



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

DIRECCIÓN DE CARRERA: INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE DOS ESPECIES DE PITAHAYA:
ROJA (*Hylocereus undatus* Britt et Rose) Y AMARILLA
(*Hylocereus megalanthus*), EN EL CANTÓN ROCAFUERTE**

AUTOR:

PAREDES PALACIOS SIMÓN SABINO

tutor:

ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS. Mg

CALCETA, NOVIEMBRE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

SIMÓN SABINO PAREDES PALACIOS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal, y que he consultado las referencias bibliográficas en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



SIMÓN SABINO PAREDES PALACIOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS, Mg, certifica haber tutelado el proyecto **FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE DOS ESPECIES DE PITAHAYA: ROJA (*Hylocereus undatus* Britt et Rose) Y AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*), EN EL CANTÓN ROCAFUERTE**, que ha sido desarrollada por **SIMÓN SABINO PAREDES PALACIOS**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JOSÉ JAVIER MENDOZA VARGAS, Mg

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE DOS ESPECIES DE PITAHAYA: ROJA (*Hylocereus undatus* Britt et Rose) Y AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*), EN EL CANTÓN ROCAFUERTE**, que ha sido propuesto, desarrollado por **SIMÓN SABINO PAREDES PALACIOS**, previa la obtención del título de **INGENIERO AGRICOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LUIS ENRIQUE PARRAGA MUÑOZ

MIEMBRO

ING. FREDDY MESÍAS GALLO

MIEMBRO

ING. GONZALO BOLÍVAR CONSTANTE TUBAY

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, y durante todo el tiempo de estancia en la universidad, sin embargo, tengo un reconocimiento especial a mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo fueron los que sirvieron de apoyo para que en los momentos en dónde todo parecía imposible, ellos me motivaron para no decaer. Agradezco infinitamente a mis hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso.

De igual forma, agradezco a mi director de tesis, que gracias a sus consejos y correcciones puedo culminar este trabajo. A los profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme con gran satisfacción.

DEDICATORIA

El siguiente trabajo está dedicado a mis padres Neira y Federico, a mis hermanos, Ximena, Miguel y Gerardo, y a la memoria de mi hermano Marcelo, quien en vida tuve el apoyo en el comienzo estudiantil, anhelaba verme profesional, este logro va dedicado para él; soy el hijo menor de cinco hermanos y único en poder seguir estudiando el tercer nivel. Lo dedico a mis padres que a pesar de las adversidades y gozando de una edad avanzada, siempre han estado pendiente durante todo el trayecto, y me llena de mucha felicidad tenerlos con vida, y espero Dios los mantenga con salud y vida para poder ser reciproco y poder servirles en todo lo aprendido. Todo el esfuerzo y dedicación va dedicado a ellos como indicaba anterioridad a la memoria de mi hermano y de mis padres porque sin ellos no hubiera sido posible haber culminado esta carrera.

CONTENIDO GENERAL

| | |
|--|------|
| DERECHOS DE AUTORÍA | ii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| CONTENIDO GENERAL..... | vii |
| CONTENIDO DE TABLAS | xi |
| CONTENIDO DE FIGURAS | xii |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL..... | 5 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 1.4. HIPÓTESIS..... | 5 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1 GENERALIDADES DEL GÉNERO <i>HYLOCEREUS</i> | 6 |
| 2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA..... | 7 |
| 2.2.1 RAÍZ..... | 7 |
| 2.2.2 TALLO..... | 7 |
| 2.2.3 FLOR | 8 |

| | |
|---|----|
| 2.2.4 FRUTO..... | 8 |
| 2.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS..... | 9 |
| 2.3.1 TEMPERATURA | 9 |
| 2.3.2 LUZ | 9 |
| 2.3.3 SUSTRATO..... | 9 |
| 2.3.4 RIEGO..... | 9 |
| 2.4 PROPAGACIÓN DE PITAHAYA..... | 10 |
| 2.5 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO..... | 11 |
| 2.6 FENOLOGÍA Y SUS ETAPAS | 12 |
| 2.6.1 BROTACIÓN FLORAL Y CICLOS DE FLORACIÓN | 13 |
| 2.6.2 ANTESIS..... | 13 |
| 2.6.3 AMARRE DE FRUTO..... | 14 |
| 2.6.4 MADUREZ DE FRUTO | 14 |
| 2.7 ESCALA BBCH..... | 15 |
| 2.8 CONSTANTE TÉRMICA..... | 15 |
| 2.9 PRODUCCIÓN EN PITAHAYA..... | 16 |
| 2.10. COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA PITAHAYA | 17 |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO | 18 |
| 3.1 UBICACIÓN..... | 18 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS..... | 18 |
| 3.3 DURACIÓN DEL TRABAJO | 18 |
| 3.4 FACTORES EN ESTUDIO..... | 19 |
| 3.5 MATERIAL EN ESTUDIO | 19 |
| 3.6 TRATAMIENTOS..... | 19 |
| 3.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES (UE) | 20 |

| | |
|--|----|
| 3.8 ESQUEMA DE CAMPO | 21 |
| 3.9 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 3.10 VARIABLES EN ESTUDIO | 22 |
| 3.10.1 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA | 22 |
| 3.10.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO..... | 25 |
| 3.11 ANÁLISIS DE LOS DATOS | 25 |
| 3.11.1 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA | 25 |
| 3.11.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO..... | 26 |
| 3.12 RELACIÓN BENEFICIO COSTO, DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO | 26 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 27 |
| 4.1 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA..... | 27 |
| 4.1.1 FECHA DE LAS FASES | 27 |
| 4.1.2 DURACIÓN DE LAS FASES | 28 |
| 4.1.3 ESTADOS FENOLÓGICOS | 29 |
| 4.1.4 CALCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR PITAHAYA ROJA Y AMARILLA..... | 31 |
| 4.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO | 32 |
| 4.2.1 PITAHAYA ROJA Y AMARILLA | 32 |
| 4.2.3 NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS..... | 34 |
| 4.2.4 RELACIÓN NÚMERO DE FLORES EMITIDAS/NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS | 35 |
| 4.2.5 RENDIMIENTO KG PLANTA ⁻¹ | 35 |
| 4.2.6 RENDIMIENTO KG HA ⁻¹ | 35 |
| 4.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN..... | 36 |

| | |
|--|----|
| 4.4 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO EN LOS TRATAMIENTOS DE PITAHAYA | 38 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 39 |
| BIBLIOGRAFÍA | 40 |
| ANEXOS | 45 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tratamientos | 22 |
| Tabla 2. Característica de las unidades experimentales | 23 |
| Tabla 3. Escala extendida de BBCH | 26 |
| Tabla 4. Cálculo de los grados de temperatura para el desarrollo del cultivo de pitahaya | 27 |
| Tabla 5. Fecha de las fases fenológicas 2019-2020 | 30 |
| Tabla 6. Duración de las fases fenológicas en los tratamientos 2019-2020 | 31 |
| Tabla 6.1 Estados fenológicos en el estudio de la Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja (FRPR) 2019 -2020 | 33 |
| Tabla 6.2 Estados fenológicos en el estudio de la Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla (FRPA) 2019 – 2020 | 33 |
| Tabla 7. Grados de acumulación de calor pitahaya roja y amarilla. 2019-2020 | 34 |
| Tabla 7.1 Estadígrafos de las variables en el estudio de la pitahaya roja. 2019-2020 | 35 |
| Tabla 7.2 Estadígrafos de las variables en el estudio de la pitahaya amarilla.2019-2020 | 35 |
| Tabla 8. Medias de la pitahaya roja. 2019-2020 | 36 |
| Tabla 8.1 Medias de la pitahaya amarilla. 2019-2020 | 36 |
| Tabla 9. Análisis de varianza de las variables en el estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja y amarilla, en el cantón Rocafuerte. 2019-2020 | 39 |
| Tabla 10. Matriz de correlación de las variables en el estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja y amarilla en el cantón Rocafuerte.2019-2020 | 39 |
| Tabla 11. Análisis económico en el estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja y amarilla en el cantón Rocafuerte. 2019-2020 | 40 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. De izquierda a derecha: a. Flor de pitahaya vista lateral; b. Flor de pitahaya vista frontal; c. Tallos aureolados con cladodio suculentos; d. Fruto de pitahaya | 11 |
| Figura 2. Ubicación geográfica de la hacienda el Okaso | 21 |
| Figura 3. Esquema de campo de la pitahaya amarilla | 24 |
| Figura 4. Esquema de campo de la pitahaya roja | 24 |

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la fenología reproductiva de dos especies del cultivo de pitahaya, *Hylocereus undatus* Britt et Rose e *Hylocereus megalanthus* en el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí. Se evaluó un ciclo de producción en las especies roja (*H. undatus*) y amarilla (*H. megalanthus*), se seleccionaron 8 bloques con 10 plantas cada uno. Se utilizaron dos métodos de evaluación estadística, media aritmética para el análisis de las variables de la fenología reproductiva y un diseño de bloques completamente al azar para el estudio de las variables del componente del rendimiento. Los resultados obtenidos determinaron que la pitahaya roja necesitó 42 días desde la brotación floral hasta la madurez del fruto, mientras que la amarilla 99 días, en virtud la pitahaya amarilla logró mayor constante térmica o acumulación de calor con 193.7 GDD, y la pitahaya roja 79.55 GDD; en el rendimiento, la pitahaya roja obtuvo la media de rendimiento kilogramo por planta (RKG/PL) 4.08, siendo el rendimiento kilogramo por hectárea (RKG/HA) 4530.10; la pitahaya amarilla obtuvo la media para RKG/PL de 8.07, el RKG/HA mostró una media de 8968.55; la relación beneficio costo favorece la producción de la pitahaya amarilla con 1.05 en comparación a la pitahaya roja con 0.53.

Palabras claves: Fenología, Pitahaya Roja, Pitahaya Amarilla, Rocafuerte, Manabí, Ecuador

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the reproductive phenology of two species of pitahaya culture, *Hylocereus undatus* Britt et Rose and *Hylocereus megalanthus* in the Canton Rocafuerte of the province of Manabi. A production cycle was evaluated in the red (*H. undatus*) and yellow (*H. megalanthus*) species, 8 blocks with 10 plants each were selected. Two statistical evaluation methods were used, arithmetic mean for the analysis of reproductive phenology variables and a completely random block design for the study of performance component variables. The results obtained determined that the pitahaya red took 42 days from sprouting floral until the maturity of the fruit, while the yellow 99 days, under the pitahaya yellow major achievement, and constant thermal or heat buildup with 193.7 GDD, and the pitahaya red 79.55 GDD; in the performance, the pitaya red obtained the average yield kilograms per plant (RKG/PL) 4.08, being the yield kilogram per hectare (RKG/HA) 4530.10; the pitahaya yellow obtained the average for RKG/PL 8.07, the RKG/HA showed an average of 8968.55; the benefit-cost ratio favors the production of the pitahaya yellow with 1.05 in comparison to the pitahaya red with 0.53.

Key Words: Phenology, Red Pitahaya, Yellow Pitahaya, Rocafuerte, Manabí, Ecuador

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Hylocereus es un cactus nativo del continente americano, de hábitos variados y ampliamente distribuido desde la costa de Florida hasta Brasil (Ortiz & Carrillo, 2012). Barbeau (1990, citado por Ortiz y Carrillo, 2012) menciona que, la pitahaya roja (*H. undatus*) es un cactus de clima tropical, resistente al estrés hídrico y adaptado a temperaturas medias de 21 a 29 °C. Delgado y Cevallos (2015) citan que los mejores resultados para el cultivo de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*) se obtienen entre 1000 a 1750 m sobre el nivel del mar y 18 a 25 °C ,1500 a 2000 mm año⁻¹ de precipitación, suelos con buen drenaje, 5.5 a 6.5 pH, a 30 % o pendientes del suelo más bajas.

Ortiz y Carrillo (2012) mencionan que el interés en todo el mundo por introducir especies de *Hylocereus* como cultivo, ha promovido la investigación fisiológica, ya que la tasa fotosintética neta está relacionada con la productividad de las especies.

En la región de Sudamérica, Colombia es pionero en exportación a mercados internacionales de la fruta de pitahaya (Alban et al., 2015). Existe la posibilidad de que el cultivo haya sido introducido al Ecuador, por medio de los límites fronterizos, gracias a la cercanía de ambos países y en virtud de que en el cantón Palora en la provincia de Morona Santiago sea el núcleo potencial de la producción de este cultivo.

En Ecuador se cultivan principalmente pitahaya amarilla y pitahaya roja, las cuales, entre las dos cuentan con una superficie sembrada de 1478 hectáreas. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2019)¹. Asimismo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2020), menciona que en el cantón Palora se logran rendimientos promedio de aproximadamente 6,25 T ha⁻¹, 3.45 T ha⁻¹ menos que Colombia, Mora (2011) afirma que desde el año 2011 se logran rendimientos de 9,70 T ha⁻¹.

La Pitahaya tiene 2 producciones o cosechas grandes al año, en los meses de enero-febrero y noviembre-diciembre, y una cosecha de menor nivel de producción en los meses de junio-agosto y en menor proporción en los demás meses del año

¹ Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2019. Ecuador realiza su primera exportación de pitahaya orgánica a Estados Unidos. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec>

(ASOPITAHAYA, s,f)². Sin embargo, depende mucho de la estacionalidad climática. Al ser un cultivo nuevo, se encuentra en fase de conocimiento desde el sector exportador, resulta necesario que se hagan investigaciones, por ejemplo, hay prácticas agrícolas que desdican la calidad, tampoco hay evidencia científica detallada de cómo la pitahaya se comporta según el sitio donde se la siembra. Según Lizarzaburo (2020) en el cantón Palora se cosecha a los 120 o 140 días de la floración; en Guayas a 110 o 120 días, aproximadamente 50 frutos por planta en ambos casos.

Los bajos rendimientos asociados a la reducida información que existe respecto a la fenología reproductiva del cultivo de la pitahaya roja y amarilla, motivan a desarrollar información local respecto al comportamiento de estas especies en cuanto a su fenología reproductiva, de tal manera, el autor se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo contribuirá el análisis fenológico de las especies pitahaya roja y amarilla, a mejorar el conocimiento y productividad de los agricultores del cantón Rocafuerte–Provincia de Manabí?

² Asociación de Productores y Comercializadoras de Pitahaya en el Ecuador (ASOPITAHAYA). s.f. Productores y producción. Recuperado de <http://www.asopitahaya.com/>

1.2 JUSTIFICACIÓN

Dentro del análisis, hay que destacar que el cultivo de pitahaya se ha empezado a cultivar muy recientemente, a breves rasgos es un cultivo nuevo en el Ecuador, al norte, en Colombia se han introducidos variedades muy productivas lo que los ha convertidos en los principales exportadores de esta fruta a mercados de Europa (Yugsi et al., 2015). Pese a ello, hay muchos mercados además del europeo, como el de EEUU y Asia. Lucero (2020) menciona que: “Asia, Estados Unidos y Europa son los principales consumidores de esta exótica fruta, con 42%, 50,6% y 4,1% de importaciones, respectivamente; mientras que en la región son Perú, Colombia y Chile”.

Desde el punto de vista de Poveda (2018): “La pitahaya que se cultiva en Ecuador es mucho más dulce que la que se produce en otros países, y su calidad es muy buena, también no requiere tanto tiempo de cosecha y producción; estas son razones para aprovechar el potencial de esta fruta”. Además, la fruta de pitahaya tiene otros beneficios sociales, destacando el uso de la pulpa de parte de la industria farmacéutica, también, en el sector ganadero, la utilizan para vacas con retención de placenta y preparada con sal para refrescar al ganado (Jordán et al., 2009).

Dentro de este orden de ideas los siguientes autores Osuna et al. (2016), desarrollaron una investigación, donde su objetivo fue determinar el comportamiento fenológico reproductivo, la productividad y la calidad del fruto de la pitahaya en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. De la misma manera, Medina (2015) en su investigación, planteó documentar las relaciones hídricas y requerimientos nutricionales de *H. megalanthus*; asimismo, entre sus objetivos específicos, propuso determinar el comportamiento productivo de la pitahaya amarilla en tres localidades en el Valle del Cauca. Por su parte, Guerrero (2014) en su investigación denominada estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla, se planteó dentro de sus objetivos específicos realizar el estudio fenológico y determinar los índices de madurez de los frutos, en el cantón Pedro Vicente Maldonado de la provincia de Pichincha.

En Manabí, donde está creciendo la expectativa del cultivo, no existe información respecto a la fenología reproductiva de este cultivo, por ello se justifica llevar a cabo esta investigación, en aras de desarrollar tecnología de la información respecto al manejo

agronómico del cultivo de pitahaya, y que los productores tengan mayor información, de tal manera, lograr que las decisiones tomadas campo, sean las más oportunas y adecuadas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la fenología reproductiva de dos especies del cultivo de pitahaya, *Hylocereus undatus* Britt et Rose e *Hylocereus megalanthus*, en el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Establecer las etapas de desarrollo productivo de las dos especies de pitahaya.
- ❖ Determinar la constante térmica en cada etapa fenológica reproductiva de las dos especies de pitahaya.
- ❖ Valorar los beneficios económicos de las dos especies de pitahaya

1.4. HIPÓTESIS

El conocimiento de la fenología reproductiva de las dos especies de pitahaya, *H. megalanthus* e *Hylocereus undatus*, aporta al manejo del cultivo y a la productividad en el cantón Rocafuerte, Provincia de Manabí-Ecuador

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL GÉNERO *HYLOCEREUS*

La pitahaya (*Cereus sp.*) pertenece al reino plantae, clase angiospermae, subclase dicotyledoneae, orden opuntiales, familia cactaceae, nombre científico *Cereus sp.*, con su variante *Hylocereus sp.*, es una cactácea trepadora, perenne, de tipo arbustivo puede llegar a medir 2 m, la misma que se presenta en aureolas y sus cladodios se extienden entre 0.50 y 1.50 m de largo y de ancho 0.03 - 0.06 m, su margen es dentado y en sus terminales se disponen coronas de espinas que miden 0.01 metros (ECORAE, 2001).

Son originarias del continente americano y la componen entre 1500 a 2000 especies y se distribuyen desde Canadá hasta la Patagonia Argentina (Montesinos et al., 2015). Esta familia originaria de América Latina posee gran diversidad y endemismo, está presente en países como México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Brasil, Colombia y Ecuador (Mandujano et al., 2002).

En el Ecuador originalmente se han cultivado varias especies de pitahayas introducidas desde Colombia, pero hace algunos años se identificó la especie *Hylocereus sp.*, registrada por el Banco Central del Ecuador, nativa del cantón de Palora, Provincia Morona Santiago (Cobos, 2007).

Asimismo, de acuerdo con la recolección botánica realizada en el cantón Nanegal provincia de Pichincha, las muestras de pitahaya recolectadas fueron identificadas y certificadas por el Herbario de la Universidad Católica del Ecuador (PUCE), determinando que la especie corresponde a *Stenocereus queretaroensis* (F.A.C Weber) Buxb, misma que es un sinónimo de la especie *Cereus queretaroensis* F.A.C. Weber ex Mathes, (The Plants List, 2013)³. Actualmente este cultivo se produce en un total de 1478 hectáreas (MAG, 2020).

³ The Plants List. 2013. *Stenocereus queretaroensis* (f.a.c. weber ex mathes.) buxb. Recuperado de: <http://www.theplantlist.org/tpl/record/kew2486758i>

2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.2.1 RAÍZ

La pitahaya tiene dos tipos de raíces:

- a. Raíces primarias, son las que penetran en el suelo y alimentan a la planta;
- b. Raíces secundarias o adventicias, nacen en la parte aérea de la planta y su función es de sostén; para ello se adhieren a la superficie de tutores que le sirven de soporte como árboles vivos o muertos, piedras, muros, techados, etc. Las raíces primarias forman un sistema de raicillas que se desarrollan a poca profundidad, entre 5 y 10 cm de la superficie del suelo (Medina & Rebolledo, 2013).

2.2.2 TALLO

Los tallos, son suculentos, verdes y fotosintéticos, se caracterizan por presentar costillas o aristas gruesas que los recorren longitudinalmente. Las hojas típicas se transforman en acúleos (de 2 a 4 mm) dispuestos en los bordes, formando fascículos en las denominadas aréolas las cuales son pequeñas almohadillas homólogas de las yemas que originan brotes e inflorescencias. Para cultivo se la establece sobre guías que ayudan como estructura para su crecimiento (Montesinos et al., 2015).

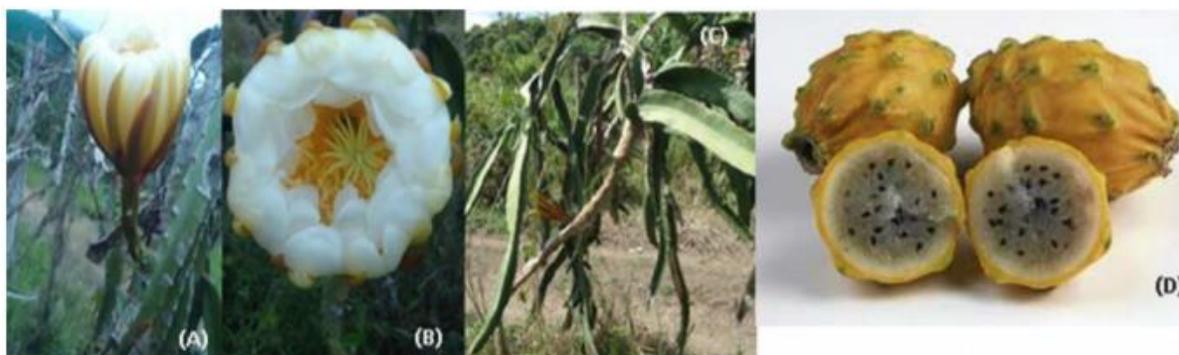


Figura 1. De izquierda a derecha: A. Flor de pitahaya vista lateral; B. Flor de pitahaya vista frontal; C. Tallos aureolados con cladodio suculentos; D. Fruto de pitahaya. Elaborado por (Yugsi et al., 2015).

2.2.3 FLOR

Las flores son hermafroditas grandes, de color entre blanco y amarillo sobre todo aterciopeladas, aparecen bajo las aureolas y, presentan forma de embudo, miden entre 0.20 y 0.25 m. El ovario está ubicado en la base de un largo tubo llevando las escamas foliares hacia el exterior. Hay numerosos estambres sobre un tallo de anteras esbeltas. El estilo inusualmente largo y tubular tiene un largo de 0.20 m y 0.50 m de diámetro (Yugsi et al., 2015).

Según Osuna et al. (2016): “El número de flores por planta fue diferente entre los años de evaluación. En 2009 se registraron 69.4 flores por planta y 44.5 y 35.2 en 2008 y 2010. Entre los ciclos de floración hubo diferencias significativas. En 2008 la floración se concentró en el segundo ciclo de floración con 20.7 flores por planta, en 2009 en el tercero con 36.5 flores por planta y en 2010 el número mayor de flores se concentró en el segundo y el tercer ciclo de floración con 12.5 y 12.6 flores por planta, respectivamente. El número menor de flores se observó en 2010, en el primero y el sexto ciclo de floración, con 0.5 y 0.3 flores por planta”.

Meráz et al. (2003) citan que una planta de pitahaya produce entre tres y cuatro frutos en los primeros 2 años y entre el quinto y sexto año la producción se estabiliza hasta producir 50 frutos por planta; en relación con este tema, Castillo et al. (2005) observaron que las plantas de pitahaya de 3, 4 y 5 años produjeron 7, 16 y 27 frutos en el año respectivo.

2.2.4 FRUTO

El fruto es una baya de forma ovoidea, tiene un largo de 10-12 cm, 7 cm de ancho, amarillo, con brácteas, pulpa jugosa blanca. Antes de madurar es de color verde. Al avanzar en la madurez la cáscara y la pulpa de algunas variedades cambian a color rojo púrpura, mientras que en otras variedades la cáscara es amarilla y la pulpa es blanca. El fruto pesa 200-350 g y contiene muchas semillas, aproximadamente 650 semillas (Bellec, Vaillant & Imbert, 2006). En la pitahaya amarilla la longitud de la semilla varía entre 2 a 4 mm (Yugsi et al., 2015).

2.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Las plantas de pitahayas son resistentes a la sequía y prosperan desde el nivel del mar hasta 1850 m.s.n.m, requieren temperaturas de 18 a 26 °C, con precipitaciones de 650 a 1500 mm anuales, y su desarrollo mejor se logra en climas cálidos subhúmedos (Osuna et al., 2016).

2.3.1 TEMPERATURA

La pitahaya prefiere climas cálidos subhúmedos. No obstante, también se desarrolla adecuadamente en climas secos. La temperatura óptima para el desarrollo de la planta oscila en torno a 16-25°C, no tolerando las bajas temperaturas. Por otro lado, temperaturas superiores a los 38°C pueden originar quemaduras (Infoagro, 2020).

2.3.2 LUZ

Es una planta que necesita crecer a plena exposición solar, ya que la luz es esencial para el desarrollo de los procesos biológicos. Bajo sombra, los rendimientos se ven reducidos (Andrade & Rengifo 2006).

2.3.3 SUSTRATO

Se trata de una planta, que, debido a su rusticidad, se adapta a suelos secos, pobres y pedregosos. No obstante, prefieren suelos franco-arenosos, húmedos, con buen drenaje por su sensibilidad al encharcamiento, ricos en materia orgánica y PH ligeramente ácido (5,5-6,5) (Medina & Rebolledo, 2013).

2.3.4 RIEGO

El autor Sabino (2010, citado por Medina 2015), realizó una investigación sobre la relación de las prácticas de manejo agronómico con la floración de *Hylocereus undatus*, estableció que la utilización de riego en épocas secas adelantó la floración de las plantas comparada con las que no tenían riego. Además, observó que la utilización de fertiriego en dosis de 3.5 y 7.0 litros por hora cada siete días, aumentó la cantidad de botones

florales y por ende la producción; pero no hubo diferencias entre las dos dosis de fertilizante utilizadas.

2.4 PROPAGACIÓN DE PITAHAYA

Según Montesinos et al. (2015), en el cultivo de pitahaya la principal forma de propagación es vegetativa, a partir de los tallos, esquejes o cladodios, de manera natural a través de la separación de los tallos y en el caso de plantas cultivadas, mediante trasplante directo en el terreno definitivo o su colocación en bolsas con sustrato hasta la formación de nuevos tallos. También se utiliza el injerto a partir de vástagos y patrones seleccionados.

Las pitahayas también se reproducen por medio de semillas, diseminadas por aves y otros animales; fundamentalmente murciélagos en el caso de las pitahayas rojas; no obstante, para fines de cultivo, la propagación sexual no es recomendable, ya que las plantas requieren demasiados cuidados en tanto se trasplantan y tardan de cuatro a seis años en llegar a su etapa reproductiva, pero sí es muy utilizada en la investigación científica (Suarez, 2011).

Continuando con Montesinos et al. (2015), menciona que, el crecimiento de las estacas de pitahaya está altamente influenciado por la disponibilidad de agua y la intensidad lumínica; así, el efecto del sombrero en épocas lluviosas y secas, para *H. undatus* provoca mayor elongación con intensidades lumínicas intermedias (36 y 48 % flujo de fotones fotosintéticos); con más agua en el suelo, la tasa de elongación de los tallos también se incrementó.

Para finalizar Suarez (2011), cita que: “En la actualidad la propagación in vitro de algunas especies de pitahayas como *H. purpusii*, que se encuentra en peligro de extinción, ha tenido éxito de hasta el 90 % de germinación (33); convirtiéndose este método de propagación en una alternativa para asegurar la existencia de algunas especies de pitahaya en riesgo de desaparecer”.

2.5 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

Medina (2015) cita: “En condiciones agroecológicas de la localidad de Palmira – Colombia correspondientes a una temperatura media de 25°C, humedad relativa del 80 % y precipitación media anual de 1127 mm con dos picos máximos en los meses de abril y noviembre. La fase vegetativa del cultivo de pitahaya amarilla se desarrolló en once meses, desde su establecimiento hasta la aparición de los primeros botones florales”.

En base a lo anterior, se presente las actividades a tener en cuenta para el establecimiento de la planta de pitahaya. La cual requiere ser guiada o tutorada desde sus inicios. El Instituto Colombia Agropecuario (ICA, 2012) menciona que existen dos tipos de tutorado:

- a. Vivos: se utilizan árboles como apoyo de la planta de pitahaya. Estos árboles deben ser como el Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Helequeme (*Erithrina poeppigiana*) y Chilamate (*Ficus alobata*). Pues estos son ejemplos de árboles de rápido crecimiento, corteza suave, resistentes a plagas y no ser hospederos de enfermedades o plagas que afectan a la pitahaya. La ventaja de este tipo de tutorado es que la pitahaya tendrá la sombra que necesita. Se requiere podar de manera periódica al árbol tutor para que no compita con la pitahaya por la luz del sol.
- b. Inertes: son listones fuertes, por lo general de madera, que soportan el peso de la planta de pitahaya.

El mismo autor, menciona que los sistemas de tutorado más utilizados son:

- a. Sistema tradicional: donde se coloca un tutor junto a la planta de pitahaya. Las medidas del tutor son: tres metros de largo con un diámetro superior a 10 centímetros.
- b. Sistema de espaldera tradicional: aquí se colocan soportes de 2,5 metros de alto, separados a una distancia de 3 metros. Los postes quedan unidos por dos alambres con cubierta de caucho para no lastimar la planta. Un alambre se sitúa en la parte superior del poste y el otro a 5 centímetros desde el suelo. Se coloca un tutor de apoyo junto a cada planta para ayudar que ésta alcance la parte superior de la espaldera.
- c. Sistema de espaldera el “T”: consiste en colocar una serie de postes de unos 2 metros de alto con una separación de 3 metros, en forma de “T” sobre un eje central. En cada

extremo se sujeta una hilera de alambre con cubierta de caucho. Este sistema permite que las ramas productivas cuelguen sobre las calles, facilitando así la cosecha del fruto.

Para finalizar ICA (2012), cita que existen tres tipos de poda:

- a. Poda de formación: realizada desde el inicio de la plantación, permite eliminar los brotes para dejar una o dos vainas seleccionadas para que alcancen el extremo del soporte. Al alcanzar la cima, se despunta la planta para permitir el desarrollo de vainas laterales desde el extremo.
- b. Poda de limpieza: realizada para eliminar las vainas que han sido afectadas por plagas o enfermedades, o que están mal ubicadas. Los cortes del tallo se hacen en el entrenudo. El material descartado se quema o entierra fuera de la plantación.
- c. Poda de producción: a partir del tercer año de plantación se eliminan las vainas improductivas ubicadas en la parte inferior del tallo principal. Permitiendo mejorar la aireación, la exposición a la luz solar, la humedad y evitar el peso excesivo de la planta.

En función de lo planteada, considerar en el cultivo de pitahaya la polinización y fertilización. Se ha demostrado que la polinización cruzada de variedades de pitahaya de forma manual mejora tanto la producción, como la calidad del fruto. La aplicación del fertilizante se realiza en las zanjas circulares alrededor de la planta preferiblemente en verano. Los fertilizantes recomendados son los de liberación lenta, con bajo contenido de nitrógeno que son especiales para cactus, solo cada dos meses. El uso inadecuado y excesivo de fertilizante podría matar a la planta (Suarez, 2011).

2.6 FENOLOGÍA Y SUS ETAPAS

Los autores Martínez et al. (2017), mencionan que la periodicidad de los elementos climáticos (temperatura, precipitación, radiación, etc.) trae como consecuencia una periodicidad análoga en la vida orgánica y la ciencia que estudia estas dos periodicidades es llamada, desde hace más de un siglo, "fenología" o "fenomenología" denominación derivada de los vocablos griegos "phaenomenon" (fenómeno) y "logos" (conocimiento, estudio) y en consecuencia significa estudio o ciencia de los fenómenos periódicos de los seres vivos relacionados con la marcha anual de los elementos meteorológicos y es considerada como una rama de la Ecología.

Los vegetales reaccionan ante los cambios del medio circundante, observándose la aparición o desaparición de órganos (brotes, flores, frutos, etc.), que es una respuesta frente a la acción de los elementos climáticos (Martínez, 2017).

En pitahaya la luz y temperatura son factores que tienen amplia influencia, estos pueden manejarse para aumentar el porcentaje de velocidad, sincronización y germinación para acrecentar el número de plántulas vigorosas (Verona et al., 2020).

En lo que respecta a los estados fenológicos, los autores Osuna et al. (2016) mencionan que: “El inicio de la floración se asoció con el incremento de la temperatura y humedad relativa; en verano, las flores llegaron a antesis en 2 semanas y en otoño en 3 semanas. Un comportamiento similar se observó en el desarrollo de los frutos; en verano el periodo de antesis a madurez fue de 4 semanas y en otoño el proceso duró 6 semanas”.

2.6.1 BROTACIÓN FLORAL Y CICLOS DE FLORACIÓN

Las pitahayas florecen durante el periodo de lluvias y pueden ocurrir entre cuatro y siete ciclos de floración en un periodo de 8 meses. *H. undatus* requiere días largos para florecer, pudiendo obtener de uno a ocho ciclos de floración por temporada y algunas especies producen flores continuamente (Pushpakumara, 2005). Por otra parte, hay siete ciclos de floración en *H. megalanthus* en Taiwán (Jiang et al., 2011). De igual forma, Guerrero (2014) acota que el desarrollo fenológico reproductivo desde la etapa formación del botón floral hasta cosecha tuvo una duración de 138 días en pitahaya amarilla.

2.6.2 ANTESIS

La antesis es conocida comúnmente como floración, y es el proceso de crecimiento y separación de los sépalos y pétalos de la flor que deja expuesto a los estigmas y estambres. De acuerdo con los autores Mizrahi et al. (1999): “En Israel y Vietnam el tiempo entre antesis y cosecha es de 28 a 30 días, y en California, EEUU., el proceso tarda entre 40-45 días. Centurión et al. (2008) afirman: “En México adquiere el tamaño mayor 463,7 gr a los 31 días después de antesis, con 8,2 cm de diámetro y 8.9 cm de longitud, relación pulpa/cáscara de 3,9; firmeza de 6,3 newtons; 0,4 % de acidez titulable

(AT), expresada como porcentaje de ácido málico, en la cosecha; 12,6 de sólidos solubles totales, expresados en °Brix, y relación sólidos/acidez (RSA) de 33,5”.

2.6.3 AMARRE DE FRUTO

El amarre o cuajado de frutos es el paso de la flor polinizada a fecundada, dando inicio a la formación y desarrollo. Deben reunirse las condiciones adecuadas, por ejemplo, alta viabilidad del polen, velocidad de crecimiento del tubo polínico y crecimiento del fruto, sumado a lo antes mencionado, influyen también las condiciones climáticas, donde se destacan las temperaturas bajas o altas, vientos secos, nubosidad y lluvias (Barcenas, 2002).

Los factores endógenos como el conjunto de nutrientes y hormonas en la planta afectan el amarre de frutos. Cuando el fruto se empieza desarrollar comienzan a aparecer fenómenos de competencia entre los frutos y las partes vegetativas por los fotoasimilados, y esta acción podría inducir un desprendimiento de frutos (Pushpakumara, 2005).

2.6.4 MADUREZ DE FRUTO

El fruto de *Hylocereus spp.*, una baya epígena, se desarrolla tanto en el ovario como en el pericarpelo, es conveniente conocer y distinguir de manera precisa el estado de madurez en los frutos de pitahaya alcanzando la madurez entre 30 y 35 días después del cuajado (Nerd et al., 1999).

Nerd et al. (1999) citan: “El periodo más largo para la maduración de los frutos se debió a que su crecimiento coincidió con el descenso de la temperatura, entre octubre y diciembre. Dado que la temperatura influye en el crecimiento y desarrollo del fruto de *H. undatus*, donde, en clima cálido, entre antesis y cosecha transcurren 28 a 31 días y en clima templado ocurre de 40 a 50 días, además, en las plantas de pitahaya en el Valle de Culiacán, el periodo de cosecha inició en verano (agosto) y concluyó en otoño (noviembre-diciembre)”.

2.7 ESCALA BBCH

La escala BBCH extendida con código de tres dígitos se usó para definir y describir las etapas fenológicas de la fruta de Pitahaya. El primer dígito describe la etapa de crecimiento principal, el segundo dígito especifica los mesostatos y el tercer dígito significa etapas de crecimiento secundarias (Kishore, 2016). El ciclo de crecimiento de la fruta del dragón ha sido representado por 7 etapas principales de crecimiento:

- Desarrollo del brote vegetativo = etapa 0,
- Desarrollo del brote = etapa 3;
- Desarrollo del órgano propagado vegetativo = etapa 4,
- Desarrollo reproductivo = etapa 5,
- Floración = etapa 6),
- desarrollo del fruto = etapa 7, y;
- Maduración del fruto = etapa 8.

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 (Kishore, 2016).

Las siete etapas principales de crecimiento se dividieron en 10 etapas secundarias (0–9) correspondientes a fases de desarrollo intermedias vinculadas a etapas específicas que representan etapas cualitativamente diferentes o valores porcentuales de crecimiento dentro de cada etapa principal. Mesostages (1, 2, 3, ..., n-1, n) se utilizaron para describir diferentes brotes florales y vegetativos durante el período de crecimiento (Calix et al., 2014).

2.8 CONSTANTE TÉRMICA

Para satisfacer sus procesos vitales fisiológicos, los vegetales deben encontrarse en un ambiente dentro de ciertos límites de temperatura. Barcenas (2002) menciona que, en pitahaya, la temperatura base para el crecimiento de *Hylocereus spp.*, es de 7 °C y el umbral máximo es de 40 °C. Por ello, se considera importante determinar la constante térmica, ya que es la suma de grados de calor que requiere una planta para cumplir su ciclo vegetativo. Generalmente se determina sumando las temperaturas medias de los

días que duran el ciclo vegetativo, sin computar los valores bajo cero, obteniendo cifras, generalmente de varios millares de grados (Perez & Zeña, 2013).

Para ir concluyendo Perez y Zeña (2013), expresan que la constante térmica es la cantidad total de temperaturas que debe reunir un cultivo para cumplir con su normal desarrollo, ya sea por micro periodos vegetativo o por todo su periodo. Una de las formas comúnmente utilizada es la sumatoria de temperaturas, pero también se utiliza el método diferencial o de unidades de calor, que considera que el crecimiento de la planta no se ve afectada a los 0 °C, sino a una mayor temperatura.

En conclusión, se destaca que la constante térmica suele explicar las diferentes duraciones de los cultivos, por ejemplo, el maíz necesita 2500 °C, si el cultivo se efectúa en una localidad donde la temperatura media es de 25°C, la planta necesitara 100 días para alcanzar la madurez. (Barcenás, 2002)

En el cultivo de pitahaya, se obtuvieron los siguientes datos, reportados por Martínez et al. (2017): “La CT se calculó en Grados-Día-Desarrollo (GDD), utilizando el método residual. El periodo reproductivo de la pitahaya inició después de registrarse los valores máximos de temperatura (<34 °C). La CT en cada etapa fenológica no vario estadísticamente entre flujos, ciclos ni entre selecciones. Para la etapa Brotación-Antesis, la CT fue de 360 GDD y para la de Antesis-Madurez de fruto la CT fue de 537 GDD; por lo tanto, para completar el período completo de Brotación-Madurez de fruto, la pitahaya ocupó 897 GDD”.

2.9 PRODUCCIÓN EN PITAHAYA

De acuerdo con Rodríguez (2000), en México, en un sistema tradicional, una planta produce 40 frutos con peso promedio de 250 g y el rendimiento puede ser 14 T ha⁻¹ desde el séptimo año. Por otra parte, Merten (2003) menciona que, el rendimiento en Israel fue de 16 T ha⁻¹ en el segundo año de plantación en sistemas con tecnología avanzada, en invernadero con sombra y fertiriego; mientras que en los campos vietnamitas las plantas maduras producen 30 T ha⁻¹; por otra parte, en Nicaragua el rendimiento es de 10 a 12 T ha⁻¹ al quinto año productivo. En Colombia se logran rendimientos de 9,70 T ha⁻¹

(Mora, 2011); y en el cantón Palora, el rendimiento es estimado en 6,25 T ha⁻¹ (MAG, 2020).

2.10. COSTO DE PRODUCCIÓN DE LA PITAHAYA

El costo total para la producción de una hectárea de pitahaya durante el primer año será de \$8552,98 considerando los insumos y materiales (Anexo 1). No se tiene en cuenta los costos de la infraestructura básica como tutorado o bodega de almacenamiento (Muñoz, 2018).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN⁴

La presente investigación se realizó en la plantación de pitahaya roja y amarilla de la Hacienda el Okaso en el cantón Rocafuerte - Provincia de Manabí, situado en las coordenadas geográficas 0°49'55" de latitud Sur y 80°29'16" de longitud Oeste, con una altitud de 8 m.s.n.m.

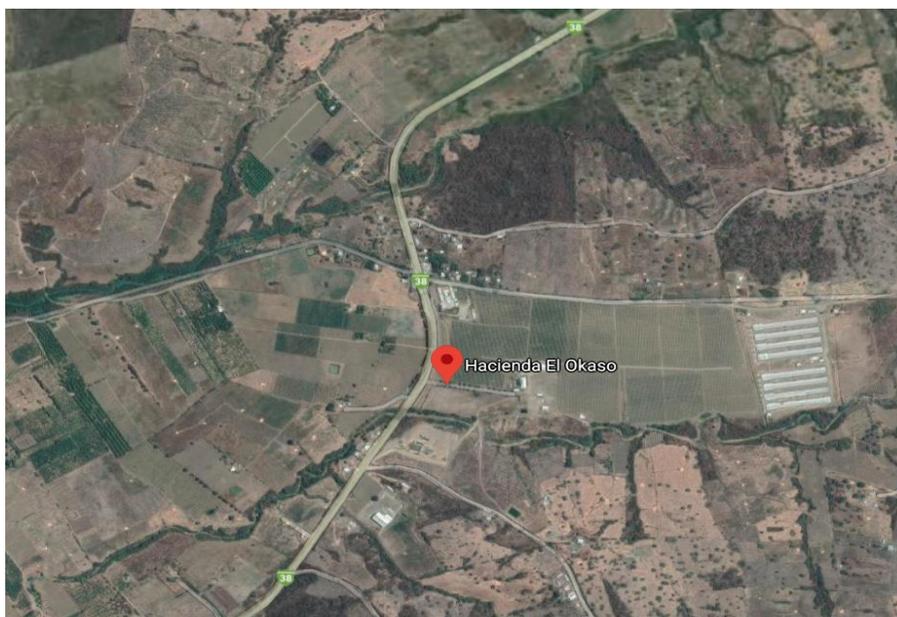


Figura 2. Ubicación geográfica de la Hacienda el Okaso.

3.2 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS⁵

- Precipitación anual: 1024,06 mm
- Temperatura media anual: 25, 84° C
- Humedad relativa: 81,3%
- Heliofanía: 1123 horas/sol/año

3.3 DURACIÓN DEL TRABAJO

La fase de campo se realizó durante el periodo de Agosto/2019 a Febrero/2020.

⁴ Datos obtenidos por el Estudiante Sabino Paredes Palacios, utilizando GPS. Fecha 18/11/2019

⁵ Estación Meteorológica de Portoviejo

3.4 FACTORES EN ESTUDIO

- ❖ FRPR= Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja
- ❖ FRPA= Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla

3.5 MATERIAL EN ESTUDIO

- *Hylocereus undatus* Britt et Rose = Pitahaya Roja de 2 años de edad
- *Hylocereus megalanthus* = Pitahaya Amarilla de 5 años de edad

3.6 TRATAMIENTOS

Tabla 1. Tratamientos

| Tratamiento | Repetición | Código | Descripción |
|-------------|------------|--------|--|
| 1 | 1 | FRPR1 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 1 |
| | 2 | FRPR2 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 2 |
| | 3 | FRPR3 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 3 |
| | 4 | FRPR4 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 4 |
| | 5 | FRPR5 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 5 |
| | 6 | FRPR6 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 6 |
| | 7 | FRPR7 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 7 |
| | 8 | FRPR8 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja 8 |
| 2 | 1 | FRPA1 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 1 |
| | 2 | FRPA2 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 2 |
| | 3 | FRPA3 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 3 |
| | 4 | FRPA4 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 4 |
| | 5 | FRPA5 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 5 |
| | 6 | FRPA6 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 6 |
| | 7 | FRPA7 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 7 |
| | 8 | FRPA8 | Fenología Reproductiva de la Pitahaya Amarilla 8 |

Fuente: Autor

3.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES (UE)

Tabla 2. Característica de las unidades experimentales

| | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Tratamientos | 2 |
| Repeticiones | 8 |
| Número de UE | 16 |
| Forma | Rectangular |
| Tamaño de la UE | 3 m x 12 m |
| Separación entre UE | 6 m |
| Distanciamiento de siembra | 3 m x 3 m |
| Número de plantas por sitio | 2 plantas |
| Población | 320 plantas |
| Efecto borde | 6 m |
| Población útil | Todas las plantas |
| Muestra | 10 plantas por repetición |

Fuente: Autor

3.8 ESQUEMA DE CAMPO

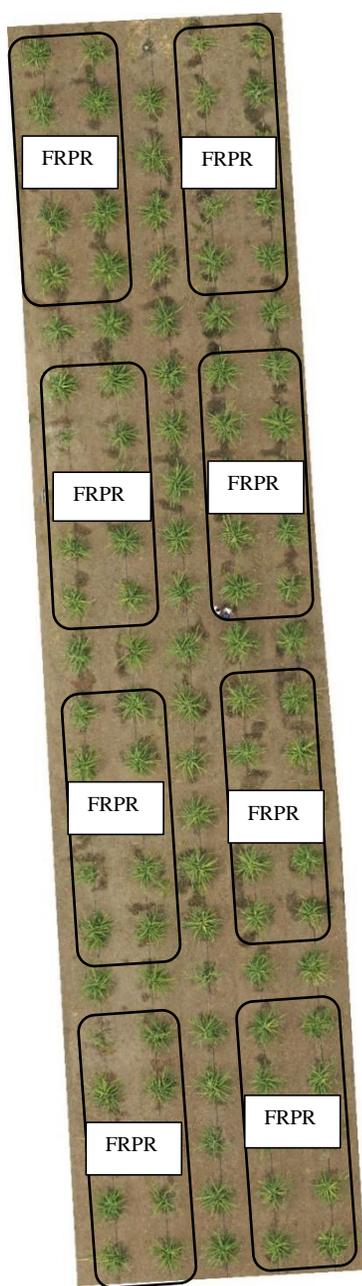


Figura 3. Pitahaya Roja

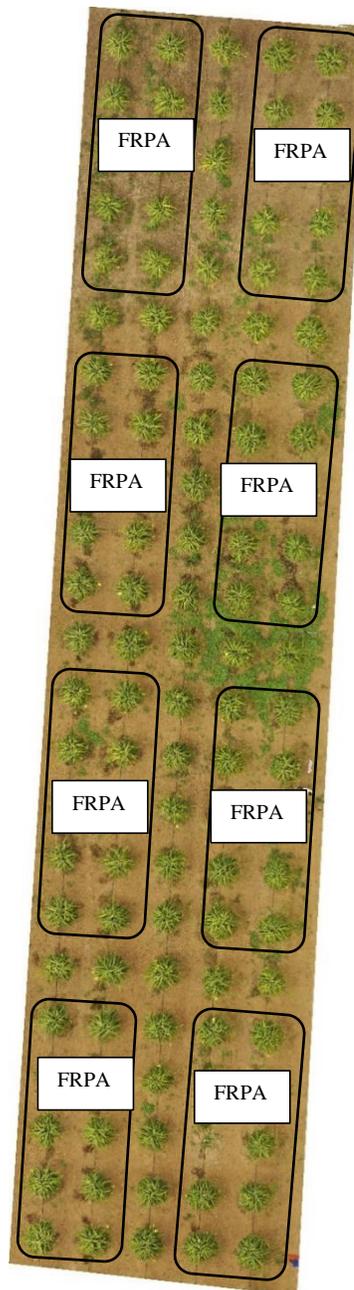


Figura 4. Pitahaya Amarilla

3.9 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

En base a los datos conocidos, por ejemplo, número de ciclos florales anuales del cultivo de pitahaya, se procedió a realizar la toma de datos de las unidades experimentales definidas. La pitahaya amarilla, fue la que emitió en primer lugar los botones florales el 19 de octubre/2019; una vez emitido el botón floral, se procedió a marcar las flores de las que se extrajeron los datos hasta la madurez de fruto, todo esto con la finalidad de disminuir el error experimental, ya que la flor que se evaluó el primer día, fue a la que se le tomó el dato el último día (26 de enero/2020) con la variable peso del fruto. Se realizó el mismo procedimiento para la pitahaya roja, con el aliciente que este cultivo empezó la floración el 18 de noviembre/2019.

Se procedió a tomar datos cada 3 días, es decir, 2 días de intervalos; una de las herramientas que se utilizó para evaluar la morfología de la planta es la escala BBCH (*Ver anexo 2*). Esta escala en principio se encuentra realizada con imágenes de la pitahaya roja, en relación con este tema, se ha comprobado *in situ* que si es válida para evaluar los estados de desarrollo reproductivo en la pitahaya amarilla.

3.10 VARIABLES EN ESTUDIO

3.10.1 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA

FECHA DE LAS FASES

Se determinó la fecha de las fases fenológicas reproductivas: brotación floral, antesis, amarre de fruto y madurez de fruto para un solo ciclo de producción.

DURACIÓN DE LAS FASES

Se estableció la duración en días de las fases fenológicas reproductivas: brotación floral – antesis – amarre de fruto – madurez de fruto, para un solo ciclo de producción.

ESTADOS FENOLÓGICOS

Se estudió los estados fenológicos de las dos especies de pitahaya de acuerdo con la escala BBCH mostrada en la **tabla 3**, se usa para definir y describir las etapas fenológicas de la fruta de Pitahaya (Kishore, 2016). Se evaluó solo la etapa que comprende desde el desarrollo reproductivo hasta maduración de la fruta.

Tabla 3. Escala extendida de BBCH (Anexo 2).

| CÓDIGO BBCH | DESCRIPCIÓN (MESOSTAGE 1) |
|---|--|
| Etapa de crecimiento principal 5: desarrollo reproductivo (brotación floral) | |
| 510 | Emergencia del brote reproductor |
| 511 | Comienzo de la oleada reproductiva |
| 513 | Fin de la oleada reproductiva de la yema |
| 514 | Comienzo de la elongación de la yema |
| 515 | Elongación de los brotes reproductivos |
| 517 | Comienzo de la elongación del tubo floral |
| 518 | Elongación del tubo floral |
| 519 | Fin de la extensión de la yema floral, formación de una bola hueca |
| Etapa de crecimiento principal 6: floración (antesis) | |
| 610 | Primeras flores abiertas |
| 611 | 10% de flores abiertas |
| 612 | 20% de flores abiertas |
| 615 | Polinización terminada, caída de la flor |
| 617 | Se desvanece la flor |
| 619 | Fin de la floración |
| Etapa de crecimiento principal 7: desarrollo de los frutos (amarre de fruto) | |
| 711 | Conjunto de frutas, el ovario comienza a hincharse |
| 713 | 30% del tamaño final del fruto |
| 715 | 50% del tamaño final del fruto |
| 717 | 70% del tamaño final del fruto |
| 719 | 90% del tamaño final del fruto |
| Etapa de crecimiento principal 8: maduración de la fruta | |
| 811 | Inicio de la maduración del fruto |
| 813 | Desarrollo avanzado del color |
| 815 | Madurez avanzada |
| 817 | Fruta madura para la cosecha |
| 819 | Fruta sobre madura |

Fuente: Kishore, 2016

CÁLCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR

Se obtuvo los grados día desarrollo (GDD), utilizando la ecuación denominada método residual (McMaster & Wilhelm, 1997), presentada a continuación:

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

Fuente: FAO⁶, 2001

Donde:

T_{max} = temperatura máxima diaria

T_{min} = temperatura mínima diaria

T_{base} = temperatura base o cero vital, para la pitahaya se considera la base de 7 grados Centígrado, de acuerdo al método de McMaster y Wilhelm (1997).

Se determinó los GDD en cada estado fenológico. Para ello fue necesario contar con los registros de temperatura de la estación climatológica más cercana, en este caso en particular fue la estación Portoviejo. Con las temperaturas diarias se efectuó un promedio de las temperaturas máximas y mínimas obtenidas durante cada estado fenológico. Posterior a ello, se procedió a aplicar la ecuación planteada por McMaster y Wilhelm (1997), y de esta forma se obtuvo la temperatura acumulada o constante térmica de cada estado del cultivo de pitahaya roja y amarilla.

Tabla 4. Cálculo de los grados de temperatura para el desarrollo del cultivo de Pitahaya

| Etapa | 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 fruto | RT3= GDD madurez de fruto - GDD amarre de fruto |

⁶ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Trigo regado. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s0b.htm>

3.10.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

NÚMERO DE FLORES EMITIDAS POR PLANTA

Se contabilizó el número de flores por planta en un solo ciclo de floración por cada unidad experimental, este dato fue obtenido al momento de la emisión del botón floral.

NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

Se enumeró la cantidad de frutos cosechados por planta en un solo ciclo de floración por cada unidad experimental.

RELACIÓN NÚMERO DE FLORES EMITIDAS/NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

Se realizó dividiendo la cantidad número de flores emitidas sobre el número de frutos cosechados por cada tratamiento.

RENDIMIENTO KG PLANTA⁻¹

Se pesaron los frutos cosechados de cada planta, en las distintas unidades experimentales en un solo ciclo de producción. El resultado se expresó en kg planta⁻¹.

RENDIMIENTO KG HA⁻¹.

Una vez obtenido el resultado de la variable rendimiento kg planta⁻¹, y habiendo utilizado un marco de plantación 3 m x 3 m, se estimó el rendimiento kg ha⁻¹ proyectando el rendimiento para 1111 plantas ha⁻¹.

3.11 ANÁLISIS DE LOS DATOS

3.11.1 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA

Para el análisis de los resultados de las variables correspondiente a la fenología reproductivo, se empleó la media aritmética, la cual se obtiene al sumar todos los datos

que se obtienen en el estudio y dividir el resultado entre el número total de esos datos. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\chi = \frac{X1 + X2 + X3 + X4 + \dots + Xn}{N}$$

Fuente: Arteaga, s.f. ⁷

3.11.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Para el análisis de las variables componentes del rendimiento se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con dos tratamientos y ocho repeticiones, de esta manera se pretendió bloquear los efectos de la variabilidad del terreno. Se determinó el coeficiente de variación del error (CV%), el cual es un indicador de la variabilidad experimental que se asocia a la precisión del ensayo. En las variables donde se constató diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad del error; además se realizó el análisis de correlación que se consideró pertinente.

3.12 RELACIÓN BENEFICIO COSTO, DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Teniendo en cuenta los principales factores que han propiciado la inquisición en el período 2019-2020 en la producción de la pitahaya amarilla y roja, se determinó el costo de producción de los cultivos, y luego en base al precio de venta en diciembre-2019 y enero-2020, se estableció el beneficio de la producción utilizando la ecuación simple beneficio / costo (b/c).

⁷ Arteaga. S.f. Descripción de una variable. Medidas de localización. Recuperado <http://halweb.uc3m.es/>

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA

4.1.1 FECHA DE LAS FASES

PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

En la tabla 5, se muestran los datos promedio correspondiente a la fecha de las fases reproductivas de los tratamientos en el estudio de la fenología reproductiva de la pitahaya roja y amarilla. El estado de brotación floral, dio inicio en fechas disimiles, en el tratamiento FRPA 19/10/2019, y en el tratamiento FRPR el 18/11/2019. Sin embargo, el tratamiento FRPR logró el estado de madurez de fruto el 24/12/2019 y FRPA el 14/01/2020.

Tabla 5. Fecha de las fases fenológicas 2019-2020

| Tratamientos | Fases Fenológicas | | | | |
|--------------|-------------------|------------|--------------|-----|------------------|
| | Brotación Floral | Antesis | Amarre fruto | del | Madurez de fruto |
| FRPR | 18/11/2019 | 30/11/2019 | 06/12/2019 | | 24/12/2019 |
| FRPA | 19/10/2019 | 15/11/2019 | 03/12/2019 | | 14/01/2020 |

Las plantas en general tienen un ciclo de vida, el cual consiste en ir atravesando etapas de desarrollo, estas etapas pueden durar mayor o menor tiempo en virtud de los factores ambientales, de tal manera se coincide con lo mencionado por Martínez (2017), quien sostiene que los vegetales reaccionan ante los cambios del medio circundante, observándose la aparición o desaparición de órganos sean brotes, flores, frutos, etc; que es una respuesta frente a la acción de los elementos climáticos.

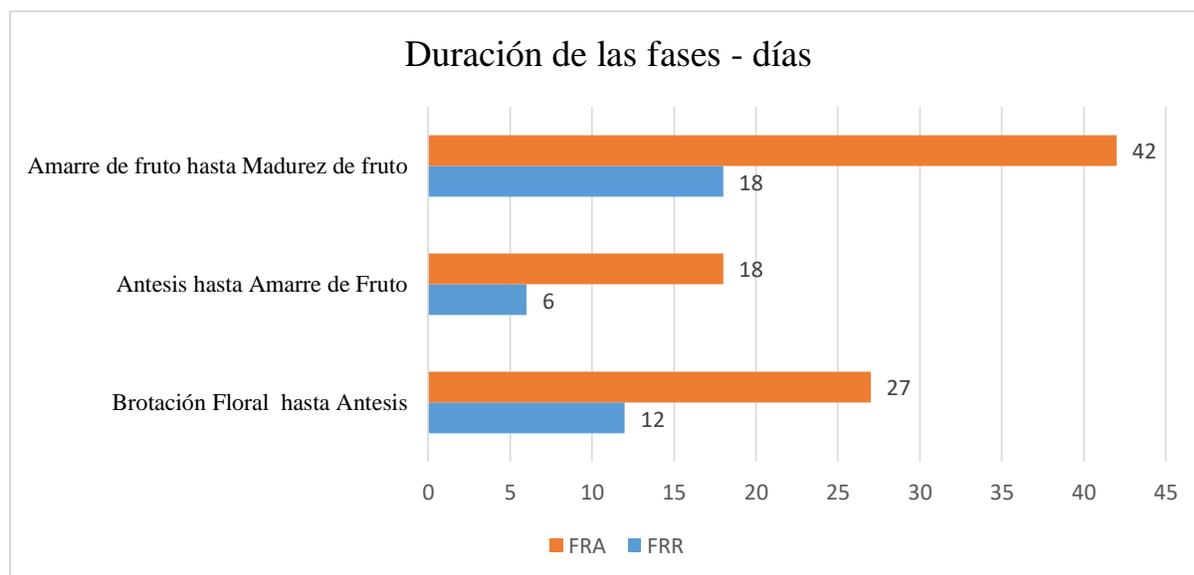
De la misma manera, los autores Osuna et al. (2016) mencionan que, en su experimento, el inicio de la floración se vio influenciado con el incremento de la temperatura y humedad relativa; en verano, las flores llegaron a antesis en 2 semanas y en otoño en 3 semanas. Un comportamiento similar se observó en el desarrollo de los frutos; en verano el periodo de antesis a madurez fue de 4 semanas y en otoño el proceso duró 6 semanas.

4.1.2 DURACIÓN DE LAS FASES

PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

En la tabla 6, se muestran los datos promedios de la duración de las fases reproductivas de los tratamientos en el estudio de la fenología reproductiva de la pitahaya roja y amarilla. Los resultados obtenidos determinaron que la pitahaya roja a nivel general tarda menos en llegar de un estado fenológico a otro.

Tabla 6. Duración de las fases fenológicas en los tratamientos 2019-2020



En la pitahaya roja, desde la fase de antesis hasta el inicio de la etapa de madurez del fruto transcurrieron 24 días, si a ello se le suman los días hasta llegar a la cosecha, habrían pasado 30 días; estableciendo similitud con los datos proporcionados por Mizrahi et al. (1999), quien menciona que en Israel y Vietnam el tiempo entre antesis y cosecha en *H. undatus* es de 28 a 30 días; además, coincide con los presentados por Nerd et al. (1999), el mismo que realizó un estudio en el Valle de Culiacán – México en época calidada, y determinó que entre antesis y cosecha transcurren entre 28 a 31 días.

Por otra parte, la pitahaya amarilla utilizó 99 días desde la emisión del botón floral hasta alcanzar la madurez de fruto, obteniendo mejores resultados, en comparación a los obtenidos en Palmira – Colombia, donde el autor Guerrero (2014) acota que el desarrollo

fenológico reproductivo desde la etapa formación del botón floral hasta cosecha tuvo una duración de 138 días.

4.1.3 ESTADOS FENOLÓGICOS

ESTADO FENOLÓGICO PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

En la tabla 6.1 y 6.2 se muestran los datos promedio en los tratamientos sobre el estudio de la Fenología Reproductiva de la Pitahaya Roja y Amarilla. Los estados fenológicos estarán representados por el número 1 para brotación floral, número 2 para antesis, 3 para desarrollo del fruto y 4 para madurez del fruto.

Los resultados obtenidos determinaron que FRPR tiene un desarrollo más rápido que la FRPA esta tendencia se mantiene en cada una de las etapas. En ambos cultivos coincide que la antesis es el estado con menor duración de tiempo, y el estado de desarrollo del fruto es la que necesita mayor cantidad de tiempo de acuerdo a la magnitud temporal marcada por cada cultivo.

Las expresiones morfológicas mostradas en el estudio de Kishore (2016) fueron de gran utilidad para determinar el estado fenológico de la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja (*Hylocereus undatus* britt et rose) y amarilla (*Hylocereus megalanthus*), en el cantón Rocafuerte.

Tabla 6.1. Estados fenológicos en el cultivo de pitahaya roja. 2019 – 2020

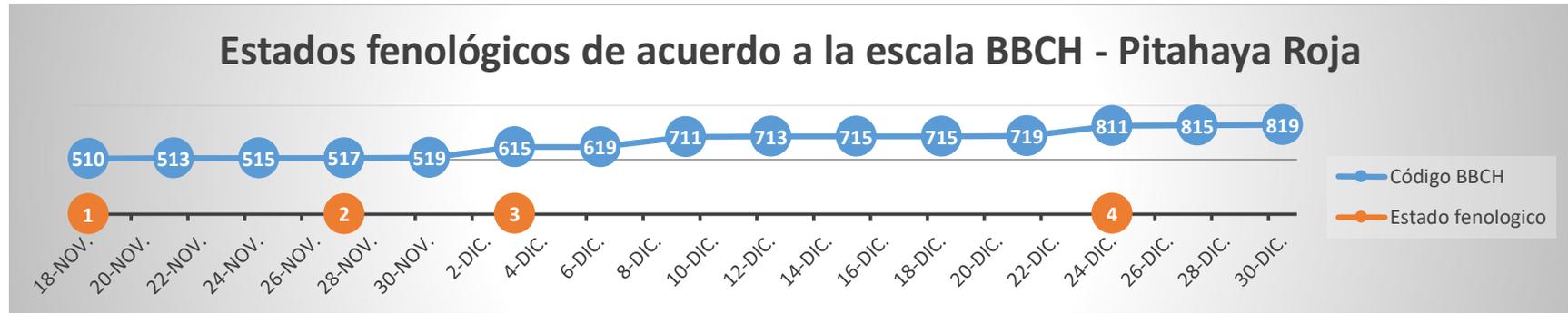


Tabla 6.2. Estados fenológicos en el cultivo de pitahaya amarilla. 2019 - 2020



4.1.4 CALCULO DE ACUMULACIÓN DE CALOR PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

En la tabla 7, se muestran los datos promedio correspondiente a los grados días desarrollo (GDD), que se dieron en las distintas fases fenológicas del cultivo de pitahaya roja y amarilla. Los resultados determinaron, que la pitahaya amarilla necesita mayor acumulación de calor que la roja.

Los datos presentados en este estudio, no coinciden con lo mencionado por Martínez et al. (2017). Se ha verificado que el autor antes mencionado realizó el estudio de todos los ciclos de floraciones en pitahaya roja, mientras que, en el presente estudio se procedió a analizar un ciclo de floración en ambas especies de cultivo.

De la misma manera, la acumulación de calor entre las fases mostradas por el autor en comparación con las presentadas en este estudio, reflejan que en pitahaya roja se acumuló menor calor, mientras que en pitahaya amarilla superó a los datos del autor en cuestión. Martínez et al. (2017) cita que: “En la etapa Brotación-Antesis, se acumuló 360 GDD, entre Antesis-Madurez de fruto 537 GDD; y para completar el período completo de Brotación-Madurez de fruto, la pitahaya ocupó 897 GDD”.

Tabla 7. Grados de acumulación de calor pitahaya roja y amarilla. 2019 - 2020

| GRADOS DIAS DESARROLLO (GDD) | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tratamiento | Temperatura Base | Fase Brotación floral | Fase Antesis | Fase Amarre de fruto | Fase madurez de fruto |
| | °C | GDD (°C) | | | |
| FRPR | 7 | 25.65 | 14.95 | 25.05 | 13.9 |
| FRPA | 7 | 55.4 | 42 | 73.3 | 23 |

4.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

4.2.1 PITAHAYA ROJA Y AMARILLA

En las tablas 7.1 y 7.2, se puede observar las estadísticas descriptivas de las variables estudiadas. Los resultados obtenidos establecieron que la pitahaya amarilla posee mayor número de flores emitidas y número de frutos cosechados por planta, mayor rendimiento por planta y por hectárea. En lo concerniente a la relación número de flores emitidas/número de frutos cosechados no existió diferencias.

Tabla 7.1. Estadígrafos de las variables en el estudio de la pitahaya roja. 2019 - 2020

| Variables | Media | Error estándar | Mediana | Moda | Desviación estándar | Varianza de muestra | laMínimo | Máximo |
|------------------|---------|----------------|---------|------|---------------------|---------------------|----------|---------|
| NFE | 3,25 | 0,31 | 3,00 | 3,00 | 0,89 | 0,79 | 2,00 | 5,00 |
| NFC | 3,00 | 0,33 | 3,00 | 3,00 | 0,93 | 0,86 | 2,00 | 5,00 |
| RNFE /NFC | 0,93 | 0,05 | 1,00 | 1,00 | 0,13 | 0,02 | 0,70 | 1,00 |
| RKG/PL | 4,08 | 0,35 | 3,93 | . | 0,99 | 0,98 | 2,93 | 5,44 |
| RKG/HA | 4530,10 | 389,25 | 4360,68 | . | 1100,95 | 1212094,4 | 3255,23 | 6043,84 |

NFEP= Número de flores emitidas por planta; NFC=número de frutos cosechados
RNFE/NFC=Relación número de flores emitidas por planta/número de frutos cosechados; RKG/PL=Rendimiento kg planta⁻¹; RKG/HA=Rendimiento Kg ha⁻¹.

Tabla 7.2. Estadígrafos de las variables en el estudio de la pitahaya amarilla. 2019 - 2020

| Variables | Media | Error estándar | Mediana | Moda | Desviación estándar | Varianza de muestra | laMínimo | Máximo |
|------------------|---------|----------------|---------|----------|---------------------|---------------------|----------|----------|
| NFE | 25,13 | 1,14 | 25,50 | 28,00 | 3,23 | 10,41 | 20,00 | 29,00 |
| NFC | 23,63 | 1,10 | 24,00 | 23,00 | 3,11 | 9,70 | 18,00 | 28,00 |
| RNFE /NFC | 0,94 | 0,03 | 0,98 | 1,00 | 0,07 | 0,01 | 0,82 | 1,00 |
| RKG/PL | 8,07 | 0,38 | 8,27 | 9,16 | 1,07 | 1,14 | 6,33 | 9,16 |
| RKG/HA | 8968,55 | 419,86 | 9187,97 | 10176,76 | 1187,56 | 1410291,09 | 7032,63 | 10176,76 |

Tabla 8. Medias de la pitahaya roja. 2019 - 2020

| | | IC 0,05 | M+IC | M-IC |
|----------------|---------|----------------|-------------|-------------|
| NFEP | 3,25 | 0,61 | 3,86 | 2,64 |
| NFC | 3,00 | 0,64 | 3,64 | 2,36 |
| RNFNF | 0,93 | 0,09 | 1,02 | 0,84 |
| R kg pl | 4,08 | 0,69 | 4,76 | 3,39 |
| R kg ha | 4530,10 | 762,92 | 5293,02 | 3767,18 |

IC=1,96 (EE)

Tabla 8.1. Medias de la pitahaya amarilla. 2019 - 2020

| Variables | Media | IC 0,05 | x + IC 0,05 | x - IC 0,05 |
|------------------|--------------|----------------|--------------------|--------------------|
| NFE | 25,13 | 2,24 | 27,36 | 22,89 |
| NFC | 23,63 | 2,16 | 25,78 | 21,47 |
| RNFE/NFC | 0,94 | 0,05 | 0,99 | 0,89 |
| RKG/PL | 8,07 | 0,74 | 8,81 | 7,33 |
| RKG/HA | 8968,55 | 822,93 | 9791,48 | 8145,61 |

IC=1,96 (EE)

4.2.2 NÚMERO DE FLORES EMITIDAS POR PLANTA

En la tabla 9, se muestran los datos promedio referente a la variable número de flores emitidas por planta (NFE), en el estudio de la Fenología Reproductiva de las dos especies de Pitahaya, Roja y Amarilla. El análisis de varianza efectuado, determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos Fenología Reproductiva en Pitahaya Roja (FRPR) y Fenología Reproductiva en Pitahaya Amarilla (FRPA).

La prueba de significancia estableció dos rangos estadísticos en los tratamientos, donde FRPA con 25.13 flores emitidas por planta, supera ampliamente al tratamiento FRPR, con 3.25 flores por planta.

En el estudio realizado por Osuna et al. (2016) en el cultivo de pitahaya, en el año 2008 en el segundo ciclo de floración obtuvo 20.8 flores por planta, y en el 2009 en el tercer ciclo de floración obtuvo 36.5 flores por planta. Resultados no similares, pero eventualmente se aproximan mucho a los obtenidos en pitahaya amarilla que obtuvo 25.13 flores.

Continuando con el mismo estudio, en el tercer ciclo de floración del año 2008 obtuvo 4.3 flores por planta, en el segundo ciclo de floración del año 2009 se establecieron 4.9 flores por planta, y en el año 2010, en el cuarto ciclo de floración se determinaron 3.8 flores por planta. Estos datos presentados, permiten establecer una línea de equivalencia respecto al ciclo de floración en que se encontraba la pitahaya estudiada en este trabajo, con un promedio de 3.25 flores por planta.

4.2.3 NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

En la tabla 9, se muestran los datos promedio que hacen referencia a la variable número de frutos cosechados por planta (NFC), en el estudio de la Fenología Reproductiva de las dos especies de Pitahaya, Roja y Amarilla. El análisis de varianza realizado estableció diferencias altamente significativas entre los tratamientos FRPR y FRPA.

La prueba de significancia realizada a los tratamientos estableció dos rangos estadísticos, donde el tratamiento FRPA con 23.63 frutos cosechados por planta logró el mayor promedio, en comparación con el tratamiento FRPR, con 3.00 frutos cosechados por planta tuvo el menor promedio.

En lo concerniente a la pitahaya roja sus datos coinciden con los presentados por Meraz et al. (2003), donde menciona que, una planta produce entre tres y cuatro frutos en los primeros 2 años; si el patrón continuara, con los siguientes ciclos de floración, se establecería entre 24 y 27 frutos cosechados, con lo cual en las condiciones edafoclimáticas del cantón Rocafuerte, se establecería una analogía con el quinto año de producción, y resultaría similar con el mejor año productivo mencionado por Castillo et al. (2005), el cual, en un estudio realizado, observaron que a los 5 años de edad, produce 27 frutos en el año.

4.2.4 RELACIÓN NÚMERO DE FLORES EMITIDAS/NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS

En la tabla 9, se muestran los datos promedio de la variable relación número de flores/número de frutos (RNFE/NFC), en el estudio de la Fenología Reproductiva de las dos especies de Pitahaya, Roja y Amarilla. El análisis de varianza, no determinó diferencias entre los tratamientos FRPR y FRPA.

Se obtuvo una alta relación entre las flores emitidas y los frutos cosechados, dado que se formaron estructuras muy fuertes en lo que se refiere a las ramas, pudiendo coincidir con lo expresado por los autores Bellec et al. (2006), donde menciona, que una vez que el fruto de pitahaya reanuda su crecimiento después de antesis, no sufre abscisión, pues se une al tallo con tejido leñoso.

4.2.5 RENDIMIENTO KG PLANTA⁻¹

En la tabla 9, se muestran los datos promedio de la variable rendimiento kg planta⁻¹ (RKg/pl) en el estudio de la Fenología Reproductiva de las dos especies de Pitahaya, Roja y Amarilla. El análisis de varianza desarrollado estableció diferencias altamente significativas entre los tratamientos FRPR y FRPA.

La prueba de significancia determinó dos rangos estadísticos en los tratamientos, con mayor rendimiento FRPA con 8.07 Kg/planta, y el menor FRPR con 4.08 kg/planta.

4.2.6 RENDIMIENTO KG HA⁻¹

En la tabla 9, se muestran los datos promedio de la variable rendimiento kg ha⁻¹ (RKg/ha) en el estudio de la Fenología Reproductiva de las dos especies de Pitahaya, Roja y Amarilla. El análisis de varianza efectuado, determinó diferencias altamente significativas entre los tratamientos FRPR y FRPA.

La prueba de significancia determinó dos rangos estadísticos en los tratamientos, donde FRPA con 8968.75 kg ha⁻¹ obtuvo el mayor rendimiento por hectárea, en comparación a FRPR con 4320 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos en pitahaya roja difieren por lo presentado por Meraz et al. (2003), quien menciona que en los primeros dos años se produce 1000 kg (ha año)⁻¹. De la misma manera en pitahaya amarilla, los datos obtenidos de 8968.75 kg ha⁻¹ son bastantes altos teniendo en cuenta que es solo un ciclo de floración, sobre todo, por lo mencionado por Osuna et al. (2016), quien logró 13.4 kg (ha año)⁻¹. Para finalizar, los rendimientos que se consiguieron, guardan relación a los obtenidos en campos de alta producción en Vietnam, donde, se obtienen alrededor de 30 T (ha año)⁻¹ según Merten (2003).

Tabla 9. Análisis de varianza de las variables en el estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja y amarilla, en el cantón Rocafuerte. 2019-2020

| TRATAMIENTO | VARIABLES | | | | |
|-------------|-----------|---------|----------|--------|-----------|
| | NFEP | NFC | RNFE/NFC | RKG/PL | RKG/HA |
| | ** | ** | NS | ** | ** |
| FRPR | 3.25 a | 3.00 a | 0.93 ab | 4.08 a | 4320.00 a |
| FRPA | 25.13 b | 23.63 b | 0.93 ab | 8.07 b | 8968.75 b |
| P | 0.0001 | 0.0001 | 0.9772 | 0.0001 | 0.0001 |
| CV | 12.84 | 13.18 | 13.74 | 13.24 | 13.24 |

*Diferencia estadística significativa entre los tratamientos

**Diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos

Letras en común no son estadísticamente diferentes

4.3 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

En la tabla 10, se muestra la matriz de correlación de las variables evaluadas como componentes del rendimiento. Se estableció la correlación altamente significativa entre el NFE y NFC. De igual manera hay correlación significativa entre NFE con RKG/PL y RKG/HA; asimismo, entre NFC con RKG/PL y RKG/HA

Tabla 10. Matriz de correlación de las variables en el estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja y amarilla en el cantón Rocafuerte. 2019-2020

| | NFE | NFC | RNFE/NFC | RKG/PL | RKG/HA |
|-----------------|------------|------------|-----------------|---------------|---------------|
| NFE | 1 | | | | |
| NFC | 0,99** | 1,00 | | | |
| RNFE/NFC | -0,03 | 0,05 | 1,000 | | |
| RKG/PL | 0,95* | 0,95* | -0,002 | 1 | |
| RKG/HA | 0,95* | 0,95* | -0,002 | 1 | 1 |

* $r_{0.05}=0.95$

** $r_{0.01}=0.99$

4.4 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO EN LOS TRATAMIENTOS DE PITAHAYA

Se tomó como base el costo de producción por ha establecido por Muñoz (2018): estipula que: El costo total para la producción de una hectárea de pitahaya durante el primer año será de \$8552,98 considerando solamente los insumos y materiales.

Por su parte, se obtuvo el precio por kilogramo de fruto de pitahaya, en base a la fecha de presentación de los datos de este estudio. Coincidiendo con los precios más bajos pagados en el mercado, por motivo de la pandemia del coronavirus. Según Lizarzaburo (2020) el precio a marzo del 2020 del kilogramo de esta fruta era de US\$ 1.00 un dólar estadounidense.

Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento FRPA tiene una relación beneficio/costo favorable, siendo mayor a 1, con 1.05; en contraposición se encuentra el tratamiento FRPR que obtuvo 0.53.

Si bien es cierto el cultivo de pitahaya logra mayor producción durante los meses de octubre a enero, este estudio evaluó tan solo un ciclo de floración, si se le sumaran los otros 6 o 7 ciclos se podrían obtener mejores resultados en cuanto a los beneficios económicos. Por último, es conveniente acotar el bajo precio de la fruta de pitahaya por motivo de los cierres de los mercados nacionales e internacionales para contrarrestar los efectos del coronavirus.

Tabla 11. Análisis económico en el estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de pitahaya: roja y amarilla en el cantón Rocafuerte. 2019-2020

| Tratamientos | Costo de producción USD\$ (C) | Rendimiento Kg ha ⁻¹ (R) | Precio del Kg de fruta de pitahaya USD\$ (P) | Beneficio bruto USD \$ B= R x P | Relación beneficio/costo B/C |
|--------------|-------------------------------------|---|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| FRPR | \$ 8552.98 | 4530.10 | \$1.00 | \$ 4530.10 | 0.53 |
| FRPA | \$ 8552.98 | 8968.55 | \$1.00 | \$ 8968.55 | 1.05 |

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye:

- ❖ El cultivo de pitahaya roja durante las etapas de brotación floral, antesis, desarrollo del fruto y madurez de fruto requirió de 42 días, mientras que la pitahaya amarilla 99 días, de esta forma queda claro que, si se buscan mayor precocidad de cultivo, la pitahaya roja es la mejor opción.
- ❖ De la misma manera, la pitahaya amarilla logró mayor constante térmica o acumulación de calor con 193.7 GDD, y la pitahaya roja 79.55 GDD, valga la redundancia que estos datos fueron para un solo ciclo de floración.
- ❖ El precio de la pitahaya es de US\$ 1.00 un dólar estadounidense debido a la crisis sanitaria de la COVID-19. La relación beneficio/costo favorece la producción de la pitahaya amarilla con 1.05 en comparación a la pitahaya roja con 0.53; recordar que las relaciones menores a 1, otorgan pérdidas económicas.

En virtud de las conclusiones realizadas, se recomienda:

- ❖ Realizar un estudio de los efectos del monocultivo de pitahaya en las propiedades físico - química del suelo, haciendo mayor énfasis en la textura, capacidad de retención de agua, estructura y materia orgánica del sustrato. Es importante destacar que la base de todo ecosistema es la diversidad, y una práctica como el monocultivo no hace más que quebrantar este principio.
- ❖ Desarrollar un estudio donde se evalúen cuantos ciclos de floración tiene la pitahaya amarilla y roja en un año productivo de cultivo; con el respectivo análisis de las variables componentes del rendimiento mostrada en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alban, P., Alencastri, D., Balas, J. (2015). Plan de exportacion de pulpa de pitahaya al mercado de Berlin en Alemania a traves de un Comercio Justo. Universidad Politecnica Salesiana, 1-154. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10045>
- Andrade, J., Rengifo, E. (2006). Microambientes de luz, crecimiento y fotosíntesis de la pitahaya en un agroecosistema de Yucatan, Mexico . *Agrociencia*, 687-697. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2100715>
- Barcenas, A. (2002). La Zonificación de Cultivos en México. Universidad Autonoma Metropolitana, 64. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1405-3195201600010006100004&lng=en
- Bellec, F., Vaillant, F., Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *The International Journal of Tropical & Subtropical Horticulture*, 237-250. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S14053195201600010006100022&lng=en
- Calix, H., Castillo, R., Caamal, H. (2014). Caracterizacion de la Produccion de Pitahaya, en la zona de Maya de Quintana Roo, Mexico . *Agroecología*, 123-132. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1405-3195201600010006100006&lng=en
- Castillo, R., Livera, M., Marquez, G. (2005). Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agrociencia*, 183-194. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239206.pdf>
- Centurión, A., Solís, S., Saucedo, C., Báez, R., Sauri, D. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista de Fitotecnia*, 1-5. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031101.pdf>
- Cobos, J. (2007). Proyecto de Factibilidad para la exportacion de pitahaya a alemania. Quito: Universidad Tecnologica Equinoccial. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/6479>
- Delgado, A., Cevallos, G. (2015). Estudio de factibilidad para la creacion de una empresa productora de pitahaya en la Parroquia Sangay, Canton Palora, Provincia de Morona Santiago y su comercializacion en el Distrito Metropolitano de Quito.

- Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito, 1-138.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9874>
- ECORAE. (2001). Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la amazonia ecuatoriana. Quito: Ecorae.
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43821.pdf>
- Guerrero, G. (2014). Estudio del manejo de poscosecha de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) procedente del Canton Pedro Vicente Maldonado de la Provincia de Pichicnha. Facultad de Ingenieria Quimica y Agroindustria, 1-157.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9105>
- Infoagro. (1 de Enero de 2020). El cultivo de Pitahaya. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_pitahaya.asp
- Instituto Colombiana Agropecuario . (2012). Manejo Fitosanitario del cultivo de la Pitahaya. Bogota: Produmedios.
<https://www.ica.gov.co/getattachment/87a2482e-a36a-4380-80ae-11072d0c717c/-nbsp%3BManejo-fitosanitario-del-cultivo-de-pitahaya.aspx>
- Jiang, Y., Lin, T., Lee, L. (2011). Phenology, canopy composition, and fruit quality of yellow pitaya in tropical Taiwan. *HortScience*, 1497-1502.
<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/46/11/article-p1497.xml>
- Jordan, D., Vasconez, J., Veliz, C. (2009). Produccion y exportacion de la pitahaya hacia el mercado europeo. *Revista de la ESPOL*, 1-115.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6307>
- Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Science Horticulture*, 294-302.
<https://krishi.icar.gov.in/jspui/bitstream/123456789/18834/1/Jackfruit%20paper%20AAB.pdf>
- Lizarzaburo, G. (14 de Marzo de 2020). El mundo de la Pitahaya. *Diario Expreso*, págs. 1-20. <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/mundo-pitahaya-6948.html>
- Lucero, K. (24 de Enero de 2020). La pitahaya: la fruta exotica mas exportada del Ecuador. Obtenido de *Revista Gestion*: <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/pitahaya-la-fruta-exotica-mas-exportada-del-ecuador>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganaderia). (12 de Enero de 2020). MAGAP apoya al cultivo de la pitahaya. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganaderia: <https://www.agricultura.gob.ec/magap-apoya-al-cultivo-de-la-pitahaya/>
- Mandujano, M., Golubov, J., Reyes, J. (2002). Lo que usted siempre quiso saber sobre las cectaeas y nunca se atrevio a preguntar. *Revista Conabio Biodiversitas*, 4-7.

<https://studylib.es/doc/4777507/lo-que-usted-siempre-quiso-saber-sobre-las-cact%C3%A1ceas-y-nu...>

- Martinez, E., Tijerina, L., Becerril, A., Rebolledo, A., Velasco, C. (2017). Fenología y constante termica de la Pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw. Britt. & Rose). *Revista Agroproductividad*, 3-8. <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/182/144/286>
- Martinez, S. (2017). Climatología y fenología Agrícola. Obtenido de Aula virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/>
- McMaster, G., Wilhelm, W. (1997). Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and forest Meteorology*, 291-300. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168192397000270>
- Medina, J. (2015). Documentar las relaciones hidricas y requerimientos nutricionales de la Pitahaya Amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran, durante distintas etapas fenologicas del cultivo en tres localidades del valle del cauca. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 1-62. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57117>
- Medina, J., Rebolledo, A. T. (2013). Manual Tecnico. Tecnologia para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus*. Bogota: Produmedios. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34308>
- Meráz, A., Gómez, C., Schwentesius, R. (2003). Pitahaya de México-Producción y Comercialización en el Contexto Internacional. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo, 99-116. <http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/bitstream/handle/20.500.12098/371/L-pitayas-03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Merten, S. (2003). A Review of *Hylocereus* Production in the United States. *Prof. Assoc. Cactus Develop*, 98-105. https://www.researchgate.net/publication/237700324_A_Review_of_Hylocereus_Production_in_the_United_States
- Mizrahi, Y., Raveh, E., Yossov, E. (1999). Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Posthar*, 39-45. <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-358.html>
- Montesinos, J., Rodriguez, L., Ortiz, R., & Fonseca, M. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenico con historia y futuro para el tropico seco mexicano. *Revista de cultivos tropicales*, 67-76. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243640007.pdf>

- Mora, D. (2011). El cultivo de Pitahaya . Instituto Colombiano Agropecuario, 1-25. <https://www.ica.gov.co/getattachment/bff8ee09-c032-404b-8fcb-8c5f7d72d532/El-cultivo-de-Pitahaya-en-temporada-invernal.aspx>
- Muñoz, N. (2018). Estudio de Factibilidad financiera para la producción de Pitahaya (*Hylocereus undatus*, Britt and Rose) de exportación, en la Comuna Julio Moreno, Provincia de Santa Elena. Universidad Estatal Península de Santa Elena, 1-95. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4489/1/UPSE-TAA-2018-0022.pdf>
- Nerd, A., Gutman, F., Mizrahi, Y. (1999). Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). *Postharvest Bio Technology*, 39-45. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1405-3195201600010006100031&lng=en
- Ortiz, Y., Carrillo, J. (2012). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Una breve reseña. *Comunicata Scientiae, Horticultural Journal*, 314-334. <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/334/151>
- Osuna, T., Valdez, J., Sañudo, J., Muy, M. (2016). Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) en el valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Revista Agrociencia*, 61-78. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000100061
- Perez, M., Zeña, J. (Abril de 2013). Constante termica de las gramíneas. frutales y hortalizas. Obtenido de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo : <https://es.scribd.com/document/268308429/Constante-Termica-de-Los-Cultivos-2>
- Poveda, G. (2018). Demanda de la pitahaya ecuatoriana hacia el mercado neerlandés período 2014-2015. Congreso Virtual Internacional sobre Economía Social y Desarrollo Local Sostenible Enero 2018 (págs. 347-357). Guayaquil: Eumed. <https://www.eumed.net/actas/18/economia-social/28-demanda-de-la-pitahaya-ecuatoriana.pdf>
- Pushpakumara, D. (2005). Flowering and fruiting phenology, pollination vectors and breeding system of Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.). *Revista de ciencias agrícolas Sri Lankan*, 81-91. https://www.researchgate.net/publication/297800148_Reproductive_phenology_yield_and_fruit_quality_of_pitahaya_Hylocereus_undatus_how_Britton_and_Rose_in_Culiacan_valley_Sinaloa_Mexico

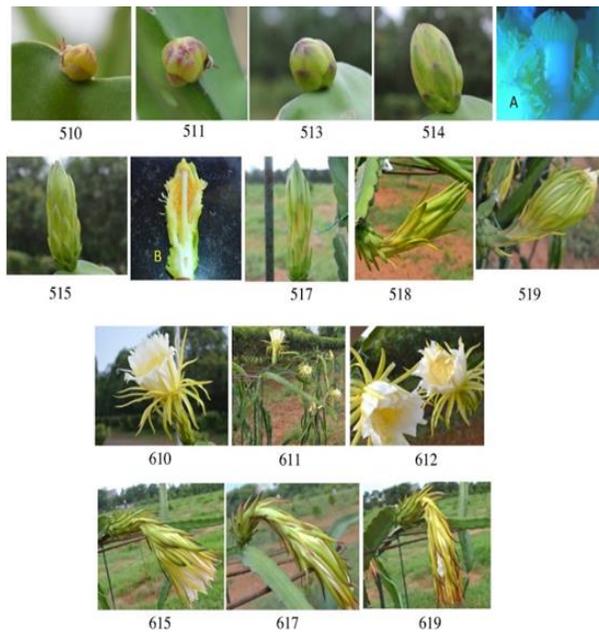
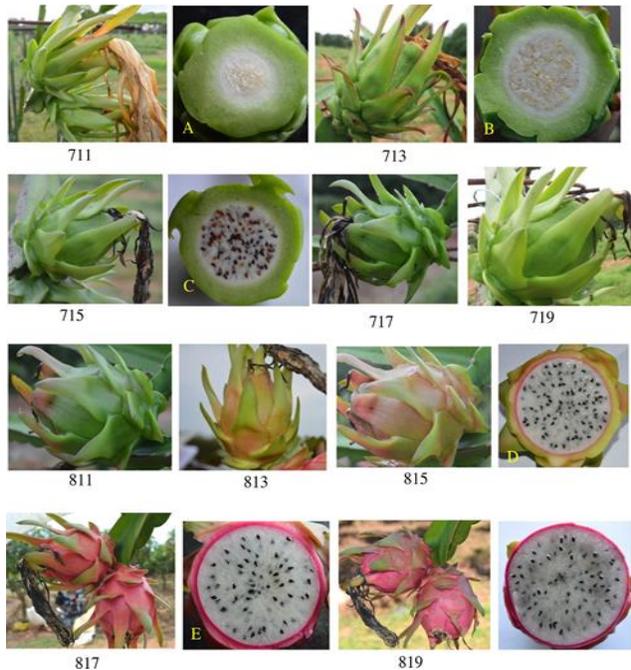
- Rodriguez, C. (2000). Estado Mundial de su Cultivo y Comercialización. Maxcanu: Fundacion Yucatan Produce. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81315809005.pdf>
- Suarez, R. (2011). Evaluacion de metodos de propagacion en Pitahaya Amarilla y Pitahaya Roja. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia, 1-280. <https://core.ac.uk/download/pdf/11054516.pdf>
- Verona, A., Urcia, J., Paucar, L. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 439-453. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300439&script=sci_arttext
- Yugsi, E., Huachi, L., Coronel, D. (2015). Desarrollo de la Pitahaya (*Cereus* sp.) en Ecuador. *Revista de ciencias de la vida*, 50-59. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5969836.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción de 10 ha (Muñoz, 2018)

| ACTIVIDAD | UNIDAD | CANTIDAD | C. UNITARIO | AÑOS |
|--|--------------|----------|-------------|--------------|
| | | | | 1 |
| 1.Semillas | | | | |
| Plantulas de pitahaya | Unidades | 22222 | \$ 2,00 | \$ 44.444,00 |
| Subtotal (1) | | | | \$ 44.444,00 |
| 2.Preparacion de suelo | | | | |
| Rowplow/ arada | h/maq. | 30 | \$ 35,00 | \$ 1.050,00 |
| Camellones | h/maq. | 20 | \$ 35,00 | \$ 700,00 |
| Subtotal (2) | | | | \$ 1.750,00 |
| 3. Insumos y Materiales | | | | |
| 3.1. Fertilizantes | | | | |
| Nitrato de amonio | sacos x 50kg | 60 | \$ 21,15 | \$ 1.269,00 |
| MAP | sacos x 50kg | 10 | \$ 42,00 | \$ 420,00 |
| Sulfato de potasio | sacos x 50kg | 40 | \$ 39,00 | \$ 1.560,00 |
| Sulfato de amonio | sacos x 50kg | 90 | \$ 16,00 | |
| Fetrlon combi | kg | 20 | \$ 12,00 | \$ 240,00 |
| Humivita | kg | 120 | \$ 5,00 | \$ 600,00 |
| Nitrato de calcio | kg | 200 | \$ 0,30 | \$ 60,00 |
| Sulfato de magnesio | kg | 110 | \$ 0,20 | \$ 22,00 |
| humiling (acido humico) | lt. | 60 | \$ 16,00 | \$ 960,00 |
| kitasal (oxido de calcio) | lt. | 60 | \$ 7,50 | \$ 450,00 |
| Enmienda organica | tm | 40 | \$ 35,00 | \$ 14.000,00 |
| Razormin | lt. | 10 | \$ 6,00 | \$ 60,00 |
| 3.2.Insecticidas y fungicidas | | | | |
| Nemagold | lt. | 20 | \$ 28,00 | \$ 560,00 |
| Bravo 720 | lt. | 10 | \$ 6,00 | \$ 60,00 |
| Verlaq (Abarneicitina) | lt. | 4 | \$ 67,70 | \$ 270,80 |
| Skull 27 | lt. | 10 | \$ 30,40 | \$ 304,00 |
| Amistar | 100 gr. | 20 | \$ 30,00 | \$ 600,00 |
| Subtotal (3) | | | | \$ 21.435,80 |
| 4. Mano de obra | | | | |
| Limpieza y alineado | jornal | 30 | \$ 20,00 | \$ 600,00 |
| hoyado del tutor | jornal | 220 | \$ 20,00 | \$ 4.400,00 |
| Cortes de llantas,amarre e instalacion | jornal | 90 | \$ 20,00 | \$ 1.800,00 |
| Hoyado para siembra | jornal | 40 | \$ 20,00 | \$ 800,00 |
| Tutoreado | Jornal | 100 | \$ 20,00 | \$ 2.000,00 |
| Siembra | jornal | 100 | \$ 20,00 | \$ 2.000,00 |
| Resiembra | jornal | 10 | \$ 20,00 | \$ 200,00 |
| Instalacion del sistema de riego | unidad | | | \$ 1.500,00 |
| Fertilizacion basica | jornal | 80 | \$ 20,00 | \$ 1.600,00 |
| Fumigacion (control de plagas y enfermedades) | jornal | 50 | \$ 20,00 | \$ 1.000,00 |
| Fertirriego | jornal | 40 | \$ 20,00 | \$ 800,00 |
| Deshierba manual | jornal | 60 | \$ 20,00 | \$ 1.200,00 |
| Cosecha | Jornal | 90 | \$ 20,00 | |
| Poscosecha | jornal | 130 | \$ 20,00 | |
| Poda | jornal | 60 | \$ 20,00 | |
| Adecuacion del tutor | jornal | 120 | \$ 20,00 | |
| Subtotal (4) | | | | \$ 17.900,00 |
| 5.Otros materiales | | | | |
| Cajas para empaque | unidad | 12227 | \$ 0,60 | |
| Empaquetado | jornal | 10 | \$ 20,00 | |
| Papel ceda | pliego | 12226,5 | \$ 0,10 | |
| Sunchos | rollos | 28 | \$ 36,00 | |
| Vinchas | kg | 6 | \$ 20,00 | |
| Subtotal (5) | | | | |
| TOTAL (1+2+3+4+5) (10ha) | | | | \$ 85.529,80 |

Anexo 2. Escala visual de BBCH



Anexo 7. Datos meteorológicos de Octubre/2019 a Enero/2020

| Oct | Tmax | Tmin | Tmax/tmin | CT | | Nov | Tmax | Tmin | Tmax/tmin | CT | | Dic | Tmax | Tmin | Tmax/tmin | CT | | Ene | Tmax | Tmin | Tmax/tmin | CT |
|-----|------|------|-----------|------|--|-----|------|------|-----------|------|--|-----|------|------|-----------|-------|--|-----|------|------|-----------|-------|
| 1 | 33 | 21 | 6 | -1 | | 1 | 34,2 | 21,6 | 6,3 | -0,7 | | 1 | 30,5 | 22 | 4,25 | -2,75 | | 1 | 32,3 | 22,8 | 4,75 | -2,25 |
| 2 | 32 | 20,4 | 5,8 | -1,2 | | 2 | 31 | 22 | 4,5 | -2,5 | | 2 | 34 | 22,1 | 5,95 | -1,05 | | 2 | 30 | 22,7 | 3,65 | -3,35 |
| 3 | 29 | 20,4 | 4,3 | -2,7 | | 3 | 28 | 22,6 | 2,7 | -4,3 | | 3 | 28 | 21,9 | 3,05 | -3,95 | | 3 | 34,5 | 21,7 | 6,4 | -0,6 |
| 4 | 32,2 | 21 | 5,6 | -1,4 | | 4 | 33 | 21 | 6 | -1 | | 4 | 32 | 22,6 | 4,7 | -2,3 | | 4 | 33 | 21 | 6 | -1 |
| 5 | 32 | 21 | 5,5 | -1,5 | | 5 | 34 | 22,2 | 5,9 | -1,1 | | 5 | 32,5 | 22,9 | 4,8 | -2,2 | | 5 | 33,6 | 19,4 | 7,1 | 0,1 |
| 6 | 33 | 20,6 | 6,2 | -0,8 | | 6 | 34 | 21,8 | 6,1 | -0,9 | | 6 | 32 | 22,4 | 4,8 | -2,2 | | 6 | 30 | 22,1 | 3,95 | -3,05 |
| 7 | 29,5 | 21,2 | 4,15 | -2,9 | | 7 | 33 | 22,2 | 5,4 | -1,6 | | 7 | 31,2 | 21,6 | 4,8 | -2,2 | | 7 | 29,5 | 19,1 | 5,2 | -1,8 |
| 8 | 29,6 | 20 | 4,8 | -2,2 | | 8 | 29 | 21,1 | 3,95 | -3,1 | | 8 | 31,5 | 21 | 5,25 | -1,75 | | 8 | 34,5 | 22,2 | 6,15 | -0,85 |
| 9 | 33 | 21 | 6 | -1 | | 9 | 33,2 | 21 | 6,1 | -0,9 | | 9 | 31 | 21,9 | 4,55 | -2,45 | | 9 | 31 | 21,9 | 4,55 | -2,45 |
| 10 | 29,2 | 21,6 | 3,8 | -3,2 | | 10 | 32,8 | 22 | 5,4 | -1,6 | | 10 | 34,5 | 20,7 | 6,9 | -0,1 | | 10 | 31,5 | 22 | 4,75 | -2,25 |
| 11 | 34 | 21,8 | 6,1 | -0,9 | | 11 | 29,5 | 21,8 | 3,85 | -3,2 | | 11 | 29,5 | 22,8 | 3,35 | -3,65 | | 11 | 31,2 | 22 | 4,6 | -2,4 |
| 12 | 30,2 | 21 | 4,6 | -2,4 | | 12 | 30,5 | 21,6 | 4,45 | -2,6 | | 12 | 30 | 22,7 | 3,65 | -3,35 | | 12 | 32 | 22,1 | 4,95 | -2,05 |
| 13 | 28 | 21,6 | 3,2 | -3,8 | | 13 | 33 | 22,2 | 5,4 | -1,6 | | 13 | 33,6 | 21,7 | 5,95 | -1,05 | | 13 | 32,5 | 21,9 | 5,3 | -1,7 |
| 14 | 33,5 | 21,6 | 5,95 | -1,1 | | 14 | 31 | 22,4 | 4,3 | -2,7 | | 14 | 33 | 21 | 6 | -1 | | 14 | 32 | 22,6 | 4,7 | -2,3 |
| 15 | 29 | 20,2 | 4,4 | -2,6 | | 15 | 31,3 | 22 | 4,65 | -2,4 | | 15 | 34,5 | 19,4 | 7,55 | 0,55 | | 15 | 28 | 22,9 | 2,55 | -4,45 |
| 16 | 31 | 22 | 4,5 | -2,5 | | 16 | 31,5 | 23 | 4,25 | -2,8 | | 16 | 30 | 22,1 | 3,95 | -3,05 | | 16 | 34 | 22,4 | 5,8 | -1,2 |
| 17 | 30,5 | 22 | 4,25 | -2,8 | | 17 | 32,5 | 21 | 5,75 | -1,3 | | 17 | 32,3 | 19,1 | 6,6 | -0,4 | | 17 | 30,5 | 21,6 | 4,45 | -2,55 |
| 18 | 30 | 22 | 4 | -3 | | 18 | 32,1 | 21,8 | 5,15 | -1,9 | | 18 | 33 | 22,2 | 5,4 | -1,6 | | 18 | 32,5 | 21 | 5,75 | -1,25 |
| 19 | 33 | 21,8 | 5,6 | -1,4 | | 19 | 32,6 | 22,6 | 5 | -2 | | 19 | 35,9 | 21,9 | 7 | 0 | | 19 | 29 | 21,9 | 3,55 | -3,45 |
| 20 | 30,5 | 21 | 4,75 | -2,3 | | 20 | 33 | 21,8 | 5,6 | -1,4 | | 20 | 32,7 | 22 | 5,35 | -1,65 | | 20 | 32,6 | 20,7 | 5,95 | -1,05 |
| 21 | 33 | 21,6 | 5,7 | -1,3 | | 21 | 34 | 22,6 | 5,7 | -1,3 | | 21 | 35 | 21,8 | 6,6 | -0,4 | | 21 | 33,2 | 21,8 | 5,7 | -1,3 |
| 22 | 28 | 21,2 | 3,4 | -3,6 | | 22 | 31 | 22,5 | 4,25 | -2,8 | | 22 | 34,5 | 22 | 6,25 | -0,75 | | 22 | 34,5 | 22 | 6,25 | -0,75 |
| 23 | 28,4 | 21,2 | 3,6 | -3,4 | | 23 | 32 | 22,2 | 4,9 | -2,1 | | 23 | 35 | 21 | 7 | 0 | | 23 | 31,2 | 21 | 5,1 | -1,9 |
| 24 | 32,1 | 21,1 | 5,5 | -1,5 | | 24 | 28,5 | 22 | 3,25 | -3,8 | | 24 | 33 | 21,8 | 5,6 | -1,4 | | 24 | 33,5 | 21,8 | 5,85 | -1,15 |
| 25 | 32,1 | 21,5 | 5,3 | -1,7 | | 25 | 31 | 22,2 | 4,4 | -2,6 | | 25 | 33,5 | 23,2 | 5,15 | -1,85 | | 25 | 33 | 23,2 | 4,9 | -2,1 |
| 26 | 32,3 | 20,8 | 5,75 | -1,3 | | 26 | 28,6 | 21,2 | 3,7 | -3,3 | | 26 | 31,2 | 22,4 | 4,4 | -2,6 | | 26 | 35 | 22,4 | 6,3 | -0,7 |
| 27 | 29,3 | 20 | 4,65 | -2,4 | | 27 | 33 | 22,8 | 5,1 | -1,9 | | 27 | 34,5 | 22,6 | 5,95 | -1,05 | | 27 | 34,5 | 22,6 | 5,95 | -1,05 |
| 28 | 29,6 | 21 | 4,3 | -2,7 | | 28 | 30,5 | 22 | 4,25 | -2,8 | | 28 | 33,2 | 22 | 5,6 | -1,4 | | 28 | 35 | 22 | 6,5 | -0,5 |
| 29 | 30 | 21,4 | 4,3 | -2,7 | | 29 | 33,5 | 23,1 | 5,2 | -1,8 | | 29 | 32,6 | 22,6 | 5 | -2 | | 29 | 32,7 | 22,6 | 5,05 | -1,95 |
| 30 | 31 | 21,2 | 4,9 | -2,1 | | 30 | 29,6 | 21 | 4,3 | -2,7 | | 30 | 29 | 22,2 | 3,4 | -3,6 | | 30 | 35,9 | 22,2 | 6,85 | -0,15 |
| 31 | 33 | 22 | 5,5 | -1,5 | | | | | | | | 31 | 32,5 | 23 | 4,75 | -2,25 | | 31 | 33 | 23 | 5 | -2 |

Anexo 10. Análisis beneficio/costo pitahaya roja

| Tratamiento | Costo | Rendimiento KG ha-1 | precio | Beneficio | relacion |
|-------------|---------|------------------------|--------|-----------|----------|
| 1 | 8552,98 | 3177,46 | 1 | 3177,46 | 0,37 |
| 2 | 8552,98 | 5588,33 | 1 | 5588,33 | 0,65 |
| 3 | 8552,98 | 3532,98 | 1 | 3532,98 | 0,41 |
| 4 | 8552,98 | 4377,34 | 1 | 4377,34 | 0,51 |
| 5 | 8552,98 | 2988,59 | 1 | 2988,59 | 0,35 |
| 6 | 8552,98 | 5643,88 | 1 | 5643,88 | 0,66 |
| 7 | 8552,98 | 4344,01 | 1 | 4344,01 | 0,51 |
| 8 | 8552,98 | 6043,84 | 1 | 6043,84 | 0,71 |
| | | | | | 0,52 |

Anexo 11. Análisis beneficio/costo pitahaya amarilla

| Tratamiento | Costo | Rendimiento KG ha-1 | precio | Beneficio | relacion |
|-------------|---------|------------------------|--------|-----------|----------|
| 1 | 8552,98 | 7643,68 | 1 | 7643,68 | 0,89 |
| 2 | 8552,98 | 8176,96 | 1 | 8176,96 | 0,96 |
| 3 | 8552,98 | 9987,89 | 1 | 9987,89 | 1,17 |
| 4 | 8552,98 | 8732,46 | 1 | 8732,46 | 1,02 |
| 5 | 8552,98 | 7032,63 | 1 | 7032,63 | 0,82 |
| 6 | 8552,98 | 9521,27 | 1 | 9521,27 | 1,11 |
| 7 | 8552,98 | 10176,76 | 1 | 10176,76 | 1,19 |
| 8 | 8552,98 | 8854,67 | 1 | 8854,67 | 1,04 |
| | | | | | 1,02 |

Anexo 12. Cultivo de pitahaya en la hacienda el Okaso



Anexo 13. Tabla de ANOVA**Anexo 13.1** Número de flores emitidas por planta

| <u>Variable</u> | <u>N</u> | <u>R²</u> | <u>R² Aj</u> | <u>CV</u> |
|-----------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| NFEP | 16 | 0,96 | 0,96 | 16,68 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 1914,06 | 1 | 1914,06 | 341,91 | <0,0001 |
| tratamiento | 1914,06 | 1 | 1914,06 | 341,91 | <0,0001 |
| Error | 78,38 | 14 | 5,60 | | |
| Total | 1992,44 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,53734

Error: 5,5982 gl: 14

tratamiento Medias n E.E.

2 25,13 8 0,84 A

1 3,25 8 0,84 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13.2 Número de frutos cosechados por planta

| <u>Variable</u> | <u>N</u> | <u>R²</u> | <u>R² Aj</u> | <u>CV</u> |
|-----------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| NFC | 16 | 0,96 | 0,96 | 17,26 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 1701,56 | 1 | 1701,56 | 322,46 | <0,0001 |
| tratamiento | 1701,56 | 1 | 1701,56 | 322,46 | <0,0001 |
| Error | 73,88 | 14 | 5,28 | | |
| Total | 1775,44 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,46342

Error: 5,2768 gl: 14

tratamiento Medias n E.E.

2 23,63 8 0,81 A

1 3,00 8 0,81 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13.3 Relación número de flores emitidas, numero de frutos cosechados por planta

Variable N R² R² Aj CV
RNFNF1 16 4,2E-05 0,00 11,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 6,3E-06 | 1 | 6,3E-06 | 5,9E-04 | 0,9809 |
| tratamiento | 6,3E-06 | 1 | 6,3E-06 | 5,9E-04 | 0,9809 |
| Error | 0,15 | 14 | 0,01 | | |
| Total | 0,15 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11013

Error: 0,0105 gl: 14

tratamiento Medias n E.E.

2 0,93 8 0,04 A

1 0,93 8 0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 13.4 Rendimiento kilogramo planta⁻¹

Variable N R² R² Aj CV
R kg pl 16 0,81 0,80 16,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 63,84 | 1 | 63,84 | 60,10 | <0,0001 |
| tratamiento | 63,84 | 1 | 63,84 | 60,10 | <0,0001 |
| Error | 14,87 | 14 | 1,06 | | |
| Total | 78,71 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10528

Error: 1,0623 gl: 14

tratamiento Medias n E.E.

2 8,07 8 0,36 A

1 4,08 8 0,36 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 13.5 Rendimiento kilogramo hectarea⁻¹

Variable N R² R² Aj CV
R kg ha 16 0,81 0,80 16,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|-------------|-------------|-----------|-------------|----------|----------------|
| Modelo | 78810006,25 | 1 | 78810006,25 | 60,10 | <0,0001 |
| tratamiento | 78810006,25 | 1 | 78810006,25 | 60,10 | <0,0001 |
| Error | 18357041,50 | 14 | 1311217,25 | | |
| Total | 97167047,75 | 15 | | | |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1227,98039

Error: 1311217,2500 gl: 14

| <u>tratamiento</u> | <u>Medias</u> | <u>n</u> | <u>E.E.</u> | |
|--------------------|---------------|----------|-------------|---|
| 2 | 8968,75 | 8 | 404,85 | A |
| 1 | 4530,00 | 8 | 404,85 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 14. Toma de datos



Anexo 15. Inspección del cultivo

