



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**FENOLOGÍA Y CONSTANTE TÉRMICA DE LA PITAHAYA ROJA
(*Hylocereus undatus* Haw).**

AUTORES:

**ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ
MARÍA VALERIA VERA AYALA**

TUTORA:

ING. SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA, MG.

CALCETA, FEBREO DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **MARÍA VALERIA VERA AYALA**, con cédula de ciudadanía 131370530-1, y **ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ**, con cédula de ciudadanía 131322636-5, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **FENOLOGÍA Y CONSTANTE TÉRMICA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw)** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



MARÍA VALERIA VERA AYALA

131370530-1



ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ

131322636-5

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **MARÍA VALERIA VERA AYALA**, con cédula de ciudadanía 131370530-1 y **ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ**, con cédula de ciudadanía 131322636-5, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **FENOLOGÍA Y CONSTANTE TÉRMICA DE LA PITAHAYA ROJA (*HYLOCEREUS UNDATUS HAW*)**, cuyo contenido, idea y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Valeria Vera

MARÍA VALERIA VERA AYALA

131370530-1

STEVEEN PAZ.

ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ

131322636-5

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA, M. Sc, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **FENOLOGÍA Y CONSTANTE TÉRMICA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw)**, que ha sido desarrollado POR **MARÍA VALERIA VERA AYALA** y **ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA, M. Sc.

CC: 131033856-9

TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROVADO** el trabajo de Integración Curricular titulado: **FENOLOGÍA Y CONSTANTE TÉRMICA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw)**, que ha sido desarrollado por **MARÍA VALERIA VERA AYALA** y **ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

**ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO
GARCIA Mg. Sc.**

CC:131195683-1

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**ING. CRISTHIAN SERGIO
VALDIVIESO LÓPEZ Mg. Sc.**

CC:171792928-3

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**ING. SERGIO MIGUEL
VÉLEZ ZAMBRANO Mg. Sc.**

CC:131047677-3

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios por habernos permitido alcanzar esta meta, darnos fuerzas y conocimientos en este proceso de obtener uno de nuestros anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su trabajo, amor y apoyo tanto económico como emocional en todos estos años de estudio, gracias a ustedes hemos logrado esta meta de llegar hasta aquí. Gracias por darnos la vida y enseñarnos a vivirla.

A nuestros docentes en general y en especial a nuestra tutora Ing. Saskia Guillén por su ayuda, paciencia, dedicación y conocimientos brindados que nos a ofreció durante la ejecución de este proyecto.

Y de igual manera agradecemos a nuestros familiares, amigos y docentes que de una u otra manera nos han aportado su granito de arena en nuestra formación académica.

MARÍA VALERIA VERA AYALA

ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ

DEDICATORIA

Este trabajo de integración curricular se lo dedico principalmente a nuestro padre celestial, que es el que me guía y acompaña día a día, en toda mi trayectoria.

A mis queridos padres Cruz y Richard, que en todo momento me han brindado su total apoyo y optimismo, en especial a mi madre por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía. Y por ser ellos mi principal motor de seguir adelante y que me vean convertida en toda una profesional.

Y finalmente a mi mamita Alicia, que con sus palabras de amor y oraciones hicieron de mí una mejor persona con sus consejos llenos de sabiduría y amor incondicional.

MARÍA VALERIA VERA AYALA

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y conocimientos necesarios para seguir adelante es este trayecto estudiantil.

A mis amados padres Luz y Víctor, por ser mi apoyo incondicional en todo momento y confiar en mí, en especial a mi madre que me ha dado en cada momento sus sabios consejos y palabras de aliento para que siga adelante en mis estudios.

A mis hermanas Erika y Brigitte, por sus palabras de aliento durante toda mi carrera profesional.

Y a mis abuelitos Ángel e Inesita, que están en el cielo, pero sé que desde allá ellos me han guiado y cuidado durante toda esta aventura estudiantil.

ÁNGEL STEVEEN MURILLO PAZ

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS.....	xii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xiii
RUSUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. LA PITAHAYA ROJA (<i>Hylocereus undatus</i> Haw)	4
2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PITAHAYA ROJA	4
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PITAHAYA ROJA	4
2.4. IMPORTANCIA DE LA PITAHAYA ROJA EN EL ECUADOR	5
2.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICO DE LA PITAHAYA ROJA	5
2.5.1. TEMPERATURA	5

2.5.2. CLIMA	6
2.5.3. LUZ	6
2.5.4. RIEGO Y PRECIPITACIÓN	6
2.6. ESTUDIOS FENOLÓGICOS.....	7
2.7. FASES FENOLÓGICAS DE LA PITAHAYA ROJA	7
2.8. CONSTANTES TÉRMICAS	8
2.9. ESCALA BBCH	9
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	12
3.1. UBICACIÓN	12
3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	12
3.2. DURACIÓN.....	12
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	13
3.3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	13
3.3.2. REGISTRO DE DATOS METEREOLÓGICOS	13
3.3.3. REGISTRO DE LA FENOLOGÍA DE LA PITAHAYA ROJA	13
3.4. MATERIAL VEGETAL.....	13
3.5. VARIABLES EN ESTUDIO.....	14
3.5.1. DURACIÓN DE LAS FASES	14
3.5.2. ESTADOS FENOLÓGICOS	14
3.5.3.VARIABLES CLIMÁTICAS	14
3.5.4. CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR	14
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. FENOLOGÍA DE LA PITAHAYA ROJA (<i>Hylocereus undatus</i> Haw).....	16
4.1.1. DESARROLLO VEGETATIVO DE LA PITAHAYA ROJA.	16
4.1.2. DESARROLLO REPRODUCTIVO DE LA PITAHAYA ROJA	20
4.2. RELACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y EL DESARROLLO DE LA PITAHAYA ROJA	28

4.3. CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR (GRADOS DÍAS DESARROLLO GDD)	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
5.1. CONCLUSIONES	30
5.2. RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍAS.....	31
ANEXOS.....	36

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la pitahaya roja (<i>Hylocereus undatus</i> Haw)	5
Tabla 2. Fases de fenología reproductiva de la pitahaya roja	8
Tabla 3. Escala extendida de BBCH	10
Tabla 4. Condiciones climáticas del sitio El Limón	12
Tabla 5. Procedimiento a utilizar para la obtención del requerimiento térmico.	15
Tabla 6. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de yemas vegetativas de la pitahaya roja en la época lluviosa.	16
Tabla 7. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de yemas vegetativas de la pitahaya roja en la época seca.....	17
Tabla 8. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de órganos de propagación vegetativa de la pitahaya roja en la época lluviosa.....	18
Tabla 9. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de órganos de propagación vegetativa de la pitahaya roja en la época seca.	19
Tabla 10. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo reproductivo de la pitahaya roja en la época lluviosa.....	20
Tabla 11. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo reproductivo de la pitahaya roja en la época seca.....	21
Tabla 12. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del florecimiento de la pitahaya roja en la época lluviosa.....	22
Tabla 13. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del florecimiento de la pitahaya roja en la época seca.	23

Tabla 14. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de la fruta de la pitahaya roja en la época lluviosa.	24
Tabla 15. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de la fruta de la pitahaya roja en la época seca.	25
Tabla 16. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA de maduración de la fruta de la pitahaya roja en la época lluviosa..	26
Tabla 17. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA de maduración de la fruta de la pitahaya roja en la época seca...	27
Tabla 18. Grados de acumulación de calor para el cumplimiento de las fases fenológicas de la pitahaya roja.....	29

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Secuencia de eventos fenológicos que ocurren durante el período reproductivo de la pitahaya roja	11
Figura 2. Desarrollo vegetativo de la pitahaya roja (<i>Hylocereus undatus</i> Haw), desarrollo de la yema vegetativa según la escala BBCH extendida.	17
Figura 3. Desarrollo vegetativo de la pitahaya roja (<i>Hylocereus undatus</i> Haw), desarrollo de órganos de propagación vegetativa según la escala BBCH extendida.	19
Figura 4. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (<i>Hylocereus undatus</i> Haw) según la escala BBCH extendida.....	21
Figura 5. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (<i>Hylocereus undatus</i> Haw), florecimiento según la escala BBCH extendida	23
Figura 6. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (<i>Hylocereus undatus</i> Haw), desarrollo de la fruta según la escala BBCH extendida.....	25

Figura 7. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw),
maduración la fruta según la escala BBCH extendida.....27

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la fenología y constante térmica de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí. Esta es una investigación no experimental, es decir, que no se manipularon las variables, se basa fundamentalmente en la observación de los diferentes cambios fenológicos de la pitahaya roja y como se ven afectadas por la acumulación de calor. Se estudiaron los seis estados fenológicos de la pitahaya roja: desarrollo de la yema vegetativa, desarrollo de órganos de propagación vegetativa, desarrollo reproductivo, florecimiento, desarrollo de la fruta y maduración de la fruta de acuerdo con la escala BBCH extendida durante un año, para lo cual se seleccionaron 20 postes para la evaluación, donde se efectuó un constante monitoreo de las fases. Se registró los datos meteorológicos para cada etapa fenológica. Los resultados obtenidos determinaron que la pitahaya roja necesito 90 días para completar su ciclo en la época lluviosa, desde la aparición de yemas vegetativas hasta la sobre maduración de los frutos, por lo contrario, en la época seca estas mismas fases tardaron 89 días, con un promedio de temperatura máxima de 30,10°C con una mínima de 18,4°C.

PALABRAS CLAVE

Fruta dragón, características morfológicas, escala BBCH, GDA, temperaturas máximas y mínimas.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to evaluate the phenology and thermal constant of red pitahaya (*Hylocereus undatus Haw*), in Bolívar canton, Manabí province. This is a non-experimental research, that is, the variables were not manipulated, it is based fundamentally on the observation of the different phenological changes of the red pitahaya and how they are affected by the accumulation of heat. The six phenological stages of red pitahaya were studied: development of the vegetative bud, development of vegetative propagation organs, reproductive development, flowering, fruit development and fruit ripening according to the BBCH scale extended for one year, for which 20 posts were selected for evaluation, where constant monitoring of the phases was carried out. Meteorological data were recorded for each phenological stage. The results obtained determined that the red pitahaya needed 90 days to complete its cycle in the rainy season, from the appearance of vegetative buds to the overripening of the fruits; on the contrary, in the dry season these same phases took 89 days, with an average maximum temperature of 30.10°C with a minimum of 18.4°C.

KEY WORDS

Dragon fruit, morphological characteristics, BBCH scale, GDA, maximum and minimum temperatures.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

“El estudio de la fenología se centra en la observación de los cambios en la morfología externa de la planta, con la aparición, transformación o desaparición relativamente rápida de determinados órganos, estos sucesos se denominan fases fenológicas. Debido a las variaciones anuales del clima, las fechas del calendario no son una buena base para decisiones de manejo, medir la cantidad de calor acumulado en el tiempo, provee una escala de tiempo fisiológico que es biológicamente más precisa que los días calendario” (Martínez, 2014, p. 31).

La fenología es importante, ya que, permite establecer requerimientos bioclimáticos, generar herramientas para las actividades de campo (Ccacya, 2020), y además, se relaciona con el riego, dado que, la sensibilidad al estrés hídrico varía con las etapas fenológicas de los cultivos (Ibarra et al., 2015).

Los cambios en la fenología de las plantas son una de las primeras respuestas al aumento de la temperatura global, puesto que, es uno de los efectos del cambio climático, estos incrementos en los niveles de temperatura provocan serios problemas como es el trastorno en la fenología y producción de las plantas. La temperatura, la humedad relativa y la precipitación son las variables climáticas que más interfieren en la fenología de la pitahaya (J. E. Monge et al., 2021).

En Ecuador se ha reflejado los impactos directos que inciden en la productividad de los cultivos y en los ciclos de crecimiento de las especies agrícolas, esto debido a los cambios de las temperaturas y las precipitaciones (Jiménez et al., 2012). En sí, investigaciones sobre la fenología de la pitahaya roja en Ecuador son escasas, por lo cual, es de suma importancia generar información sobre este tema.

En cuanto a lo expuesto y a la poca información que existe en la provincia de Manabí, cantón Bolívar, es importante estudiar el efecto de las constantes térmicas sobre la

fenología de la pitahaya roja, por lo tanto, motiva a ampliar la información de forma local, referente al comportamiento fenológico de la pitahaya.

Lo cual lleva a realizar la siguiente interrogante ¿De qué modo afecta la constante térmica a la fenología de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw)?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de pitahaya roja, es un producto que recientemente está tomando fuerza en el Ecuador, tanto en el mercado tanto nacional como e internacional. En la actualidad el permanente cambio climático y ante la poca información que existe sobre la fenología y la constante térmica de la pitahaya roja, es de suma importancia investigar el efecto que tiene las constantes térmicas sobre la fenología de este cultivo. Resulta de especial interés conocer cuáles son las etapas fenológicas del cultivo de la pitahaya y como incide la constante térmica en esta, ya que, son las unidades de calor aglomeradas que requiere una planta para complementar su ciclo de vida, teniendo un conocimiento claro sobre las bases de las condiciones climáticas del cultivo, permitiría de tal manera, a los productores optimizar el manejo del cultivo.

En el presente trabajo se busca proporcionar información sobre la evaluación de la fenología y constante térmica de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), con la finalidad de llegar a pequeños y grandes productores de esta fruta exótica, ya que ambas variables tienen un estrecho vínculo con las condiciones culturales y climáticas.

En la provincia de Manabí, donde ésta tomando fuerza el cultivo de pitahaya, no se cuenta con suficientes estudios realizados en la fenología de este fruto exótico, por lo cual el presente trabajo se realiza con la justificación de desarrollar un mayor conocimiento sobre las fases fenológicas y el efecto de las constantes térmicas sobre la pitahaya roja, de tal manera que los productores tengan una mayor información y puedan tomar decisiones más adecuadas para el cultivo.

De tal manera este proyecto de investigación se direcciona con el documento de la agenda 2030 de la ONU para el desarrollo sostenible, con su objetivo número 2,

denominado “Hambre cero”, y menciona “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”, con su meta 2.4 la cual declara que “De aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo”.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la fenología y constante térmica de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el comportamiento fenológico de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw).
- Determinar la constante térmica en cada fase fenológica de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw).

1.4. HIPÓTESIS

La constante térmica repercute en el desarrollo fenológico de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), en el cantón Bolívar, provincia de Manabí-Ecuador.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw)

Según menciona Martínez (2006), pitahaya o pitaya es el nombre común que se les da a las plantas de género *Hylocereus* pertenecientes a la familia de las *Cactaceae*, las cuales se integran a los recursos genéticos de mayor importancia en la agricultura. En la actualidad la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), es un importante recurso genético vegetal con alta distribución y variación, esta fruta exótica es un nuevo cultivo con gran potencial para el desarrollo agrícola y económico, ya que, tanto su planta como su fruto tienen una gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales, además, tiene una alta productividad y rentabilidad (Ortega et al., 2018).

2.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PITAHAYA ROJA

La pitahaya roja es originaria de Centroamérica y cultivada en algunos países tropicales y subtropicales, tales como Taiwán, el sur de China, Israel, Tailandia, Australia, Estados Unidos de América y Malasia (Verona et al., 2020). La extensa disposición geográfica que tiene la pitahaya indica que tiene una gran capacidad de adaptación a variadas condiciones ambientales y climáticas, es decir desde regiones húmedas hasta cálidas. La planta de pitahaya llega a ser próspera de 0 a 2500 msnm, con precipitaciones aproximadas de 650 a 1500 mm anuales, la pitahaya llega a acoplarse a climas secos (Vargas, 2020).

2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PITAHAYA ROJA

Según Véliz (2017), la pitahaya roja es una especie de cactus que pertenece a la familia *Cactaceae*, situada dentro del género *Hylocereus*, estas son plantas trepadoras con raíces aéreas que tienen una fructificación desprovista de pelos con largas brácteas, a continuación, se presenta su clasificación taxonómica en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw).

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
Súper división	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Cactoideae
Tribu	Hylocereeae
Género	Hylocereus
Especie	Hylocereus polyrhizus (Haw.) Britt y Rose
Nombre común	Pitahaya Roja

Fuente: Véliz (2017)

2.4. IMPORTANCIA DE LA PITAHAYA ROJA EN EL ECUADOR

En el Ecuador el cultivo de pitahaya, ha estado incrementando precipitadamente en los últimos años, alcanzando 1108 ha en el 2012, de las cuales, 200 ha aproximadamente están cultivadas en provincia de las costas del Ecuador, entre ellas se encuentra Manabí, con una productividad nacional de 7,6 Tm. ha⁻¹ (Meza et al., 2020). A pesar de que en Ecuador la pitahaya no es un cultivo tradicional este ha tomado una gran importancia, debido a su potencial de exportación a diferentes países del mundo (Beltrán, 2015).

2.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICO DE LA PITAHAYA ROJA

2.5.1. TEMPERATURA

El cultivo de pitahaya roja es altamente resistente a las sequías, estas plantas requieren de temperaturas de 18 a 26 °C, para obtener un buen desarrollo vegetativo, pero, sin embargo, estas no toleran bajas temperaturas (Osuna et al., 2016). Las plantas de pitahayas no soportan temperaturas excesivas, debido a que, menos de 15 °C estas reducen su actividad fisiológica y temperaturas mucho menores a 7 °C se producen un daño a los tejidos, por otro

lado, temperaturas mayores a 30 °C disminuyen su eficiencia fotosintética y sobre de los 35 °C pueden sufrir quemaduras (Nobel y De la Barrera, 2002).

2.5.2. CLIMA

El mejor clima para su desarrollo son los cálidos subhúmedos, no obstante, también llegan a adecuarse en climas secos. La planta de pitahaya florece durante el periodo de lluvias y pueden ocurrir entre cuatro a siete ciclos de floración en un periodo aproximado de ocho meses, las precipitaciones y temperaturas altas promueven la floración de la pitahaya roja (Osuna et al., 2016).

2.5.3. LUZ

Las plantas de pitahaya roja necesitan de plena exposición solar, ya que, la luz solar es un agente primordial en el crecimiento y desarrollo de los procesos biológicos de la pitahaya, este cultivo cuando se encuentran bajo sombra se ve afectado en su producción y calidad de los frutos (Andrade et al., 2006), pese a que, su crecimiento vegetativo se favorece con cierta densidad de sombra menor a 50% (Martínez, 2014).

2.5.4. RIEGO Y PRECIPITACIÓN

El riego en el cultivo de pitahaya, es de suma importancia, ya que, permite a la planta la acumulación suficiente en reservas para la construcción de las flores en el momento más favorables en el desarrollo de la pitahaya, de igual manera, se garantiza un desarrollo favorable en los frutos (Le Bellec et al., 2006). El requerimiento óptimo de precipitaciones anual en la pitahaya se considera de 1200 mm de lluvia al año, el exceso de agua puede llegar a causar la disminución en las flores y la pudrición de los frutos (Zee et al., 2004).

2.6. ESTUDIOS FENOLÓGICOS

En América Latina los estudios fenológicos han tomado una mayor importancia debido al proceso de calentamiento global, se ha observado que los procesos biológicos de supervivencia y éxito reproductivo expresados en función de la fenología pueden mejorar la precisión de los modelos en la predicción de la distribución futura de las especies (Ramírez et al., 2010). Según Cara et al. (2020), define a la fenología como una ciencia fundamentalmente descriptiva y de observación y que estudia los fenómenos biológicos, estos fenómenos se acoplan periódicamente a ritmos estacionales y se relacionan con el proceso anual del clima y del tiempo atmosférico de un determinado lugar.

2.7. FASES FENOLÓGICAS DE LA PITAHAYA ROJA

Según Marques (2014), menciona que después de la etapa vegetativa, se pueden observar cinco fases que son: inducción, evocación, iniciación floral, desarrollo de la inflorescencia y anthesis o apertura de la flor, estudiar los cambios en el ciclo de vida de plantas como las pitahayas es necesario para comprender cómo se comportan con relación a cambios en las condiciones ambientales, factores abióticos y bióticos. A continuación, se describirán las fases de reproducción:

- La primera es la fase de inducción floral, que es la condición fisiológica iniciada en los tejidos e influenciada por factores externos como el fotoperíodo, la temperatura y el estrés hídrico.
- La segunda fase es la evocación, en la cual la yema vegetativa pasa a la reproductiva en la transición floral, que comprende una secuencia de eventos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos, la cual comienza con la llegada del estímulo inductivo.
- La tercera fase es la determinación de florecimiento de la yema, comprometida con la formación de la inflorescencia, es decir, se la conoce como yema floreciente. Se identifica el botón floral, por su forma alargada y aplanada.

- La cuarta fase es el desarrollo de la inflorescencia, la cual se detecta solo cuando empieza la brotación de las yemas y la última fase es la apertura de las flores o antesis, ocurre después del período de inducción y diferenciación, cuando las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas.

La etapa reproductiva de la pitahaya puede ocurrir desde el primer año; el número de flores y por consiguiente de frutos es muy reducido al principio, pero, durante los siguientes años la producción aumenta paulatinamente hasta estabilizarse entre los seis y siete años y pueden mantenerse productivas por hasta por 15 o 20 años” (Alvarado, 2014).

Tabla 2. Fases de fenología reproductiva de pitahaya roja.

Fases	Subfases	Período
Florecimiento	1. Emisión de las yemas al inicio de la aparición de la yema floral (evolución de la yema floral).	19-21 días
	2. Alargamiento de la flor.	1-2 días
	3. Apertura floral.	15 horas
Fructificación	6. Envejecimiento de la fruta.	2-4 días
	7. Crecimiento del fruto.	23-27 días
	8. Maduración de la fruta.	5-6 días
Periodo de florecimiento a maduración del fruto		50-60 días

Fuente: Marques et al. (2011).

2.8. CONSTANTES TÉRMICAS

El crecimiento y desarrollo vegetal constantemente se especifican en términos de días calendario, a pesar de ello, determinar el desarrollo en términos de tiempo térmico o fisiológico, solicita del conocimiento de la acumulación de energía calórica para la ocurrencia de las etapas fenológicas (Salazar et al., 2013). “El tiempo térmico combina el tiempo cronológico con la temperatura y se ha usado para predecir la fenología de los cultivos, expresándose históricamente a través de diferentes términos: constante térmica, unidades térmicas, unidades calor, grados día desarrollo y grados día. La

temperatura es el elemento del clima más determinante en el desarrollo de las plantas y los grados día desarrollo (GDD) o unidades calor es el índice más utilizado para estimar las etapas de desarrollo de los vegetales” (Martínez et al., 2017).

Según menciona McMaster y Wilhelm (1997), en las áreas de la fenología y desarrollo de cultivos de cultivos, el concepto de las unidades de calor medidas en GGD, se ha perfeccionado considerablemente la descripción y predicción de eventos fenológicos en comparación de otros enfoques, como lo es la cantidad de días. La forma canónica para calcular los GDD es:

$$GDD = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base}$$

Donde la Tmax es la temperatura máxima medida en el aire, la Tmin es la temperatura mínima diaria del aire y la Tbase es la temperatura debajo de la cual el proceso de interés no progresa.

2.9. ESCALA BBCH

Según Kishore (2016), las etapas fenológicas de las plantas se describen utilizando el BBCH, que es una escala con un sistema uniforme de codificación y descripción. La escala básica de BBCH está representado por dos dígitos que representan primaria y secundaria etapas de crecimiento. Esta escala consta de 10 etapas principales (0-9), que se dividen además en 10 etapas de crecimiento secundarias. El estadio representa fases mentales de desarrollo claramente reconocibles y distinguibles de la planta. La escala BBCH ampliada proporciona más descripción detallada sobre el cultivo considerando mesotapas (1-n) que se incorporan entre las etapas primaria y secundaria, resultando en una escala de tres dígitos, donde, el primer dígito describe la etapa de crecimiento principal, el segundo dígito especifica los mesostatos y el tercer dígito significa etapas de crecimiento secundarias. El BBCH se representa en 7 etapas:

Tabla 3. Escala extendida de BBCH

Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)
Estado de desarrollo principal 0: desarrollo de la yema vegetativa	
011	A partir de hinchado de las yema
013	Fin del hinchado de las yemas
015	Brotos comienzan alargando
017	A partir de la brotación
019	Fin de la brotación
Estado de desarrollo principal 4: desarrollo de órganos de propagación vegetativa	
411	A partir de la extensión de brotes laterales
413	Brotos laterales alrededor del 30% de la longitud final
415	Brotos laterales alrededor del 50% de la longitud final
417	Brotos laterales alrededor del 70% de la longitud final
419	Brotos laterales alrededor del 90% o más de la longitud final
Estado principal 5: desarrollo reproductivo	
510	Aparición de la yema reproductiva
511	A partir del oleaje brote reproductiva
513	Fin de oleaje brote reproductiva
514	A partir de la elongación del brote
515	Elongación de brotes reproductivos
517	A partir de la elongación de tubo floral
518	Alargamiento del tubo floral
519	Extremo de la extensión del brote floral, la formación de una bola hueca
Estado principal 6: Florecimiento	
610	Las primeras flores abiertas
611	10% flores abiertas
612	20% flores abiertas
615	Polinización completado, caída del girasol
617	Desvanecimiento flor
619	Fin de florecimiento
Estado principal 7: desarrollo de la fruta	
711	Cuajado, ovario comienza a hincharse
713	30% de tamaño de la fruta
715	50% de tamaño de la fruta
717	70% de tamaño de la fruta
719	90% de tamaño de la fruta
Estado principal 8: maduración de la fruta	
811	A partir de la maduración de la fruta
813	El desarrollo del color por adelantado
815	Madurez avanzada
817	Fruta madura para la cosecha
819	Fruta sobre madura

Fuente: Kishore (2016).

También menciona que, no se consideraron, las etapas 1 (desarrollo de la hoja), 2 (formación de brotes laterales / macolladuras) y 9 (senescencia, comienzo de latencia) porque no son aplicables en la fruta de pitahaya.

A continuación, se muestra una sucesión de imágenes de las fases fenológicas de la pitahaya roja citadas por (Marques et al., 2011).

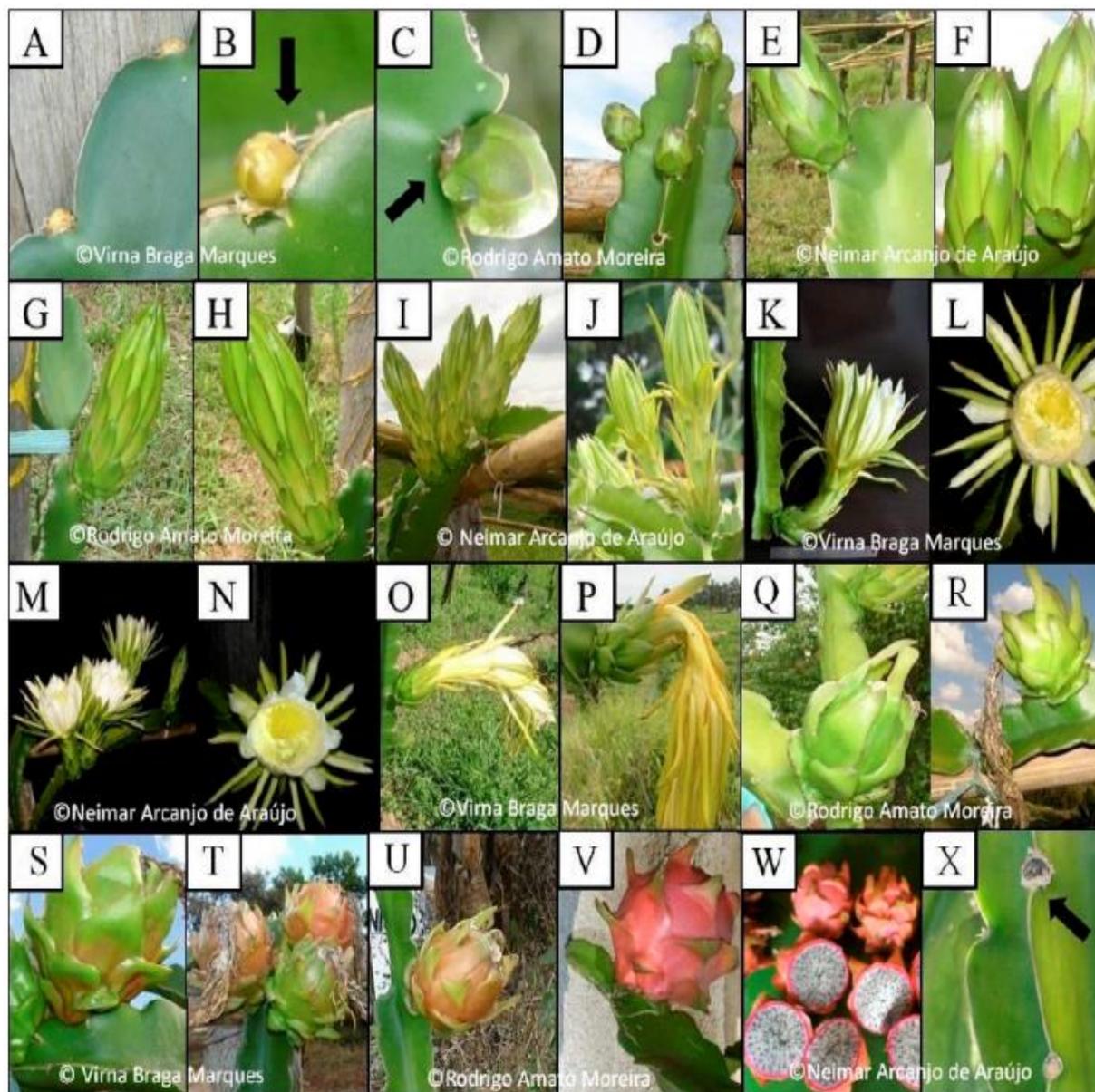


Figura 1. Secuencia de eventos fenológicos que ocurren durante el período reproductivo de la pitahaya roja.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el área de CIIDEA (Ciudad de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario) del campus Politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, que se encuentra ubicada en el sitio El Limón, parroquia de Calceta que pertenece al Cantón Bolívar, Manabí. Situado geográficamente en las coordenadas 0° 49´ 23° Latitud Sur y 80° 11´ 01° Longitud Oeste, a una altitud de 15 msnm, estos datos obtenidos del “Área meteorológica de la ESPAM MFL”, datos obtenidos por la estación metereológica de la ESPAM “MLF”.

3.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En el sitio El Limón, ubicado en el Cantón Bolívar se tiene los siguientes promedios de las características climáticas obtenidas del 1 de enero al 30 de septiembre del 2021.

Tabla 4. Condiciones climáticas del sitio El Limón.

Condiciones climáticas	
Precipitación anual	996,1 mm
Temperatura máxima	30,4 °C
Temperatura mínima	19,4 °C
Humedad relativa	84 %
Heliofania	83,7 h/sol/año

Fuente: Estación Metereológica ESPAM “MFL”

3.2. DURACIÓN

La fase de campo se ejecutó durante el periodo de diciembre del 2021 a noviembre del 2022, con una duración de doce meses.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Esta es una investigación no experimental, es decir que se la realizara sin manipular las variables, lo cual se basa fundamentalmente en la observación de los diferentes cambios de las fases fenológicas de la pitahaya roja y como se ven afectadas por las constantes térmicas.

3.3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

Cada selección comprendió 20 postes establecidos a una distancia de 3 metros entre plantas y 4 metros entre hileras, cada poste consta de 2 plantas, a las cuales se las distinguirá nominándolas como planta A y planta B, es decir que el total de plantas evaluadas fue de 40 plantas. Esta plantación cuenta con un sistema de riego por goteo.

3.3.2. REGISTRO DE DATOS METEREOLÓGICOS

Se realizó la toma de la temperatura máxima, mínima y media del clima del sitio CIIDEA ubicado en El Limón, los datos de los registros meteorológicos, se obtuvieron del área meteorológica de la ESPAM “MFL”.

3.3.3. REGISTRO DE LA FENOLOGÍA DE LA PITAHAYA ROJA

Se efectuó un constante monitoreo de las fases fenológicas del cultivo de pitahaya roja, las cuales se comprende de seis etapas: 1) Estado de desarrollo principal 0: desarrollo de la yema vegetativa; 2) Estado de desarrollo principal 4: desarrollo de órganos de propagación vegetativa; 3) Estado principal 5: desarrollo reproductivo; 4) Estado principal 6: florecimiento; 5) Estado principal 7: desarrollo de la fruta; 8) Estado principal 8: maduración de la fruta, lo cual se realizó por medio de una periódica visualización en cada etapa de las fenológicas.

3.4. MATERIAL VEGETAL

Para esta investigación se utilizaron plantas de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), se encuentran establecidas en el área de CIIDEA.

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1. DURACIÓN DE LAS FASES

Se determinó la duración en días de las fases fenológicas de la pitahaya roja.

3.5.2. ESTADOS FENOLÓGICOS

Se estudiaron los estados fenológicos de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), de acuerdo con la escala BBCH extendida presentada en la tabla 3. Los datos se tomaron en las diferentes fases fenológicas, por lo cual la observación sobre la aparición de los brotes, el desarrollo de brotes, la antesis, el desarrollo y maduración de las frutas se registraron cuando estas alcanzaron cada etapa fenológica en un 50%, ya que, se evaluaron desde el inicio de la etapa de desarrollo principal O (desarrollo de la yema vegetativa), hasta estado principal 8 (maduración de la fruta), esto se realizó mediante una constante observación en los cambios de cada fase fenológica.

3.5.3. VARIABLES CLIMÁTICAS

Las variables medidas son las siguientes:

1. Temperatura máxima.
2. Temperatura mínima.
3. Temperatura media.
4. Precipitación.

3.5.4. CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR

Se calculará los grados días desarrollo (GDD), por lo cual se utilizará la siguiente ecuación denominada método del promedio.

$$GDD = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base}$$

Donde:

T_{max} = Temperatura máxima diaria

T_{min} = Temperatura mínima diaria

T_{base} = Temperatura base, la base considerada para la pitahaya es de 7 °C.

Se calcularán los GDD acumulados en cada una de las etapas fenológicas de la pitahaya roja, es decir se registrará la acumulación de GDD, contabilizados en las fechas de cambio de las fases fenológicas. De igual manera se determinará el requerimiento térmico por cada etapa fenológica, por lo cual se realizará la siguiente operación:

Tabla 5. Procedimiento a utilizar para la obtención del requerimiento térmico.

Etapas	Fórmula
Etapa 1: Brotación - Antesis	$RT1 = GDD_{antesis} + GDD_{brotación}$
Etapa 2: Antesis - Amarre de fruto	$RT2 = GDD_{amarre\ de\ fruto} + GDD_{antesis}$
Etapa 3: Amarre de fruto - Madurez de consumo	$RT3 = GDD_{madurez\ de\ consumo} + GDD_{amarre\ de\ fruto}$
Etapa 4: Brotación - Madurez de consumo	$RT4 = GDD_{madurez\ de\ consumo} + GDD_{brotación}$

Fuente: Martínez (2014)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FENOLOGÍA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus* Haw)

4.1.1. DESARROLLO VEGETATIVO DE LA PITAHAYA ROJA.

A partir de la escala BBCH, se determinó dos fases fenológicas en el desarrollo vegetativo de la pitahaya roja que son: desarrollo de la yema vegetativa y desarrollo de órganos de propagación vegetativa.

Estado de desarrollo principal 0: desarrollo de la yema vegetativa.

Los estadígrafos que se muestran en la tabla 6, reflejan que, para alcanzar el desarrollo de las yemas, el promedio de días en esta fase durante la época lluviosa fue de 9 días, con una temperatura máxima de 29,9°C; mínima de 19,2°C y el total en esta fase de GDA fue de 155,2°C.

Tabla 6. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de yemas vegetativas de la pitahaya roja en la época lluviosa.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado de desarrollo principal 0
Media	9,0	29,9	19,2	155,2
Mediana	9,0	30,0	19,2	158,0
Desviación estándar	1,1	1,0	0,3	24,6
Error típico	0,2	0,2	0,0	3,9
Valor máximo	12,0	31,5	20,1	215,8
Valor mínimo	7,0	28,1	18,7	97,4
Intervalo de confianza (95,0%)	0,4	0,3	0,1	7,9

En la tabla 7, se muestran que en la época seca demora 7 a 8 días en completarse esta fase, con una temperatura máxima de 28,2°C y mínima de 17,3°C, acumulando un total de 123,7°C de calor para completar esta fase en la época seca.

Tabla 7. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de yemas vegetativas de la pitahaya roja en la época seca.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado de desarrollo principal 0
Media	7,8	28,2	17,3	123,7
Mediana	8,0	28,2	17,4	126,3
Desviación estándar	1,0	0,4	0,3	16,7
Error típico	0,2	0,1	0,1	2,7
Valor máximo	10,0	29,6	17,7	157,3
Valor mínimo	5,0	27,3	16,6	79,1
Intervalo de confianza (95,0%)	0,3	0,1	0,1	5,4

Esto concuerda con Toledo et al. (2021) donde mencionan que el crecimiento vegetativo ocurre durante la época seca, la cual se da cuando las temperaturas promedio descienden. Por lo contrario, Monge & Loría (2022) citan que, las variables climáticas presentadas durante la época de invierno o verano no incidieron sobre la brotación vegetativa de la pitahaya.

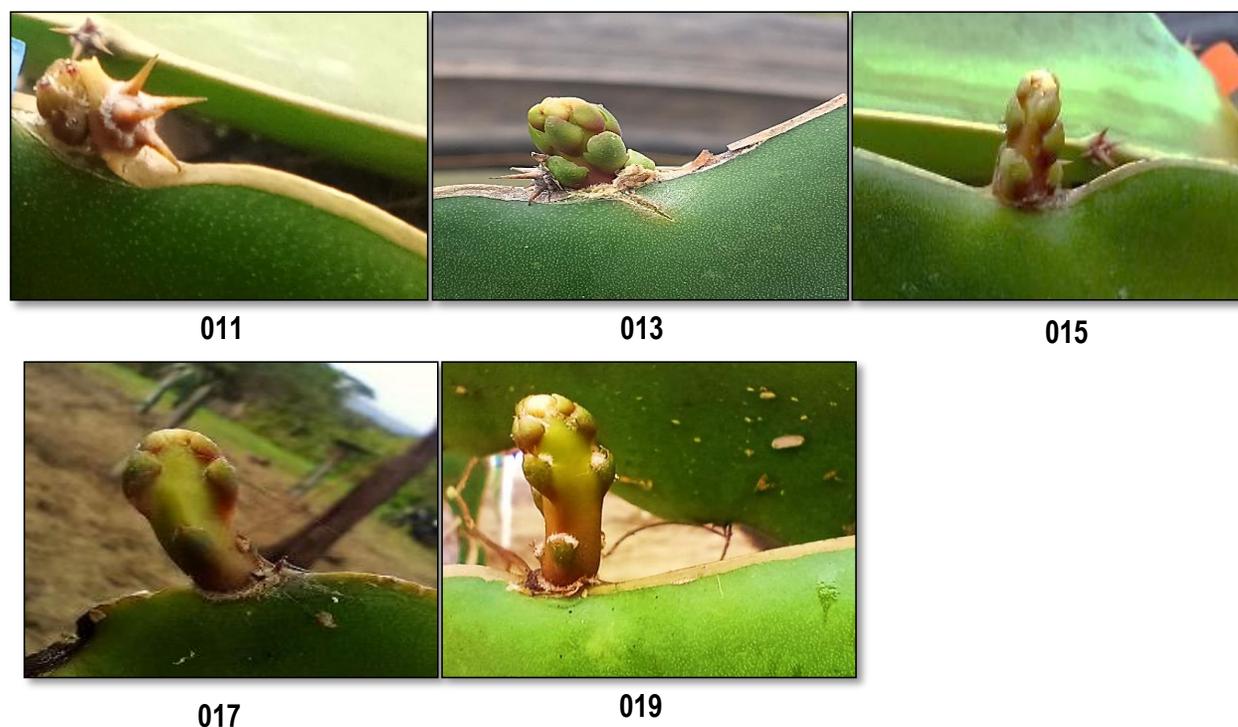


Figura 2. Desarrollo vegetativo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), desarrollo de la yema vegetativa según la escala BBCH extendida.

El inicio de la fase de brotación vegetativa se manifiesta mediante el desarrollo de las yemas a lo largo de los tallos, esto coincide con Kiskore (2016) quien menciona que el crecimiento vegetativo de la pitahaya se caracteriza por el desarrollo de brotes primarios y laterales. En la figura 2 se observa el proceso de esta fase donde se visualiza la aparición de una yema que emerge de la areola, mientras se desarrolla se ven pequeñas escamas de color verde, las cuales comienzan a separarse a medida que sigue su crecimiento.

Estado de desarrollo principal 4: desarrollo de órganos de propagación vegetativa.

Los estadígrafos de la tabla 8, muestran que, para concretar el desarrollo de órganos de propagación vegetativa, se destaca que el promedio de días para esta etapa de desarrollo en la época de lluvias es de 28 días, con temperatura máxima de 30,4°C; mínima de 19,4°C y el total en esta fase de GDA fue de 507,8°C.

Tabla 8. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de órganos de propagación vegetativa de la pitahaya roja en la época lluviosa.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado de desarrollo principal 4
Media	28,4	30,4	19,4	507,8
Mediana	29,0	30,3	19,3	519,8
Desviación estándar	4,1	0,6	0,2	72,,9
Error típico	0,6	0,1	0,0	11,5
Valor máximo	34,0	32,5	19,7	617,2
Valor mínimo	19,0	29,6	19	346,3
Intervalo de confianza (95,0%)	1,3	0,2	0,1	23,2

Por lo contrario, en la tabla 9, los estadígrafos muestran que en la época seca esta misma fase demora 30 días en completarse con una temperatura máxima de 27,5°C y mínima de 16,2°C, acumulando un total de 468,3°C de calor.

Tabla 9. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de órganos de propagación vegetativa de la pitahaya roja en la época seca.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado de desarrollo principal 4
Media	30,0	27,5	16,2	468,3
Mediana	32,0	28,9	17,0	511,6
Desviación estándar	8,0	6,5	3,8	147,8
Error típico	1,3	1,0	0,6	23,7
Valor máximo	36,0	29,7	17,4	577,3
Valor mínimo	17,0	28,8	16,8	274,4
Intervalo de confianza (95,0%)	2,0	2,1	1,2	47,9

Sin embargo, de acuerdo con Trivellini et al. (2020) en el cultivo de la pitahaya se producen múltiples eventos de brotación vegetativa a lo largo del año, por lo que se considera que el desarrollo vegetativo no se ve influenciado por las variables climáticas que se producen en las diferentes épocas del año.

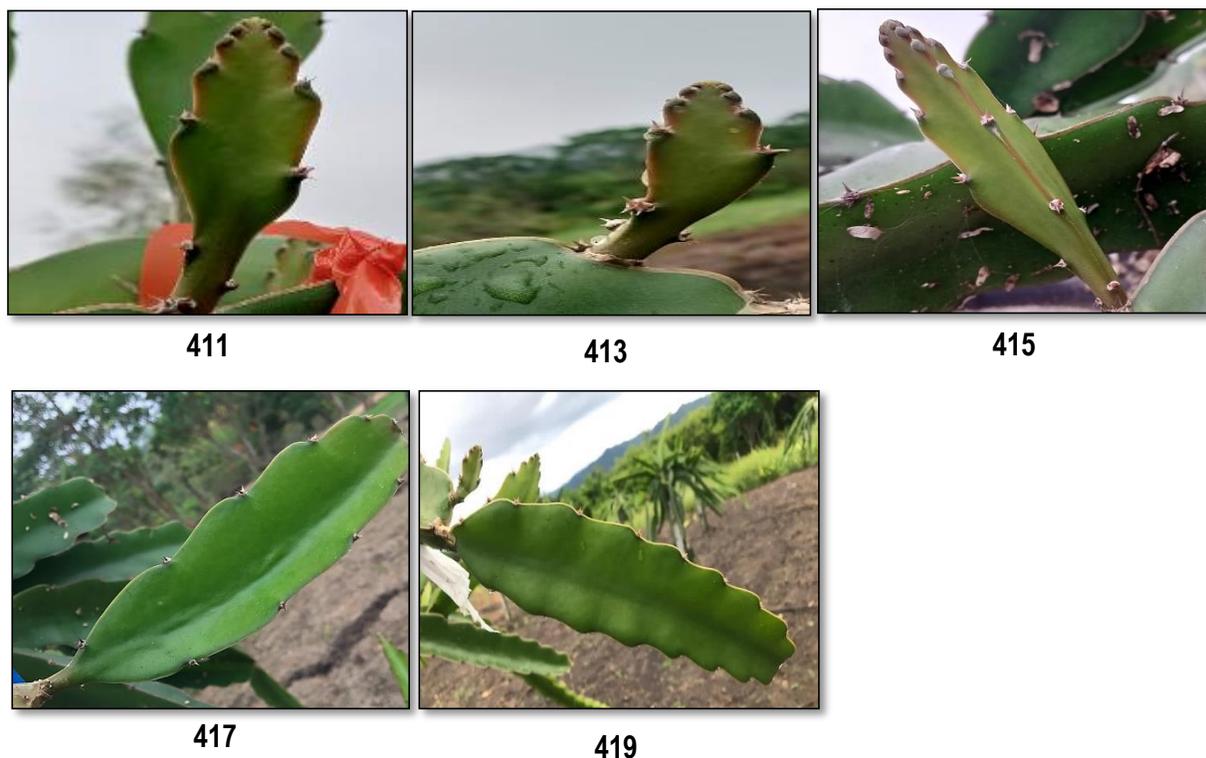


Figura 3. Desarrollo vegetativo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), desarrollo de órganos de propagación vegetativa según la escala BBCH extendida.

En la figura 3, se muestra el proceso de desarrollo de órganos de propagación vegetativa de la pitahaya roja, en el cual las espinas del brote se vuelven más eminentes, posteriormente los brotes comienzan a tener areolas y por último cuando se observa que están vigorosos y sus espinas sumamente duras han llegado a su longitud final como se observa en el código 419 según la escala BBCH.

4.1.2. DESARROLLO REPRODUCTIVO DE LA PITAHAYA ROJA

El desarrollo reproductivo de la pitahaya roja se la realizó a partir de la escala BBCH, en la cual se determinaron cuatro fases fenológicas, que son: desarrollo reproductivo, florecimiento, desarrollo de la fruta y maduración de la fruta.

Estado principal 5: desarrollo reproductivo.

Los datos estadísticos de la tabla 10, prueban que, la pitahaya roja alcanza su desarrollo reproductivo en un promedio de 16 días en la temporada de lluvias, con promedios de temperatura máxima de 31,4°C; mínima de 19,6°C y un total de calor acumulado de 299,6°C GDA.

Tabla 10. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo reproductivo de la pitahaya roja en la época lluviosa.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado de desarrollo principal 5
Media	16,2	31,4	19,6	299,6
Mediana	16,0	31,2	19,5	290,1
Desviación estándar	2,1	0,8	0,4	40,3
Error típico	0,4	0,2	0,1	8,6
Valor máximo	21,0	32,8	20,1	383,5
Valor mínimo	12,0	29,0	19,1	219,7
Intervalo de confianza (95,0%)	0,9	0,4	0,2	17,9

En la tabla 11, los estadígrafos muestran que en la época seca esta misma fase demora igual que en los lluviosos 16 días en completarse con una temperatura máxima de 30,4 ° C y mínima de 17,4 ° C, acumulando un total de 282,4°C de calor.

Tabla 11. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo reproductivo de la pitahaya roja en la época seca.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado de desarrollo principal 5
Media	16,7	30,4	17,4	282,4
Mediana	15,0	30,7	17,4	257,1
Desviación estándar	2,8	0,4	0,1	42,7
Error típico	0,9	0,1	0,0	13,5
Valor máximo	21,0	30,8	17,5	350,5
Valor mínimo	14,0	29,8	17,3	238,5
Intervalo de confianza (95,0%)	2,0	0,3	0,0	30,5

De igual manera Martínez et al. (2017) menciona en su investigación que desde la aparición del botón floral hasta la antesis tomo de 14 a 17 días en los ciclos de floración, el cual explica que, las temperaturas mayores a 34°C disminuyen la producción de brotes florales. Por lo contrario Silva et al. (2015) asocio las altas temperaturas y el inicio de la estación lluviosa con la aparición de las yemas reproductivas, en su investigación menciona que esta fase tardo de 18 a 23 días en completarse.

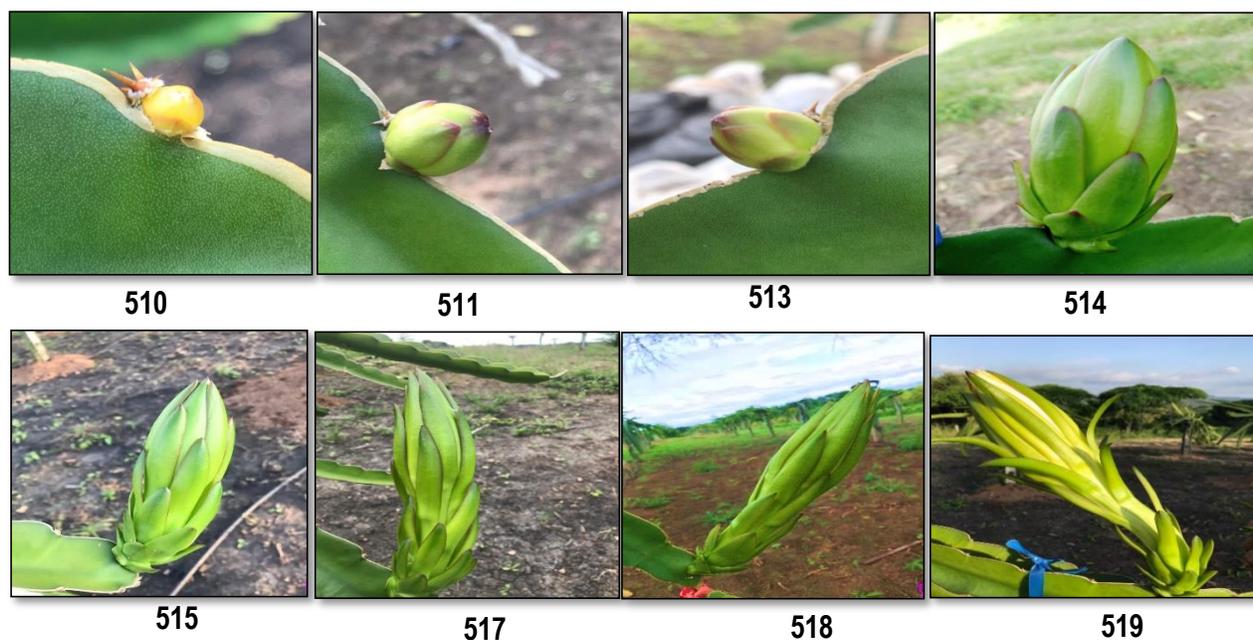


Figura 4. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) según la escala BBCH extendida.

En la figura 4, se muestra el comienzo del ciclo reproductivo de la pitahaya, que se da mediante el hinchamiento de las yemas, esta fase inicia con la brotación de los primeros botones florales, que se caracterizan por tener un color amarillo claro, posteriormente la flor sigue su crecimiento hasta que esta tiene una forma de bola hueca, en ese momento la flor llega al fin de su elongación, tal como se muestra en la sucesión de fotos según la escala BBCH.

Estado principal 6: Florecimiento.

En la tabla 12, los estadígrafos demuestran que para que se dé esta fase de la pitahaya roja en la época lluviosa demora en un promedio de 5 días en desarrollarse, con temperatura máxima de 31,1°C; mínima de 19,6°C y el total en esta fase de GDA fue de 93,4°C.

Tabla 12. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del florecimiento de la pitahaya roja en la época lluviosa.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado principal 6
Media	5,1	31,1	19,6	93,4
Mediana	5,0	31,3	19,2	93,7
Desviación estándar	1,1	0,7	0,6	19,1
Error típico	0,2	0,1	0,1	4,1
Valor máximo	7,0	32,2	20,6	129,5
Valor mínimo	4,0	29,4	19,0	69,5
Intervalo de confianza (95,0%)	0,5	0,3	0,2	8,5

En la tabla 13, se muestran que en la época seca esta misma fase tuvo una duración de 5 días en completarse, con una temperatura máxima de 30,7°C y mínima de 17,1°C, acumulando un total de 82,2°C de calor.

Tabla 13. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del florecimiento de la pitahaya roja en la época seca.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado principal 6
Media	5,3	30,7	17,1	82,2
Mediana	5,5	30,2	17,1	93,3
Desviación estándar	1,1	1,1	0,2	16,5
Error típico	0,3	0,3	0,1	5,2
Valor máximo	7,0	31,8	17,5	114,9
Valor mínimo	4,0	29,0	16,9	63,9
Intervalo de confianza (95,0%)	0,8	0,8	0,1	11,8

De acuerdo con Osuna et al. (2016) la pitahaya sufre retraso en la etapa reproductiva cuando las temperaturas disminuyen, ya que, según su investigación se obtuvieron mejores resultados en la floración de la pitahaya cuando las temperaturas oscilaban alrededor de los 30°C. Por otra parte, García (2003) menciona que la floración de la pitahaya prospera en climas cálidos subhúmedos a razón que la floración requiere de temperaturas entre los 18 y 27°C y de precipitaciones moderadas.

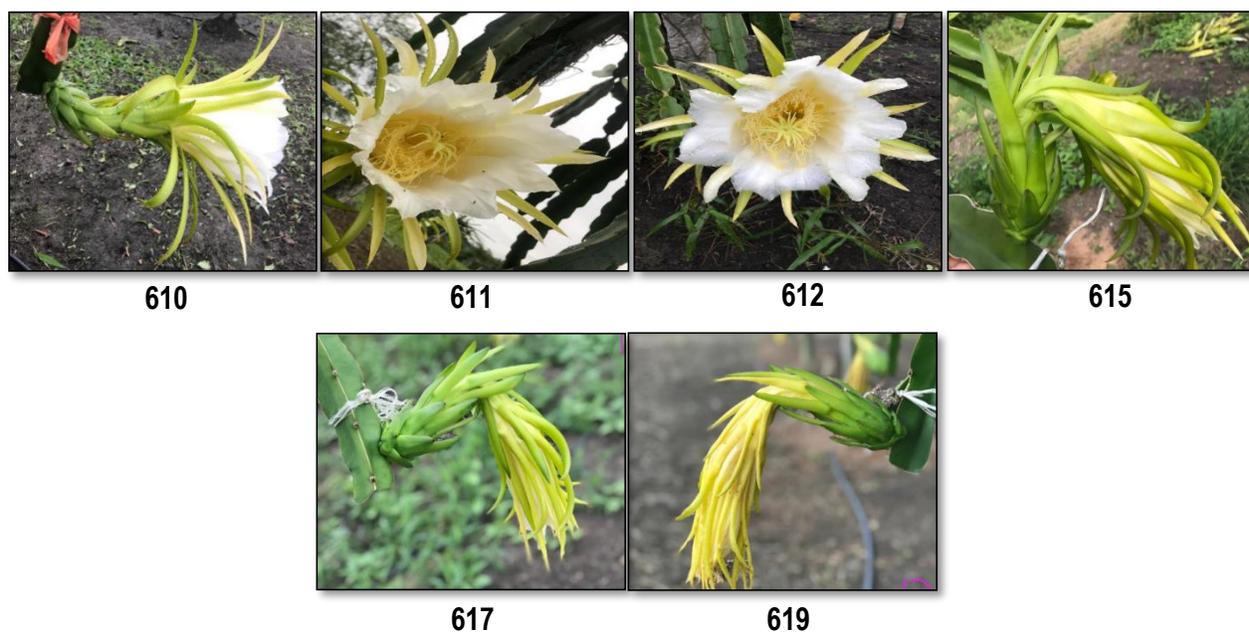


Figura 5. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), florecimiento según la escala BBCH extendida.

En la figura 5, se evidencia el proceso de florecimiento de la pitahaya roja, tal como se demuestran en las fotografías inicia con la apertura floral (código 610,611 y 612 según la escala BBCH), culmina cuando la flor se desvanece y empieza a caer (código 615,617 y 619 según la escala BBCH).

Estado principal 7: desarrollo de la fruta.

Las estadísticas que se exponen en la tabla 14, demuestran que, para alcanzar el desarrollo de la fruta de la pitahaya roja se requiere un tiempo de 21 días en la temporada de lluvia, con temperatura máxima de 30,7°C; mínima de 19,4°C y el total en esta fase de GDA fue de 388,2°C.

Tabla 14. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de la fruta de la pitahaya roja en la época lluviosa.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado principal 7
Media	21,1	30,7	19,4	388,2
Mediana	22,0	30,9	19,3	382,1
Desviación estándar	2,6	0,8	0,4	58,9
Error típico	0,6	0,2	0,1	12,6
Valor máximo	24,0	32,3	20,1	536,1
Valor mínimo	12,0	29,7	19,0	216,2
Intervalo de confianza (95,0%)	1,2	0,3	0,2	26,1

En la tabla 15, se muestra que en la época seca tardo 23 días en finalizar esta fase del desarrollo de la fruta, con una temperatura máxima de 30°C y mínima de 17,1°C, acumulando un total de 370,1°C de calor para completar esta fase.

Tabla 15. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA del desarrollo de la fruta de la pitahaya roja en la época seca.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado principal 7
Media	23,0	30,0	17,1	370,1
Mediana	23,0	30,3	17,1	367,5
Desviación estándar	2,2	0,6	0,1	33,6
Error típico	0,7	0,2	0,0	10,6
Valor máximo	25,0	30,7	17,3	419,4
Valor mínimo	18,0	29,2	16,9	306,3
Intervalo de confianza (95,0%)	1,6	0,4	0,1	24,1

Según Osuna et al. (2016) las temperaturas influyen en el crecimiento y maduración de la pitahaya, ya que, en la fase de crecimiento del fruto se presentan retrasos en las épocas en donde la temperatura desciende. Así mismo Marques et al. (2011) menciona que las épocas donde se observó el desarrollo de las frutas verdes y maduras coincidieron con los periodos de enero a mayo destacados por tener una alta influencia de lluvias y temperaturas.

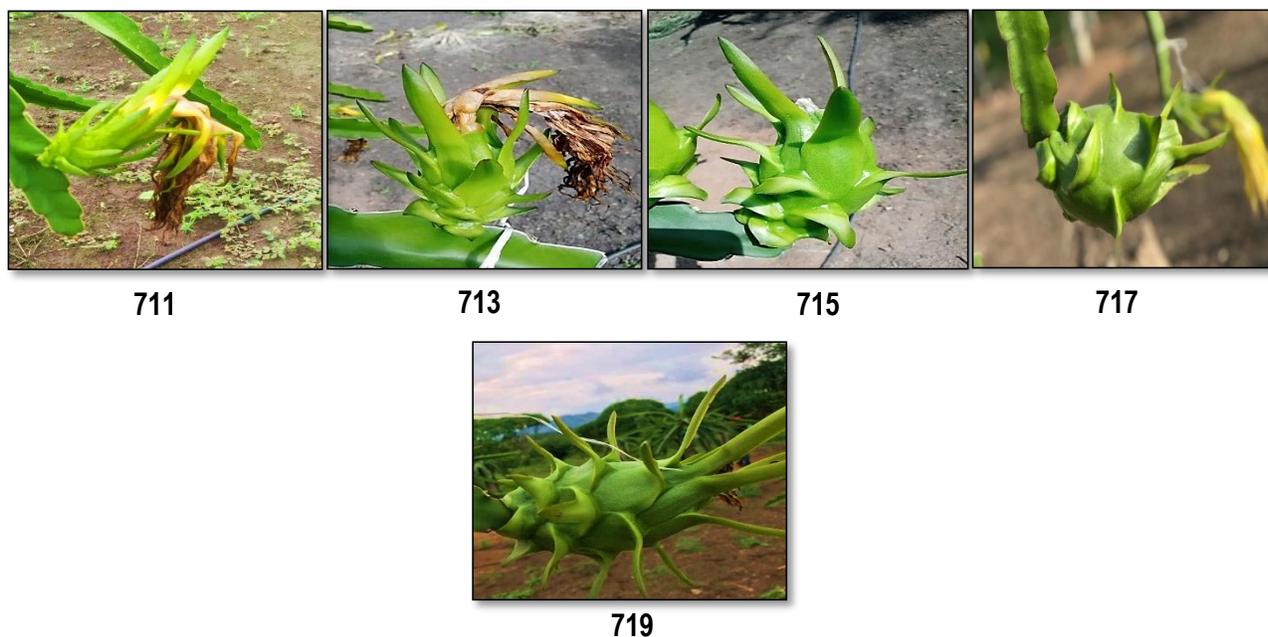


Figura 6. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), desarrollo de la fruta según la escala BBCH extendida.

La fase de desarrollo de la fruta inicia con el crecimiento del embrión es decir que el ovario comienza a hincharse (código 711 BBCH) y finaliza cuando ya se logra observar que la fruta tiene más del 90% de su tamaño (código 719 BBCH), dando paso a la maduración (Fig. 6)

Estado principal 8: maduración de la fruta

En la tabla 16, los estadígrafos demuestran que, para alcanzar la maduración de la fruta de la pitahaya roja, el promedio en la época lluviosa fue de 10 días, con temperatura máxima de 30,2°C; mínima de 18,9°C y el total en esta fase de GDA fue de 179,7°C.

Tabla 16. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA de maduración de la fruta de la pitahaya roja en la época lluviosa.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado principal 8
Media	10,2	30,2	18,9	179,7
Mediana	10,0	30,3	19,1	177,7
Desviación estándar	0,6	1,3	0,8	17,2
Error típico	0,1	0,3	0,2	3,7
Valor máximo	12,0	32,4	20,1	221,4
Valor mínimo	9,0	28,6	17,7	161,9
Intervalo de confianza (95,0%)	0,3	0,6	0,4	7,6

Por lo contrario, en la tabla 17, los estadígrafos muestran que en la época seca esta misma fase demora 30 días en completarse con una temperatura máxima de 27,5°C y mínima de 16,2°C, acumulando un total de 468,3°C de calor.

Tabla 17. Estadígrafos de las variables meteorológicas y de los GDA de maduración de la fruta de la pitahaya roja en la época seca.

Estadísticos	Días	Tmax	Tmin	GDA (°C)-Estado principal 8
Media	6,9	29,2	16,9	104,6
Mediana	6,0	29,3	17,3	96,1
Desviación estándar	2,0	0,6	0,7	27,2
Error típico	0,6	0,2	0,2	8,6
Valor máximo	5,0	29,8	17,6	178,2
Valor mínimo	11,0	28,1	16,1	79,4
Intervalo de confianza (95,0%)	1,4	0,4	0,5	19,5

De acuerdo con Jasón (2005) si las temperaturas disminuyen por debajo de los 15°C la fruta no va a entrar en su proceso de maduración y por ende no habrá cambios en su coloración. De igual manera Martínez, (2014) indica que el periodo más largo para la maduración de los frutos se dio durante las épocas donde se evidencio descensos en la temperatura.

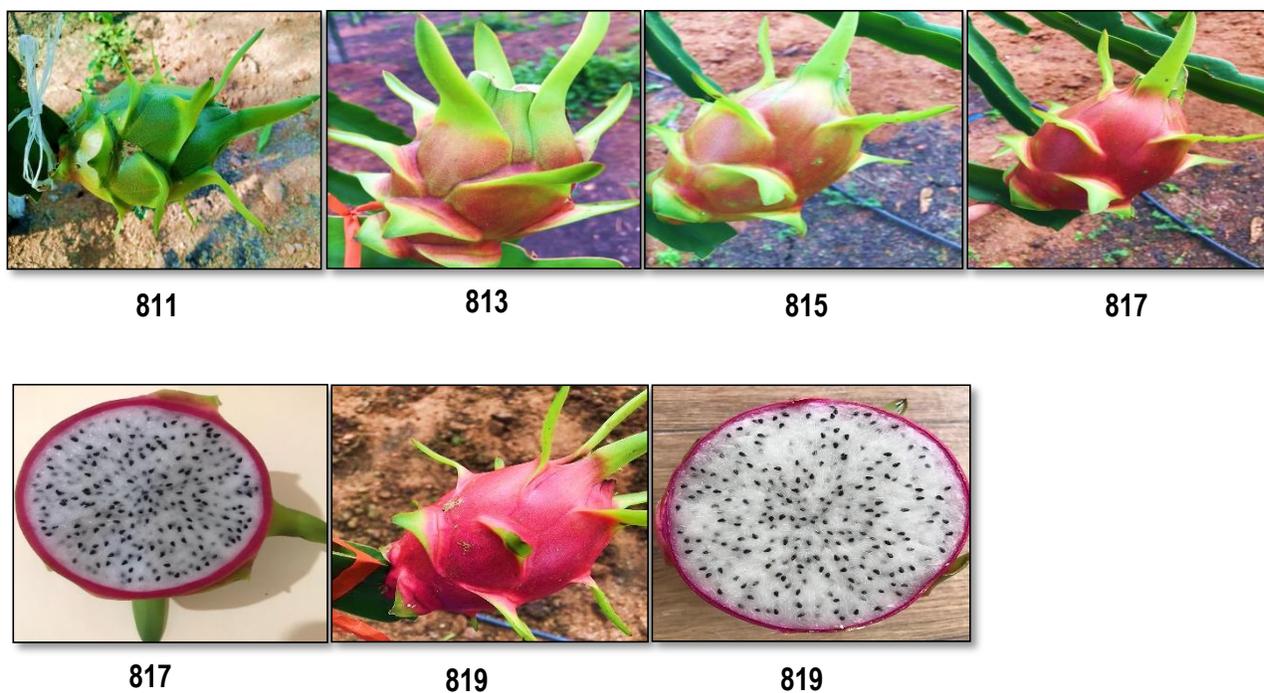


Figura 7. Desarrollo reproductivo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw), maduración la fruta según la escala BBCH extendida.

La maduración de fruto, esta última fase inicia con el cambio de coloración y culmina cuando tienen un color rojo intenso y se siente el fruto blando, es allí cuando está óptimo para ser cosechado (Fig. 7)

4.2. RELACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS Y EL DESAROLLO DE LA PITAHAYA ROJA

En el sitio el Limón, del cantón Bolívar, se presentaron temperaturas anuales máximas en un promedio de 30,10°C y temperaturas mínimas con un promedio de 18,4°C. Según menciona Saldarriaga et al. (2020) en su investigación realizada también en el sitio El Limón, se presentaron promedios anuales de temperatura máxima y mínimas de 30,8 y 22°C, donde obtuvieron un rango de oscilación de temperatura de 8,78°C.

Teniendo en consideración que la temperatura del umbral máxima de la pitahaya roja es de 40°C (Osuna et al., 2016) y al observar los datos meteorológicos de la zona en estudio, no se encontraron valores de temperatura por encima del umbral. Según Nerd et al. (2002) los valores de temperatura que afectan a la brotación de yemas florales son de 34-48°C en la pitahaya, Nobel y De la Barrera (2002) mencionan que una temperatura mayor a los 35°C produce quemaduras en las plantas de pitahaya.

Respecto a las precipitaciones presentadas en el sitio el Limón, se determinó que la máxima precipitación determinada anualmente en la época lluviosa es de 802,8 mm y en estación seca de 23,2 mm, Vitery (2022), menciona que el mes con más precipitación máxima acumulada de los meses lluviosos es de 982 mm, mientras que en la época seca se presentaron 27,5 mm en el cantón Bolívar, provincia de Manabí. Según menciona Ruíz (2021) la pitahaya roja tiende a tener problemas fitosanitarios y una menor producción en zonas de alta precipitaciones, durante la fase de floración requiere de lluvias, pero si la precipitación es muy alta causa la caída de las flores, por lo general la pitahaya roja prospera con precipitaciones de 650 a 1500 mm anuales.

4.3. CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR (GRADOS DÍAS DESARROLLO GDD)

En la tabla 18, se muestran los datos respectivos de GDD, que se determinaron en las diferentes fases fenológicas de la pitahaya roja.

Tabla 18. Grados de acumulación de calor para el cumplimiento de las fases fenológicas de la pitahaya roja.

Etapa	Días	RT época lluviosa	Días	RT época seca
Etapa 1: Brotación - Antesis	21	393,0	22	364,6
Etapa 2: Antesis - Amarre de fruto	26	481,6	28	452,3
Etapa 3: Amarre de fruto - Madurez de consumo	31	567,9	31	474,7
Etapa 4: Brotación - Madurez de consumo	52	960,9	53	839,3

Los resultados arrojaron que el mayor valor de requerimiento térmico (RT), se da en la etapa 3 que es del amarre de fruto-madurez de consumo del fruto en ambas épocas. En la zona de estudio se registraron valores de temperaturas diarias superiores a la temperatura base de la pitahaya roja, esto permitió que se registrara la acumulación de grados días desarrollo. En comparación de los GDD presentados en esta investigación no coinciden con Paredes (2021) que en su trabajo menciona que la pitahaya roja tubo una acumulación de calor entre todas las fases de 79,55 GDD, pero se asemejan con la investigación de Martínez et al. (2017) cita que “en la etapa brotación-antesis, se acumuló 360 GDD, entre antesis-amarre de fruto 537 GDD y para completar el periodo completo de brotación- madures de fruto, la pitaya roja ocupó 897 GDD”.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

No se detectaron diferencias en el comportamiento fenológico de la pitahaya roja entre la época seca y lluviosa.

La pitahaya roja presentó mayor crecimiento y precocidad durante la época seca al presentar menor acumulación de grados días, con relación a la época lluviosa, donde necesito mayor acumulación de grados días para alcanzar los estados de desarrollo evaluados.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda repetir la investigación en varias localidades bajo condiciones de riego y seco, con la finalidad de ajustar datos y generar dominios de recomendación hacia los productores.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. (2014). *Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla Selenicereus megalanthus y roja Hylocereus indatus*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4747>
- Andrade, J., Rengifo, E., Ricalde, F., Simá, J., Cervera, J., y Vargas, G. (2006). Microambientes de luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en un agrosistema de Yucatán, México. *Agrociencia*, 40(6), Art. 6.
- Beltrán, V. (2015). *Desarrollo de un proyecto para la creación de una Microempresa de producción y comercialización de pitahaya ubicada en la comunidad de Chinimpí, del cantón Palora, provincia de Morona Santiago*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7412>
- Cara, J., Gallego, T., Gómez, M., y Botey, R. (2020). Nueva Estación fenológica asociada al Observatorio Meteorológico de Guadalajara. *Acta de las Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española*, 33(1), Art. 1. <https://pub.ame-web.org/index.php/JRD/article/view/2031>
- Ccacya, F. (2020). *Comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de siete clones promisorios segregantes de papa (Solanum tuberosum sub especie andígena), bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra*. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5560>
- Ibarra, E., Ruelas, J., Cervantes, J., Castorena, I., Mondaca, C., y López, B. (2015). Fenología y tiempo en el manejo del riego y fertilización del cultivo de papa. *BIOtecnia*, 17, 42. <https://doi.org/10.18633/bt.v17i3.218>
- Jason, W. (2005), Manual del cultivo de pitahaya. Guatemala: Misión de Tawán, MAG, ICTA

- Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J., y Wittmer, C. (2012). *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador. Serie Avances de Investigación, (66)*. 95.
- Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, 213, 294-302. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.10.047>
- Le Bellec, F., Vaillant, F., y Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): A new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006021>
- Marqués, V. (2014). *Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaia [Hylocereus undatus (Haw.) Britton y Rose]*. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/4145>
- Marqués, V., Moreira, R., Ramos, J., Araújo, N., y Silva, F. (2011). Fenologia reproductiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. *Ciência Rural*, 41, 984-987. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000071>
- Martínez, E. (2014). *Fenología y desarrollo de pitahaya (Hylocereus undatus Haw. Britt y Rose) en la región central de Veracruz*. <https://1library.co/document/oz12mrdy-fenologia-desarrollo-pitahaya-hylocereus-undatus-region-central-veracruz.html>
- Martínez, E., Chávez, T., Becerril, A., Rebolledo, A., Velasco, C., y Pérez, A. (2017). FENOLOGIA Y CONSTANTE TERMICA DE LA PITAHAYA (*Hylocereus undatus* Haw. Britt. yamp; Rose). *AGROProductividad*, 10(9), 3-9.
- Martínez, R. (2006). Aprovechamiento de la pitahaya: Bondades y problemáticas. *undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Aprovechamiento-de-la-pitahaya%3A-bondades-y-Mart%C3%ADnez-Bah%C3%ADa/89367760d01a3a9a49e7dd675808613bd6db6498>

- McMaster, G., y Wilhelm, W. (1997). Growing degree-days: One equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87(4), 291-300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(97\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00027-0)
- Meza, K., Cusme, M., Velásquez, J., y Chirinos, D. (2020). Trips (Thysanoptera) asociados con la pitahaya *selenicereus undatus* (haw.) d.r. hunt. especies, niveles poblacionales, daños y algunos enemigos naturales. *La granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 32(2), 93-105. <https://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.07>
- Monge, J. E., Oreamuno, P., Vega, E. V., Garbanzo, J. G., y Jiménez, V. (2021). Producción de pitahaya en Costa Rica. *San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica*. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/83651>
- Monge, J., y Loría, M. (2022). Altura de planta y producción de brotes en pitahaya (*Hylocereus* sp.): Comparación entre dos sitios de Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 4(7), Art. 7. <https://doi.org/10.38186/difcie.47.02>
- Muñoz. (2003). Cultivo de pitaya.
- Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R., y Mizrahi, Y. (2002). High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 96(1-4), 343-350. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00093-6)
- Nobel, P., y De la Barrera, E. (2002). High Temperatures and Net CO₂ Uptake, Growth, and Stem Damage for the Hemiepiphytic Cactus *Hylocereus undatus*1. *Biotropica*, 34(2), 225-231. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2002.tb00533.x>
- Ortega, A., León, M., y Rosas, R. (2018). *Producción de pitahaya para promover el desarrollo regional y sustentable*. (Vol. 3). Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores. <http://ru.iiec.unam.mx/4299/>

- Osuna, T., Valdez, J. B., Sañudo, J. A., Muy-Rangel, M. D., Hernández, S., Villarreal, M., y Osuna, J. M. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Agrociencia*, 50(1), 61-78.
- Ramírez, J., Alba, J., Mendizábal, L., Ramírez, E., y Cruz, H. (2010). La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. *Foresta Veracruzana*, 12(2), 35-38.
- Ruíz, E. (2021). Identificación de insectos plaga en el cultivo de la pitahaya *Hylocereus undatus* en la provincia del Guayas (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).
- Salazar, M., Johnson, J., Chaves, B., y Hoogenboom, G. (2013). Relationship of base temperature to development of winter wheat. *International Journal of Plant Production*, 7(4), 741-762.
- Saldarriaga, V., Chavarría, J., Guzman, Á., y Tarazona, N. (2020). Efecto de las variables climáticas sobre la fluctuación del nivel freático en suelos fluvisoles del valle del río carrizal. *Ciencia y Tecnología*, 13(2), Art. 2. <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i2.393>
- Silva, A., Cavallari, L., Sabiã, R., y Martins, A. (2015). Fenologia reproductiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. *Ciência Rural*, 45, 585-590. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120403>
- Toledo, S., Barrios, D., García-Beltrán, J. A., y González-Torres, L. R. (2021). Fenología de la especie amenazada *Leptocereus scopulophilus* (Cactaceae) en un bosque semidecídico de Cuba occidental. *Acta botánica mexicana*, 128. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1701>
- Trivellini, A., Lucchesini, M., Ferrante, A., Massa, D., Orlando, M., Incrocci, L., y Mensuali-Sodi, A. (2020). Pitaya, an Attractive Alternative Crop for

Mediterranean Region. *Agronomy*, 10(8), Art. 8.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10081065>

Vargas, I. (2020). Comparación de diferentes concentraciones de bencilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), en el laboratorio de cultivo de tejidos In Vitro, FCA- UNASAM, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Ancash – 2019. *Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo*.
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4411>

Véliz, C. (2017). *Hormonas ANA y AIB para la propagación asexual en esquejes de la pitahaya roja (Hylocereos undatus)*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2073>

Verona, A., Urcia, J., y Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

Vitery, A. (2022). *Importancia de vegetación urbana en la mitigación de la isla de calor en la zona céntrica de la ciudad de Calceta*.
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1767>

Zee, F., Yen, C., y Nishina, M. (2004). (*Dragon Fruit, Strawberry Pear*). 9, 3.

ANEXOS

Anexo 1. Área de trabajo



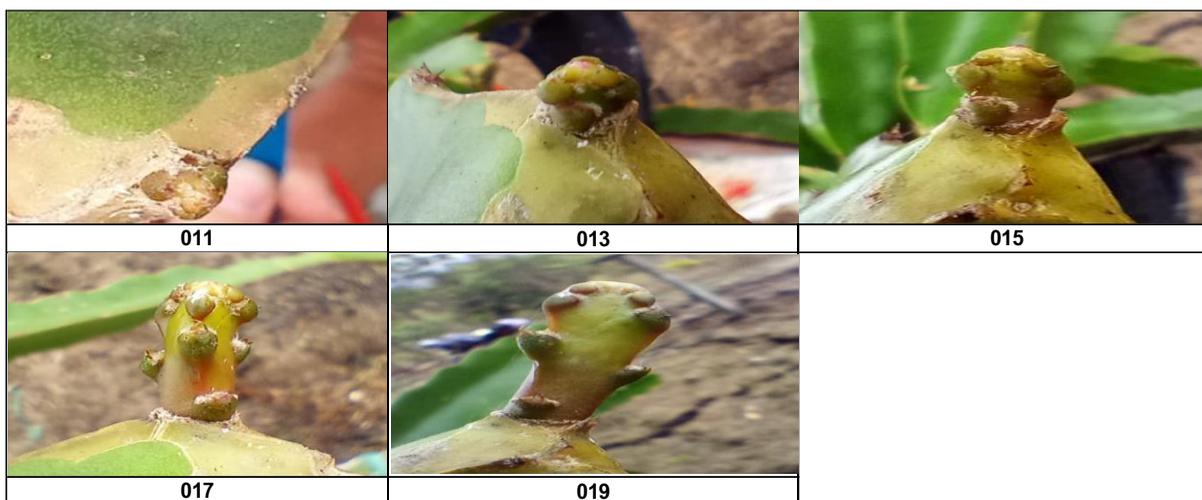
Anexo 2. Selección de postes a evaluar



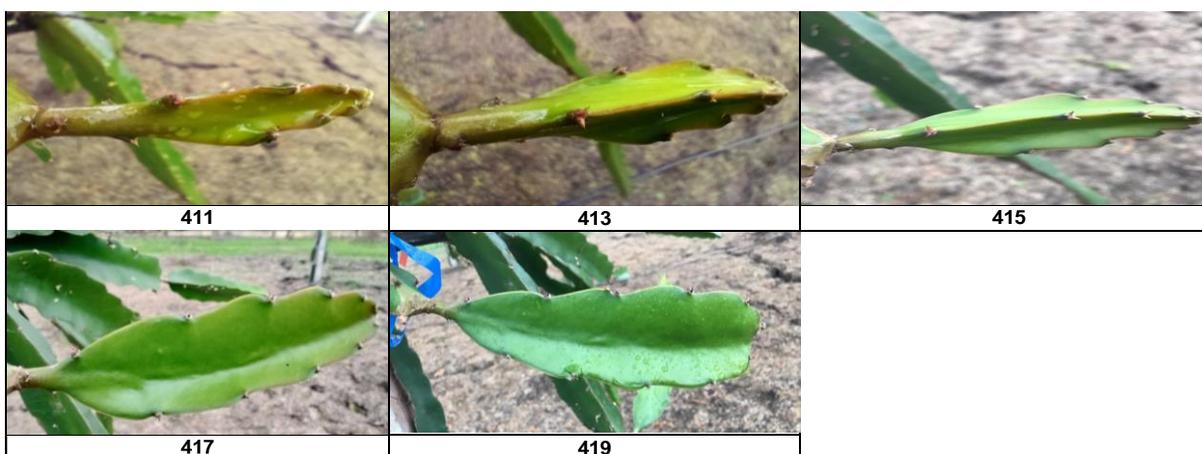
Anexo 3. Selección de brotes a evaluar**Anexo 4. Toma de datos**

Anexo 5. Hoja de campo con datos meteorológicos y escala BBCH visual (desarrollo vegetativo).

Estado de desarrollo principal 0: desarrollo de la yema vegetativa									
PLANTA A									
Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)	Días	Duración	TMax °C	TMin °C	TA°C	RR (mm)	HR %	Heliofanía
011	A partir de hinchado de las yema	7/12/2021	0	27,8	20,4	25,3	0	81%	0
013	Fin del hinchado de las yemas	9/12/2021	2	29,8	19,2	25,6	1,6	81%	0
015	Brotos comienzan alargando	10/12/2021	1	28,4	19	24	5,2	87%	0
017	A partir de la brotación	12/12/2021	2	27,4	18,8	23,6	2,2	90%	0
019	Fin de la brotación	14/12/2021	2	27,6	19,6	22	0,3	90%	0
Total de días			7	28,2	19,4	24,1	9,3	86%	0

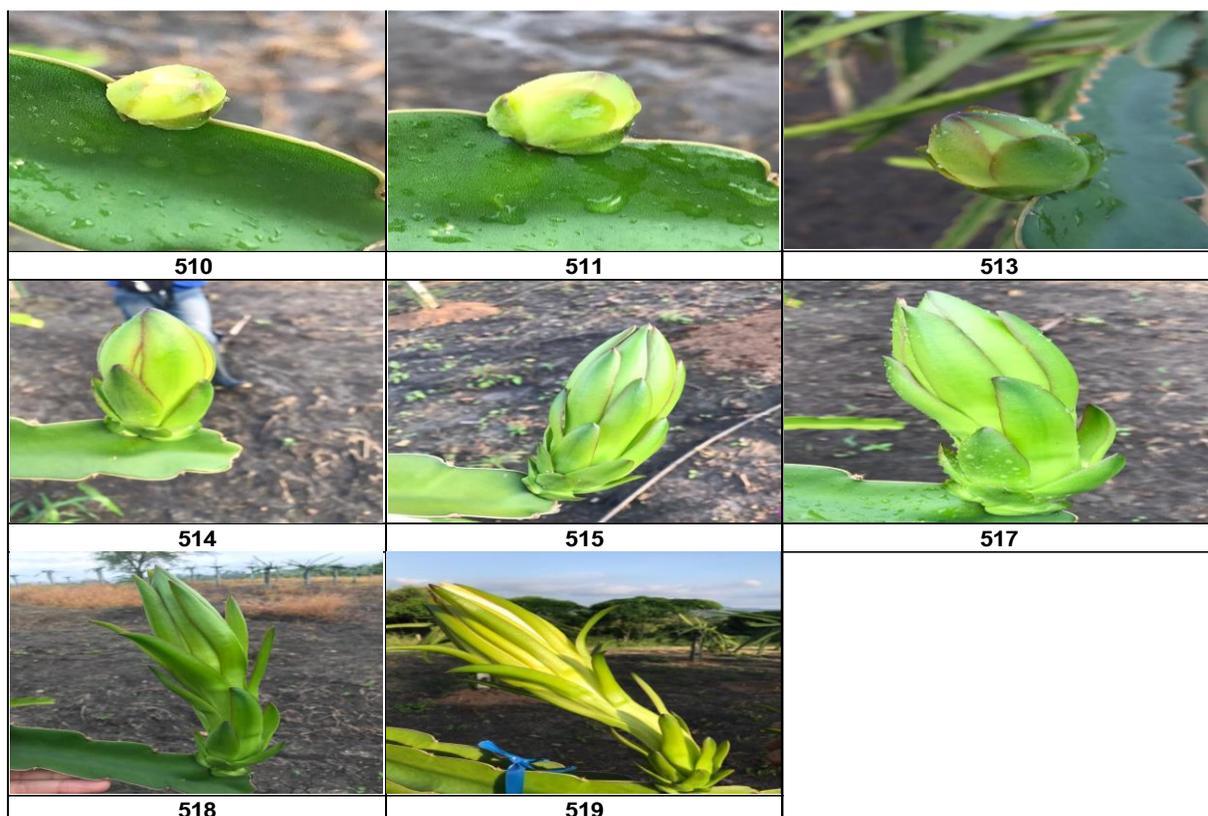


Estado de desarrollo principal 4: desarrollo de órganos de propagación vegetativa									
PLANTA A									
Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)	Días	Duración	TMax °C	TMin °C	TA°C	RR (mm)	HR %	Heliofanía
411	A partir de la extensión de brotes laterales	18/12/2021	0	26,4	19	23,6	7,1	88%	0
413	Brotos laterales alrededor del 30% de la longitud final	20/12/2021	2	28,6	19,2	25,7	0,6	84%	1,2
415	Brotos laterales alrededor del 50% de la longitud final	22/12/2021	2	27,8	19,2	24,7	0	82%	0
417	Brotos laterales alrededor del 70% de la longitud final	28/12/2021	6	28,2	18,4	24,6	0,1	87%	0
419	Brotos laterales alrededor del 90% o más de la longitud final	6/1/2022	9	31,2	18,6	25,3	0,4	78%	2,6
Total de días			19	28,4	18,9	24,8	8,2	84%	0,8

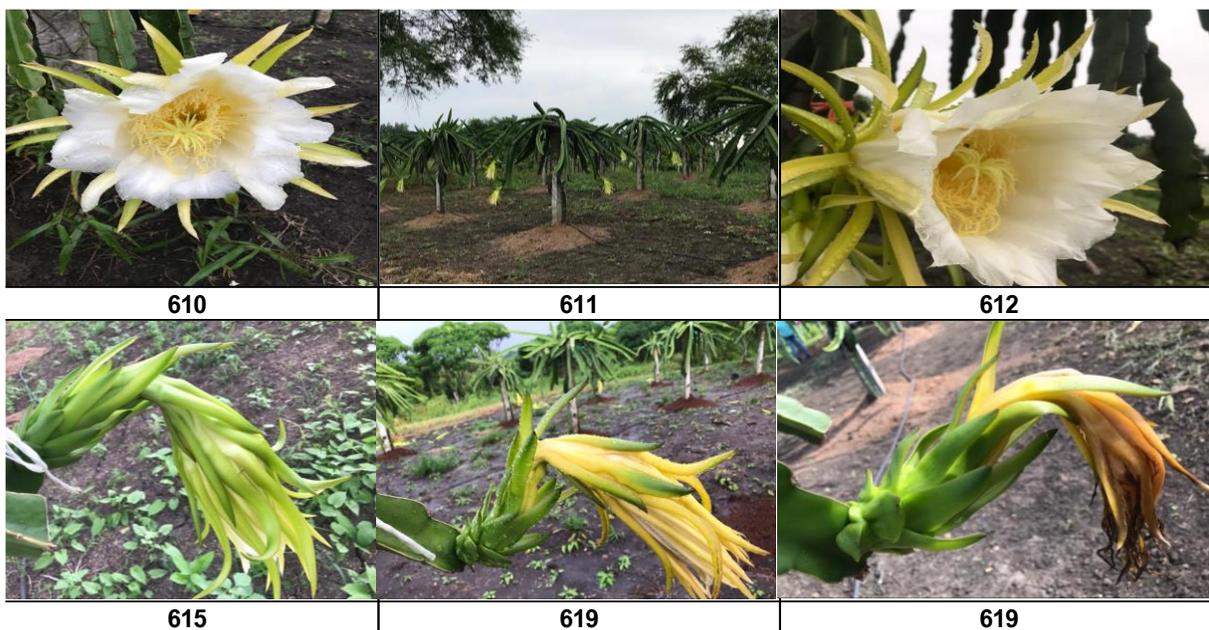


Anexo 6. Hoja de campo con datos meteorológicos y escala BBCH visual (desarrollo reproductivo).

Estado principal 5: desarrollo reproductivo									
PLANTA A									
Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)	Días	Duración	TMax °C	TMin °C	TA°C	RR (mm)	HR %	Heliofanía
510	Aparición de la yema reproductiva	3/3/2022	0	31,6	19,4	26,5	0,5	77%	6
511	A partir del oleaje brote reproductiva	5/3/2022	2	32,6	19,4	27	1,9	77%	6,3
513	Fin del oleaje brote reproductiva	7/3/2022	2	33,4	19,2	27,4	0	77%	9,6
514	A partir de la elongación del brote	11/3/2022	4	33,4	20,2	27,9	0	73%	8,6
515	Elongación de brotes reproductivos	12/3/2022	1	32	20,6	27,1	0,5	76%	3,5
517	A partir de la elongación de tubo floral	13/3/2022	1	34,4	19,8	28	2,5	73%	8,9
518	Alargamiento del tubo floral	16/3/2022	3	32,6	19	27,7	0,5	75%	5,9
519	Extremo de la extensión del brote floral, la formación de una bola hueca	17/3/2022	1	31,6	21	26,9	17,5	77%	3
	Total de días		14	32,7	19,8	27,3	23,4	76%	6,5



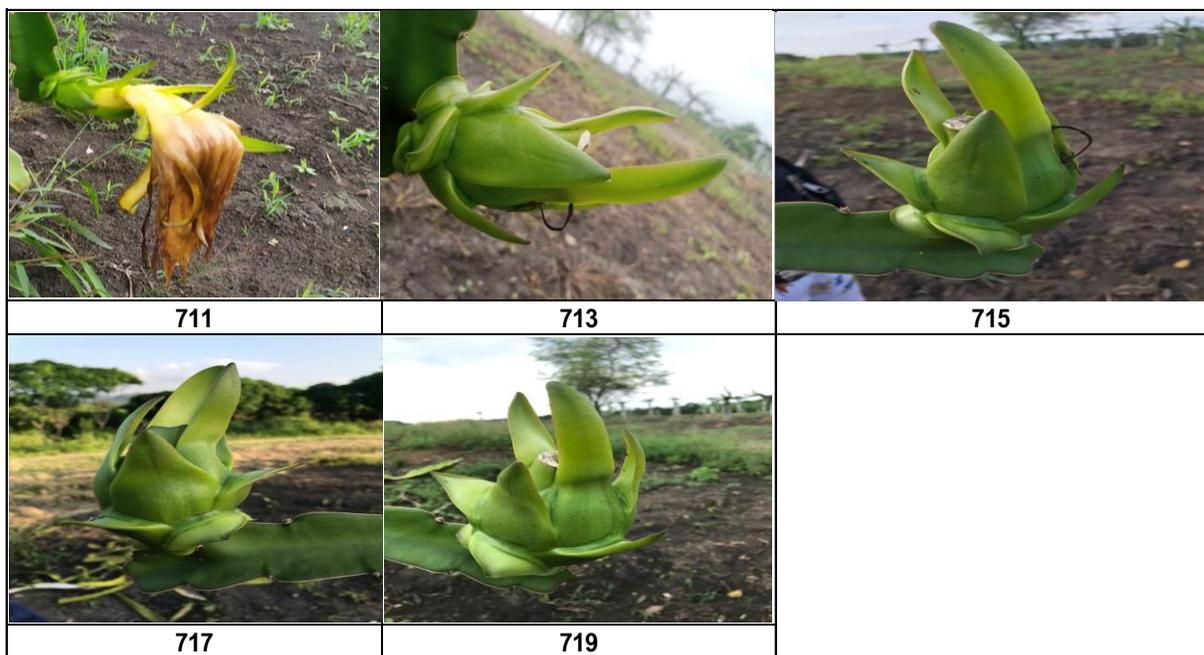
Estado principal 6: Florecimiento									
PLANTA A									
Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)	Días	Duración	TMax °C	TMin °C	TA°C	RR (mm)	HR %	Heliofanía
610	Las primeras flores abiertas	18/3/2022	0	30,2	20,8	26,5	15,8	82%	2,2
611	10% de las flores abiertas	18/3/2022	0	30,2	20,8	26,5	15,8	82%	2,2
612	20% de las flores abiertas	18/3/2022	0	30,2	20,8	26,5	15,8	82%	2,2
615	Polinización completado, caída de girasol	19/3/2022	1	31,2	20,4	26,2	11,8	81%	2,5
617	Desvanecimiento flor	20/3/2022	1	32,4	19,4	26,9	6,7	79%	4,8
619	Fin de florecimiento	21/3/2022	1	31	19,4	26,4	16,3	79%	2,6
	Total de días		3	30,9	20,3	26,5	82,2	81%	2,8



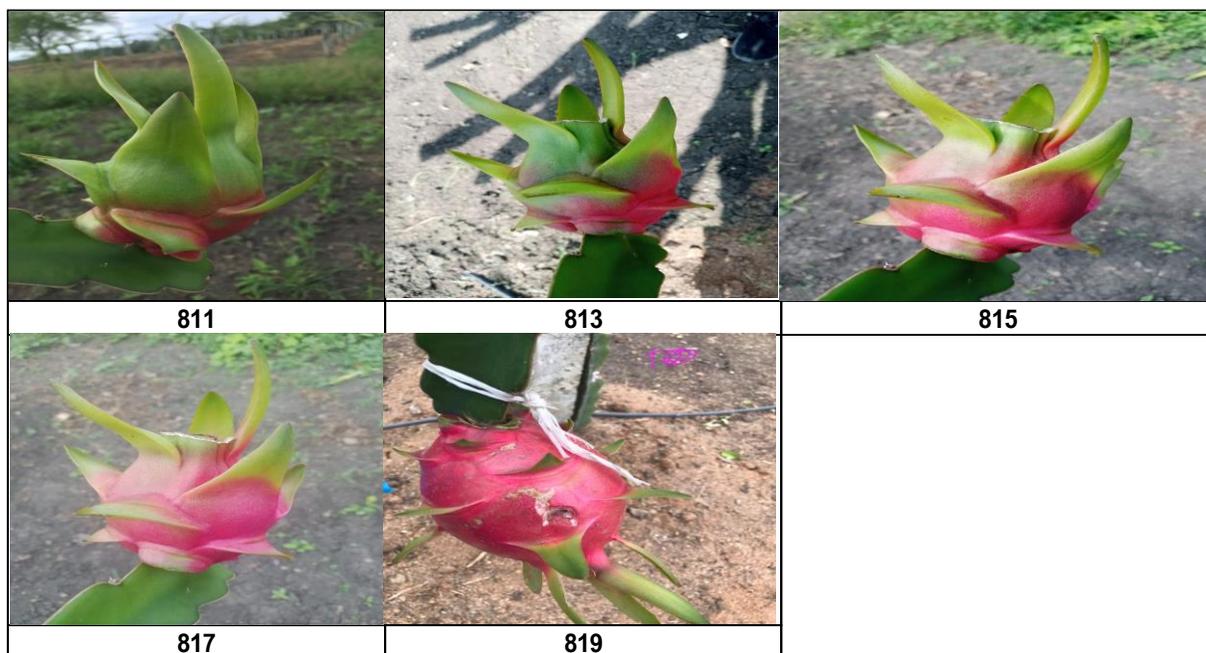
Estado principal 7: Desarrollo de la fruta

PLANTA A

Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)	Días	Duración	TMax °C	TMin °C	TA°C	RR (mm)	HR %	Heliofanía
711	Cuajado, ovario comienza a hincharse	22/3/2022	0	31,6	19,6	27,3	17,3	77%	7,5
713	30% de tamaño de la fruta	25/3/2022	3	30,2	20,4	27,2	19,6	77%	7,6
715	50% de tamaño de la fruta	31/3/2022	6	30	20,6	27	1,1	78%	1,3
717	70% de tamaño de la fruta	8/4/2022	8	33,2	19,8	27,4	1,9	77%	9
719	90% de tamaño de la fruta	14/4/2022	6	30,4	20,4	26,2	0	80%	0,8
	Total de días		23	31,1	20,2	27,0	39,9	78%	5,2



Estado principal 8: Maduración de la fruta									
PLANTA A									
Código BBCH	Descripción (Mesostages 1)	Días	Duración	TMax °C	TMin °C	TA°C	RR (mm)	HR %	Heliofanía
811	A partir de la maduración de la fruta	18/4/2022	0	33,6	19	27,4	13,9	76%	4,8
813	El desarrollo del color por adelantado	20/4/2022	2	32	20	26,5	0	79%	6,8
815	Madurez avanzada	21/4/2022	1	30,4	18,2	26	0,1	82%	2,9
817	Fruta madura para la cosecha	23/4/2022	2	31,4	19,6	26,1	0	77%	6,1
819	Fruta sobre madura	28/4/2022	5	30,2	19,6	26,2	0	77%	4,9
	Total de días		10	31,5	19,3	26,4	14,0	78%	5,1



Anexo 7. Cuadros resumen para obtener estadígrafos de las variables a evaluar y los GDA.

POSTES	PLANTA	DÍAS	TEM MAX	TEM MIN	Estado de desarrollo principal 0: desarrollo de la yema vegetativa	DÍAS	TEM MAX	TEM MIN	Estado de desarrollo principal 4: desarrollo de órganos de propagación vegetativa
1	A	7	30	19,09	121,7	23	30,74	19,43	415,9
1	B	7	31	19,26	128	27	29,98	19,30	476,3
2	A	9	31	19,38	163,3	27	29,98	19,30	501,6
2	B	9	31	19,40	163,8	27	29,98	19,30	476,3
3	A	8	29	19,18	135,4	28	30,55	19,28	501,6
3	B	8	31	19,35	146,7	29	30,04	19,32	512,7
4	A	9	30	18,98	158,1	29	30,44	19,41	519,8
4	B	8	31	19,15	146,5	27	29,98	19,30	476,3
5	A	9	30	19,04	158,2	29	30,19	19,28	514,4
5	B	10	28	19,14	167,1	31	30,57	19,23	554,9
6	A	9	29	19,16	152,9	32	30,38	19,14	568,3
6	B	10	29	19,10	168	32	30,43	19,39	573,1
7	A	10	28	19,06	165,8	31	30,42	19,32	553,9
7	B	10	31	18,80	177	32	31,34	19,69	592,4
8	A	9	31	19,33	161,8	31	29,96	19,53	550,1
8	B	8	31	19,18	97,4	29	30,19	19,28	514,4
9	A	10	31	19,22	182,9	30	30,01	19,39	531
9	B	8	29	19,20	97,6	32	30,16	19,15	564,9
10	A	9	30	18,98	156,3	32	30,52	19,39	574,5
10	B	8	28	19,03	132,6	33	30,49	19,25	589,8
11	A	8	29	19,28	138	24	30,78	19,23	432,2
11	B	9	31	19,16	164,9	20	30,21	19,49	357
12	A	10	29	19,74	175,4	34	30,89	19,41	617,2
12	B	9	30	19,38	157,9	29	31,13	19,65	533,3
13	A	8	30	18,98	140,6	32	30,44	19,30	571,9