



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA FLORAL DE BABACO
(*vasconcellea pentagona*) SEGÚN LA ESCALA BBCH.

Autora

Dai Elisabet Basantes de la Calle

Año
2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA FLORAL DE BABACO (*vasconcellea
pentagona*) SEGÚN LA ESCALA BBCH.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía

PHD. Mauricio Andrés Racines Oliva

Autora

Dai Elisabet Basantes de la Calle

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Evaluación de la fenología floral de babaco (*vasconcellea pentagona*) según la escala BBCH., a través de reuniones periódicas con el estudiante Dai Elisabet Basantes de la Calle, en el semestre 201920, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Mauricio Andrés Racines Oliva
Doctor of Bioscience Engineering (PHD)
C.I.1710902162

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación de la fenología floral de babaco (*vasconcellea pentagona*) según la escala BBCH, de Dai Elisabet Basantes de la Calle, en el semestre 201920, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Pablo Santiago Moncayo Moncayo
Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial
C.I. 1712367505

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Dai Elisabet Basantes de la Calle
C.I.: 0604172882

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que siempre me esfuerza, me ayuda y sustenta todos los días de mi vida, al amor inagotable de mi familia y a todos los profesores de la carrera Agroindustrial y de alimentos por todas sus enseñanzas en el trascurso de estos años universitarios.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi mamá Francisca de la Calle por ser mi fuente de vida, facilitadora e impulsora a lo largo de mi carrera y vida y a mi hermano Jair Basantes que es mi aspiración

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar las fases fenológicas de floración aplicando la escala BBCH, las observaciones se serializaron cada siete días. Por medio del libro de campo y fotografías en campo se registraron características cuantitativas como cualitativas en 21 plantas seleccionadas de babaco (*Vasconcellea pentagona*) sembradas bajo invernadero, de las cuales se seleccionó y se etiquetó aleatoriamente 134 flores para el estudio fenológico. Este estudio se realizó del 31 de marzo del 2017 al 24 de marzo del 2018 con un promedio de temperatura de 15.24 °C. Conforme con los resultados obtenidos se determinaron cuatro fases fenológicas según la escala BBCH: 1) Emergencia de la inflorescencia BBCH: 5; 2) Floración BBCH: 6; 3) Desarrollo del fruto BBCH: 7; 4) Maduración del fruto BBCH: 8. Teniendo una duración de 357 días desde la yema en latencia hasta la maduración del fruto, la misma que se vio influenciada por las unidades térmicas.

Palabras clave: Escala BBCH, unidades térmicas, fenología.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to evaluate flower's development, in a phenological view, using the BBCH scale every seven days. The data was registered by using a field notebook and photos from 21 selected plants of babaco (*Vasconcellea pentagona*), which were cultivated in a greenhouse. From these plants, 134 flowers were randomized selected for the phenological evaluation. This study was developed from March 31th 2017 to 34th March 2018 with an average temperature or 15. 24 °C (59.43 °F). Four phenological phases were identified using the BBCH scale: Emergence of the BBCH inflorescence: 5; 2) Flowering BBCH: 6; 3) BBCH fruit development: 7; 4) Maturation of the BBCH fruit: 8. Having this development a duration of 357 days duration from the yolk in latency until the ripening of the fruit. This process was influenced by thermal units too.

Key words: BBCH scale, thermal units, phenological.

INDICE

1. CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problemática.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Alcance.....	2
1.4 Objetivo General.....	2
1.5 Objetivo Específico.....	3
2. CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de la planta.....	3
2.2 Distribución geográfica.....	3
2.2.1 Morfología.....	6
2.2.2 Manejo agronómico.....	7
2.3 Floración.....	8
2.3.1 Inducción floral.....	8
2.3.2. Diferenciación floral.....	9
2.4 Flor.....	10
2.4.1 Desarrollo de la flor.....	10
2.5 Fruto.....	11
2.5.1 Cosecha y postcosecha.....	12
2.5.2 Fruto Climatérico.....	12
2.5.3 Fruto partenocárpico.....	13
2.6 Fenología.....	13
2.6.1 Importancia de la fenología.....	14
2.6.2 Formas de medir la fenología.....	15
2.6.3 Escala BBCH.....	15
2.6.3.1 Etapa de crecimiento principal 5: Emergencia de la inflorescencia.....	17
2.6.3.2 Fase de crecimiento principal 6: Floración.....	18

2.6.3.3 Fase de crecimiento principal 7: Desarrollo del fruto.	19
2.6.3.4 Estadio principal 8. Maduración del fruto.	20
2.6.4 Cultivos cruciales para la economía del Ecuador estudiados bajo el método BBCH.	20
2.7 Grados-Día de Desarrollo (G.D.D).	21
2.7.1 Fórmulas y cálculo de Grados-Día-Desarrollo	22
2.8 Color.	23
2.9 El color en la industria alimentaria.	23
2.10 Escala CIELab.	23
3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 Materiales y equipos.	24
3.2 Método y manejo del experimento.	25
3.3 Ubicación del estudio	25
3.4 Variables.	27
4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1 Conclusiones.	55
5.2 Recomendaciones	55
REFERENCIAS	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales fases de crecimiento vegetal según la escala BBCH. (2001).....	16
Tabla 2 Fase general de crecimiento principal 5: Aparición y desarrollo del botón floral tallo principal según la escala BBCH. (2001).	17
Tabla 3 Fase general de crecimiento principal 6: Floración (tallo principal) según la escala BBCH. (2001).	18
Tabla 4 Fase general de crecimiento principal 7: Desarrollo de frutas según la escala BBCH (2001).	19
Tabla 5.....	20
Tabla 6 Material biológico.	24
Tabla 7 Material de campo.....	24
Tabla 8 Límites geográficos de la parroquia de Nono, Pichincha Ecuador.	26
Tabla 9 Coordenadas GPS de la Granja Experimental	26
Tabla 10 Características climatológicas de la Granja Universitaria localizada Nono, Pichincha Ecuador.	26
Tabla 11 Determinación del crecimiento y desarrollo del babaco, (Vasconcellea pentagona).....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del género Vasconcellea México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay.....	4
Figura 2. El género vasconcellea pentagona se distribuye en Ecuador en las provincias de El Oro, Loja, Zamora Chinchipe, Imbabura, Pichincha y Esmeraldas.	5
Figura 3. Se presenta los estadios fenológicos de desarrollo floral del babaco 5,6,7 y 8 según la esca BBCH en función del crecimiento.	29
Figura 4. Fase general de crecimiento principal 5: Aparición y desarrollo del botón floral, en función del crecimiento del ancho del botón floral y las 6 etapas de desarrollo dentro de esta fase.	30
Figura 5. Fase general de crecimiento principal 6: floración, en función del crecimiento del ancho y las etapas de desarrollo dentro de esta fase.	31
Figura 6. Fase general de crecimiento principal 7: Desarrollo del fruto en función del crecimiento del ancho y las 6 etapas de desarrollo dentro de esta fase.	32
Figura 7. Fase general de crecimiento principal 8: Maduración del fruto, en función del crecimiento del ancho y las 4 etapas de desarrollo dentro de esta fase.	33
Figura 8. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 50: yemas en latencia.	34
Figura 9. Fase general de crecimiento principal 5: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 51: yemas florales visibles.	35
Figura 10. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 52: botón floral con el 20% del tamaño final.	36
Figura 11. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 53: botón floral con el 30% del tamaño final.	36

Figura 12. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 54: botón floral con el 40% del tamaño final.	37
Figura 13. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 56: botón floral con el 60% del tamaño final.	38
Figura 14. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 58: botón floral con el 80% del tamaño final.	39
Figura 15. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 60: primeras flores abiertas (esporádicamente).	39
Figura 16. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 64: 40% de las flores abiertas.	40
Figura 17. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 65: plena floración: 50% de las flores abiertas.	41
Figura 18. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 66: 60 % de las flores abiertas.	41
Figura 19. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 67: 70% de las flores abiertas.	42
Figura 20. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 69: final de la floración: conjunto de frutas visibles, la mayoría de los pétalos caídos o secos.	43
Figura 21. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 70: primeros frutos visibles.	44
Figura 22. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 74: el 40% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 40% del tamaño final.	44
Figura 23. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 75: el 50% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 50% del tamaño final.	45

Figura 24. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 76: el 60% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 60% del tamaño final.....	46
Figura 25. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 77: el 70% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 70% del tamaño final.....	47
Figura 26. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 78: 80% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 80% del tamaño final.	47
Figura 27. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 79: 90% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 90% del tamaño final.	48
Figura 28. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 81: los frutos comienzan a madurar, comienzo de la coloración del fruto.	49
Figura 29. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 85: aumento de la coloración del fruto.....	50
Figura 30. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 87: madurez de recolección: Frutos tienen sabor varietal típico y firmeza óptima.	51
Figura 31. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 89: madurez de consumo: Frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos.....	52

1. CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática.

El estudio del desarrollo reproductivo de las plantas promisorias se ha vuelto indispensable al momento de cultivar, manejar, conservar, usar y preservar los recursos genéticos especialmente nativos (Cerino, 2015, p. 17), como es el caso de *Vasconcellea pentagona* en el Ecuador. Debido a la falta de información sobre la fenología floral de esta especie se realiza esta investigación por medio del método Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH).

1.2 Justificación.

En los últimos años el cultivo de babaco en Ecuador ha incrementado su demanda interna, debido a las expectativas de exportación, los productores de este cultivo buscan satisfacer las necesidades y requerimientos del mercado internacional con el fin de posicionarse en el mismo (Aldaz, 2017, p. 5).

Por medio de este estudio del ciclo reproductivo del babaco mediante la escala BBCH se proporciona información estandarizada durante el crecimiento, que contribuye con modelos de producción en función del medio ambiente en el cual se desarrolla el cultivo, permitiendo al productor tener un conocimiento que le ayude a manejar de una mejor manera las practicas agronómicas, a efectuar labores de cosecha adecuados (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 14), que le permita cumplir con las necesidades y requerimientos del mercado, sin embargo de esta papaya de montaña se conoce muy poco sobre la fenología floral, razón por la cual esta investigación busca determinar momentos de transición en la fenología de las yemas en flores, que darán origen posteriormente al fruto, este estudio se lo realiza en función del tiempo.

La fenología es una herramienta para comprender los ciclos de vida de la planta (García, 2016, p.6), es el estudio de eventos periódicos naturales

involucrados en la vida de las plantas, es decir es el análisis de fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos como brotación, floración, fructificación, entre otros, relacionados con el medio ambiente (Almaza, 2011, p. 40).

Como ya se mencionó en este estudio se utilizó la escala general BBCH (Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie). Este es un sistema de codificación uniforme y detallado de fases de crecimiento similares, que se divide en dos etapas de crecimiento siendo estas: principales y secundarias, que se aplica para todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001, p.1).

1.3 Alcance

Para esta investigación, documento no antes publicado, sobre los cambios morfológicos del babaco o conocido como papaya de montaña se evalúa la fenología floral, mediante el código de descripción BBCH, que permite determinar las etapas de crecimiento fenológico e identificarlas. Este trabajo investigativo es realizado en un invernadero ubicado en la Granja Experimental de la Universidad De Las Américas en la parroquia de Nono, Pichincha Ecuador. Los datos recolectados sirven para conocer el crecimiento de las estructuras reproductivas y ampliar la información hasta ahora disponible del material biológico andino, permitiendo la cuantificación del tiempo que les tomará a las yemas vegetativas en convertirse en flores y por consiguiente en frutos.

1.4 Objetivo General.

Evaluar los estados fenológicos de crecimiento floral de *Vasconcellea pentagona* (Babaco).

1.5 Objetivo Específico.

Calificar la escala fenológica floral para *Vasconcellea pentagona* de acuerdo al modelo Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH).

Identificar los tiempos de las diferentes etapas de floración, según la escala Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie (BBCH).

2. CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la planta

El babaco (*Vasconcellea pentagona*) es una planta nativa del sur del Ecuador cuya fruta es de características partenocarpías (Robles, Herrera y Torres, 2016, p.83), es decir que no posee semillas. Esta planta está dentro del género *Vasconcellea* y en la familia *Caricaceae*. La familia *Caricaceae* está conformada por seis géneros (*Cylicomorpha*, *Jarilla*, *Horovitzia*, *Carica* y *Vasconcellea*). Esta planta es un híbrido natural entre las especies *Vasconcellea stipulata* y *Vasconcellea pubescen*, ambas nativas del Ecuador. La planta *Vasconcellea stipulata* es cultivada para fines alimenticios humanos, sin embargo también es consumida por animales nativos de la zona. Por otro lado la planta *Vasconcellea pubescen* tiene aplicaciones alimentarias y medicinales, proporcionadas por su látex (Arizala, 2016, p. 2). Del género *vasconcellea* el babaco es el cultivo que más se ha comercializado aunque a pequeña escala (Scheldeman et al., 2007, p. 2).

2.2 Distribución geográfica

Al género *vasconcellea* se le conoce como papayas de montaña o de altura ya que estas plantas se desarrollan en mayor altitud, en comparación con *Carica papaya*, que se cultiva y produce a baja altitud.

La región andina del Ecuador y el sur de Colombia son áreas más favorables para el crecimiento y desarrollo de las *vasconcelleas* esto se debe al clima que poseen estos países, en regiones de climas fríos generalmente, con estacionalidad limitada como es frecuente en los andes ecuatorianos. En el estudio de Distribución, diversidad y adaptación ambiental de papaya de altura (*Vasconcelleas*) confirma que Ecuador es el centro más importante de diversidad en *vasconcelleas* con un potencial de 16 de 21 especies. Los países vecinos como Perú y Colombia, se ubican el segundo lugar de diversidad de especies de *vasconcelleas* con nueve de 21 especies. En la figura 1 se observa la distribución y riqueza de *vasconcellea* en América Latina en una cuadrícula de 1 x 1 usando 1,553 observaciones de *Vasconcellea*. Las áreas más oscuras indican la mayor riqueza (valor máximo: 12 especie por celda de cuadrícula) y en la figura 2 se observa que la especie *vasconcellea pentagona* se ubica en la zona andina del Ecuador y en la zona suroeste de Colombia (Scheldeman et al., 2007, pp. 2-18).



Figura 1. Distribución del género *Vasconcellea* México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Chile, Argentina, Paraguay, Uruguay.

Tomado de: (Scheldeman et al., 2007, p. 1875).



Figura 2. El género *vasconcellea pentagona* se distribuye en Ecuador en las provincias de El Oro, Loja, Zamora Chinchipe, Imbabura, Pichincha y Esmeraldas.

Tomado de: (Scheldeman et al., 2007, p. 1874).

Vasconcellea pentagona ha sido estudiada por especialistas de otros países. En 1973 un grupo de científicos originarios de Nueva Zelanda trasladaron plantas de *Vasconcellea pentagona* con el fin de adaptarlas en su país. En el año de 1985 Italia introdujo este cultivo en su territorio y posteriormente Francia en el año de 1987. En España hay plantaciones comerciales desde el año 1989 y en los Estados Unidos existen plantaciones de babaco cultivadas bajo invernadero en California (García, 2011, p. 16), con el fin de hacer ensayos de invernadero. El género *vasconcellea* se comercializa dentro de los países de Ecuador Colombia Perú, y Chile ha introducido este género en el norte de su país desde donde se exporta conservas de cultivos de *vasconselleas* a Estados Unidos y Europa. Las papayas de montaña son estudiadas por ser ricas en papaína que es un complejo enzimático proteolítico utilizado en industrias farmacéuticas y en industrias de alimentos, además se ha estudiado genéticamente con el propósito de mejorar el cultivo de papaya común.

La Vasconcellea pentagona necesita algunos parámetros para crecer con total normalidad. A nivel climático se desarrolla en una temperatura entre 15 °C a 20 °C, siendo la óptima 20 °. Es necesario que la temperatura no descienda de los 14 °C y no aumente de los 27 °C, la altura para que el cultivo de babaco se desarrolle es 1800-2400 m.s.n.m. La precipitación promedio anual para el cultivo oscila entre 600 a 1500 mm/año. La humedad relativa óptima es 60 al 80% y un porcentaje de luminosidad de 4.5 a 5 horas cada día. Al no tener semillas viables, su reproducción se realiza mediante vía asexual o vegetativa es decir por estacas e injertos (Robles, Herrera y Torres, 2016, p. 65). El suelo apropiado para este cultivo es de textura franco-arcillo-arenoso, suelto y rico en materia orgánica (3%). Se adapta a suelos limosos, arenosos que sean de fácil drenaje con un pH 5.8-8.2 siendo el óptimo 7.1. Para evitar pudriciones radiculares se recomienda suelos con una capa arable de 80 cm facilitando así la aireación y drenaje del cultivo (Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañas, 2003, p.15).

2.2.1 Morfología

En cuanto a la morfología de *Vasconcellea pentagona* se puede describir a esta especie como arbusto que llega a medir hasta cuatro metros de altura. De tallo recto no leñoso, de corte transversal esférico de color verde a temprana edad y de color marrón-grisáceo en edad adulta. Se puede observar cicatrices foliares en el tallo similares a otras plantas de la familia *Caricacea*. En algunos casos presenta ramificaciones, y los brotes crecen alrededor de la base de la planta, sus hojas en estado adulto pueden medir de 60-80cm, son de color verde, y su forma es limbo lobulado con cinco lóbulos. El haz de la hoja cara anterior es de color verde oscuro, y de color verde claro el envés de la hoja, cara posterior. Las flores crecen sobre el tronco recientemente desarrollado durante la fase de crecimiento de la planta, injertos (Robles, Herrera y Torres, 2016, p. 85). Los frutos llamados babacos tienen forma pentágona lanceolada de base truncada (Tobar, 2008, p. 23).

2.2.2 Manejo agronómico

En el Ecuador hay más de 180 hectáreas de cultivo de babaco a campo abierto y bajo invernadero, con una densidad de plantación de 5500 a 8000 plantas por hectárea. El cultivo de babaco puede rendir de 200 a 250 toneladas en promedio por hectárea (Jadán, Gomez y Bermudez, 2016, p.14). Para iniciar con una plantación de babaco es necesario preparar el suelo y como primer paso se realiza una arada profunda, para poder incorporar fertilizante rico en fosforo. Junto con el fertilizante se añade nematicidas debido que el sistema radicular del babaco es sensible a esta plaga. Es necesario que el suelo este húmedo para facilitar que el fertilizante y el nematicida se disuelva. La propagación de *vasconcellea pentagona* se realiza por estacas de 20 a 30 cm de largo las cuales son desinfectadas antes de ser plantadas. Los cortes de la base de la estaca deben ser planos y sin magulladuras (Soria, 1997, p. 39), pero este método de reproducción ocasiona el aumento de difusión de enfermedades. Dentro de las más importantes están las infecciones masivas bacterianas del genero *Erwinia* y *Agrobacterium* y fúngicas como *Fusarium oxysporum* las cuales ocasionan marchitez vascular del babaco, y por lo tanto pérdidas de producción (Jadán, Gomez y Bermudez, 2016, p.14).

No se puede garantizar un sistema de propagación libre de enfermedades, es por esto que los agricultores realizan una selección rigurosa para determinar cuál será la planta madre, que deberá cumplir con características de robustez, sanidad, edad (mínimo de dos años de edad), las planta madre tienen un control riguroso fitosanitario, con el fin de controlar los problemas ya mencionados. En el año 2016 se establece la propagación in vitro a partir de estacas de plantas madre, bajo condiciones semicontroladas, como método alternativo para su propagación masiva. Para que esta técnica tenga éxito se debe emplear material vegetal joven y con calidad fitosanitaria. La investigación bajo condiciones de desinfección con antibióticos logro una viabilidad 68.5% de brotes in vitro del hibrido babaco (Jardán, Basantez, Gómez y Bermudez, 2016, p. 67).

Para la plantación es recomendable hileras dobles separadas a 1 metro entre hilera, un metro entre planta y dos metros de calle entre hileras que facilita el manejo del cultivo. La fertilización se debe realizar cada 3 meses (urea 50-75 g por planta), seguido de irrigación. Cada cuatro a seis meses se debe aplicar potasio 0-0-60 (30 g por planta). Para controlar las malezas se recomienda de cuatro a cinco deshierbas por año para evitar la proliferación de plagas y enfermedades. Para este cultivo es conveniente el riego por goteo, debiéndose aplicar de cinco a 10 litros de agua por cada planta, cada 15 días tomando en cuenta el tipo de suelo (Soria, 1997, p. 41).

2.3 Floración.

La floración tiene dos periodos de desarrollo siendo el primero la inducción floral y el segundo la diferenciación floral.

2.3.1 Inducción floral.

La inducción de una yema a flor es producida por un cambio en el interior del meristemo apical como consecuencia de variaciones en la distribución de los nutrientes. Se ha propuesto que este proceso está reglamentado hormonalmente, no se conoce ninguna sustancia que actué como promotor en el desarrollo de las flores. En la diferenciación floral es visible cuando se inician los cambios morfológicos, en la práctica es irrealizable la determinación de la inducción floral. No obstante se puede tener una idea aproximada de la época de sensibilidad de las yemas a los factores inhibidores, el crecimiento de las yemas florales no inician todas a la par en todo el árbol. El medioambiente en el que se desenvuelve la planta también influye en el desarrollo de las yemas de flor. En los climas templados las temperaturas bajas son indispensables para la floración, durante el periodo de bajas temperaturas el crecimiento y la síntesis hormona de las raíces se detiene, no hay transporte de estas a los meristemas su acción inhibidora no tiene lugar y la yema florece. En climas tropicales para que se produzca la floración es necesario un estrés hídrico, que al terminar genera el impulso necesario para que se produzca la floración.

El vigor del árbol es otro factor que determina el inicio y su posterior desarrollo de las flores, el crecimiento vegetativo reduce la floración es por esto que se poda a los árboles. Otra razón es la alternancia en la cosecha intercalando los niveles de producción teniendo en un año una elevada cosecha conocida como año on y al año siguiente una disminución de floración por lo que se reduce a una baja producción conocido como año off, esto ocurre en la mayoría de las especies frutales.

La inducción floral atraviesa dos etapas, en la una etapa se puede interrumpir los factores inductores y la anulación de la floración de la yema, conocida como la etapa reversible, y en la segunda conocida como la irreversible ya que en esta fase no se puede interrumpir el proceso, aunque el medio en el que se desenvuelvan se altere, si esto ocurre se notara una falta de desarrollo floral pero no su completa interrupción de desarrollo (Agustí, 2010, pp. 119-121).

2.3.2. Diferenciación floral.

Cuando las yemas han recibido una señal para que se produzca la inducción floral, la primera transformación que se observa es un aumento de ADN y ARN, sustancias capaces de inhibir la síntesis de ADN y ARN inhiben la formación de yemas florales.

En esta etapa empieza la diferenciación histológica, la mayor diferenciación es el aplanamiento del meristemo de la yema, al mismo tiempo que ocurre la vacuolización de la parte central del meristemo. Este manto da lugar a las brácteas y al primordio floral, el primordio se extiende por la superficie del ápice con el objetivo de diferenciar todo el tejido meristemático. Las diferentes partes florales se desarrollan en secuencia carpeta, concéntrica y continua de sépalos, pétalos, estambres y carpelos (Agustí, 2010, pp. 121-123).

2.4 Flor

Vasconcellea pentagona es una planta dioica, sus flores son femeninas las cuales no poseen anteras, ni filamentos. La flor tiene una forma acampanada con cáliz corto y corola concretescente sin vellosidades. El color que tiene la flor es verde, y está formada por cinco pétalos de color verde blanquecino, mide de tres a cuatro cm de largo, el ovario es súpero es decir, gineceo cuyo punto de inserción se encuentra encima del cáliz; la flor es hipógina. Posee cinco carpelos en donde se encuentran los óvulos. El estigma de la flor de babaco es sésil es decir que son carentes de estilo, este es de color blanco dividido en cinco partes. En la fase inicial de floración en algunos casos en el pedúnculo principal de la flor se puede encontrar flores pequeñas que se insertan lateralmente, las mismas que caerán posteriormente, quedando la flor principal que dará origen al fruto. Las flores se desarrollan en la axila de forma continua en cada hoja de la planta de babaco después de dos o tres meses de trasplante de la planta (Aldaz, 2017, p.6).

2.4.1 Desarrollo de la flor

En biología vegetal uno de los procesos más estudiados a nivel molecular es el desarrollo de la flor. En el año de 1970 Goethe propuso que la flores son hojas modificadas, sin embargo para que esto ocurra deben expresarse simultáneamente cuatro genes que intervienen en la formación floral. Estos genes están regulados por los factores *Leafy* (LFY) y *Apetala* (AP1), identificados en el meristema. La combinación específica entre genes homeóticos da como resultado cuartetos multiméricos que regulan a los genes involucrados en el desarrollo de los órganos florales (Buchanan, GUISSEM y Russel, 2015, p. 63).

A nivel de biología molecular el modelo de desarrollo floral más conocido es la teoría ABC, en el cual la combinación de tres genes homeóticos (clase A, clase B y clase C) producirá una flor adulta. Los genes clase A de *Arabidopsis* son

APETALA1 (AP1) y APETALA2 (AP2); los genes de clase B son APETALA3 (AP3) y PISTILLATA (PI); y el único gen de clase C es AGAMOUS (AG). Mediante las posibles combinaciones de estos genes se transforman tejidos vegetativos primitivos en tejidos vegetativos maduros. Como resultado de la unión de los genes A y B se producirá sépalos y pétalos, la unión de los genes B y C, estambres y A y C carpelos, los genes de clase D se especifican para los óvulos (Theissen y Saedler, 2001, p. 470).

2.5 Fruto.

Los frutos son flores, partes de flores o inflorescencias que han desarrollado sus tejidos para acoger a las semillas hasta que maduran. Cuando las semillas ya se encuentran formadas, ovario de la flor (solo o junto a otras partes de la flor) se desarrolla y da cabida a un fruto. Los frutos del babaco son simples ya que se obtiene de la transformación de una única flor. Los tejidos que están alrededor de las semillas son los que forman el fruto. Globalmente se lo conoce con el nombre de pericarpio dentro del cual se distinguen tres capas denominadas exocarpo, mesocarpo y endocarpo, que se los distingue con el objetivo de facilitar la descripción anatómica de los frutos. La mejor forma de comparar a los frutos entre si es por medio del comportamiento de los frutos agrupándolos en función de los tejidos análogos y su comportamiento fisiológico (Agustí, 2010, pp. 127-128).

En los frutos de babaco (*Vasconcellea pentagona*) no es necesaria la polinización para su desarrollo ya que son partenocárpios es decir el fruto no contiene semillas viables (Robles , Herrera y Torres, 2016, p. 85). En la misma planta de babaco se encuentran frutos en diferentes estados de desarrollo. El babaco es una baya elipsoidal, formado de 5 caras y 5 aristas motivo por el cual es clasificado como *pentagona*. Poseen piel de color verde oscuro y al iniciar la etapa de maduración se observa pequeñas manchas de color amarillo entre las caras que determinan el grado de cosecha, y al concluir con su etapa de maduración es de color amarillo (Soria, 1997, p. 38). Este fruto tiene un peso de 0.3 a 2 kg, 30 cm de largo y de seis a 12 cm de diámetro. Su pulpa es

de color blanco, jugosa, ligeramente acida y de baja concentración de azúcares (Robles , Herrera y Torres, 2016, p. 85). La baya tiene uno a dos centímetros de ancho en pulpa y en su interior se observa una cavidad llena de un tejido de textura mucilaginosa, en algunas ocasiones se puede encontrar en esta cavidad pequeñas semillas que no han completado su proceso de formación y no germinan (Soria, 1997, p. 38).

2.5.1 Cosecha y postcosecha.

El cultivo de babaco bajo condiciones de invernadero comienza a dar frutos después de los nueve a doce meses de plantación (Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañas, 2003, p.41). Una vez transcurrido este periodo de tiempo se inicia la producción de manera continua. A partir de la floración el fruto se demora de siete a ocho meses en desarrollarse y alcanzar la madurez (Muñoz y Valenzuela, 1985, p. 5). La cosecha se realiza de forma manual cuando el fruto presenta cambios de coloración de verde a amarillo en las hendiduras, se recomienda cosechar el fruto cuando el 20% de su cuerpo presenta tintes amarillos, ya que madurez del fruto es un factor que influye en la calidad del producto en la etapa de postcosecha. Para mejor conservación y maduración se cosechan los frutos con los pedúnculos, mismos que son colocados en jabs plásticas, para continuar con la postcosecha en campo encargada de recibir la materia prima, pesar, limpiar, seleccionar, clasificar, empacar y almacenar. Al transcurrir de 15 a 30 días los frutos alcanzan su madurez comercial. Si se necesita acelerar el proceso de maduración los frutos son almacenados a 25° C con etileno. En caso contrario cuando se necesita postergar la maduración del fruto se almacena en fruto a 15 ° C (Coro, 2017, pp. 6-7).

2.5.2 Fruto Climatérico.

El babaco es un fruto climatérico, es decir que su proceso de maduración continua después de haber sido cosechado en estado de madurez fisiológica, cuando la fruta ha concluido con su crecimiento y desarrollo, ya que a partir de

este punto los frutos climatéricos son capaces de continuar con el proceso de ontogenia aun separado de la planta. Estos frutos incrementan la producción de etileno (hormona encargada de la maduración) antes que se incremente la capacidad respiratoria. Este es un proceso autocatalítico, irreversible a la maduración del fruto, una vez iniciado solo incrementa la velocidad y el efecto (Coro, 2017, pp. 6-10).

2.5.3 Fruto partenocárpico.

El crecimiento de los frutos partenocárpicos se desencadena por un desequilibrio hormonal en algunos tejidos específicos. Las auxinas y las giberelinas se consideran elementos clave en el desarrollo de frutos partenocárpicos de esas líneas. Un incremento en el nivel de estas hormonas en el ovario puede sustituir a la polinización y desencadenar el desarrollo normal de la fruta (Gorguet, Heusden, y Lindhout, 2004, pp. 131-133).

En el análisis histológico el fruto exhiben androesterilidad citológica, se percibe alteraciones en la formación de los sacos polínicos o en las anteras, esto se encuentra ligado al desarrollo del fruto partenocárpico. Se ha comprobado que la mayor tasa de cuajado de frutos partenocárpicos promueve una mayor producción en cada planta. En algunos frutos partenocárpicos se ha examinado la relación existente entre la expresión del delator y la mutación de estos genes, es decir la actividad GUS se detecta en los órganos afectados, lo que sugiere que el gen responsable del genotipo se encuentra etiquetado por T-DNA y la caracterización molecular, fenotípica y genética de plantas Tom24 propone que el fenotipo se debe a un inserto de T-DNA que no transmite descendencia porque produce mortalidad en los gametos masculinos y femeninos (Goerden, 2016, pp. XII-XIV).

2.6 Fenología

Ciencia que estudia los fenómenos biológicos periódicos, como los estudios de cambios fisiológicos del ciclo de vida de las plantas, las mismas que están

influenciados por variaciones climáticas principalmente temperatura y precipitación.

La fenología proviene de dos vocablos griegos *phainein* que significa manifestar y *logos* que significa tratado, es por esto que la fenología es entendida como el estudio de cambios periódicos naturales del ciclo de vida de las plantas. La aparición, cambio de los órganos vegetales se denomina fase fenológica o fenofase, la misma que esta influenciada por variaciones de tipo morfofisiológicos. El transcurso de una fase a otra constituye la etapa o estadio fenológico. Cambios en la duración de estos estadios y fases están influenciados por variaciones climáticas o eventos de estrés biótico o abiótico que perjudican la fisiología de la planta, alterando estos ciclos de desarrollo (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 19).

2.6.1 Importancia de la fenología

Los cambios en el tiempo de las fenofases de los cultivos son de gran importancia económica puesto que tienen impacto directo sobre los factores que influyen en el rendimiento final del fruto (Kushwaha, Singh, 2008). La fenología ha surgido como una herramienta para analizar el impacto climático en los diferentes cultivos (Lopez, Lopez, Muñoz, Fernandez y Lopez, 2016, p. 2), según Leather (2010) enuncia que el conocimiento de fenología es una herramienta fundamental para el desarrollo de las ciencias agronómicas y campos relacionados. Feller (2012) afirma que tal conocimiento proporciona beneficios sustanciales durante el manejo agrícola permitiendo la selección apropiada y el momento óptimo de ciertas prácticas, como fertilización o uso de pesticidas para controlar plagas, enfermedades y malas hierbas (Lopez, Lopez, Muñoz, Fernandez y Lopez, 2016, p. 3). Logrando optimizar recursos y aumentar la productividad de los cultivos (Almaza, 2011, p. 44).

2.6.2 Formas de medir la fenología

Hasta los años ochenta, no había un método de codificación estandarizado para describir las etapas de desarrollo de las principales plantas cultivadas. Inicialmente las etapas fenológicas se describieron usando una combinación de letras y números (Rajan, 2011, pp. 109-13). Fleckinger (1948) desarrolló una escala para árboles frutales que no cumplió con los requisitos de una escala de crecimiento, esta escala describe la inflorescencia y no el desarrollo de brotes. Otra escala propuesta por Aubert y Lossois (1972) se centró solo en brotes y panículas en desarrollo. Mediante la utilización de códigos numéricos, estas escalas no describen los ciclos completos de floración y desarrollo de frutos. Zadokset (1974) publicó el primer código decimal para estandarizar la descripción de etapas de desarrollo homólogas de distintos cultivos utilizando una codificación estándar.

Un nuevo avance de metodología en fenología es la escala BBCH (*Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie*) propuesto por Bleiholder (1989) y la escala extendida BBCH, propuesto por Hack (1992). La ventaja de la escala BBCH es su simplicidad, además describe las etapas vegetativas y reproductivas del crecimiento de la planta. Desde entonces, la escala BBCH ha sido aceptada en estudios de desarrollo en varios cultivos como cereales, colza, frijol y girasol por Lancashire (1991), remolacha por Meier (1993), patata por Hack (1993), varios vegetales por Feller (1995) y cultivos frutales como granada por Melgarejo (1997).

2.6.3 Escala BBCH

En la escala BBCH las descripciones se basan en el estadio de desarrollo, en función del estado fenológico de la planta. Esta escala es un sistema de codificación uniforme e identificación fenológica de fases de crecimiento que está dividido en dos grandes etapas: principales y secundarias. Este método de medición se aplica a todas las especies de plantas tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas (*Federal Biological Research Centre for Agriculture and*

Forestry, 2001). Las etapas de crecimiento principal se describen utilizando números del 0 al 9 en orden ascendente, para la descripción de etapas principales se utilizará características externas claramente reconocibles de la planta.

En la tabla 1 se muestra los estadios principales de crecimiento de la escala general BBCH.

Tabla 1
Principales fases de crecimiento vegetal según la escala BBCH. (2001)

Estadio	Descripción
0	Germinación, brotación desarrollo de la yema.
1	Desarrollo de las hojas (brote o tallo principal).
2	Formación de brotes laterales.
3	Elongación del tallo principal.
4	Desarrollo de las partes vegetativas explotables de la planta u órganos vegetativos de prolongación.
5	Emergencia de la Inflorescencia (tallo principal)
6	Floración (tallo principal).
7	Desarrollo de frutas.
8	Maduración de frutos y semillas.
9	Senescencia comienzo de la dormancia.

Tomado de: (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Nota: se muestra los estadios principales de crecimiento.

Dentro del estadio general de crecimiento principal pueden existir cambios en el desarrollo de las etapas, las cuales se pueden omitir, o también pueden ocasionalmente desarrollarse en paralelo (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001). Las etapas principales no son suficientes para describir a la planta debido a que existen varias transformaciones en el desarrollo durante el cambio de cada etapa principal.

Es por esto que las etapas secundarias son empleadas para describir fases cortas en el desarrollo de la planta que ocurren dentro de un estadio principal y están codificadas por números del 0 al 9. La unión de las cifras de la etapa

principal y el número de un estadio secundario de crecimiento da como resultado un código de dos dígitos que posibilita la definición más precisa de todas las etapas fenológicas de crecimiento de la planta (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001). Este estudio se basa en las etapas reproductivas de crecimiento principal: 5, 6, 7 y 8 que son utilizadas para describir el desarrollo generativo de flores, el desarrollo y maduración del fruto.

2.6.3.1 Etapa de crecimiento principal 5: Emergencia de la inflorescencia.

Esta fase inicia con la determinación de las yemas que se encuentran en estado de latencia, invernal o en letargo, este periodo se caracteriza por la suspensión eventual del crecimiento visible, posteriormente estas yemas continúan su formación, aumentando gradualmente su tamaño, luego se hinchan y se desarrollan las estructuras florales (Agustí, 2010, p. 7).

En la Tabla 2 se observa la quinta fase fenológica de la escala general BBCH con sus respectivas etapas fenológicas de desarrollo.

Tabla 2

Fase general de crecimiento principal 5: Aparición y desarrollo del botón floral tallo principal según la escala BBCH. (2001).

Código	
BBCH	Descripción
50	Yemas en latencia
51	Yemas florales visibles.
52	Botón floral con el 20% del tamaño final.
53	Botón floral con el 30% del tamaño final.
54	Botón floral con el 40% del tamaño final.
55	Botón floral con el 50% del tamaño final.
56	Botón floral con el 60% del tamaño final.
57	Botón floral con el 70% del tamaño final.
58	Botón floral con el 80% del tamaño final.
59	Botón floral con el 90% del tamaño final.

Tomado de: (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001)

Nota: se muestra los estadios principales de crecimiento 5.

2.6.3.2 Fase de crecimiento principal 6: Floración

Esta fase completa los datos recopilados de los botones florales en la quinta etapa de emergencia de la inflorescencia. La primera etapa de esta fase inicia con las primeras flores abiertas y continúa el desarrollo de las siguientes etapas de la fase de crecimiento principal 6 hasta que se produce el cuajado del fruto. Para que finalice esta fase fenológica intervienen ciertos factores como: climáticos e intensidad de luz que influyen en el cuajado de los frutos (Almaza, 2011, p. 44).

En la Tabla 3 se observa la sexta fase fenológica de la escala general BBCH con sus respectivas etapas fenológicas de desarrollo.

Tabla 3
Fase general de crecimiento principal 6: Floración (tallo principal) según la escala BBCH. (2001).

Código	Descripción
60	Primeras flores abiertas (esporádicamente).
61	Inicio de la floración: 10% de las flores abiertas.
62	20% de las flores abiertas.
63	30% de las flores abiertas.
64	40% de las flores abiertas.
65	Plena floración: 50% de las flores abiertas, los primeros pétalos pueden caer.
66	60 % de las flores abiertas.
67	70% de las flores abiertas.
68	80% de las flores abiertas.
69	Final de la floración: conjunto de frutas visibles: la mayoría de los pétalos caídos o secos.

Tomado de: (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Nota: se muestra los estadios principales de crecimiento 6.

2.6.3.3 Fase de crecimiento principal 7: Desarrollo del fruto.

En esta etapa se analiza el periodo de crecimiento y desarrollo del fruto especificando su transformación en la etapa 70 a la 79 de la escala general BBCH. El tamaño y la forma de la fruta son específicos de cada cultivo, el tamaño se encuentra determinado por el número, volumen y densidad de células del fruto (Almaza, 2011, p. 46).

En la Tabla 4 se observa la séptima fase fenológica de la escala general BBCH con sus respectivas etapas fenológicas de desarrollo.

Tabla 4
Fase general de crecimiento principal 7: Desarrollo de frutas según la escala BBCH (2001).

Código	Descripción
70	Primeros frutos visibles.
71	10% de los frutos han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 10% del tamaño final.
72	20% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 20% del tamaño final.
73	30% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 30% del tamaño final.
74	40% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 40% del tamaño final.
75	50% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 50% del tamaño final.
76	60% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 60% del tamaño final.
77	70% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 70% del tamaño final.
78	80% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 80% del tamaño final.
79	90% de las frutas han alcanzado el tamaño final.

Tomado de: (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Nota: se muestra los estadios principales de crecimiento 7.

2.6.3.4 Estadio principal 8. Maduración del fruto.

Esta fase inicia con el cambio de color del fruto hasta que llega a su madurez organoléptica. En el transcurso de este proceso el fruto adquiere el color característico del cultivo, esta etapa se caracteriza porque la fruta ha finalizado con su crecimiento y adquirido sus características fisicoquímicas (Almaza, 2011, p. 47).

Tabla 5

Fase general de crecimiento principal 8: Maduración del fruto según la escala BBCH (2001)

Código BBCH	Descripción
81	Los frutos comienzan a madurar: comienzo de la coloración del fruto.
85	Aumento de la coloración.
87	Madurez de recolección: Frutos tienen sabor varietal típico y firmeza óptima.
89	Madurez de consumo: Frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos.

Tomado de (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Nota: se muestra los estadios principales de crecimiento 8.

2.6.4 Cultivos cruciales para la economía del Ecuador estudiados bajo el método BBCH.

El sistema decimal BBCH es conocido por el estudio fenológico en una serie de cultivos, como hortalizas, frutales, cereales, revisados por Meier (2009). Que se han estudiado con el fin de maximizar los ingresos de cada cultivo. Para esto es necesario que los agricultores conozcan la progresión secuencial del cultivo y puedan tomar decisiones desde la siembra hasta la etapa de cosecha del fruto.

En el Ecuador los cultivos permanentes de mayor venta y producción son el banano (fruta fresca), café (grano oro) y la palma africana (fruta fresca) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2017).

Mediante la fenología se determinó que la etapa de madurez óptima de cosecha del banano se alcanza a los 443 días desde la siembra para que los racimos sean cosechados (Bohra et al., 2014, p. 17).

En el café se identificó las fases fenológicas 50, 60,70 y 80 de la escala general BBCH, las cuales tuvieron una duración de 300 días desde la etapa 51 hasta la etapa 88, donde el fruto está listo para ser cosechado y es de color rojo o amarillo en algunos cultivares (Arcila, Buhr, Bleiholder, Hack y Wicke, 2001, pp. 17-21).

A los dos o tres años de la siembra de palma africana aceitera inicia la inflorescencia, este cultivo posee flores masculinas y femeninas. El ciclo fenológico de reproducción de la palma africana aceitera dura 517 días desde la primera aparición de la hoja flecha la cual se desarrolla la primera inflorescencia masculina y femenina hasta que el fruto alcanza su madurez (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, pp. 37-77).

En estos estudios se ha demostrado que cada fenofase tiene un momento de desarrollo específico dependiendo de cada cultivo, los mismos que son influenciados por el medio ambiente en el que se desarrolla la planta.

2.7 Grados-Día de Desarrollo (G.D.D).

La temperatura controla la tasa de desarrollo de varios organismos que dependen de la acumulación de calor, para pasar de una fase a otra. Este tiempo es fisiológico y se expresa en unidades, llamados grados días de crecimiento acumulados o grados días de desarrollo (GDD). Este método es uno de los más comunes para estudiar la relación entre la temperatura-día con el desarrollo de la planta (Almaza, 2011, p. 3).

2.7.1 Fórmulas y cálculo de Grados-Día-Desarrollo

Para determinar los grados días de desarrollo (GDD) se han propuesto varios métodos basados en diferentes criterios importantes a considerar según cada autor, detallados a continuación.

En los métodos para el cálculo de (GDD) propuestos por Ometto (1981) y Snyder (1985), analiza la temperatura máxima y mínima en un día con respecto a dos variables las cuales son una temperatura mínima para que no se detenga el desarrollo del cultivo denominada temperatura basal inferior (Tb), y señalan que el cultivo también tiene una temperatura basal alta (TB), por encima de la cual el cultivo dificulta sus actividades metabólicas.

Otros métodos para calcular los (GDD) son propuestos por Dufault (1997), en este método hay una condición cuando la temperatura mínima está por debajo de la temperatura basal inferior y el método de Arnold (1959) en este método los Gados- Día se calculan como el promedio suma de la temperatura máxima y mínima de todas temperaturas en un día, con respecto a la temperatura basal inferior o temperatura base para su cálculo. Este es el método más empleado y utilizado en esta investigación para expresar las temperaturas necesarias en el desarrollo de las diferentes etapas se calculó mediante la siguiente fórmula (Dos Santos, Lopez, Chohaku y Pereira, 2013, pp. 383-384).

$$U.T = \sum \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right) - T_{bas} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

U.T= Unidades térmicas.

T max= temperatura máxima diaria expresada en °C.

T min= temperatura mínima diaria expresada en °C

T base= temperatura base en la cual el cultivo detiene su desarrollo.

2.8 Color.

El color es una percepción humana de la luz reflejada por un objeto, es una percepción de como los ojos detectan la luz reflejada y la forma en la que el cerebro la procesa. El color está influenciado por el objeto, observador, el iluminante, la geometría óptica aérea, el fondo, la superficie, el brillo y la temperatura. Se lo determina entonces como una respuesta mental al estímulo de una radiación luminosa que se produce en la retina (Borja, Percy, Nevado y Danny, 2016, p. 32).

2.9 El color en la industria alimentaria.

El color en la industria alimentaria es un parámetro para evaluar, caracterizar, controlar la madurez óptima de un fruto que se encuentra asociado con el color y el sabor siendo el color el primer parámetro a considerar, por ejemplo, en un análisis de lote se analiza el color como medida de madurez de un lote.

Se ha establecido la relación de los cambios de color con estado de madurez, características fisicoquímicas y el desarrollo eventual del sabor en frutas tropicales como (mango puerco y corazón, maracuyá, papaya y plátano). Este análisis se lo realizó mediante la escala CIELAB, concluyendo que el color está relacionado con características organolépticas y con la maduración de los frutos (Borja, Percy, Nevado y Danny, 2016, p. 32). El cambio de color del babaco es analizado mediante esta escala.

2.10 Escala CIELab.

El espacio gramático CIELab fue desarrollado por la *Commission Internationale Eclairage* (CIE) e introducido el sistema de CIE $L^*a^*b^*$ en el año 1976, llamado también espacio de color CIE (Color space). La escala es una transformación matemática de un plano con los ejes X, Y y Z. El CIELab es un modelo cromático que se utiliza para describir todos los colores que un ojo humano puede percibir.

La letra L representa luminosidad de color ($L^*=0$ rendimientos negro y $L^*=100$ indica el color blanco, la letra a indica la posición entre rojo y verde (a^* , valores negativos indican el color verde y valores positivos indican rojo) finalmente la letra b muestra la posición entre azul y amarillo (b^* valores negativos indican el color azul y valores positivos indican amarillo). Este método solo puede ser representado adecuadamente en un plano tridimensional (Borja, Percy, Nevado y Danny, 2016, p. 11).

3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales y equipos.

El material biológico utilizado en esta investigación está enlistado en la tabla 6.

Tabla 6
Material biológico.

Tipo de material	Material
Material biológico	21 Plantas de <i>Vasconcellea pentagona</i>

Los materiales utilizados en esta investigación están enlistados en la tabla 7.

Tabla 7
Material de campo.

Tipo de material	Material
Material de campo	Calibrador digital -Truper
	Data Logger (Hobo Pro V2 Temp/RH Part No U23-001)
	Cámara digital Profesional Canon Rebel T6I
	GPS GARMIN MOD. Etrex LEGEND H
	Catálogo de colores Munsell Soil Color Book (2012)
	Lupa

3.2 Método y manejo del experimento.

Se utilizaron 21 plantas *Vasconcellea pentagona* de 30 meses y 6 meses de edad, sembradas bajo invernadero en tres lotes, con sistema de riego por goteo. En el primer lote las plantas de *Vasconcellea pentagona* se encuentran sembradas a una distancia de 1,50 m entre planta y 1,50 m entre hileras, en 345 m² de área.

En el segundo y tercer lote las plantas de *Vasconcellea pentagona* se encuentran sembradas a un distanciamiento de 2 m entre planta y 2,50 m entre hileras, en 195 m² de área. Se tomaron de forma aleatoria 15 plantas de *Vasconcellea pentagona*, las cuales fueron etiquetadas en la parte media del tronco para su posterior identificación. De estas plantas se seleccionó y se etiquetó aleatoriamente algunas flores con el propósito de estudiar el estadio de desarrollo en el que se encuentran.

En busca de la estandarización en el estudio del cultivo se seleccionó la escala (BBCH) ya que se ha aplicado en varios campos en la agricultura. Especialmente ha contribuido a mejorar la comprensión y ampliar el conocimiento de los cultivos. Esto ha permitido definir el uso adecuado de químicos.

De igual manera estos estudios han sirviendo de base en programas de fitomejoramiento. Durante el estudio se muestrearon semanalmente 134 flores las cuales fueron seguidas en el tiempo para copilar datos. Se consideró variables como: largo, ancho de la flor, y tamaño del pedúnculo. Cada etapa de crecimiento fue fotografiada para llevar un registro gráfico de los cambios de cada etapa.

3.3 Ubicación del estudio

La investigación se realizó en la Granja Experimental de la Universidad De Las Américas ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, parroquia Nono,

a 18 Km hacia el Noroccidente de la capital del Ecuador. La parroquia de Nono se encuentra ubicada en una zona bioclimática clasificada como bosque muy húmedo (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nono, 2012, p. 13).

En la tabla 8 se observa los límites geográficos de la parroquia de Nono.

Tabla 8

Límites geográficos de la parroquia de Nono, Pichincha Ecuador.

Puntos Cardinales	Límites geográficos
Norte	Parroquia de Calacalí
Sur	Parroquias de Lloa y Mindo
Este	Parroquia de Cotocollao
Oeste	Parroquias de Nanegalito y Mindo

Tomado de: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Nono, 2012, p. 30).

En la tabla 9 se observan las coordenadas GPS de la Granja Experimental de la Universidad de las Américas.

Tabla 9

Coordenadas GPS de la Granja Experimental

Coordenadas GPS	
Norte	359 °
Sur	0°2'37''
Oeste	78°33'44''

En la tabla 10 se observa la climatología de la Granja Experimental de la Universidad de las Américas localizada en la parroquia de Nono.

Tabla 10

Características climatológicas de la Granja Universitaria localizada Nono, Pichincha Ecuador.

Características climatológicas de la Granja	
Temperatura promedio	14 a 16°C
Altitud	2650 m

3.4 Variables.

Se tomaron encuesta variables cualitativas para describir y construir la escala fenológica BBCH como es el color y la estructura de los botones, las flores y frutos, para el análisis de las variables cuantitativas se recopilamos datos de temperatura en los días que duro el estudio y se tomó medias semanales en milímetros en relación al largo y ancho del crecimiento de las diferentes estructuras en cada fase fenológica detectada en campo, se detalladas a continuación las variables.

Largo y ancho de flores de babaco: para la construcción de la escala BBCH se usan tamaños relativos en relación con los tamaños finales del fruto. Para obtener estos resultados se mide en milímetros el largo de la flor y el fruto. Las medidas para determinar el ancho se tomaron en milímetros el tercio inferior de la estructura de la flor y el fruto durante las diferentes etapas fenológicas.

Fases fenológicas de la flor.

Yema latente: suspensión momentánea visible de la estructura (Agustí, 2010, p.107).

Yema brotada: En este estado la yema incrementa su tamaño es decir se hincha, primero ocurre su alargamiento antes que su engrosamiento (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Floración: En este estado se evidencia las primeras flores abiertas, como consecuencia de dos procesos: el primero es la inducción floral que es el que establece la diferenciación de un meristemo hacia la formación floral, y el segundo es la iniciación floral que es el proceso de formación de las flores (Almaza, 2011, p. 44). Según la escala BBCH cuando las flores han alcanzado a desarrollarse en un 50% están en el punto máximo de floración (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Cuajado: Es el fin de la floración, el ovario crece y ya se puede evidenciar el fruto. (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Desarrollo del fruto: tras la fecundación o el estímulo partenocárpico del ovario este comienza su desarrollo hasta convertirse en un fruto maduro, esta transformación atraviesa varias fases sucesivas de características propias, pero variables en duración dependiendo del medio de cultivo y el medio en el que se desarrolla (Agustí, 2010, p. 135). Según la escala BBCH el desarrollo inicia en el momento que los frutos alcanzan el 10% de su tamaño final, hasta concluir con el tamaño específico de su especie, variedad o bien el tamaño final del fruto (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Madurez fisiológica: En esta etapa se da origen a la maduración del fruto en el cual se apreciará el comienzo de cambio en la coloración del fruto, hasta llegar a la maduración plena (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

Tiempo: El tiempo se evaluará en grados Días de Desarrollo y los días en que la flor cambia de fases. Esto permite determinar la temperatura y el tiempo necesario para cambiar de una etapa a otra, según el método escogido (BBCH) para este estudio. El mismo que se expresará en unidades térmicas con el fin de describir como la temperatura influye en el desarrollo fenológico (Salazar, Johnson, Chaves y Hoogenboom, 2013, p. 742).

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente serie de figuras se observa como el botón floral se ha transformado en el transcurso del tiempo el mismo que ha crecido en ancho, largo y se ha observado el cambio de color de una etapa a otra hasta llegar a expresarse como un fruto partenocarpio. Posteriormente se especifica los cambios físicos de los estadios 5, 6,7 y 8 de acuerdo a la escala BBCH y finalmente se presenta la escala general BBCH de las mismas fases de desarrollo.

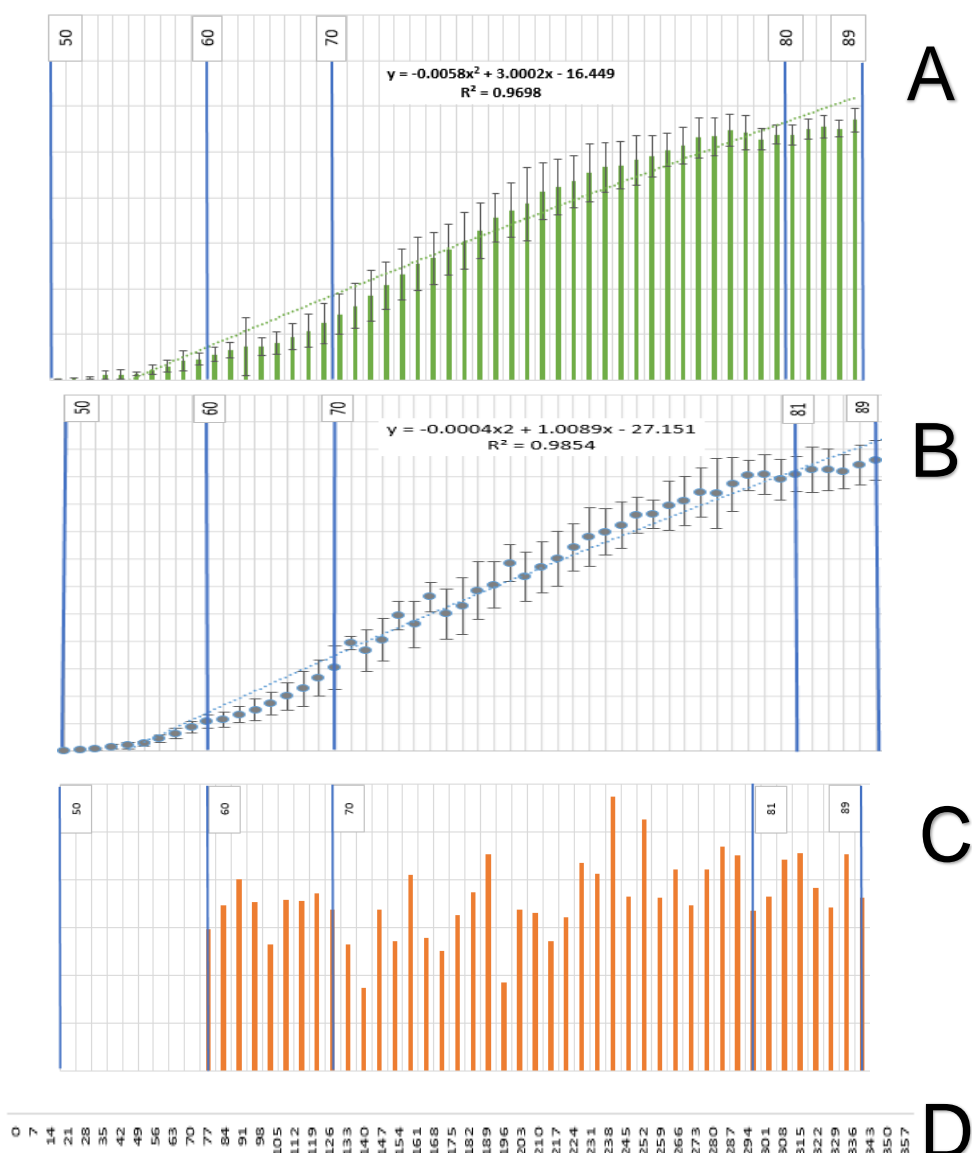


Figura 3. Se presenta los estadios fenológicos de desarrollo floral del babaco 5,6,7 y 8 según la esca BBCH en función del crecimiento.

- A. Ancho.
- B. Largo.
- C. Unidades termicas.
- D. Días totales del desarrollo del estudio, al igual que el numero de días necesarios que transcurren para que el cultivo de babaco

}Datos tomados en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas, Nono.

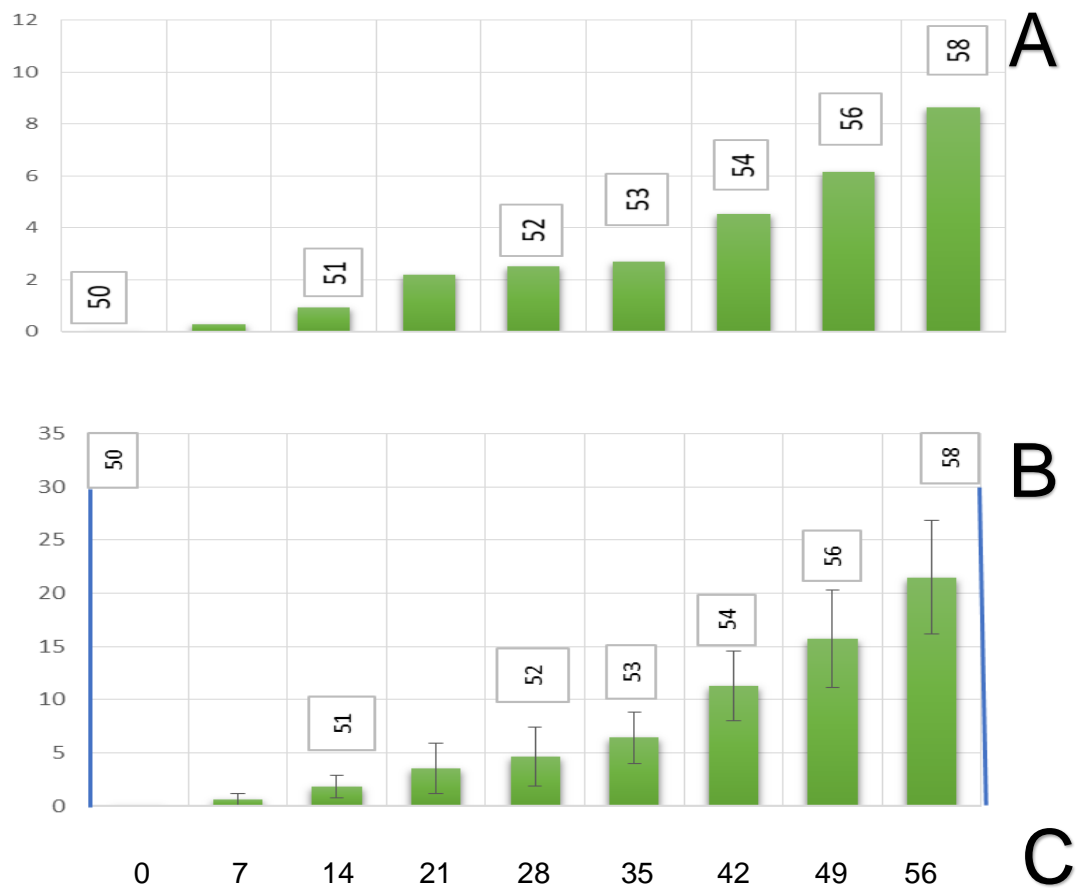


Figura 4. Fase general de crecimiento principal 5: Aparición y desarrollo del botón floral, en función del crecimiento del ancho del botón floral y las 6 etapas de desarrollo dentro de esta fase.

- A. Largo del boton floral y las etapas de desarrollo dentro de esta fase.
- B. Número total de días de desarrollo para la fase general 5.
- C. Número de días necesarios que transcurren para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra.

Datos tomados en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas, Nono.

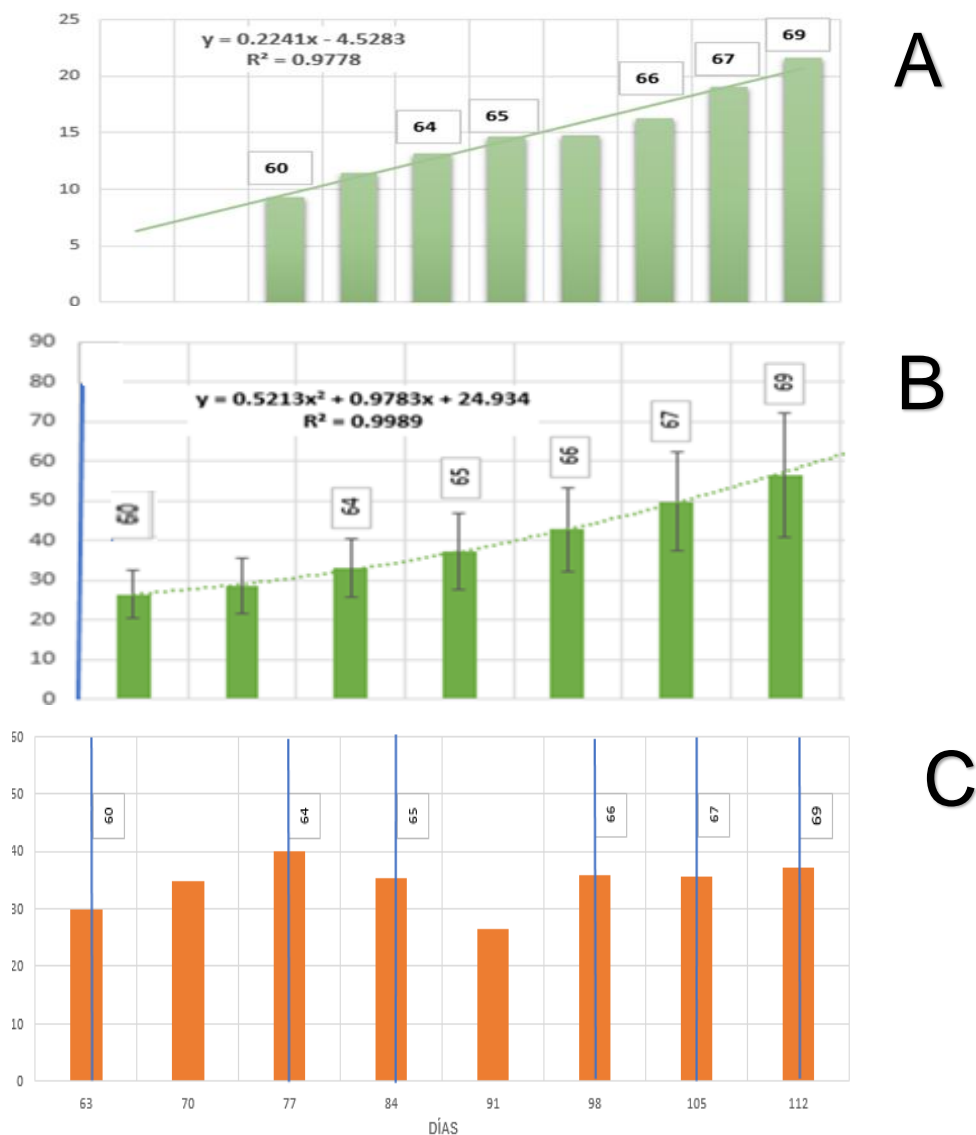


Figura 5. Fase general de crecimiento principal 6: floración, en función del crecimiento del ancho y las etapas de desarrollo dentro de esta fase.

- Aumento del largo de las flores y las 6 etapas de desarrollo dentro de esta fase.
- Unidades térmicas necesarias para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra en la fase 6.
- Número total de días de desarrollo de la fase general 6, al igual que el número de días necesarios que transcurren para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra en esta fase.

Datos tomados en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas, Nono.

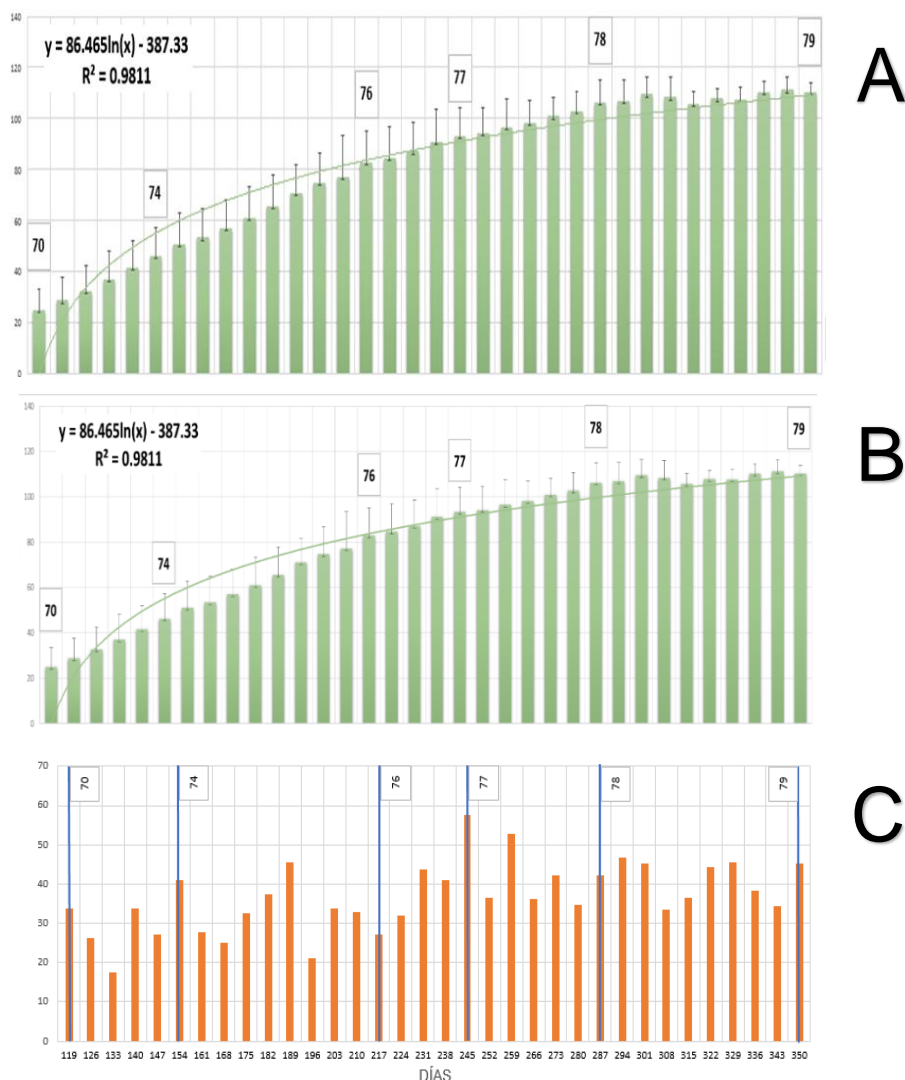


Figura 6. Fase general de crecimiento principal 7: Desarrollo del fruto en función del crecimiento del ancho y las 6 etapas de desarrollo dentro de esta fase.

A. Incremento del largo del fruto y las 6 etapas de desarrollo dentro de esta fase

B. Unidades termicas necesarias para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra en la fase 7.

C. Número total de dias de desarrollo de la fase general 7, al igual que el numero de días necesarios que transcurren para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra en esta fase.

Datos tomados en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas, Nono.

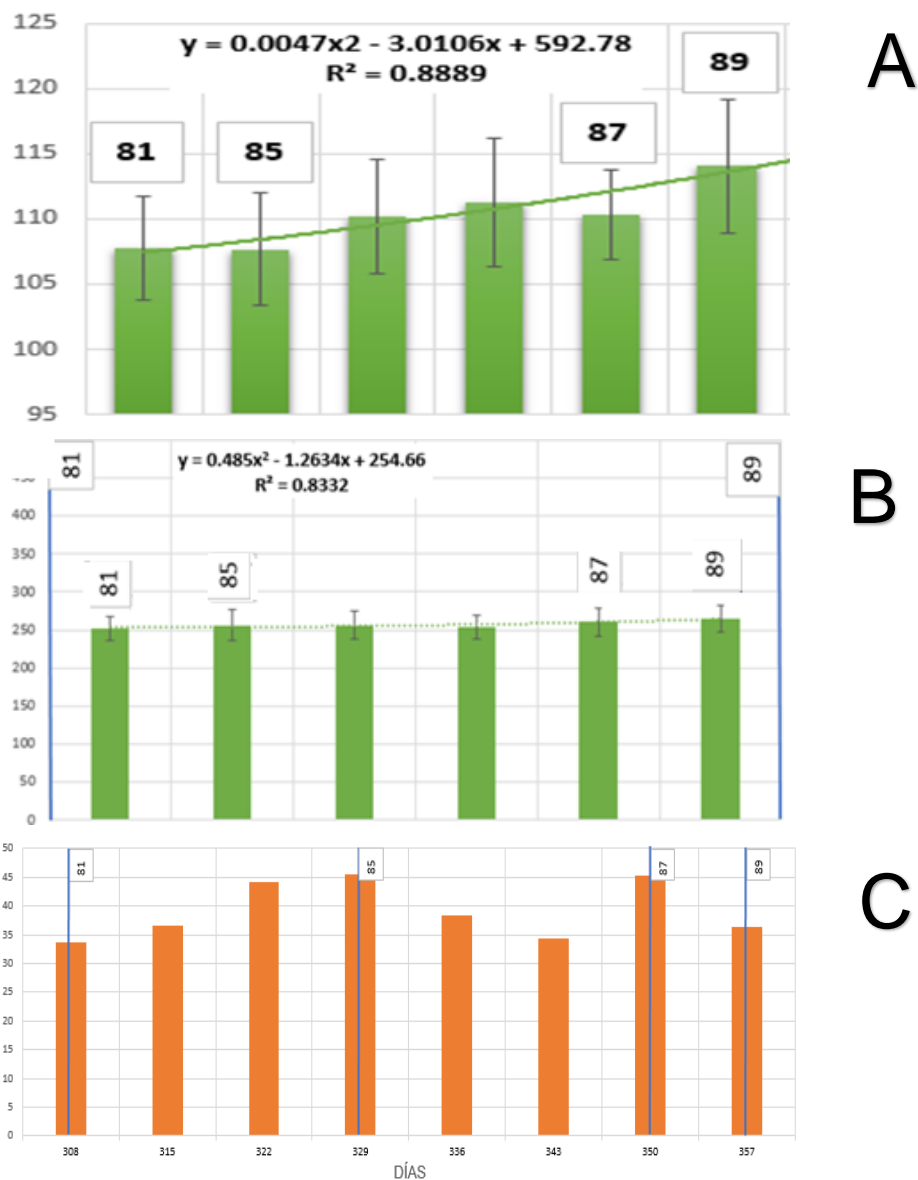


Figura 7. Fase general de crecimiento principal 8: Maduración del fruto, en función del crecimiento del ancho y las 4 etapas de desarrollo dentro de esta fase.

- largo del fruto y las 4 etapas de desarrollo dentro de esta fase en la figura.
- Unidades térmicas necesarias para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra en la fase 8.
- Número total de días de desarrollo de la fase general 8, al igual que el número de días necesarios que transcurren para que el cultivo de babaco pase de una etapa a otra en esta fase.

Datos tomados en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas, Nono.



Figura 8. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 50: yemas en latencia.

En la etapa 50 la yema está en estado latente, se desarrolla en el ápice o meristemo terminal del tallo de la planta, según los diferentes criterios de clasificación de las yemas, la yema del babado se clasifica como yema terminal por estar situada en esta posición, por dar lugar a una flor y brotes vegetativos se considera a las yemas de babaco como yemas mixtas bajo el criterio de su estructura (Agustí, 2010, p. 35). Su estructura no es visible al ojo humano, se encuentra adherida a la base de la hoja que lo sostiene, debido a esto no se registró el largo, ancho de la estructura, tamaño del pedúnculo y color de la yema (A y B). Estudios del crecimiento reproductivo mediante la escala BBCH han definido al estadio 50 como una estructura no reconocible externamente como es el caso de la palma de aceite africana (*Erareis guineensis Jacq*) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera (Kunt) cortés x Elaeis guineensis Jacq*) que ocurre en los primordios florales que no han emergido, la describe como una inflorescencia no visible, esta estructura es aplanada en la parte posterior de la axila pegada a la base de la hoja que la sostiene (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 14).



Figura 9. Fase general de crecimiento principal 5: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 51: yemas florales visibles.

En la etapa 51 Se observa una yema hinchada de color 5GY 6/4, se desarrolla en la axila de la hoja, visible en un 10% del tamaño final (A, B y C). La longitud promedio en su etapa inicial (BBCH 51) es 1.83 ± 1.03 mm, el ancho promedio de la misma etapa fue 0.91 ± 0.55 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo fue $0.4.06 \pm 3.15$ mm. La yema en esta etapa se encuentra cerrada e inicia su proceso de engrosamiento. En otros cultivos estudiados bajo el método BBCH en la fase 51 describen esta fase como: un proceso de inducción floral, como es el caso del *Cafeto Var. Catuaí Rojo* (Coa, Solva, Méndez y Mundarain, 2015, p. 62). En el estadio 51 de la palma de aceite africana africana (*Elaeis guineensis Jacq*) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera (Kunt) cortes x Elaeis guineensis Jacq*) la inflorescencia es visible, en el cual todavía no se diferencian las estructuras, (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 51), otro cultivo estudiado con el método BBCH es el taxo (Curuba) que en esta epata la yema se encuentra cerrada y tiene forma puntiaguda (García, 2011, p. 16). Los estadios del cultivo de agrios (*Citrus*) ha sido codificados fenológicamente mediante el método BBCH, en la fase 51 de esta codificación, se especifica a la yema como, hinchada de color verde en el cual se aprecia las escamas de la misma (Agustí, 2010, p. 2).

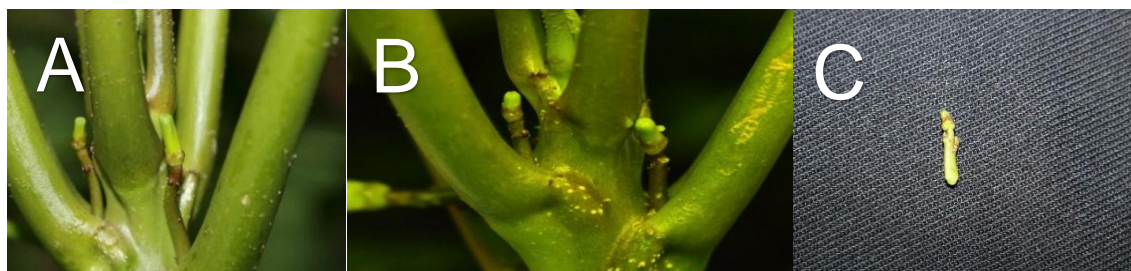


Figura 10. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 52: botón floral con el 20% del tamaño final.

En la etapa 52 el botón floral del babaco tiene forma elíptica, de color 5GY 6/4, se desarrolla en la axila de la hoja, visible en un 20% del tamaño final, en el cual ya se diferencia los pétalos que se encuentran ligados a los sépalos en la parte inferior de la estructura floral. Se observa que la yema en la etapa 52 permanece cerrada. (A, B y C). La longitud promedio es 4.61 ± 2.77 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 2.50 ± 1.90 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 9.13 ± 5.26 mm. En la caracterización de la fenología floral de *taxo* (*Curuba*) en la etapa 52 el botón floral es descrito de color verde, posee el 20% del tamaño final del hipantio (García, 2011, p. 16). El cultivo de manzano (*Malus domestica* BORKH) en el estadio 52, las yemas están cubiertas por escamas apenas coloreadas, visibles y cubiertas de pelos (Agustí, 2010, p. 270).



Figura 11. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 53: botón floral con el 30% del tamaño final.

En la etapa 53 cuando el botón floral alcanzó el 30% de tamaño total se observó una elongación de los pétalos, conservando su forma elíptica, de color 5GY 6/4 (A, B y C). La longitud promedio es 6.42 ± 2.40 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 2.70 ± 0.93 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 13.18 ± 5.94 mm. El cultivo de taxo (*Curuba*) en la fase 53 es de color verde, posee el 30% del tamaño final del hipantio (García, 2011, p. 16). La palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* (Kunt) cortés x *Elaeis guineensis* Jacq) en la etapa 53 la estructura floral alcanzó un 30% de tamaño total y un alargamiento antecesor a un engrosamiento (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 52). En el estadio 53 del cultivo de agrios (*Citrus*) las escamas de la yema se separan y se hacen visibles los primordios florales (Agustí, 2010, p. 2). El cultivo de manzano (*Malus domestica* BORKH) en el estadio 53, las yemas se abren y las puntas son verdes, en el que se encuentra las flores y la yema es visible (Agustí, 2010, p. 270).



Figura 12. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 54: botón floral con el 40% del tamaño final.

En la etapa 54 se evidencia el alargamiento del botón en un 40% del tamaño final, sus pétalos se encuentran cerrados, alargados, unidos en la parte superior de la estructura y en la parte inferior se observan los sépalos (A y B), el botón floral es de color 5GY 6/4 (C), siendo la longitud promedio 11.28 ± 3.29 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 453 ± 2.21 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 20.76 ± 6.24 mm. En esta etapa otros cultivos describen al botón floral como hinchado de forma redonda, que es la

característica propia del desarrollo del botón floral del cultivo de taxo (*Curuba*), su crecimiento alcanzado el 40% del tamaño final (García, 2011, p. 16).



Figura 13. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 56: botón floral con el 60% del tamaño final.

En la etapa 56 se observa en la figura un botón hinchado en el 1/3 de la estructura floral visto desde la parte inferior de la misma donde se encuentran intersectados los sépalos, unido al pedúnculo que se desarrolla en la axila de la hoja, el botón floral en la etapa (A). En esta etapa el botón es visible en un 60% del tamaño final, los pétalos florales están alargándose y son de color 5GY 6/4 (B). Mediante un corte vertical del botón floral se observa el ovario hinchado de color N 9.5 que se encuentra alojado en el cáliz y un pistilo en la parte central del botón de color 5GY 6/4 dentro de la estructura (C). La longitud promedio es 15.73 ± 4.59 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 6.16 ± 2.71 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 28.80 ± 9.95 mm. En el cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) presenta una inflorescencia que en la fase 56 se caracteriza por tener un pedúnculo alargado, sépalos cerrados y las flores de la inflorescencia se separan individualmente, la flor adquiere una forma alargada y sus pétalos son de color blanco, en la parte interna se aprecia las estructuras florales como el estilo, las anteras y el ovario hinchado (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 143). En la misma etapa 56 en el cultivo del taxo (*curuba*) el botón floral alcanzado el 60% del tamaño final, con ligeros cambios de color del hipantilo (García, 2016, p.16).



Figura 14. Fase general de crecimiento principal 5 según la escala BBCH: Aparición y desarrollo del botón floral, etapa 58: botón floral con el 80% del tamaño final.

En la etapa 58 se observa un botón hinchado en un 80% del tamaño final en el 1/3 de la estructura floral visto desde la parte inferior de la misma donde se encuentran intersectados los sépalos, el botón floral en la etapa 58 es visible en un 80% del tamaño final, los pétalos florales están alargándose y permanecen cerrados, son de color 5GY 6/4 (A y B). Mediante un corte vertical del botón floral se observa el ovario hinchado alargado de color N 9.5 que se encuentra alojado en el cáliz y un pistilo en la parte central del botón de color 5GY 6/4 estos órganos florales ocupan el 95% dentro de la estructura que lo aloja (C). La longitud promedio es 21.49 ± 5.29 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 8.64 ± 4.42 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 35.53 ± 8.54 mm. En la etapa 58 en el cultivo del taxo (*Curba*) el botón floral alcanzado el 80% del tamaño final del hipantilo (García, 2016, p.16). En el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) en la fase 58 se observa las primeras flores con sus pétalos los mismos que forman una bola hueca. (Enz y Dachler, 1998).



Figura 15. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 60: primeras flores abiertas (esporádicamente).

En la etapa 60 se observa las primeras flores abiertas las cuales pasan por un proceso de desprendimiento de uno de sus cinco pétalos en la parte superior de la flor, los pétalos son de color 10Y 6/4 (A). En esta etapa las flores están hinchadas en un 100% del tamaño final en el 1/3 de la estructura de la floral (B). Mediante un corte vertical del botón floral se observa el ovario hinchado alargado de color N 9.5 que se encuentra alojado en el cáliz y un pistilo completamente desarrollado en la parte central del botón de color 10Y 6/4 estos órganos florales ocupan el 95% dentro de la estructura que lo aloja, y se evidencia el inicio de separación de los pétalos (C). La longitud promedio es 26.42 ± 5.92 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 9.26 ± 2.84 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 39.11 ± 9.99 mm. Según el cultivo Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 60 se evidencian las primeras flores abiertas (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 144). En el cultivo de taxo (*Curba*) en la fase 60 se observa las primeras flores abiertas (García, 2016, p.18). El cultivo de manzano (*Malus domestica BORKH*) en el estadio 60, se ven las primeras flores abiertas (Agustí., 2010, p. 270).



Figura 16. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 64: 40% de las flores abiertas.

En la etapa 64 se ve una flor abierta en un 40%, sus cinco pétalos se encuentra separados, abiertos en la parte superior de la estructura floral (A). Esta transformación deja en evidencia el estigma formado por cinco filamentos de color N 9.5 que se encuentra en la parte alta del pistilo (B). Los 5 pétalos son de color 5Y 8/4 la parte interior y la parte exterior de color 10Y 6/2 (C). La longitud promedio es 33.01 ± 7.28 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 13.22 ± 3.26 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es $49.74 \pm$

13.20mm. El cultivo Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 64 se evidencia a la flor abierta en un 40% (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145).

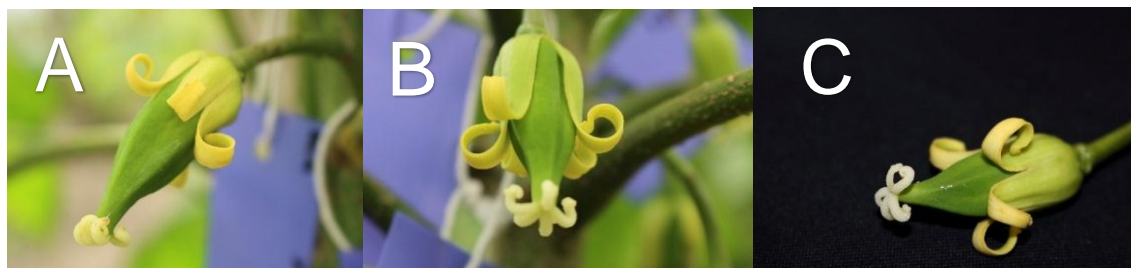


Figura 17. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 65: plena floración: 50% de las flores abiertas.

En la etapa 65 se observa una flor abierta en un 50%, en plena floración, sus pétalos se enrollan hacia la parte exterior de la estructura floral, son de color 5Y 8/6, el gineceo de la flor crece en largo y ancho, es de color 5GY 6/4 (A). El estigma está formado por cinco filamentos de color N 9.5 (B) y (C). La longitud promedio de esta etapa es 37.22 ± 9.75 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 14.68 ± 12.60 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 51.52 ± 1.87 mm. En el cultivo de taxo (*curuba*) las flores se encuentran en anthesis con el 50% de plena floración (García, 2016, p.18). El cultivo Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 65 se evidencia a la flor abierta en un 50%, donde los primeros pétalos se caen abiertas (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145).



Figura 18. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 66: 60 % de las flores abiertas.

En la etapa 66 se observa una flor con pétalos marchitos de color 2.5Y 8/3, sus puntas están secas de color 2.5Y 5/3 (A) y el estigma es de color 5Y 8/3 (B). Mediante un corte vertical a la flor se observa el ovario ensanchado de color N 9.5, a lo largo y ancho en el cual se ve pequeños óvulos, del mismo color del ovario en toda esta estructura. El estilo es pequeño ubicado al fin del ovario (C). La longitud promedio de esta etapa es 48.84 ± 12.46 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 16.28 ± 4.83 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 56.53 ± 10.72 mm. Por citar unos ejemplos en la etapa 66 la flor del Lúpulo (*Humulus lupulus*) se encuentran abiertas en un 66% (Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, 2001), en el caso del cultivo de vid (*Vitis vinífera*) en el estadio principal 6 en la fase 66 los capuchones se encuentran caídos alrededor de un 60% (Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, 2001) y en cultivo de soja (*Glycine*) el 60% de las flores están abiertas (Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, 2001). Estas descripciones varían en cada cultivo por ser propias de los mismos.

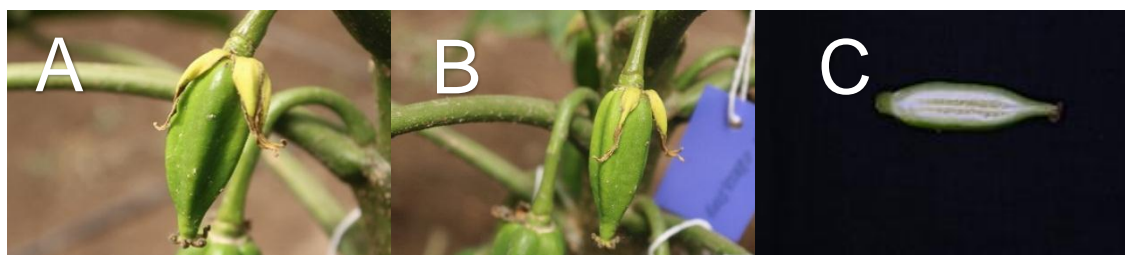


Figura 19. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 67: 70% de las flores abiertas.

En la etapa 67 se observa que la flor ha incrementado su tamaño, con la mayoría de los pétalos marchitos y secos a punto de caer de color 2.5Y 5/3, los pétalos del babaco se secan del extremo inferior al superior, que se encuentran alojados en el caliz de la flor (A), el estigma es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical a la flor se observa el ovario ensanchado de color N 9.5, a lo largo y ancho de esta estructura se diferencian claramente los óvulos, de la flor. El estilo es pequeño y está ubicado al fin del ovario (C). La longitud promedio de

esta etapa es 56.43 ± 15.66 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 19.08 ± 5.61 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 59.88 ± 12.69 mm. En otros cultivos a esta etapa la describen como la etapa en el que las flores se marchitan y la mayoría de los pétalos están caídos como es el caso del cultivo de (*Prunus avium*) Sweet cherry (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En el cultivo de (*Vitis vinífera*) alrededor del 70% de los capuchones están caídos (Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, 2001). Estas descripciones son propias de cada cultivo.

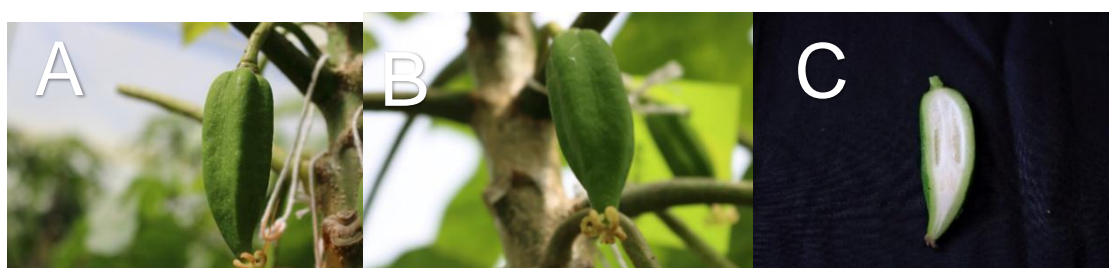


Figura 20. Fase general de crecimiento principal 6 según la escala BBCH: floración, etapa 69: final de la floración: conjunto de frutas visibles, la mayoría de los pétalos caídos o secos.

En la etapa 69 de la escala general BBCH se evidencia un fruto cuajado, es el fin de la floración todos los pétalos se han secado y posteriormente se caen. El fruto es de color 5GY 6/4(A). El estigma es de color 5Y 4/3(B). Mediante un corte vertical a la flor se observan a los óvulos reducidos en tamaño en comparación, con los óvulos de la fase 67 del estadio principal 6(C). La longitud promedio de esta etapa es 66.62 ± 16.49 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 21.61 ± 7.26 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 61.51 ± 14.43 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 69 se caracteriza por ser el fin de la floración en el cual ya se han caído todos los pétalos (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). Las flores del cultivo de palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq) al llegar a la fase 69 cumplen con el fin de la floración, las flores femeninas de este cultivo son polinizadas y el estigma cambia de color crema a púrpura y en las flores masculinas se tornan de color café, anteras se secan y el híbrido interespecífico (*Elaeis*

oleífera (Kunt) cortes x Elaeis guineensis Jacq) en esta misma etapa inicia la polinización de las flores y el estigma cambia de color de amarillo a negro (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, pp. 94-97).

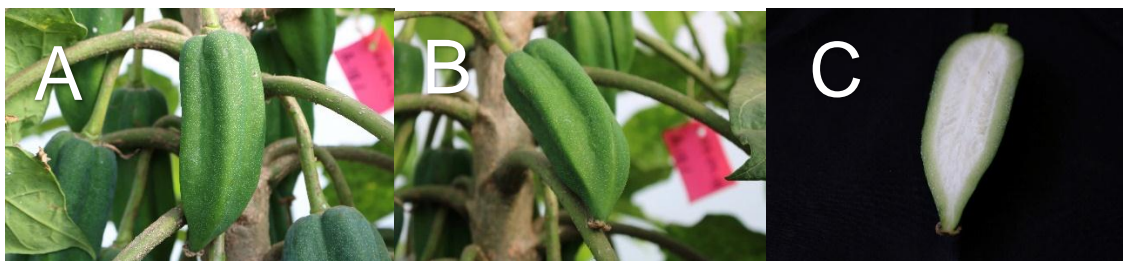


Figura 21. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 70: primeros frutos visibles.

En la etapa 70 de la escala general BBCH se evidencia los primeros frutos visibles de color 5GY 6/4, tiene forma de un pentágono alargado (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa la estructura interna de color N 9.5, a los óvulos absorbidos y reducidos en tamaño (C), en comparación con los óvulos de la fase 69 del estadio principal 6. La longitud promedio de esta etapa es 75.91 ± 20.00 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 24.88 ± 8.64 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 94.96 ± 13.02 mm. (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 97).



Figura 22. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 74: el 40% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 40% del tamaño final.

En la etapa 74 de la escala general BBCH tiene forma de un pentágono más alargado y ancho que en la etapa anterior, de color 5GY 4/4 este proceso de cambio de color es de un verde más claro a un verde más oscuro (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa la estructura interna de color N 9.5 y textura esponjosa, los óvulos son poco perceptibles a la vista humana y se encuentran en pequeñas cantidades. (C), en comparación con los óvulos de la fase 70. La longitud promedio de esta etapa es 115.32 ± 21.03 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 46.27 ± 11.02 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 75.30 ± 16.62 mm. En el manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en el estadio 74 se toman las medidas del diámetro de los frutos hasta 40 mm, los frutos son erguidos (Federal Biological Research Center for Agriculture and Forestry, 2001).



Figura 23. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 75: el 50% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 50% del tamaño final.

En la etapa 75 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado el 50% del tamaño final de la fruta que tiene forma de un pentágono más alargado y ancho que en la etapa anterior, de color 5GY 4/4 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa la estructura interna de color N 9.5 y de textura esponjosa que ocupa un 60% del tamaño de la estructura, los óvulos que se encuentran en esta cavidad son pocos y casi imperceptibles a la vista humana (C). La longitud promedio de esta etapa es 146.25 ± 26.32 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 61.06 ± 12.39 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es

78.67 ± 16.92mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 75 alcanzado la mitad del tamaño final característico de este cultivo. La palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* (Kunt) cortes x *Elaeis guineensis* Jacq) al llegar a la etapa 75 alcanzado el 50% de su tamaño final, los frutos presentan una coloración negra en el ápice y centro de la fruta (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p. 71).



Figura 24. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 76: el 60% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 60% del tamaño final.

En la etapa 76 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado el 60% del tamaño final de la fruta, que tiene forma de un pentágono más alargado y ancho que en la etapa anterior, el fruto del babaco en esta etapa empieza a cambiar de color por caras, de las cuales dos caras son de color 5GY 6/4 y tres caras de color 5GY 5/4 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa la estructura interna de color N 9.5 y de textura esponjosa que ocupa un 60% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos a simple vista (C). La longitud promedio de esta etapa es 175.19 ± 25.20 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 82.87 ± 12.32 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 88.99 ± 17.84 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 76 alcanzado el 60% del tamaño final característico de este cultivo (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En la fase 76 del cultivo de taxo (*curuba*) el fruto alcanzado el 60% del tamaño final del fruto (García, 2016, p. 20)



Figura 25. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 77: el 70% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 70% del tamaño final.

En la etapa 77 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado el 70% del tamaño final de la fruta, que tiene forma de un pentágono, el fruto del babaco tiene dos caras de color 5GY 6/4 y tres caras de color 5GY 5/4 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa la estructura interna de color N 9.5, de textura esponjosa que ocupa un 70% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos (C). La longitud promedio de esta etapa es 205.87 ± 21.11 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 93.35 ± 10.82 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 98.95 ± 19.57 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 77 alcanzado el 70% del tamaño final característico de este cultivo (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En la fase 77 del cultivo de taxo (*curuba*) el fruto alcanzado el 75% del tamaño final del fruto, todos los sépalos y pétalos están marchitos (García, 2016, p. 20).



Figura 26. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 78: 80% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 80% del tamaño final.

En la etapa 78 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado el 80% del tamaño final de la fruta, que tiene forma de un pentágono, el fruto del babaco es de color 5GY 6/4 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa la estructura interna de color N 9.5, de textura esponjosa que ocupa un 70% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos y el mesocarpio es de color N 9.5 de textura dura (C). La longitud promedio de esta etapa es 234.74 ± 31.70 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 106.26 ± 8.63 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 98.90 ± 28.87 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 78 alcanzado el 80% del tamaño final característico de este cultivo (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En la fase 78 del cultivo de taxo (*curuba*) el fruto alcanzado el 90% del tamaño final del fruto, y los estigmas desaparecen (García, 2016, p. 20). En los cultivos del manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en la fase 78 los frutos han alcanzado el 80 % del tamaño varietal final (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).



Figura 27. Fase general de crecimiento principal 7 según la escala BBCH: Desarrollo del fruto, etapa 79: 90% de las frutas han alcanzado el tamaño final o la fruta ha alcanzado 90% del tamaño final.

En la etapa 79 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado el 90% del tamaño final de la fruta, que tiene forma de un pentágono, el fruto del babaco es de color 5Y 8/8 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa el mesocarpio de un mayor tamaño y duro, el mismo que toma un color 7.5 YR9/2 y la estructura interna de color N 9.5, de textura esponjosa que ocupa un 60%

del tamaño de la estructura, no se observa óvulos (C). La longitud promedio de esta etapa es 265 ± 18.18 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 110.35 ± 3.42 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 95.81 ± 32.94 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 78 alcanzado el 90% del tamaño final característico de este cultivo (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En la fase 79 del cultivo de taxo (*curuba*) el fruto alcanzado el 90% del tamaño final del fruto de sus especies (García, 2016, p. 20). En los cultivos del manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en la fase 78 los frutos han alcanzado el 90 % del tamaño varietal final (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001). La palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq) al llegar a la etapa 79 alcanzado el 90% de su tamaño final, la coloración del fruto es rojo oscuro en la base, el ápice es de color negro y el híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* (Kunt) cortes x *Elaeis guineensis* Jacq) al llegar a la etapa 79 también alcanzado el 90% de su -tamaño final, los frutos presentan un aspecto brillante de color verde se presenta una formación del cuesco de color salmón (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, pp. 88-89).



Figura 28. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 81: los frutos comienzan a madurar, comienzo de la coloración del fruto.

En la etapa 81 de la escala general BBCH el fruto del babaco comienza a cambiar de color presentando pequeñas manchas de color 5Y 8/8 entre las caras y las aristas de fruto son de color 5GY 6/4, tiene forma de un pentágono, en esta etapa se evidencia el comienzo de la maduración del fruto (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se observa al mesocarpio de color 10YR 9/2

de textura dura y la estructura interna es de color N 9.5, y su textura es esponjosa que ocupa un 60% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos (C). La longitud promedio de esta etapa es 252.5 ± 15.90 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 107.75 ± 3.92 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 91.33 ± 26.22 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) esta fase se caracteriza por ser el principio en el que los frutos toman su color final (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En los cultivos del manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en la fase 81 los frutos comienzan a madurar y toman el color característico de cada especie (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).



Figura 29. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 85: aumento de la coloración del fruto.

En la etapa 85 de la escala general BBCH el fruto es apto para ser recolectado, ha concluido con su desarrollo fisiológico, su tamaño es aceptado en el mercado y se encuentra apto para finalizar su proceso de maduración en la etapa de poscosecha por ser un fruto climatérico. En la etapa 85 el fruto tiene el 70% del color característico del babaco maduro, la mayoría de las caras del fruto son completamente de color 5Y 8/8 y parte de las aristas de fruto son de color 5GY 6/4, tiene forma de un pentágono, en esta etapa se evidencia como el fruto incrementa su color característico(A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical se percibe el aroma típico del fruto y se observa al mesocarpio de color 10YR 9/2 de textura dura y en la parte central del babaco es de color N 9.5, y su textura es esponjosa que ocupa un 60% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos en el (C). La longitud promedio de esta etapa es 256.4 ± 18.87 mm, el

ancho promedio de la misma etapa 110.19 ± 4.42 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 107.09 ± 21.79 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en esta fase se diferencia por el aumento de su color final y característico del fruto (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 145). En los cultivos del manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en la fase 85 el color característico va avanzado y su intensidad aumentado según cada variedad de fruto (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).



Figura 30. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 87: madurez de recolección: Frutos tienen sabor varietal típico y firmeza óptima.

En la etapa 87 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado el 70% del color característico del babaco maduro, siendo de color 5Y 8/8 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical se percibe el aroma típico del fruto y se observa al mesocarpio de un mayor tamaño el mismo que toma un color 10YR 9/2 de textura dura y la estructura interna de color N 9.5, de textura esponjosa que ocupa un 60% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos (C). La longitud promedio de esta etapa es 261 ± 18.18 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 110.35 ± 3.42 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 95.81 ± 32.94 mm. El cultivo de Sweet cherry (*Prunus avium*) en la fase 87 cumple con las características de recolección de este cultivo, el fruto es dulce y de color rojo (Fadón, Herrero y Rodrigo, 2015, p. 144). En los cultivos del manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en la fase 87 los frutos son aptos para ser recolectados (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001). La palma de aceite africana (*Elaeis guineensis*

Jacq) al llegar a la etapa 87 los frutos son de color naranja intenso, se puede desprender fácilmente los frutos del racimo y el híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* (Kunt) cortes x *Elaeis guineensis* Jacq) al llegar a la etapa 87 el color del racimo es naranja medio y no hay desprendimiento del fruto (Hormaza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, pp. 99-100). El ciruelo (*Prunus domestica*), albaricoquero (*Prunus americana*) estos frutos en la etapa 87 han llegado a su madurez de recolección su sabor es típico de carado fruto y su firmeza es óptima (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).



Figura 31. Fase general de crecimiento principal 8 según la escala BBCH: Maduración del fruto, etapa 89: madurez de consumo: Frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos.

En la etapa 89 de la escala general BBCH el fruto del babaco alcanzado la madurez de consumo y el 90% del color característico del babaco maduro, siendo de color 2.5Y 8/8 (A); el estigma en esta etapa está completamente seco y es de color 5Y 4/3 (B). Mediante un corte vertical al fruto se percibe el aroma típico del fruto y se observa el mesocarpio de color 7.5YR 9/2 de textura dura y la estructura interna de color N 9.5, de textura esponjosa que ocupa un 60% del tamaño de la estructura, no se observa óvulos (C). La longitud promedio de esta etapa es 265 ± 18.06 mm, el ancho promedio de la misma etapa es 114.04 ± 5.08 mm y el promedio de crecimiento del pedúnculo es 110.21 ± 29.90 mm. En los cultivos del manzano (*Malus domestica*) y peral (*Pyrus communis*) en la fase 89 los frutos tienen el aroma y firmeza típico de cada fruto (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001). En el cultivo de palma de aceite africana el híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* (Kunt) cortes x *Elaeis guineensis* Jacq) al llegar a la etapa 89 el

racimo es de color naranja intenso y hay desprendimiento del fruto, se observa la formación de aceite en el mesocarpio (Hormza, Forero, Ruiz y Romero, 2010, p.100). El ciruelo (*Prunus domestica*), albaricoquero (*Prunus americana*) estos frutos en la etapa 89 han llegado a su madurez de consumo su sabor es típico de cada fruto y su firmeza es óptima (Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001).

En la tabla 10 se muestran las etapas generales de crecimiento principal 5, 6,7 y 8: del ciclo reproductivo de la planta de babaco. Aparición y desarrollo del botón floral según la escala BBCH. (2001).

Tabla 11

*Determinación del crecimiento y desarrollo del babaco, (*Vasconcellea pentagona*)*

Código BBCH	Descripción
50	Yemas en latencia adherida a la axila de la hoja.
51	Botón floral visible en la axila de la hoja con el 10% del tamaño final. Botón hinchado de color 5GY 6/4.
52	Botón floral con el 20% del tamaño final. Botón hinchado de color 5GY 6/4.
53	Botón floral con el 30% del tamaño final. Pétalos alargados de color 5GY 6/4.
54	Botón floral con el 40% del tamaño final. Pétalos alargados de color 5GY 6/4. Empezándose a hinchar a los 2/3 del largo del botón.
55	Botón floral con el 50% del tamaño final. Pétalos alargados de color 5GY 6/4. Botón hinchado al 1/3 del botón.
56	Botón floral con el 70% del tamaño final. Pétalos alargados de color 5GY 6/4. Botón hinchado al 1/3 del botón
58	Botón floral con el 80% del tamaño final. Pétalos alargados de color 5GY 6/4. Botón hinchado a los 2/3 del botón.
59	Botón floral con el 90% del tamaño final. Pétalos alargados de color 5GY 6/4. Botón hinchado a los 2/3 del botón. Pétalos cerrados.
60	Primeras flores abiertas, sus pétalos son de color 10Y 6/4.
64	Las flores están abiertas en un 40%, los 5 pétalos son de color 5Y 8/4 la parte interior y por la parte exterior son de color 10Y 6/2.
65	Plena floración: Las flores están abiertas en un 50%, los pétalos son de color 5Y 8/6 y el estigma está formado por cinco filamentos de color N 9.5
66	Las flores están abiertas en un 60 %, los petalos se han marchitado y son de color 2.5Y 8/3,sus puntas estan secas de color color 2.5Y 5/3 y el estigma es de color 5Y 8/3.

- 67 Las flores están abiertas en un 70%, con la mayoría de los pétalos marchitos y secos a punto de caer de color 2.5Y 5/3.
Final de la floración: conjunto de frutas visibles: la mayoría de los
- 69 pétalos caídos o secos se evidencia el fruto cuajado de color 5GY 6/4
- 70 Primeros frutos visibles de color 5GY 6/4, su forma es de un pentágono alargado.
- 74 La fruta ha alcanzado 40% del tamaño final de color 5GY 4/4, el estigma está completamente seco y es de color 5Y 4/3.
- 75 La fruta ha alcanzado 50% es de color 5GY 4/4, el estigma está completamente seco y es de color 5Y 4/3
- 76 La fruta ha alcanzado 60% del tamaño final, dos caras son de color 5GY 6/4 y tres caras de color 5GY 5/4, el estigma está completamente seco y es de color 5Y 4/3.
- 77 La fruta ha alcanzado 70% del tamaño final, tiene dos caras de color 5GY 6/4 y tres caras de color 5GY 5/4, el estigma está completamente seco y es de color 5Y 4/3.
- 78 La fruta ha alcanzado 80% del tamaño final, el fruto del babaco es de color 5GY 6/4, el estigma está completamente seco y es de color 5Y 4/3.
- 79 90% de las frutas han alcanzado el tamaño final, es de color 5Y 8/8, el estigma está completamente seco y es de color 5Y 4/3.
- 81 Los frutos comienzan a madurar: se evidencia las primeras manchas de color 5Y 8/8 en todas las caras del fruto.
- 85 Aumento de la coloración, la mayoría de las caras del fruto son completamente de color 5Y 8/8, madurez de recolección.
- 87 Frutos de sabor varietal típico y duros de color 5Y 8/8.
- 89 Madurez de consumo: Frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos de 2.5Y 8/8.
-

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Mediante la escala BBCH se calificó y detalló los cambios fenológicos que ocurren al cambiar de fase. Con las figuras de desarrollo del fruto se comprueba los cambios físicos de cada fase.

El periodo desde el desarrollo de las yemas en latencia en la axila floral hasta que el fruto llega a la madurez de consumo en planta tuvo una duración de 357 días. Los días de desarrollo que se necesitaron para que la fase general de crecimiento 5 (Aparición y desarrollo del botón floral) pase a la fase 6 (Forración) fueron 66 días, para que se cumpla el cambio de fase 6 a la fase 7 (Formación del fruto) se necesitaron 52 días de desarrollo, los días necesarios para que se produzca el cambio de fase en la fase 7 y 8 fueron de 231 días. Para concluir con el periodo de maduración de la fruta se necesitaron 126 días hasta la madurez de consumo la misma que se presentó en la etapa 89. La madurez de recolección del fruto se presenta en la etapa 85 a los 329 días desde el desarrollo de las yemas en latencia. Todos estos cambios de fases y etapas se ven directamente influenciados por las unidades térmicas necesarias para que se produzca el cambio de una fase a otra.

5.2 Recomendaciones

Es recomendable visitar el cultivo cada 7 días como mínimo para registrar el crecimiento del fruto y los cambios de forma y coloración del mismo, esto permitirá una adecuada identificación de cada etapa a la hora de construir la escala fenológica BBCH. Estos cambios se deben registrar mediante fotografías como evidencia de los mismos.

Además de los días de desarrollo se necesita llevar un registro de la temperatura diaria para saber cómo influye el clima en la fenología de la planta.

Para ampliar la información de las *vasconcelleas* que son originarias del sur del Ecuador se puede realizar el mismo estudio fenológico con el método BBCH en otro género de *vasconcelleas* con el fin de identificar las similitudes y diferencias de crecimiento entre estas y así poder conocer la manera más adecuada de manejar el cultivo.

REFERENCIAS

- Agustí, M. (2010). Fruticultura. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Aldaz, A. (2017). Efecto del 1-Metilciclopropeno en la inhibición del etileno en la maduración de babaco (*Vasconcellea xheilbornii* var. *Pentagona*)”2016, Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Almaza, P. (2011). Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (*Vitis vinifera* L.) bajo condiciones de clima frío tropical. Bogotá D. C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Arizala, E. (2016). Análisis del daño oxidativo generado sobre los compuestos solubles en plántulas de *Vasconcellea pubescens* sometidas a condiciones de estrés por incremento de temperatura. Quito, Ecuador: Universidad de las Américas.
- Arcila,J., Buhr,L., Bleiholder,H., HackH y Wicke,H. Aplicación de la Escala BBCH aplicada para la descripción de las fases fenológicas del desarrollo de la planta de café. Caldas, Colombia: Cenicafé.
- Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, (2003). Cultivo de Babaco en invernadero. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Bejarano, D. (2003). Evaluación del comportamiento agronómico del babaco (*Carica x heilbornii* pentágona) injertado en cinco patrones de caricaceas Tumbaco-Pichincha. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Benítez, S., Lobo, M., Delgado, O. y Medina, C. (2013). Estudios de germinación y remoción de latencia en semillas de papayuelas *Vasconcellea cundinamarcensis* y *Vasconcellea goudotiana*. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Bohra, P., Waman, A., Umesha, K., Sathyanarayana, B., Sreeramu, B. y Gangappa, E. (2014). *Key Phenological Events, their Practical Implications and Effect of Bunch Age on Physico-Chemical and Postharvest Attributes in Ney Poovan Banana (Musa AB)*. Bangalore, India: Springer Science.

- Borja, S., Percy, M., Nevado, C. y Danny, D. (2016) Evaluación del color del epicarpio de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en el espacio cromático cielab, en relación a sus propiedades fisicoquímicas, en el proceso de maduración. Pimentel, Perú. Universidad Señor de Sipán.
- Buchanan, B., Gruissem, W. y Jones, R. (2015). *Biochemistry y molecular biology of plants, 2nd Edition. Estados Unidos: Wiley-Blackwell.*
- Rajan, S., Tiwari, D., Singh, V., Saxena, P., Singh, S., Reddy Y., Upreti, K., Burondkar, M., Bhagwan, A. y Kennedy, R. (2011). *Application of extended BBCH scale for phenological studies in mango (Mangifera indica L.)*. Recuperado el 8 de junio de 2017 de https://www.researchgate.net/profile/Shailendra_Rajan/publication/286626649_Application_of_extended_BBCH_Scale_for_phenological/links/57e2910b08ae9e25307f3d2c.pdf.
- Cerino, M. (2015). Biología reproductiva de *Ziziphus mistol* Griseb. (Rhamnaceae) y *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. (Caricaceae): dos especies arbóreas nativas del centro-norte de Argentina. Sante Fé, Argentina: Universidad Nacional del Litoral.
- Coa, M., Silva, R., Méndez J. y Mundarain, S. (2015). Fenología de la floración del cafeto var. Catuaí Rojo en el municipio Caripe del Estado Monagas, Venezuela. Santiago, Chile: IDESIA
- Coro, M. (2017). Evaluación del etileno como agente madurador en babaco (*vasconcellea x heilbornii* var. pentagona). Tumbaco, Ecuador. Quito, Ecuador: Universidad del Ecuador.
- Dos Santos, N., Lopes, J., Chohaku G. y Gusmão E. (2013). Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. São Paulo, Brasil: Revista Brasileira de Meteorologia v.28, n.4, 382 - 388, 2013.
- Enz, M. y Dachler, C. (1998). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas escala BBCH extendida. Recuperado el 13 de diciembre de 2017 de https://www.agro.basf.es/agroportal/es/media/migrated/es/pdf_1/services/descarga.pdf.

- Fadón, E., Herrero, M. y Rodrigo, J. (2015) *Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale*. Elsevier. Recuperado el 15 de febrero de 2018 de https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/2981/1/2015_161.pdf.
- Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (2001). *Growth stages of mono-and dicotyledonous plants*. Recuperado el 20 de diciembre de https://www.politicheagricole.it/flex/AppData/WebLive/Agrometeo/MIEP_F_Y800/BBCHengl2001.pdf.
- García, J. (2016). Fenología y herbívoros plaga del cultivo de curuba en Pasca, Cundinamarca. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- García, O. (2011). Evaluación de la tolerancia de cinco accesiones de vasconcellae a fusarium sp. Como posible portainjertos para babaco (vasconcellae x heilborni) bajo cubierta plástica en la estación experimental del austro de iniap. Ambato Ecuador. Universidad Técnica de Ambato.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Nono. (2012). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia de Nono 2025. Recuperado el 13 de diciembre de 2017 de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768122810001_PDOT%20DIAGNOSTICO%20NONO%202015-2019_30-10-2015_23-30-15.pdf.
- Goerden, G. (2016) Generación de líneas T-DNA de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), identificación de mutantes de inserción afectados en caracteres del desarrollo y caracterización de mutantes del fruto partenocárpico. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Gorguet, B., Van Heusden, A. y Lindhout, P. (2004). *Parthenocarpic Fruit Development in Tomato*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen University.
- Hormaza, P., Forero D., Ruiz, R. y Romero H. (2010). Fenología de la palma de caite africana (*Elaeis guineensis* Jacq) y del híbrido interespecífico

(*Elaeis oleifera* Kunt)Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq. Bogotá, Colombia: Javegraft Ltda.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. (2003). Diversidad de frutales nativos comestibles Caricaceae – Solanaceae, fenología, usos y recolección de germoplasma en el sur del Ecuador. Recuperado el 22 de enero de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/handle/41000/2368/INFORME%20Frutales-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2017). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Recuperado el 20 de junio de 2018 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/>.

Jadán, M., Basantez K., Gómez, R. y Bermúdez, I. (2016). Establecimiento in vitro de brotes de *Vasconcellea* x *helbornii* (Badillo) Badillo. Quito, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Jadán, M., Gómez, R. y Bermudez, I. (2016). Obtención de plantas madre de *Vasconcellea* x *helbornii* (Badillo) Badillo a partir de estacas en condiciones semicontroladas. Recuperado el 10 de mayo de 2018 de <http://132.248.9.34/hevila/Biotecnologiavegetal/2016/vol16/no1/2.pdf>.

Lopez, F., Lopez, R., Muñoz, V., Fernández, P. y Lopez, L. (2016). *New phenological growth stages of garlic (Allium sativum)*. Ciudad Real, España: Universidad de Castilla – La Mancha.

Mabberley, D. (2017). *A Portable Dictionary of Plants, Their Classification and Uses*. Recuperado el 12 de enero de 2018 de <http://www.tropicos.org/Name/100469011?langid=66>.

Marco, V. (2001). Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo Integrado de Plagas mediante el método de grados-día. Logroño, España: Universidad de la Rioja.

Menéndez, O., Lozano, S., Arenas, M., Bermúdez, K., Martínez, A., y Jiménez, A. (2006). Cambios en la actividad de α -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*passiflora edulis* var. *flavicarpa* degener). Recuperado el 3 de enero de

2017 de
 file:///C:/Users/Jose%20Noboa/Downloads/Menendez_2006b%20(1).pdf
 f.

Mortimer, R. y Varley, T. (2012). *In situ spectroelectrochemistry and colour measurement of a complementary electrochromic device based on surface-confined Prussian blue and aqueous solution-phase methyl viologen*. Loughborough, Leicestershire, England: University University.

Muñoz, C. y Valenzuela, J. (1985). El babaco. La Platina, Colombia: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Robles, A., Herrera, L. y Torres, R. (2016). El babaco (*Vasconcellea heilbornii* var. pentagona Badillo). Principales agentes fitopatógenos y estrategias de control. Loja, Ecaudro: Editorial Feijo.

Salazar, M., Johnson, J., Chaves, B. y Hoogenbooma, G. (2013). *Relationship of base temperature to development of winter wheat*. Recuperado el 12 de febrero de 2018 de http://ijpp.gau.ac.ir/article_1267_5516bc51d137246e9188c8ee29092420.pdf

Scheldeman, X., Willemen, L., Coppens, G., Coppens, E., Restrepo, M., Romero, T., Motoche, J., Jiménez, D., Lobo, M., Medina, C., Reyes, D., Rodríguez, D., Ocampo, J., Van Damme, P. y Goetgebeur, P. (2007). *Distribution, diversity and environmental adaptation of highland papayas (*Vasconcellea* spp.) in tropical and subtropical America*. Hawksworth, Nottinghamshire England: Springer, Dordrecht

Soria, N. (1997). Babaco, fruto con potencial en el Ecuador y el mundo. Quito Ecuador, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

Theißen, G. y Saedler, H. (2001). *Floral quartets*. United States. Macmillan Magazines Ltd.

Tobar, M. (2008). Análisis de competitividad de los productores de babaco de San Pablo de Tenta (Saraguro, Loja) con enfoque de agrocadena. Quito, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar.

- Trudgill, D., Honel, A. y Van Straalen, N. (2005). *Thermal time. concepts and utility*. Recuperado el 14 de marzo de 2018 de <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2005.04088.x>.
- Arcila, J., Buhr, L., Bleiholder, H., Hack, H., Meier, U. y Wicke, H. (2002). *Application of the extended BBCH scale for the description of the growth stages of coffee (Coffea spp.)*. Recuperado el 12 de enero de 2018 de <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2002.tb00191.x>.
- Wilson, L. y Barnett, W. (1983). *An aid in crop and pest management*. Recuperado el 18 de febrero de 2018 de [file:///C:/Users/Jose%20Noboa/Downloads/ca 3701p4-72298.pdf](file:///C:/Users/Jose%20Noboa/Downloads/ca%203701p4-72298.pdf).

