcanzando su punto más activo de producción de raíces nuevas con un peso promedio de 37.9 g de materia seca. Esto se dio probablemente para responder a la demanda de agua y nutriente que requerirá el proceso de formación de fruto a partir del mes de enero.

5.4.2 Producción de raíces en la variedad Corn Island

Con respecto al crecimiento radicular de la variedad Corn Island, presentó baja producción de raíces en el mes de mayo, debido a que en esta variedad comenzaron a presentarse brotes florales (C-floral) en las yemas laterales, demandando agua y nutrientes.

La variedad Corn Island presenta cuatro momentos de alta producción de raíces nuevas alternándose con el crecimiento vegetativo. Primeramente, en el mes de junio se obtuvo un peso de 22.55 g de materia de seca de raíces, esta formación de raíces permite a la planta tener una respuesta en el crecimiento vegetativo y reproductivo que ocurre en el mes de julio, donde el árbol demanda mayor absorción de agua y nutrientes, proceso que se da a través de las raíces.

En el mes de agosto ocurre el segundo momento de crecimiento de raíz adquiriendo un peso de 26.5 g de materia seca, en este mes el crecimiento vegetativo y reproductivo se mantuvo activo, significando un proceso de transformación fisiológica de las yemas apicales y laterales en sucesivos cambios de estadios.

El crecimiento radicular en el mes de septiembre obtuvo un valor de 22.4 g de materia seca de raíces nuevas, siendo este el tercer momento de crecimiento radicular, el desarrollo vegetativo en las yemas apicales disminuyó, sin embargo, los estadios de las yemas laterales mantuvieron su crecimiento.

El cuarto momento se da en el mes de diciembre alcanzando su punto más activo de producción de raíces nuevas con un peso promedio de 37.3 g de materia seca. Esto se da probablemente para responder a la demanda de agua y nutriente que requerirá el proceso de formación y desarrollo del fruto a partir del cuajado del fruto que ocurrirá en el mes de enero.

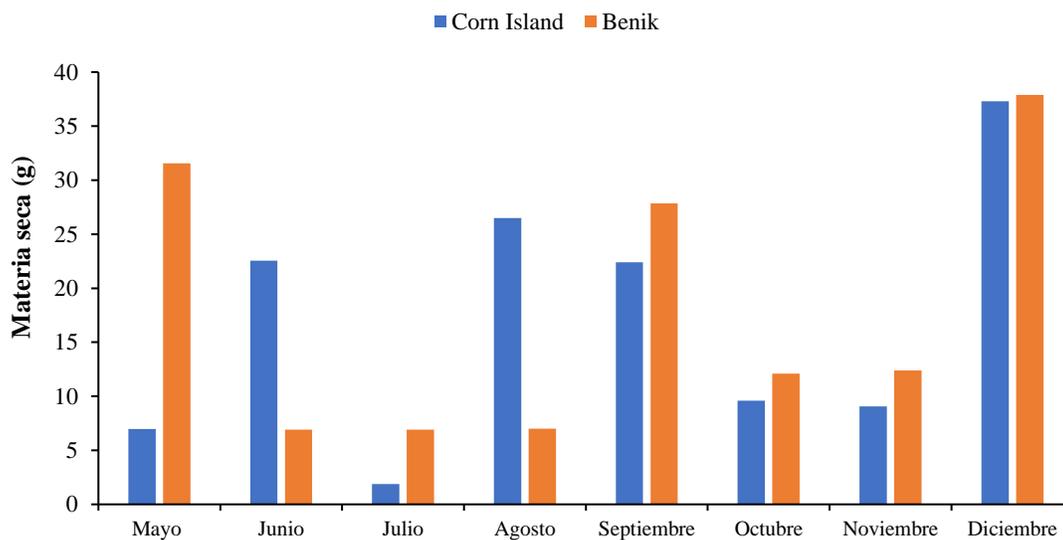


Figura 10. Producción de raíces de la variedad Corn Island y Benik.

VI. CONCLUSIONES

Las altas precipitaciones que ocurrieron en el mes de noviembre, influyeron de manera positiva dando respuesta al mayor crecimiento de brotes vegetativos y reproductivos que se dieron en este mes, tanto en las yemas apicales como laterales de los árboles.

En las yemas apicales tanto de la variedad Benik y Corn Island, el estadio A fue difícil de observar probablemente a su transformación rápida al estadio B, en cambio los brotes vegetativos nuevos (BVN) presentaron dos momentos de crecimiento que ocurren en los meses de junio y octubre con un valor de 76.33 a 74.94 % de las yemas totales presentes, disminuyendo estos valores a 0 % en el mes de noviembre dando origen a la aparición de estadios florales (C-floral, D1, D2, E, F1f y F1m) los cuales no son tan notorios debido a que su proceso de transformación de un estadio a otro ocurre muy rápido. Los estadios H e I que corresponden desde el cuajado del fruto hasta fruto tierno, se presentan probablemente hasta inicio del mes de enero.

A diferencia de las yemas apicales, el estadio A en las yemas laterales presentó su mayor punto de crecimiento en el mes de mayo, mientras los estadios B, D y BVN aparecieron y continuaron su desarrollo paulatino, hasta la transformación al estadio BC desde antes del mes de septiembre, correspondiendo al último estadio de la fase vegetativa.

La variedad Benik mostró aparición de brotes florales en el mes de noviembre. Sin embargo, la variedad Corn Island manifestó floraciones en el mes de agosto, es decir que esta variedad es más precoz que la anterior.

En las variedades Benik y Corn Island hubo crecimiento radicular durante el periodo en evaluación, alternándose con el crecimiento vegetativo y reproductivo de las yemas apicales y laterales. De igual forma en ambas variedades presentaron su mayor punto de crecimiento radicular en el mes de diciembre esto responde a la demanda de absorción de nutrientes que requieren las plantaciones para la formación y desarrollo del fruto que probablemente iniciará en el mes de enero.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el presente estudio investigativo para los técnicos encargados en el manejo del cultivo de aguacate con el fin de contribuir al mejoramiento de la planificación nutricional que requieren las diferentes fases fenológicas.

Para mejorar la información fenológica se sugiere en estudios de fenología para el cultivo de aguacate realizar el muestreo de campo con una mayor frecuencia en otras palabras cada semana.

Ampliar el rango de estudios fenológicos para otros cultivos frutales de interés económico.

VIII. LITERATURA CITADA

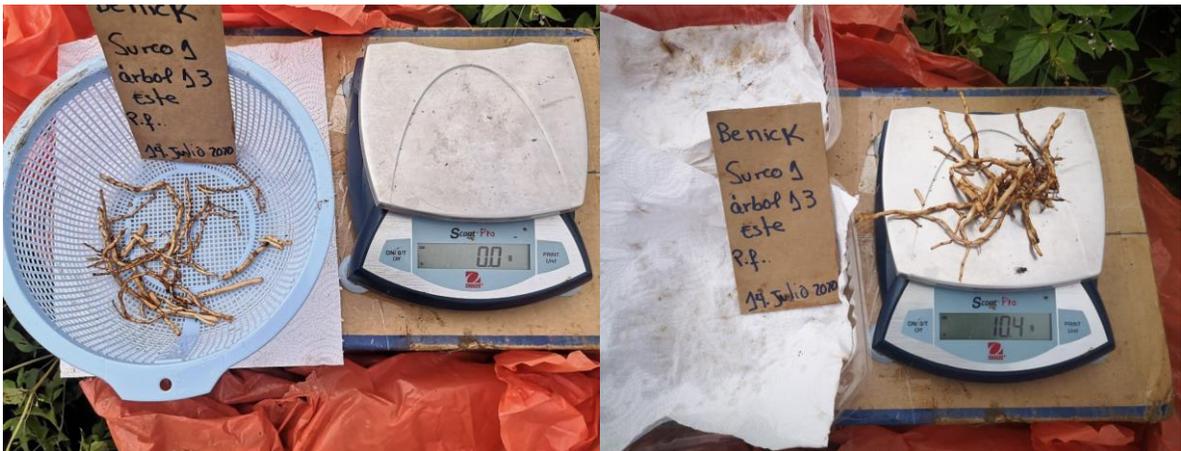
- Alvarado, M. A., Foroughbakhch, R., Jurado E y Rocha A. (diciembre, 2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL*, Vol. (5). http://eprints.uanl.mx/934/1/cambio_climatico.pdf
- Barbeau, G. (1990) *Frutas tropicales en Nicaragua*. Ciencias Sociales.
- Bernal Estrada, J.A. (2016). Estudios ecofisiológicos en aguacate cv. Hass en diferentes ambientes como alternativa productiva en Colombia aguacate [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. http://www.avocadosource.com/international/colombia_papers/bernalestradajorge2016.pdf
- Cabezas, C., Hueso, J. J., Cuevas, J. (enero, 2003). Identificación y descripción de los estados fenológicos-tipo del aguacate (*Persea americana*, Mill). 237-242. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IDENTIFICACION_Y_DESCRIPCION_DE_LOS_ESTADOS_FENOLO.pdf
- Cartilla de variedades de aguacate. (2019). INTA. Obtenido de <http://www.inta.gob.ni/project/cartilla-de-variedades-de-aguacate/>
- Catálogo de variedades de aguacate*. (2017). Obtenido de Catálogo de variedades de aguacate: <https://es.scribd.com/document>
- Díaz Díez, C.A., Bernal Estrada, J.A y Tamallo Vélez, A. (2017). Ecofisiología del aguacate cv. Hass en el trópico andino colombiano. <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/162/146/1121-1?inline=1>
- Dominguez, M., & Paz, F. (2018). Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de arboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792018000400393#B8
- Galindo Tovar, M. E y Arzate Fernández, A. M. (septiembre, 2010). Consideraciones sobre el origen y primera dispersión del aguacate (*Persea americana*, *Lauraceae*). *Cuadernos de biodiversidad*, p.11-12. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/15292/1/cuadbiod33_02.pdf
- Gandolfo wiederhold, S. P. (2008). Factores ecofisiológicos relacionados con el crecimiento vegetativo, floración y desarrollo del fruto del aguacate [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. Archivo digital. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3441/tesisUPV2868.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Méndez Ballester, O y 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].

- Razeto M, B. (1987). Floración y cuaja en el palto. http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/p-q-r/razetobruno1987.pdf
- Rebolledo R. A y Romero M. A. (julio-diciembre, 2011). Avances en investigación sobre el comportamiento productivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) bajo condiciones subtropicales. *Corpoica*. (12). (2), 114. <file:///E:/Tesis%20Aguacate/aguacate.pdf>
- Rocha Arrollo, J. L., Salazar García, S., Bárcenas Ortega, A. E., González Durán, I., y Cossio Vargas, L. E. (junio, 2011). Fenología del aguacate “Hass” en Michoacán. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, Vol. (2.), 303-470. <https://elibro.net/es/ereader/unanicaragua/98927>
- Salazar Garcia, S., Cossio Vargas, L. E., González Duran, I. J. L., y Lovatt, C. J. (enero-junio, 2007). Desarrollo floral del aguacate “has” en clima semicálido. *Chapingo serie horticultura*, 13. (1), 88. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60913112.pdf>

IX. ANEXOS



Anexo 1. Plantación de aguacate del área experimental en la finca El Plantel, 2020



Anexo 2. Pesaje de raíces no suberizadas en el muestreo del mes de junio



Anexo 3. Fruto de la variedad Benik



Anexo 4. Fruto de la variedad Corn Island