

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÓNOMA**

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE
FITOHORMONAS DE INDUCCIÓN FLORAL EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus
megalanthus*), EN EL DISTRITO CHURUJA, AMAZONAS – 2017”**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Bach. José Hilder SÁNCHEZ HERRERA

ASESORES:

ASESOR: Ing. Guillermo IDROGO VÁSQUEZ

CO-ASESOR: Ing. Roicer COLLAZOS SILVA

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE
AMAZONAS”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÓNOMA**

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE
FITOHORMONAS DE INDUCCIÓN FLORAL EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus
megalanthus*), EN EL DISTRITO CHURUJA, AMAZONAS – 2017”**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

Bach. José Hilder SÁNCHEZ HERRERA

ASESORES:

ASESOR: Ing. Guillermo IDROGO VÁSQUEZ

CO-ASESOR: Ing. Roicer COLLAZOS SILVA

CHACHAPOYAS - PERÚ

DEDICATORIA

A Dios nuestro señor, por darme la vida y mediante en ella la oportunidad de culminar mis estudios y ser profesional.

A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la escuela profesional de “Ingeniería Agrónoma” que me recibió y me formó profesionalmente.

A mis queridos padres, Albino y María Santos. Gracias por toda su ternura y sacrificio, por enseñarme a nunca desfallecer, a luchar, a seguir adelante. Les amo mucho.

José Hilder

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de disfrutar la vida, de caerme y levantarme, de reír y llorar, de estar con las personas que amo, y de concluir esta etapa de mi vida.

A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza” y especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas, y sus docentes, por todas las enseñanzas impartidas a lo largo de la carrera.

A mis padres, Albino y María Santos, quienes me dieron su apoyo incondicional en todo momento, y con su ejemplo; me enseñaron valores de honestidad y responsabilidad.

Quiero agradecer de manera especial al Instituto de Investigación para el Desarrollo sustentable de Ceja de Selva “INDES-CES”, por brindarme la oportunidad de realizar la investigación, mediante el proyecto SNIP N° 312252 “Creación del servicio de un laboratorio de fisiología y biotecnología vegetal” (FISIOBVEG).

Al Ing. Guillermo Idrogo Vásquez, docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por su apoyo como mi asesor de tesis.

Al Ing. Roicer Collazos Silva, Investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, por su apoyo como mi co-asesor de tesis.

Al Dr. Erick Espinoza Nuñez, por las orientaciones y conocimientos académicos que me proporciono en la investigación.

A los propietarios de las parcelas de pitahaya; Julio Cesar, Wilder y la señora Lasteña, quienes me apoyaron constantemente.

Gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. *Ms.* EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO
**DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El **Ing. Guillermo Idrogo Vásquez**, Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), deja constancia que ha asesorado la tesis titulada: “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS DE INDUCCIÓN FLORAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*), EN EL DISTRITO CHURUJA, AMAZONAS – 2017”.

Asimismo, avalo al **Bach. José Hilder Sánchez Herrera**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, abril del 2018

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Docente de la UNTRM-A

VISTO BUENO DEL CO - ASESOR

El, **Ing. Roicer Collazos Silva**, Investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la UNTRM-A, deja constancia que ha Co - asesorado la tesis titulada: “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS DE INDUCCIÓN FLORAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*), EN EL DISTRITO CHURUJA, AMAZONAS – 2017”.

Asimismo, avalo al **Bach. José Hilder Sánchez Herrera**, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis y me comprometo a orientarlo en el levantamiento de las observaciones y la sustentación de la tesis.

Se le expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, abril del 2018.

Ing. Roicer Collazos Silva

Investigador INDES – CES de la UNTRM-A

JURADO EVALUADOR DE TESIS

ING. *MSC.* ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA
PRESIDENTE

ING. *Mg.* LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI
SECRETARIO

ING. *MS.c.* SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ
VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **José Hilder Sánchez Herrera**, identificado con DNI 76477438 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Agrónoma de la Facultad de Ingeniería y Ciencia Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE FITOHORMONAS DE INDUCCIÓN FLORAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*), EN EL DISTRITO CHURUJA, AMAZONAS – 2017”.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNTRM-A en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, abril del 2018



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 04 de Abril del año 2018, siendo las 3:00pm horas, el aspirante: José Hilder Sánchez Herrera, defiende públicamente la tesis titulada: Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (Selenicereus megalanthus), en el distrito de Churayo, Amazonas 2017 para optar el Título Profesional Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por: Presidente: Ing. Erick Aldo Nuquinián Silva
 Secretario: Ing. Mg. Lizette Dariana Herdy Fasabi
 Vocal: Ing. Mg. Segundo Manuel Oliva Cruz

Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).
 Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.
 Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado () No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 4:30 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación de la tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	vi
VISTO BUENO DEL CO - ASESOR.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRAC.....	xix
I. INTRODUCCIÓN	20
II. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo general	22
2.2. Objetivos específicos	22
III. MARCO TEÓRICO	23
3.1. Antecedentes de la investigación.....	23
3.2.1. Generalidades	25
3.2.2. Clasificación botánica.....	26
3.2.3. Especies.....	27
3.2.4. Morfología.....	27
3.2.5. Desarrollo fenológico.....	30
3.2.6. Requerimientos edafoclimáticos	31
3.2.7. Usos	31
3.2.8. Valor nutritivo	31
3.2.9. Manejo Agronómico	32
3.2.10. Nutrición	42
3.2.11. Hormonas vegetales o fitohormonas.....	44
3.2.12. Fertilizantes	46

3.2.13. Regulador de crecimiento biológico	47
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	49
4.1. Características del sitio experimental	49
4.1.1. Ubicación del área de estudio.....	49
4.1.2. Características agroclimáticas	50
4.1.3. Características edafológicas	50
4.1.4. Características físico – químicas del suelo.....	50
4.1.5. Tecnología del cultivo.....	51
4.1.6. Desarrollo fenológico del cultivo	51
4.2. Material experimental	51
4.3. Diseño de la investigación.....	52
4.3.1. Factores de estudio	53
4.3.2. Interacciones.....	53
4.4. Características del experimento.....	53
4.5. Población y muestra.....	54
4.6. Análisis estadístico	54
4.6.1. Diseño experimental	54
4.6.2. Esquema de análisis de varianza	55
4.7. Variables de estudio y metodología de evaluación.....	55
4.7.1. Botones florales	55
4.7.2. Flores.....	55
4.7.3. Cuajado de frutos.....	55
4.7.4. Frutos cosechados	56
4.7.5. Longitud de fruto	56
4.7.6. Diámetro de fruto.....	56
4.7.7. Peso de fruto.....	56
4.7.8. Rendimiento	56
4.8. Procedimiento metodológico.....	56
4.8.1. Identificación del área de estudio para la investigación.	56
4.8.2. Muestreo de suelo	56
4.8.3. Preparación de parcelas experimentales	57
4.8.4. Preparación de tratamientos	57
4.8.5. Aplicación de tratamientos.....	58
4.8.6. Manejo de la investigación.....	59

V. RESULTADOS	60
5.1. Número de botones florales.....	61
5.2. Número de flores	62
5.3. Número de frutos cuajados.....	63
5.4. Número de frutos cosechados.....	64
5.5. Longitud de frutos.....	65
5.6. Diámetro de frutos	66
5.7. Peso de frutos	67
5.8. Rendimiento promedio kg de fruta/planta.....	68
5.9. Rendimiento tn de fruta/hectárea.....	69
VI. DISCUSIÓN	70
VII. CONCLUSIONES	74
VIII. RECOMENDACIONES	75
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXO 1: Tablas de resultados.....	80
ANEXO 2: Diseño experimental	87
ANEXO 3: Análisis de suelo.....	88
ANEXO 4. Galería fotográfica	89

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valor nutritivo de la pitahaya.....	32
Tabla 2. Requerimientos nutritivos del cultivo de pitahaya.	37
Tabla 3. Composición química.	47
Tabla 4. Sistema de preparación y aplicación	48
Tabla 5. Características climáticas del campo experimental durante el año 2017.	50
Tabla 6. Características físico – químicas del suelo del campo experimental.	50
Tabla 7. Interacciones para evaluar el efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya.....	53
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA)	55
Tabla 9. Análisis de varianza de variables evaluadas a tres niveles de fertilizante y fitohormona.	60
Tabla 10. Análisis de varianza del número promedio de botones florales en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.....	80
Tabla 11. Análisis de varianza del número promedio de flores en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.	80
Tabla 12. Análisis de varianza del número promedio de frutos cuajados en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.....	80
Tabla 13. Análisis de varianza del número promedio de frutos recolectados en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.....	80
Tabla 14. Análisis de varianza de la longitud promedio de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.	81
Tabla 15. Análisis de varianza del diámetro promedio de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.	81
Tabla 16. Análisis de varianza del peso promedio de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.	81
Tabla 17. Análisis de varianza del rendimiento de fruta en kilogramos por planta frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.....	81
Tabla 18. Análisis de varianza del rendimiento de fruta en toneladas por hectárea frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.....	82

Tabla 19. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de botones florales en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	82
Tabla 20. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de flores en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	83
Tabla 21. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de frutos cuajados en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	83
Tabla 22. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de frutos cosechados en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	84
Tabla 23. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey de la longitud de fruto en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	84
Tabla 24. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del diámetro de fruto en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	85
Tabla 25. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del peso de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	85
Tabla 26. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del rendimiento en kilogramos por planta en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	86
Tabla 27. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del rendimiento en toneladas por hectárea en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.	86

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental.....	49
Figura 2. Distribución anual de las etapas fenológicas del cultivo de pitahaya amarilla para el año 2017.	51
Figura 3. Número de botones florales según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacción.	61
Figura 4. Número de flores según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	62
Figura 5. Número frutos cuajados según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	63
Figura 6. Número de frutos cosechados según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	64
Figura 7. Longitud de fruto según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	65
Figura 8. Diámetro de fruto según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	66
Figura 9. Peso de frutos según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	67
Figura 10. Rendimiento en kilogramos de fruta por planta según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	68
Figura 11. Rendimiento en toneladas de fruta por hectárea según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.	69
Figura 12. Croquis de los tratamientos en el campo experimental.	87
Figura 13. Plantas de pitahaya distribuidas en la unidad experimental.	87
Figura 14. Análisis de suelo del campo experimental.	88

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Recolección de muestras para el análisis de suelo.....	89
Fotografía 2. Control de malezas de la parcela experimental.	89
Fotografía 3. Codificación de plantas experimentales.....	90
Fotografía 4. Georreferenciación del área experimental.	90
Fotografía 5. Ejecución de podas de producción.	91
Fotografía 6. Fertilización de la parcela experimental.	91
Fotografía 7. Aplicación de fitohormonas.	92
Fotografía 8. Evaluación de botones florales.	92
Fotografía 9. Evaluación de la floración.....	93
Fotografía 10. Cosecha de frutos con madurez comerciable.	93
Fotografía 11. Recolección de frutos en jabas plásticas.	94
Fotografía 12. Medición de peso de frutos.	94
Fotografía 13. Medición de la longitud del fruto.	95
Fotografía 14. Medición del diámetro de fruto.	95

RESUMEN

La investigación se realizó bajo las condiciones agroclimáticas del distrito Churuja – Amazonas, y tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). Para el desarrollo de la investigación se identificó unidades experimentales homogéneas de 2.5 años de edad en estado productivo y se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 3^2 con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Se realizó el análisis de varianza ($p \leq 0.05$) y la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Como resultado se obtuvo que hubo diferencias significativas en las variables de estudio, la interacción de 136 g NPK con 50 ml de Trihormonal mostró los mejores resultados en floración, fructificación y por ende en el rendimiento. En conclusión, la fertilización y aplicación de fitohormonas influyeron positivamente en el rendimiento del cultivo de pitahaya.

Palabras clave: Inducción floral, fruta exótica.

ABSTRAC

The research was carried out under the conditions of the Churuja - Amazonas district, and its objective was to evaluate the effect of fertilization and application of floral induction phytohormones on the yield of the pitahaya cultivation (*Selenicereus megalanthus*). For the development of the research, homogeneous experimental units of 2.5 years of age were identified in productive state and a completely randomized block experimental design was used with a factorial arrangement of 3^2 with 9 treatments and 3 repetitions. Analysis of variance ($p \leq 0.05$) and the Tukey test ($p \leq 0.05$) were performed. As a result it was obtained that there were significant differences in the study variables, the interaction of 136 g NPK with 50 ml of Trihormonal showed the best results in flowering, fruiting and therefore in the yield. In conclusion, the fertilization and application of phytohormones positively influenced the performance of the pitahaya culture.

Key words: Floral induction, exotic fruit.

I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya amarilla es de la familia de las cactáceas y crece en las zonas tropicales. Su fruta tiene una corteza suave de intenso color amarillo, cubriendo una pulpa jugosa de color claro con un sin número de semillas negras pequeñas. El fruto es altamente apreciado en el mercado internacional, donde alcanza precios atractivos; la planta de pitahaya tiene un alto potencial productivo, ya que por sus bajos requerimientos de agua puede ser cultivada en zonas de baja precipitación o con periodos de sequía estacionales (Meráz, Gómez, & Schwentesius, 2003).

Las pitahayas son un importante recurso genético vegetal nativo de América, con amplia distribución y variación; también son un nuevo cultivo con gran potencial para el desarrollo agrícola y económico. El cultivo de la pitahaya es una actividad rentable, aunque sólo en el mediano y largo plazo, también es generador de empleo y contribuye a la diversificación productiva y económica de los agricultores y de las regiones en las que se establezca. Además, la demanda de la pitahaya es importante y creciente en los mercados regionales de las zonas en que se producen, y su aceptación es cada vez mayor en el mercado internacional, en donde ya son reconocidas como una exquisita y exótica fruta tropical (Rodríguez, 2016).

El uso principal de la pitahaya es alimenticio (Rodríguez, 2016). Posee alto valor nutritivo, especialmente rica en calcio, fósforo, potasio y vitamina C, comparada con la manzana, plátano, naranja y piña (Argüello & Jiménez, 1997). Es una rica fuente de agua, calorías, ácido ascórbico, fósforo y carbohidratos: cada 100 g de pitahaya contienen 89.4 g de agua, 36 calorías, 25 mg de ácido ascórbico, 19 mg de fósforo y 9.2 g de carbohidratos; no obstante, presenta bajo contenido de hierro y vitamina A (Castillo, 2000).

La pitahaya amarilla, *Selenicereus megalanthus*, ha tenido participación importante en los mercados internacionales, a causa de sus características organolépticas y propiedades nutraceuticas. La mayor limitante en la comercialización que presenta esta fruta es la estacionalidad de la producción, ya que esto impide mantener una oferta constante y lo que provoca fluctuaciones en los precios de sustentación. Se desconocen las bases fisiológicas que determinan este comportamiento, al igual que

el comportamiento productivo de la especie en las diversas zonas donde se produce (Medina, 2015). La marcada estacionalidad de la producción, sigue siendo un problema que aún falta solucionar, lo cual en parte podría lograrse con la dotación de sistemas de riego y el óptimo manejo nutricional y sanitario de las plantaciones. Pero adicionalmente deben promoverse investigaciones que mediante la aplicación de reguladores de crecimiento que busquen adelantar o retrasar la floración y la formación y maduración de los frutos, así como su conservación (Rodríguez, 2016).

Desde el campo de la fisiología y de los aspectos económicos de los cultivos, la nutrición es muy importante; si a esta actividad no se le pone la suficiente atención se amenazan las producciones de los cultivos y por ende las ganancias económicas de los productores (Villalabos & Killorn, 2002). Esto explica que existe una deficiencia de manejo técnico de los productores debido a que la fertilización empleada en la mayoría de las plantaciones de pitahaya, se basa en experiencias propias de los productores, sin tener un conocimiento técnico sobre la eficiencias y manejo de los fertilizantes, dependiendo del nivel económico del productor y no de los requerimientos nutricionales del cultivo, teniendo como consecuencia el incremento en los costos de producción (López & Guido, 1998).

La fruta de la pitahaya, producida por agricultores de café y maracuyá de Amazonas, es muy apreciada en el exterior por su uso en las decoraciones gourmet y ensaladas (Córdova, 2013). El distrito de Churuja, actualmente viene siendo geográficamente uno de los escenarios de producción del cultivo alternativo de la pitahaya en el Perú, lo cual se ha convertido en un producto generador de ingresos económicos para nuestros agricultores, por ello, consideramos entonces que es necesario establecer parámetros de producción para poder difundir el conocimiento hacia los productores, hacer prevalecer las técnicas de manejo agronómico e incrementar su capacidad productiva del cultivo, así también cubrir vacíos científicos en los temas de fertilización e inducción floral, debido a que en la actualidad son muy pocas las investigaciones realizadas, surgió la idea de desarrollar la investigación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta de floración del cultivo de pitahaya a los niveles de fertilización y aplicación de fitohormonas.
- Evaluar la respuesta de fructificación del cultivo de pitahaya a los niveles de fertilización y aplicación de fitohormonas.
- Comparar el rendimiento del cultivo de pitahaya bajo la fertilización y aplicación fitohormonas.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Segun Orrico (2013), en su investigación realizada en Ecuador, provincia de Pichincha, a una altitud de 240 msnm, en plantas de pitahaya amarilla con tres años de desarrollo, se probaron dos fertilizantes, DAP (18-46-00) y cloruro de potasio (0-0-60) en tres dosis, utilizando gallinaza como complemento con una dosis de 2,5 kg por planta en una sola aplicación. Los tratamientos con fertilizantes de síntesis presentaron una producción del 54,72% más alto que los correspondientes solo a materia orgánica. Los mejores tratamientos fueron 120 kg/ha de P₂O₅ y 300 kg/ha de K₂O, con los que se obtuvo mayor número de frutos, mayor diámetro de la fruta, mejor peso por fruto y mayor rendimiento por hectárea.

Según Amato, Amato, Monteiro, Ramalho, & Silva (2014), quienes evaluaron la influencia de la fertilización potásica en dos especies de pitahaya, (*Hylocereus undatus* y *Hylocereus polyrhizus*) de un año de edad instalada a un distanciamiento de 3x3m. Los resultados mostraron que existe una interacción entre las especies de pitahaya y la fertilización potásica, existiendo incremento de 45,6% de la producción en la dosis estimada de 120 g de K₂O por planta en *H. undatus* y para la especie *H. polyrhizus* se constató aumento de 0,2 kg a cada aumento en 100 g de K₂O por planta, llegando a la conclusión que las dosis de 120 g y 200 g por planta de K₂O proporcionaron aumento de la producción en *H. undatus* y en *H. polyrhizus*, respectivamente, siendo *H. undatus* la más productiva en el Alto Valle, Jequitinhonha – Brasil.

Según Chakma, Harunor, Roy, & Islam (2014), quienes estudiaron el efecto de dosis de NPK en el rendimiento de la fruta del dragón (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) en Chittagong Hill Tracts, En una plantación de 3 años instalada a un distanciamiento de 2.5 x 2.0 m. obtuvieron el máximo número de frutos por planta (13 frutos), el peso medio individual de la fruta (316.4 g), la longitud de la fruta (9,3 cm), ancho de fruta (7,8 cm) y rendimiento de fruta (31,6 t/ha) con dosis de N135 P78 K63 g/planta. El número mínimo de frutos por planta (7 frutos), se

encontró un peso medio de fruta individual (241,8 g) y un rendimiento de fruta (12,9 t/ha) en fertilidad natural (sin aplicación de fertilizantes). Los resultados le permitieron concluir que la aplicación de fertilizantes en la dosis de N135 P78 K63 g/planta, permite obtener un rendimiento superior con 31,7 tn/ha de fruta.

Según Vasquez (1992), quien evaluó el efecto que ejerce la fertilización edáfica sobre la producción y calidad de la pitahaya amarilla, en una plantación de dos años y medio y a una altitud de 1 670 msnm en Colombia. Los resultados mostraron que no existió diferencias significativas en ninguna de las fuentes evaluadas para las variables número de botones florales, número de flores, número de frutos, producción en kg/planta; pero los mejores resultados se obtuvieron con 18-9-19-3(S), 100 g/planta, con 29 botones florales, 3,4 y 6,1 kg de fruta/planta. No obstante, todos los tratamientos presentaron mejores rendimientos que el testigo absoluto que produjo con 2,0 y 3,6 kg/planta.

Según Khaimov & Mizrahi (2006) investigaron la duración del día, radiación, raleo de flores y reguladores de crecimiento en la floración de *Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*, determinaron que, en ambas especies, la CPPU [N-(2-cloro-4-piridinil)-N-fenilurea] promovió la floración precoz, aumentando en *H. undatus* el rendimiento total de flores, mientras que GA₃ retrasó la floración y disminuyó el rendimiento total de flores. Por lo tanto, CPPU [N-(2-cloro-4-piridinil)-N-fenilurea] puede utilizarse para obtener la producción temprana de frutos; y GA₃ o raleo de flores, para retrasar la producción.

Según Suekane, Maruki, Narita, & Orika (2016), investigaron el efecto de la temporada y las concentraciones de GA₃ en la floración y fructificación de *Hylocereus undatus*. Constataron que la temporada de aplicación no influyó en ninguno de los rasgos, por otro lado, el factor de concentración, a pesar de no haber anticipado la floración, sino el número de frutos, la masa promedio de fruta y la productividad. Basándose en los resultados, concluyeron que la aplicación de GA₃ fue beneficiosa para las características agronómicas de la pitahaya.

Según Nguyen, Nguyen, & Nguyen (2016) en una investigación en Vietnam sobre el efecto de la fertilización foliar y GA₃ sobre el rendimiento y calidad de pitahaya roja. Los resultados indicaron que la aplicación de GA₃ 30 ppm más fertilización foliar, aumento significativamente el cuajado de frutos, el peso del fruto, el rendimiento de la fruta, así como la calidad de la fruta. Por ello concluyeron que la aplicación de GA₃ 30 ppm más fertilización foliar influye notablemente en el cuajado de los frutos y calidad de la fruta.

3.2. Cultivo de pitahaya

3.2.1. Generalidades

Las pitahayas son plantas perennes que requieren de soporte, pues su arquitectura les impide sostenerse a sí mismas (ICA, 2012; Rodríguez, 2016). Así, tienen varios hábitos de crecimiento y pueden ser: trepadoras, rupícolas, hemiepífitas y epífitas. Las plantas cultivadas, son terrestres trepadoras, independientemente de que parte de sus raíces adventicias aéreas se dirijan al suelo (Rodríguez, 2016).

La pitahaya no tiene un origen establecido, debido a que los países en los cuales se presenta este cultivo se disputan su mención etnobotánica, sin embargo, la proporción más amplia de esta familia se presenta en México del que se sugiere una migración de germoplasma especialmente hacia el sur (Huachi *et al.*, 2015). Por su parte, Medina (2015) menciona que la pitaya amarilla es una epífita facultativa que evolucionó en el piedemonte andino-amazónico en Perú, Ecuador y Colombia; lo que explica su comportamiento trepador y tallo segmentado con facilidad de emitir raíces secundarias. Según Manzanero *et al.*, (2014), la pitahaya, es una especie de cultivo en dispersión en el trópico y sub trópico que presenta alto polimorfismo. La especie ha sufrido selección humana por acción de colecta de frutos, situación que promovió la diversidad de frutos en forma, tamaño, color y calidad organoléptica.

La pitahaya es un cactus suculento y rústico que pertenece a la familia de las cactáceas, se le conoce también como cactus trepador, reina de la noche, flor de cáliz, pitajaya y pitaya. El nombre común de la fruta en español es pitahaya y en inglés se le conoce como dragon fruit. Esta fruta se consume

especialmente como producto fresco (García & Quiróz, 2010). La fruta puede industrializarse para elaborar mermeladas, jarabes, vinos, y otro tipo de productos (Castillo, 2016).

La planta de pitahaya tiene un alto potencial productivo (Meráz *et al.*, 2003), reúne características muy apreciadas para la agricultura porque puede aprovecharse integralmente y porque se puede cultivar con éxito en zonas donde las condiciones climáticas y edáficas no son adecuadas para otros cultivos más exigentes (Castillo, 2006).

La actividad del cultivo de pitahaya brinda al mercado nacional un producto no tradicional considerado como exótico, tiene aceptación y alcanza buenos precios en los mercados nacionales e internacionales (Castillo, 2006; García & Quiróz, 2010); el cual se encuentra en la etapa introductoria pero cuya demanda no ha sido satisfecha en su totalidad (García & Quiróz, 2010).

La pitajaya es una especie que se desarrolla en fincas donde se producen cultivos como caña panelera (*Saccharum officinarum* L.), café (*Coffea arabica* L.), cítricos (*Citrus* sp.), maíz (*Zea mays* L.), aguacate (*Persea americana* Mill), entre otros. Un alto porcentaje de sus productores son pequeños agricultores, que tienen como actividad económica principal la agricultura y ganadería (Alvarado, Medina, & Ochoa, 2015).

3.2.2. Clasificación botánica

Tomado de (Kondo, Mauricio, Medina, Rebolledo, & Cardozo, 2013) clasificación taxonómica es la siguiente:

- Reino : Plantae
- División : Angiospermae
- Clase : Equisetopsida C. Agardh
- Orden : Caryophyllales Juss. ex Bercht & J. Presl
- Familia : Cactaceae Juss.
- Género : *Selenicereus* (A. Berger) Britton & Rose
- Especie : *S. megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran 1953
- Nombre común : Pitahaya amarilla, pitahaya

3.2.3. Especies

Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Se caracteriza por tener una corteza color amarillo con espinas, pequeñas semillas negras y pulpa blanca (Delgado, 2015).

Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*). Se caracteriza por tener cáscara roja y la pulpa blanca; las flores tienen las brácteas verdes y los pétalos blancos (Meráz *et al.*, 2003).

La diferencia entre las pitahayas del género *Selenicereus* e *Hylocereus* fuera del color de los frutos (amarillo y rojo respectivamente) es la forma y color de los cladodios. En la pitahaya amarilla es de color verde, opacas, el borde de las aristas entre las areólas es cóncavo; mientras la pitahaya roja, los cladodios son verdes, más oscuros que los de pitahaya amarilla, brillantes y el borde de la arista entre las areolas es convexo, en algunos casos es más pronunciado hacia una de las areolas, siendo un indicativo de la polaridad del esqueje. El borde tiene una línea de color café oscuro, de dos a tres milímetros de ancho. Ambas tienen espinas, pero las de *Selenicereus* son dos o tres y un poco más grandes. En *Hylocereus* el número es de tres a cinco y son más delgadas (Kondo *et al.*, 2013).

Los que hasta ahora tienen importancia comercial para consumo en fresco son *Selenicereus megalanthus* e *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose (Kondo *et al.*, 2013).

3.2.4. Morfología

a. Raíz

La pitahaya tiene dos tipos de raíces: las raíces primarias, son las que penetran en el suelo y alimentan a la planta; las 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, tejados, etc (López & Guido, 2002).

Las raíces primarias forman un sistema de raicillas que se desarrollan a poca profundidad, entre 5 y 10 cm de la superficie del suelo, característica muy importante a la hora de efectuar las labores de fertilización, control de malezas, así como otras labores de cultivo (López & Guido, 2002).

b. Tallo

Botánicamente se les denomina cladodios a los tallos que sustituyen las hojas ya que realizan la fotosíntesis, casi siempre aplanados. La pitahaya amarilla es una planta trepadora, el grosor de los tallos varía desde los cuatro hasta los diez centímetros dependiendo del clima, desarrollo de la planta y exposición a la luz (Kondo *et al.*, 2013). Los cladodios están conformados por tres costillas que forman un triángulo en corte transversal, aunque en algunas oportunidades se puede observar que la base de los cladodios tenía entre cuatro a siete costillas y terminaba con tres (Caetano *et al.*, 2011). Sobre ellos se encuentran las areolas, que son exclusivas de las cactáceas. Esta forma cóncava que tienen los tallos entre arista y arista, parece ser una adaptación que tiene mucho que ver con el tipo de desarrollo en los árboles, pues esta hace las veces de canal que hace que el agua que cae en las selvas tropicales llegue a las raíces, aéreas o las del suelo (Kondo *et al.*, 2013).

Los tallos son suculentos, de epidermis o superficie exterior gruesa, característica que permite que se desarrollen bien en zonas de baja precipitación. El cierre de estomas, la presencia de mucílago y otras sustancias en los tallos regulan la pérdida excesiva de agua en la época seca, así como en las horas más calientes del día (López & Guido, 2002).

c. Botón floral

Es cuando emerge del tallo un botoncito verde o rojo en la parte donde están las espinas, al poco tiempo estas caen y el botón aumenta de tamaño, (Secretaría de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación - SAGARPA). El color rojizo y forma redondeada del abultamiento formado, se convierte en la primera característica morfológica que indica que se dará origen a un brote reproductivo. El brote continúa su crecimiento con la formación de múltiples brácteas aplanadas, dando una apariencia globosa. (Medina, 2015).

d. Flores

Las flores de la pitahaya son de forma de trompeta, de color blanco, amarillo o rosado. Emergen en la parte de los tallos con mayor exposición a la luz solar. La emisión floral de la pitahaya está relacionada con las condiciones climáticas de humedad, luz, temperatura y el estado nutricional de las plantas. Si estos factores están equilibrados se produce una floración abundante en todos los flujos de floración, asociado a una buena producción (López & Guido, 2002).

Las flores son hermafroditas y actinomorfas, se insertan directamente sobre los tallos, tienen forma tubular, son grandes (de 20 a 40 cm de longitud y hasta 25 cm en su diámetro mayor), muy vistosas, resultando atractivas para los polinizadores (Cruz *et al.*, 2015); con muchas protuberancias y brácteas en cuya base nacen espinas largas, en el extremo nacen los sépalos de color amarillo y los pétalos blancos; ovario ínfero. Posee gran cantidad de estambres (más de 300) y un estigma con múltiples divisiones (Kondo *et al.*, 2013).

Las flores de la pitahaya amarilla son flores que realizan la antesis solamente en una ocasión en horas de la noche y cierran en las primeras horas de la mañana (Caetano *et al.*, 2011; Kondo *et al.*, 2013; Cruz *et al.*, 2015; Rodríguez, 2016).

e. Cuajado del fruto

El cuajado se define como la fase del desarrollo que marca la transición de una flor (ovario) a un fruto que se desarrollará hasta la madurez. El potencial de crecimiento del fruto puede estar determinado tempranamente en el desarrollo, por el tamaño inicial del ovario en antesis; y puede manifestarse en un crecimiento temprano más acelerado del fruto y un aumento en el tamaño final (Medina, 2015).

f. Fruto

Es una baya, indehisciente, de color amarillo al madurar. Cuando inicia el llenado luego de la antesis es verde, con protuberancias llamadas mamilas; en el extremo tiene una bráctea y en la base de esta nacen espinas cuyo número

varía entre cuatro y ocho por sitio; inicialmente son de color morado y al ir madurando el fruto cambian el color a marrón. Tiene un gran número de semillas de color negro o café, brillantes y cubiertas por un arilo (Kondo *et al.*, 2013).

g. Semilla

Se encuentran en la pulpa del fruto, de color negro, son pequeñas, delicadas, abundantes y está cubierta por una sustancia mucilaginosa. Para su siembra demora en crecer y su cosecha es tardada (Jordan *et al.*, 2009).

3.2.5. Desarrollo fenológico

La fenología es el estudio de los ciclos anuales de crecimiento de las plantas y cómo estas responden a cambios en el ambiente. Por ejemplo, en botánica los estudios fenológicos hacen referencia al desarrollo vegetativo, momento de emergencia de flores, secuencia de la floración y fructificación. Los estudios sobre fenología se convierten en una herramienta clave para programar prácticas de manejo del cultivo, relacionadas con la aparición de plagas y enfermedades, programación de fechas de siembra, planes de fertilización de acuerdo al estado de desarrollo del cultivo, etc. (Kondo *et al.*, 2013).

La mayoría de las áreas de producción de pitahaya son de huerto familiar, donde se reproducen a través de semilla o esquejes. La plantación empieza a producir al segundo año. El cultivo a base de semilla pasa por un periodo improductivo de 4 a 7 años. La densidad por hectárea es de 1,000 a 1,200 plantas. Al inicio del ciclo de lluvias se siembran las vainas enraizadas o enteras, puestas directamente en el campo. Las labores culturales que requiere la planta de pitahaya son: podas, fertilización y amarre de los tallos (Meráz *et al.*, 2003).

El cultivo de la pitahaya amarilla normalmente presenta dos cosechas en el año. El desarrollo fenológico reproductivo desde la formación del botón floral – Floración – Antesis – Desarrollo del fruto – Cosecha, tiene una duración de 118 días en Palmira y 145 en Restrepo y Riofrío - Colombia. Después de la cosecha, presenta un periodo de reposo entre 2 a 4 semanas, antes de la nueva emisión de brotes reproductivos (Kondo *et al.*, 2013).

3.2.6. Requerimientos edafoclimáticos

Se requieren suelos franco arcillosos o franco arenoso con buen drenaje y altos contenidos de materia orgánica. En suelos mal drenados se presentan condiciones de pudrición de la raíz. El pH adecuado para el cultivo de pitaya oscila entre 5,3 y 6,7 aunque se pueden usar suelos más alcalinos, (SAGARPA). En suelos con altos contenidos de sales se retrasa el desarrollo del cultivo (Kondo *et al.*, 2013).

La pitahaya amarilla se adapta bien a un amplio rango de condiciones ambientales. En Colombia se cultiva pitahaya amarilla entre 1.200 a 1.850 msnm, con temperaturas entre los 18 y 27°C con precipitaciones de 1.500 a 2.000 mm anuales. Aunque se desarrollan mejor en los climas cálidos subhúmedos, también se adaptan a los climas secos. En zonas de alta precipitación existen problemas fitosanitarios y menor producción (Kondo *et al.*, 2013).

3.2.7. Usos

El uso principal de la pitahaya es alimenticio, sobre todo el fruto, aunque también se informa el consumo de las flores como legumbre y el de los brotes tiernos como hortaliza fresca. Las semillas son empleadas como pro bióticos, por su contenido de oligosacáridos, las cuales pueden constituir un ingrediente importante en alimentos funcionales y productos nutraceuticos (Cruz *et al.*, 2015).

3.2.8. Valor nutritivo

La composición química del fruto de pitahaya amarilla; tiene altas cantidades de líquido en su interior (casi el 90% es agua con un sabor dulce), por cada 100 gr de fruta, 55 g son de parte comestible.

Tabla 1. *Valor nutritivo de la pitahaya*

Pitahaya amarilla	
Factor nutricional	Contenido
Ácido ascórbico	4.0 mg
Agua	85.4 g
Calcio	10.0 mg
Calorías	50.0
Carbohidratos	13.2 g
Cenizas	0.4 g
Fibra	0.5 g
Fósforo	16.0 mg
Grasa	0.1 g
Hierro	0.3 g
Niacina	0.2 g
Proteínas	0.4 g

Fuente: (Alvarado, 2014)

3.2.9. Manejo Agronómico

3.2.9.1. Propagación

La pitahaya puede propagarse tanto por semilla como por partes vegetativas (Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, 2012). Siendo el método por esqueje o partes vegetativas el más adecuado y recomendable para el establecimiento de plantaciones comerciales (SAGARPA). En este proceso es importante seleccionar plantas madre que estén en un cultivo sano, vigorosas y de alta productividad, libres de ataques de plagas y enfermedades. El proceso de corte y siembra se puede realizar con tratamiento químico para evitar la contaminación de patógenos al momento de la siembra. El material se

debe poner en un lugar sombreado y aireado, entre dos y cuatro días, en un proceso que se denomina ‘curado’ para que las heridas del corte cicatricen y no sean una puerta de entrada para los patógenos (ICA, 2012).

En la etapa de vivero, cuando las estacas ya están en bolsas, éstas se deben ubicar con la misma orientación que traían en la planta madre; el sustrato debe ser suelto y rico en materia orgánica. Esta etapa dura entre tres y cuatro meses, durante los cuales se debe controlar la humedad del sustrato y realizar el control fitosanitario y de malezas (ICA, 2012).

3.2.9.2. Siembra

La pitahaya prefiere suelos francos y bien drenados con alto contenido de materia orgánica; se produce en un rango de altitud de 0 a 1.850 m.s.n.m., con precipitaciones anuales de 650 a 1.500 mm/año. La preparación para la siembra inicia con la selección del lote, el deshierbe y la preparación del terreno, es decir, realizando huecos y aplicando las enmiendas necesarias según los resultados del análisis de suelos (ICA, 2012).

3.2.9.3. Tutorado

Las plantas de pitahaya requieren por su arquitectura un sistema de tutorado, la más común es la de espaldera en T. El tutor puede ser un poste de madera o de cemento (ICA, 2012). El uso de tutores en el cultivo de pitahaya es indispensable, ya que facilita su crecimiento y desarrollo; además, sirve de sostén durante toda la vida productiva de la planta (López & Guido, 2002).

3.2.9.4. Control de malezas

El control de malezas en el cultivo, se debe hacer teniendo en cuenta ciertas especificidades del cultivo, del clima y del terreno. Las calles se pueden mantener protegidas con cobertura verde manejando siempre la altura de estas con guadaña o machete y eliminando selectivamente las que puedan representar riesgos por ser hospederos

de plagas y/o enfermedades. Cuando se tengan arvenses muy agresivas y se dificulte el control, se pueden utilizar herbicidas siempre y cuando el terreno no sea muy pendiente y no quede expuesto el suelo al agua o al viento. En caso de un verano muy severo lo mejor es dejar la cobertura como protección (Kondo *et al.*, 2013).

La zona que rodea la planta a unos sesenta centímetros del tallo, conocida como zona de plateo se debe hacer la limpieza manualmente, debido a que el uso de herramientas puede dañar el sistema de raíces, que como se explicó anteriormente es muy superficial y es en esa zona en donde más concentración hay de pelos absorbentes (Kondo *et al.*, 2013).

3.2.9.5. Podas

a. Poda de formación

La poda de formación tiene como fin propiciar un ambiente favorable para que la rama primaria se adapte al sistema de soporte, incrementar el área efectiva de exposición a la luz solar, estimular el crecimiento de ramas secundarias y para facilitar las labores de cultivo (Kondo *et al.*, 2013).

La poda de formación consiste en seleccionar tallos que crezcan en diferentes direcciones, para evitar aglomeraciones que favorezcan pudriciones por diferentes patógenos; además, con este tipo de poda se facilitan otras labores culturales, tales como: aplicaciones fitosanitarias, control de maleza, cosecha, etc. Se deben podar todos los brotes que la planta emite entre el nivel del suelo y un metro de altura, con el fin de formar una canasta en la parte superior del tutor (López & Guido, 2002).

b. Poda sanitaria

Estas se hacen con el propósito de eliminar las partes de la planta que se encuentran afectadas por algún tipo de patógeno o insecto (López & Guido, 2002; Kondo *et al.*, 2013). Las partes vegetales afectadas deben eliminarse enterrándolas, aplicándoles cal en forma abundante

para luego taparlas con una capa de tierra mínimo de 30 centímetros, de esta manera se reduce la posibilidad de reinfección evitando que el inóculo quede en el campo y sea propagado por los operarios, el viento o por insectos. Las herramientas utilizadas en esta actividad deben ser desinfectadas después de cada corte (Kondo *et al.*, 2013). Esta poda debe efectuarse siempre que se observan vainas afectadas por plagas o enfermedades; usualmente se realizan podas fitosanitarias cada dos meses durante el periodo lluvioso (López & Guido, 2002).

c. Poda de producción

Consiste en eliminar los tallos y brotes improductivos que se encuentran en la parte interna de la planta (López & Guido, 2002; Kondo *et al.*, 2013). Es comúnmente conocida como poda de entresaca. Con este tipo de poda se logra concentrar la producción en pocas ramas ya que se regula el número de tallos improductivos (Kondo *et al.*, 2013).

Las podas de producción se deben realizar después del primer año de haber establecido el cultivo, ya que, de acuerdo con la teoría, la estabilización en la producción en pitahaya amarilla se da a partir de este año, donde la planta ha alcanzado el mayor vigor. El objetivo de esta poda es encontrar brotes reproductivos fértiles y bien ubicados que permitan una mejor calidad con rendimientos regulares. Las podas de producción se hacen en los cladodios terciarios que tengan una longitud superior a los 70 cm de longitud, esta poda que es la primera y consiste en despuntar el cladodio eliminando entre los 5 a 10 cm del extremo o ápice de crecimiento (Kondo *et al.*, 2013).

3.2.9.6. Fertilización

Uno de los componentes más importantes para el desarrollo de las plantas de pitahaya es la nutrición, tener un manejo adecuado en la nutrición influye directamente sobre el desarrollo fisiológico y sobre plagas y enfermedades (Kondo *et al.*, 2013).

Para la buena nutrición del cultivo, es importante aplicar un efectivo plan de fertilización, cuyo punto de partida son el análisis de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo para garantizar el buen desarrollo del mismo (ICA, 2012).

La fertilización por los productores de pitahaya, no se realiza basada en análisis de suelo, sino de forma empírica. Los productos aplicados son de tipo orgánico, químico o una mezcla de los dos. Dentro de los orgánicos, los más comunes son estiércol y composta. En los químicos se encuentran abonos simples y compuestos: cafetero (25-4-24), 15-15-15, fosfato di amónico (18-46-0), 10-30-10, entre otros. No es común la aplicación de fertilizantes foliares. Se realizan en algunas ocasiones para ayudar el desarrollo de la fruta (Alvarado *et al.*, 2015). La fertilización al suelo se realiza en forma circular, alrededor de la planta. Normalmente se hacen tres aplicaciones al año (López & Guido, 2002).

La pitahaya responde bien a las aplicaciones de fertilizantes, sobre todo de Nitrógeno, manteniéndola sana, vigorosa y productiva por mucho tiempo (hasta 25 años). El nitrógeno favorece el desarrollo de tallos y aumenta el porcentaje de flores prendidas; el fósforo contribuye a la floración y fructificación, y el potasio aumenta el grosor de la corteza de las vainas (López & Guido, 2002).

Para el correcto suministro de nutrientes, en terrenos con topografía irregular, se recomienda efectuar aplicaciones de fertilizantes en semicírculos a 30 cm de la planta y en la parte superior del suelo para evitar que el agua lo arrastre hacia las partes más bajas evitando su rápida volatilización. El fertilizante debe aplicarse sólo cuando haya suficiente humedad en el suelo (López & Guido, 2002).

Se recomienda alternar la fertilización con productos de síntesis química con materia orgánica compostada cada dos meses. Esto es recomendable teniendo en cuenta que el origen de la pitahaya amarilla

es de hábitats selváticos en donde ella dispone de abundante materia orgánica en el suelo (Kondo *et al.*, 2013).

Además de la respuesta positiva a la fertilización edáfica, la pitahaya responde bien a la fertilización foliar (Castillo, Calix, & Rodríguez, 1996). La fertilización foliar consiste en aplicar el fertilizante diluido en agua a la parte aérea de la planta en la época seca, con el objetivo de mantener en buenas condiciones la plantación; se recomienda, a partir del segundo. Para un mejor aprovechamiento, las aplicaciones deben efectuarse en horas tempranas, antes que salga el sol o al atardecer. Generalmente se efectúan entre tres y cuatro aplicaciones anuales. Existen indicaciones que este tipo de aplicación antes de las primeras lluvias y la floración disminuye la caída de las flores (López & Guido, 2002).

Los abonos foliares que se pueden usar son: Bayfolán®, Kinfo®, Newffol®, y úrea. Los dos primeros corrigen deficiencias de elementos menores como Zn, Cu, Mg, etc., el tercero aporta aminoácidos esenciales para los procesos fisiológicos de la planta y el último aporta nitrógeno (López & Guido, 2002).

3.2.9.7. Dosis de fertilización

Tabla 2. *Requerimientos nutritivos del cultivo de pitahaya.*

Edad del cultivo	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
Año 1	95	33	100
Año 2	140	50	150
Año 3	187	66	198
Año 4 al 20	187	66	198

Según (Jordan, Vásquez, & Veliz, 2009)

Según Castillo *et al.*, (1996), indica que, en el primer año, al establecer las plantas de pitahaya, se recomienda aplicar 50 gramos de fósforo,

de tal manera que se estimule el desarrollo de las raíces. Para tal propósito, se sugiere emplear el superfosfato (0-46-0). Dos meses después, se recomienda aplicar 50 gramos de nitrógeno por planta, para favorecer el crecimiento vegetativo. En este caso, el fertilizante indicado es la úrea (46-0-0).

En el segundo año, generalmente las plantas de pitahaya inician la producción. Se sugiere aplicar 75 gramos de triple 15 (15- 15-15) por planta, con el objetivo de mantener los niveles nutrimentales de la planta. Si se prefiere, se pueden hacer dos aplicaciones foliares de macronutrientes, a intervalos máximos de 15 días. Las lluvias en esta época son escasas, de tal manera que el agua del fertilizante foliar es aprovechada por las raíces adventicias y los tallos de la pitahaya (Castillo *et al.*, 1996).

Las pitahayas requieren mayor cantidad de nutrientes cuando comienza la formación de flores y frutos. Como se ha determinado que las plantas tienen mejor respuesta al nitrógeno (N) y al potasio (K) que al fósforo (P), y que el K es el elemento requerido en mayor cantidad durante la producción, se recomienda aplicar la fórmula 18-09-19-03(S). Para preparar dicha fórmula se pueden mezclar triple 15, úrea y sulfato de potasio. Cuando el período productivo casi ha finalizado, es conveniente aplicar úrea (46-0-0), a fin de favorecer el crecimiento vegetativo (Castillo *et al.*, 1996).

Para los años posteriores, se sugiere incrementar las dosis en 25 gramos, hasta alcanzar 200 gramos por planta, es decir, en el tercer año se aplican 100, en el cuarto 125, en el quinto 150, en el sexto 175 y en el séptimo 200 gramos; esta última cantidad se repite en los siguientes años, pues con el manejo la producción se estabiliza entre el sexto y séptimo año (Castillo *et al.*, 1996).

Para la fertilización foliar las dosis para su aplicación de los productos según (López & Guido, 2002); son las siguientes:

- Bayfolán: 2 litros disueltos en 200 litros de agua.
- Kinfol: 2 litros disueltos en 200 litros de agua.

- Newffol: 1 litro disuelto en 200 litros de agua.
- Úrea 46%: 2.27 kg disueltas en 200 litros de agua.

3.2.9.8. Problemas fitosanitarios

a. Mosca del botón floral de la pitahaya, *Dasiops saltans* (Townsend), (Díptera: Lonchaeidae)

Entre los problemas entomológicos se destaca la mosca del botón floral de la pitahaya *D. saltans*. Este insecto es la plaga de mayor importancia económica en la pitahaya amarilla, ya que se alimenta de las estructuras internas del botón floral, ocasionando el deterioro y caída, y como resultado la disminución de la producción potencial del cultivo (Kondo *et al.*, 2013).

Dasiops saltans generalmente está presente durante el periodo de floración, atacando los botones florales de la pitahaya amarilla el cual es el único hospedero conocido, sin embargo, se desconoce la actividad durante el periodo vegetativo de la planta (Kondo *et al.*, 2013).

b. Pudrición basal causada por *Fusarium* sp.

Esta enfermedad, se inicia con una lesión amarilla sobre la base del fruto, de máximo cinco milímetros de diámetro en el sitio donde éste se une a la penca. La afección va desarrollándose sobre la epidermis del fruto y dependiendo de las condiciones ambientales y nutricionales de la planta puede llegar a afectar hasta 50% de la superficie y reconociéndose por el color amarillo de la epidermis y una pudrición blanda de color café. La parte afectada siempre adquiere color amarillo, así el fruto no haya llegado a la madurez (Kondo *et al.*, 2013).

c. Antracnosis causada por *Colletotrichum* sp.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Colletotrichum* sp. El hongo ataca tallos y frutos, presentando manchas secas y hundidas de color negro (Organismo internacional de Sanidad Agropecuaria - OIRSA,

2000). Estas lesiones son rodeadas por un halo rojizo y en la parte exterior de color amarillo (Kondo *et al.*, 2013).

La enfermedad en los frutos se inicia desde que se abre la flor de la pitahaya (OIRSA, 2000). Donde se observan lesiones amarillas o pardas de consistencia blanda, las cuales pueden avanzar desde la base del fruto (Kondo *et al.*, 2013). En casos extremos los frutos se pudren completamente (OIRSA, 2000).

d. Ojo de pescado causada por *Dothiorella* sp.

Manchas circulares de color café con puntos rojo-anaranjados en el centro similar al ojo de un pez el cual llega a cubrir casi todo el tallo si no se combate a tiempo, y disminuye la capacidad fotosintética de la planta (López & Guido, 2002).

e. Pudrición suave de la penca causada por *Erwinia* sp.

Erwinia sp. es una bacteria que puede vivir en condiciones de escasez de oxígeno; afecta a las pencas de la pitahaya, que presentan síntomas de manchas amarillas de aspecto húmedo (ICA, 2012). A medida que estas manchas van desarrollándose, se hinchan, originando posteriormente una pudrición acuosa que emite un olor desagradable. En estados más avanzados, pudre toda la planta dejando solo la parte leñosa de los tallos (Kondo *et al.*, 2013).

La bacteria, que penetra por las heridas presente en los tejidos, se puede diseminar por medio de herramientas contaminadas y de insectos. Su desarrollo se favorece por condiciones de alta humedad relativa y alta temperatura (ICA, 2012; Kondo *et al.*, 2013).

3.2.9.9. Manejo integrado fitosanitario

El manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de pitahaya integra métodos preventivos que inician desde el momento de la selección del material de propagación sano y viable para las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se va a establecer el cultivo. Continúa con una adecuada preparación del suelo, para luego realizar

las labores culturales a tiempo. Durante todo el ciclo del cultivo debe hacerse un monitoreo periódico y continuo que permitirá controlar de manera efectiva y a tiempo cualquier plaga o enfermedad que se presente, evitando llegar al umbral de daño económico y asegurando un bajo impacto ambiental al disminuir el uso de insumos químicos (ICA, 2012).

Para el manejo de las plagas y enfermedades más limitantes se recomienda implementar las siguientes prácticas: selección de material sano para la siembra, podas fitosanitarias, solarización de fuentes infectadas y retiro del campo de cultivo, desinfección de herramientas, manejo de malezas, instalación de trampas entomológicas para el caso la mosca del botón floral, aplicación de productos fungicidas e insecticidas (SAGARPA; OIRSA, 2000; López & Guido, 2002; ICA, 2012; Kondo *et al.*, 2013).

3.2.9.10. Cosecha y clasificación

Las actividades de cosecha en el cultivo de pitahaya amarilla empiezan entre uno y dos años después del trasplante, dependiendo del tamaño de la semilla vegetativa utilizada, de la altitud o piso climático en donde se localiza el cultivo y de la forma de propagación. La maduración de los frutos ocurre primero en la parte basal y va ascendiendo a las partes medias y altas (Kondo *et al.*, 2013).

La clasificación de frutos se realiza por categorías de acuerdo a su peso (Orrico, 2013).

- Categoría I: ≥ 150 g
- Categoría II: 80 -149 g
- Categoría III: descarte

3.2.9.11. Comercialización

Europa, Estados Unidos y Asia son mercados objetivos para productores de frutas exóticas de cactus trepadores como la pitahaya. Los requerimientos de dichos mercados se definen en términos de la

calidad de la pulpa, tamaño de la fruta y la estabilidad de la oferta del producto durante la temporada (Jordan *et al.*, 2009).

A nivel mundial Estados Unidos y Europa son los principales mercados de pitahaya fresca, congelada, y pulpa congelada. En Europa, que se abastece durante todo el año, los principales de destino son Bélgica, Dinamarca, Francia, Suecia, Reino Unido, Holanda, España, Alemania, Finlandia (Jordan *et al.*, 2009).

3.2.10. Nutrición

3.2.10.1. Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Noriega, 2001).

3.2.10.2. Nutrientes

El nitrógeno, como el fósforo y potasio, nutrientes principales de las plantas, es necesario para el desarrollo de las mismas. Se encuentra en los tejidos meristemáticos, o de crecimiento, raíces finas, botones de yema, hojas, flores y frutos, sin que sea posible una evolución normal de los vegetales en ausencia del nitrógeno (Fernandez & Del Caz, 1982).

3.2.10.3. Nitrógeno

Los suelos tienden a ser más deficientes en nitrógeno que en cualquier otro elemento. Desde el suelo se absorben dos formas iónicas básicas del nitrógeno: nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). Como el nitrógeno se encuentra presente en muchos compuestos esenciales, no sorprende en absoluto que el crecimiento sea lento si no se añade nitrógeno. Las plantas que contienen una cantidad de nitrógeno que limita su crecimiento muestran unos síntomas de deficiencia tal como una clorosis general, generalmente en las hojas más antiguas. En casos severos, estas hojas se vuelven completamente amarillas y después se queman, a medida que van muriendo. A menudo caen de la planta

durante estas dos etapas. Las hojas más jóvenes se conservan verdes durante más tiempo porque reciben alguna forma soluble de nitrógeno, proveniente de las hojas más antiguas (Salisbury & Ross, 2000).

La abundancia nitrogenada en la planta presenta signos contrarios a la deficiencia. Cantidades excesivas originan plantas muy suculentas, con pocas partes leñosas, disminución muy marcada en el desarrollo de las raíces y con amplio desarrollo vegetal aéreo (García & Blaya, 2003).

3.2.10.4. Fósforo

El fósforo interviene activamente en los procesos de crecimiento de la planta. La deficiencia de este elemento origina un desarrollo débil, con hojas de menor tamaño y coloración de tonalidad azul verdosa oscura, con tinte bronceado o púrpura. Las hojas más viejas son las que presentan mayores síntomas de deficiencia. La madurez del fruto se retrasa, sobre todo en las cosechas en donde se recolecta la semilla (Yague, 2002).

3.2.10.5. Potasio

El potasio se encuentra en las células y en el fluido de las plantas. El potasio es muy rápidamente absorbido y la mayor parte está en el componente líquido de la célula en forma soluble. Es un elemento muy móvil en la planta y se mueve sueltamente desde los tejidos viejos hacia los puntos de crecimiento de raíces y parte aérea. El potasio, es en muchas ocasiones, tomado más tempranamente que el nitrógeno y el fósforo y su asimilación se incrementa más rápido que la producción de materia seca. Esto significa, que el potasio se acumula temprano en el período de crecimiento y luego es trasladado a otras áreas y de manera especial para el caso de la rosa, la toma temprana de potasio provoca el alargamiento de tallos y de flores, encontrándose por este motivo altas concentraciones de este elemento en estos órganos de la planta (1.83 % a 2.33 % en tallos y 2.17 % a 3.06 % K en las flores) (Padilla, 2007).

3.2.11. Hormonas vegetales o fitohormonas

Las hormonas son señales químicas que facilitan la comunicación entre las células y coordinan sus actividades. El control de la respuesta hormonal se lleva a cabo a través de cambios en la concentración y la sensibilidad de los tejidos a las hormonas (Azcón & Talón, 2008).

Las funciones de las hormonas vegetales se solapan ampliamente, por lo que la regulación hormonal del desarrollo de las plantas debe contemplarse desde la perspectiva de una interacción entre los distintos grupos de hormonas. Las células responden a las señales hormonales mediante un sistema de acoplamiento estímulo-respuesta que requiere el reconocimiento de la hormona por un receptor y la utilización subsiguiente de una serie de moléculas capaces de transmitir la señal que activará la respuesta. El conjunto constituye la denominada cadena de transducción de la señal hormonal o ruta de señalización (Azcón & Talón, 2008).

3.2.11.1. Las fitohormonas en la fruticultura

Las fitohormonas o fitorreguladores son compuestos orgánicos de origen natural que aplicando en concentraciones pequeñas aceleran o alteran el funcionamiento de los frutales. Los fitorreguladores actúan inhibiendo o estimulando el crecimiento y formación de órganos; la actuación de los reguladores de crecimiento sobre los frutales no es solo por las concentraciones sino también por el equilibrio existente entre hormonas. También es importante tener conocimiento de dos cosas desde el punto de vista técnico como: momento de la aplicación y la concentración (Quilambaqui, 2003).

Los fitorreguladores son aplicados con conocimiento para obtener la efectividad deseada sobre los frutales, en la actualidad se aplican con la finalidad de incrementar la rentabilidad y beneficios del cultivo. El momento de aplicar depende mucho en qué estado se encuentre el cultivo (Quilambaqui, 2003).

Las aplicaciones de fitohormonas en la fruticultura siempre buscaran un objetivo los cuales pueden ser como, provocar o estimular la floración, incrementar la fructificación, adelantar o retrasar la

maduración de los frutos, evitar a caída prematura de los frutos y estimular el desarrollo del sistema radicular (Quilambaqui, 2003).

3.2.11.2. Fitohormonas promotoras del crecimiento

a. Auxinas

Fisiológicamente, las auxinas desencadenan reacciones que estimulan el crecimiento vegetal e inhiben los procesos de senescencia (Ortuño, Díaz, & Del Rio, 2015). Las auxinas participan en muchos procesos del desarrollo vegetal: crecimiento, dominancia apical, enraizamiento, partenocarpia, tropismos, abscisión, etc., por ello se utilizan como fitorreguladores auxinas sintéticas, con numerosas aplicaciones agronómicas y biotecnológicas (Azcón & Talón, 2008).

Las auxinas favorecen el crecimiento porque modifican la extensibilidad celular, al producir factores que ablandan la pared. Uno de estos factores podría ser la acidificación del espacio apoplástico (Azcón & Talón, 2008).

b. Giberelinas

Las giberelinas (GAs) constituyen una amplia familia de diterpenos ácidos que regulan el crecimiento y desarrollo en los vegetales superiores (Ortuño *et al.*, 2015). Los genes de respuesta de las GAs son numerosos y participan en la regulación de procesos básicos del desarrollo vegetativo y reproductivo, como la germinación, el crecimiento del tallo, la inducción floral y el desarrollo de los frutos (Azcón & Talón, 2008).

c. Citoquininas

Las citoquininas son hormonas que promueven la división celular, y ejercen otras funciones reguladoras del crecimiento de las plantas como la proliferación de yemas axilares, neoformación de órganos, desarrollo de cloroplastos, senescencia y control del estado nutritivo de la planta. En la mayor parte de estos procesos, las citoquininas actúan en concierto con otros estímulos hormonales y ambientales. (Azcón & Talón, 2008).

3.2.12. Fertilizantes

a. Urea

Urea con 46 por ciento de N, es la mayor fuente de nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de N. Sin embargo, su aplicación requiere excepcionalmente buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas por evaporación de amoníaco en el aire. La urea debería ser aplicada sólo cuando sea posible incorporarla inmediatamente en el suelo después de esparcida o cuando la lluvia se espera en pocas horas después de la aplicación (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes - IFA, 2002).

b. Fosfato di amónico

El fosfato di amónico (DAP) es el fertilizante fosfatado más utilizado en el mundo. Está hecho de dos componentes comunes de la industria de los fertilizantes y es popular debido a su contenido de nutrientes relativamente alto y sus excelentes propiedades físicas (International Plant Nutrition Institute - IPNI).

El DAP tiene excelentes propiedades de manejo y almacenamiento. El grado estándar del DAP es 18-46-0 y productos fertilizantes con menor contenido de nutrientes no pueden ser etiquetados como DAP (IPNI).

El DAP es una excelente fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. Una característica notable del DAP es el pH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución (IPNI).

Fosfato di amónico (DAP) $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ tiene un efecto residual ácido sobre los suelos, aunque inicialmente tiene una reacción alcalina (debido al HPO_4^{2-}), por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos (Ginés & Mariscal, 2002).

c. Cloruro de Potasio

Cloruro potásico, con hasta 60 por ciento de K_2O , es el fertilizante potásico simple líder usado en la mayoría de los cultivos. En cultivos sensibles al cloro o en los cuales el azufre se necesita, se usa el sulfato potásico con el 50 por ciento

de K₂O y 18 por ciento de azufre. Sin embargo, como con los fertilizantes fosfatados, una gran parte de K₂O es aplicada en la forma de fertilizantes NPK y PK (IFA, 2002).

Cloruro potásico (KCl); Aunque es una sal neutra, puede presentarse como potencialmente ácida, ya que el K⁺, se absorbe por la planta con una intensidad muy superior al Cl⁻. Este anión puede reaccionar con el calcio del suelo formando CaCl₂, muy soluble, que es fuertemente lixiviado. El Ca²⁺ desplazado del complejo adsorbente y perdido por lixiviación puede ser sustituido por otros cationes o bien por H⁺, en cuyo caso la descalcificación es preludeo de la acidificación del suelo. Por lo que en principio no es recomendable para suelos ácidos y pobres en calcio. En caso opuesto: es decir, en suelos calizos o con alto contenido en cal activa y fuerte efecto closante, el KCl es un fertilizante potásico recomendable (Ginés & Mariscal, 2002).

El KCl aumenta el contenido de sales solubles en suelo, por lo que puede presentar problemas en el caso de suelos salinos, en el caso de utilizan aguas salinas en el riego o en cultivos poco tolerantes al cloro (Ginés & Mariscal, 2002).

3.2.13. Regulador de crecimiento biológico

3.2.13.1. Triggrr – Trihormonal SL

Según (Farmex S.A.), empresa formuladora y distribuidora, presentamos la ficha técnica del producto.

a. Ingrediente activo

Citoquininas + Auxinas + Giberelinas

b. Composición química

Tabla 3. *Composición química.*

Composición química	
Citoquininas (como kinetina)	0,132 g/L
Auxinas	0,050 g/L
Giberelinas	0,050 g/L
Elementos minerales	77,70 g/L
Materiales inertes (c.s.p.)	1L

c. Indicaciones de uso y manejo

Triggrr – Trihormonal SL, es un regulador de crecimiento de plantas que se aplica al follaje para incrementar rendimientos y mejorar la calidad de las cosechas. Contiene citoquininas, auxinas y giberelinas; sustancias biológicas naturales balanceadas y elementos menores quelatizados; indispensables para el óptimo metabolismo de las plantas.

Tabla 4. *Sistema de preparación y aplicación*

Cultivo	Dosis	Momento de aplicación
Pimiento	0,5 L/ha	Aplicar a los 30 días después del trasplante. La segunda aplicación es a los 30 días después de la primera aplicación.
Cebolla	,5 L/ha	Aplicar a los 20 días después del trasplante. La segunda aplicación es a los 30 días después de la primera aplicación.
Tomate	0,5 L/ha	Primera aplicación: a inicios de floración. Segunda aplicación 15 después de la segunda aplicación.
Alcachofa	0,5 L/200L	Primera aplicación: 75 días después del trasplante durante el desarrollo vegetativo. Segunda aplicación 15 después de la primera aplicación, previa a la floración o emisión de capítulos. Tercera aplicación: 15 días después, durante la formación de capítulos.
Fresa	0,5 L/200L	Primera aplicación: a los 40 días después del trasplante y la segunda: a los 10 días después de la primera

d. Compatibilidad

Triggrr – Trihormonal SL, es compatible con la mayoría de plaguicidas y puede ser mezclado con insecticidas o fungicidas. Para comprobar la compatibilidad, mezclar en un recipiente cantidades proporcionales diluidas de Triggrr -Trihormonal SL y el otro plaguicida o sustancia afín. Agitar la mezcla y dejar reposar durante quince (15) minutos. La formación de un precipitado que no se dispersa indica la incompatibilidad de los productos.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Características del sitio experimental

La investigación se realizó en una parcela con cultivo de pitahaya instalada de la especie *Selenicereus megalanthus* “pitahaya amarilla” de 2.5 años de edad y en estado productivo. Donde las principales características en que desarrollo la investigación se muestran a continuación.

4.1.1. Ubicación del área de estudio

Región : Amazonas
Provincia : Bongara
Distrito : Churuja
Altitud : 1458 m.s.n.m
Coordenadas : 175282E 9331443N

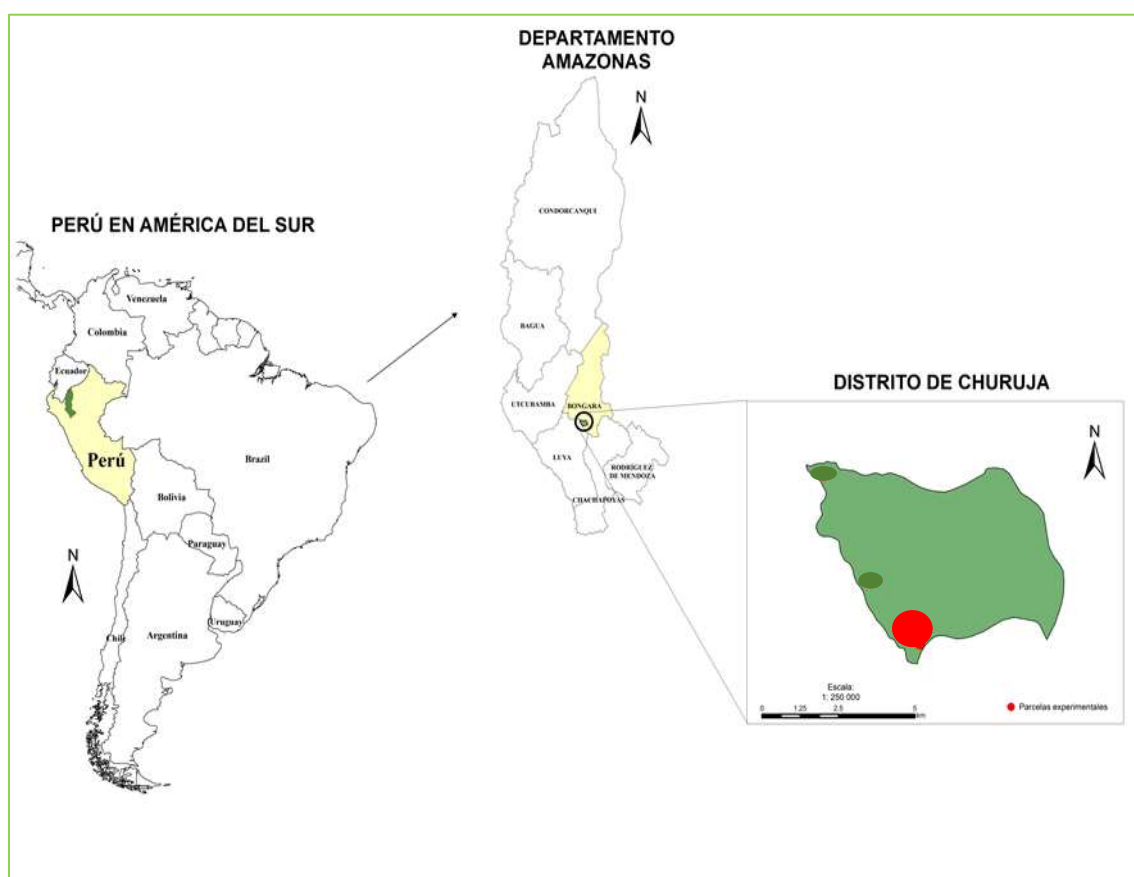


Figura 1. Mapa de ubicación de la parcela experimental.

4.1.2. Características agroclimáticas

Precipitación promedio anual: 913 mm

Temperatura promedio : 19 °C

Humedad relativa : 85 %

Zona ecológica : Bosque húmedo tropical

Tabla 5. *Características climáticas del campo experimental durante el año 2017.*

Mes	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
Enero	20.1	80.9	45.9
Febrero	20.2	79.5	89.3
Marzo	19.6	86.9	71.2
Abril	19.6	87	35.3
Mayo	19.3	88.8	192.8
Junio	18.9	87.4	135.8
Julio	17.8	83.6	13.4
Agosto	19.2	82.1	13.4
Septiembre	18.6	87.3	65.3
Octubre	19.8	82.9	88.8
Noviembre	18.6	87.3	84.7
Diciembre	19.3	85.4	76.7
Total	19.3	84.9	912.6

4.1.3. Características edafológicas

Capacidad de drenaje: Buena

Topografía : Ligeramente inclinada

Textura : Franco arenoso

4.1.4. Características físico – químicas del suelo

Tabla 6. *Características físico – químicas del suelo del campo experimental.*

pH (1:1)	C.E (1:1)	P	K	M.O	N	Clase textural	CIC
	mS/cm	ppm	ppm	%	%		meq/100g
8.13	0.3	6.2	152.82	4.31	0.22	Fr.A.	25.77
Mod. alcalino	Muy lig. Salino	Bajo	Medio	Alto	Medio	Franco Arenoso	Alto

4.1.5. Tecnología del cultivo

La investigación se realizó en plantaciones de pitahaya de 2.5 años en estado productivo, instaladas mediante un diseño de 3 bolillo, con distanciamiento de 3 x 3 m haciendo un total de 1111 plantas por hectárea, con tutores de cemento, cultivo expuesto a plena exposición solar.

4.1.6. Desarrollo fenológico del cultivo

El cultivo de la pitaya amarilla normalmente presenta 3 cosechas en el año, siendo las cosechas de abril y diciembre las de mayor producción y la cosecha de agosto tan solo representa una producción mínima.

El desarrollo fenológico reproductivo desde la formación del botón floral – Floración – Antesis – Desarrollo del fruto – Cosecha, tiene una duración de 111 días, bajo las condiciones del distrito de Churuja - Amazonas.

ETAPA DEL CULTIVO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Crecimiento vegetativo												
Botones florales												
Floración - Antesis												
Llenado de frutos												
Cosecha												

Figura 2. Distribución anual de las etapas fenológicas del cultivo de pitahaya amarilla para el año 2017.

4.2. Material experimental

Material de campo

- Palana
- Machete
- Tijeras de podar de una mano
- Cinta métrica
- Mochila de fumigar de 20 litros

- Moto guadaña
- Probeta
- Guantes de cuero
- Escobillas
- Jabas plásticas
- Tableros de campo

Insumos

- Plantas de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) de tres años de edad.
- Fertilizantes
Urea (46-00-00)
Fosfato Di Amonio (18-46-00)
Cloruro de potasio (00-00-60)
- Fitohormonas
Trigrrr – Trihormonal (auxinas – giberelinas – citoquininas)
- Adherente

Material de recolección y procesamiento de datos

- Cuaderno de campo
- GPS
- Cámara fotográfica semiprofesional
- Balanza granera
- Calibrador (vernier digital)
- Computadora
- Programa estadístico

4.3. Diseño de la investigación

En esta investigación por tratarse de un ensayo experimental, se empleó un Diseño con Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo bifactorial de 3^2 , con 3 repeticiones y 9 tratamientos (27 parcelas experimentales), cada tratamiento con 3 submuestras (plantas); donde los factores que interactúan son la fertilización y fitohormonas. Así cada factor tendrá tres niveles respectivamente.

4.3.1. Factores de estudio

Factor Fertilizantes (A):

- A1 = fertilizante: 0 g NPK/planta (0 g N + 0 g P + 0 g K)
- A2 = fertilizante: 136 g NPK/planta (78 g N + 28 g P + 30 g K)
- A3 = fertilizante: 202 g NPK/planta (106 g N + 38 g P + 58 g K)

Factor fitohormonas (B):

- B1 = fitohormonas (0 ml de producto Tri hormonal/litro de agua)
- B2 = fitohormonas (25 ml de producto Tri hormonal/20 litros de agua)
- B3 = fitohormonas (50 ml de producto Tri hormonal/20 litros de agua)

4.3.2. Interacciones

Se evaluaron nueve interacciones que resultan de la combinación de los niveles de los dos factores en estudio, detallados en la tabla 6.

Tabla 7. *Interacciones para evaluar el efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de pitahaya.*

Tratamiento	Interacciones	Descripción
t1	A1B1	0 g NPK + 0 ml de Trihormonal (Testigo Absoluto)
t2	A1B2	0 g NPK + 25 ml de Trihormonal
t3	A1B3	0 g NPK + 50 ml de Trihormonal
t4	A2B1	136 g NPK + 0 ml de Trihormonal
t5	A2B2	136 g NPK + 25 ml de Trihormonal
t6	A2B3	136 g NPK + 50 ml de Trihormonal
t7	A3B1	202 g NPK + 0 ml de Trihormonal
t8	A3B2	202 g NPK + 25 ml de Trihormonal
t9	A3B3	202 g NPK + 50 ml de Trihormonal

4.4. Características del experimento

- Área total del experimento: 1215 m²
- Área por repetición: 405 m²
- Área por unidad experimental: 45 m²
- Separación entre unidades experimentales: 3 m
- Número de tratamientos: 9
- Número total de plantas: 81
- Número de plantas por repetición: 27
- Tratamiento (unidad experimental): Estuvo conformada 3 plantas de pitahaya.

- Número de repeticiones: La investigación se implementará con 3 repeticiones (bloques).

4.5. Población y muestra

Población: Especie *Selenicereus megalanthus* “pitahaya amarilla” de 2.5 años de edad en estado productivo, cultivadas bajo las condiciones del distrito de Churuja, provincia de Bongara, Amazonas.

Muestra: La muestra fue de 3 plantas por cada unidad experimental; obteniendo un total de 81 plantas evaluadas. La muestra fue igual a la población, todas las plantas de cada tratamiento se evaluaron.

4.6. Análisis estadístico

4.6.1. Diseño experimental

En la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con un arreglo factorial de 3^2 .

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \rho_i + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Nivel de productividad en el i-esima dosis de fertilizantes, j-esima dosis de fitohormonas, k-esima repetición.

μ : Efecto de la media general.

A_i : Efecto de la i-esima fertilización.

B_j : Efecto de la j- esima fitohormonas.

AB_{ij} : Efecto de la interacción entre fertilizantes y fitohormonas.

ρ_i : Porcentaje relativo

E_{ijk} : Error experimental

$$i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b; k = 1, 2, \dots, r \text{ (bloques)}$$

Nivel de significancia (α) : 5%

Nivel de confianza (1- α) :95%

Prueba de comparaciones múltiples: Para las comparaciones múltiples se utilizó la prueba estadística de distribución Tukey con 95 % de nivel de confianza

Programa estadístico: Los datos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados con el MINITAB 15.0.

4.6.2. Esquema de análisis de varianza

Tabla 8. *Análisis de varianza (ANOVA)*

F de V	GL
Tratamientos	8
Fertilizantes (A)	2
Fitohormonas (B)	2
A x B interacción	4
Repeticiones	2
Error Experimental	18
Total	26

4.7. Variables de estudio y metodología de evaluación

Para la evaluación de los tratamientos establecidos en esta investigación se consideró importante la evaluación de las variables productivas como: número de botones florales, número de flores, número de frutos cuajados, número de frutos cosechados, peso fresco de frutos, diámetro de frutos, longitud de frutos y rendimiento.

Las variables fueron evaluadas en un ciclo productivo que comprendió desde el 02 de septiembre al 22 de diciembre del 2017. Se evaluaron 3 plantas por tratamiento de cada repetición.

4.7.1. Botones florales

Para la evaluación de esta variable fue necesario contabilizar el número de botones florales de las plantas evaluadas de cada tratamiento, que se presentaron en el transcurso del ciclo productivo.

4.7.2. Flores

Para la obtención de esta variable se realizó la cuantificación de las flores que se presentaron durante el ciclo de floración de las plantas evaluadas de cada tratamiento.

4.7.3. Cuajado de frutos

Para la evaluación de esta variable fue necesario contabilizar el número de frutos cuajados de las plantas evaluadas de cada tratamiento, que se presentaron en el transcurso del ciclo productivo.

4.7.4. Frutos cosechados

Para la evaluación de esta variable se recolecto los frutos, cuando estos presentaron una madurez comercial y luego se cuantifico el número de frutos producidos de las plantas evaluadas de cada tratamiento, que se presentaron en el transcurso del ciclo productivo.

4.7.5. Longitud de fruto

Utilizando un vernier digital se realizó la medición de longitud (diámetro polar) de los frutos recolectados de las plantas evaluadas de cada tratamiento. Las lecturas tomadas del calibrador se expresaron en cm.

4.7.6. Diámetro de fruto

Para esta variable, igual que el procedimiento anterior se utilizó un vernier digital para realizar la medición del diámetro (diámetro ecuatorial) de los frutos recolectados de las plantas evaluadas de cada tratamiento. Las lecturas tomadas del calibrador se expresaron en cm.

4.7.7. Peso de fruto

Para la evaluación de esta variable se utilizó una balanza granera para registrar el peso correspondiente de los frutos recolectados de las plantas evaluadas de cada.

4.7.8. Rendimiento

Para la obtención de esta variable se registró el peso total de la producción de las plantas evaluadas de cada tratamiento y se expresó en kilogramos por planta y toneladas por hectárea.

4.8. Procedimiento metodológico

4.8.1. Identificación del área de estudio para la investigación.

Se determinó el lugar y el área específica para llevar a cabo la instalación del proyecto.

4.8.2. Muestreo de suelo

Para efectuar el análisis del suelo se tomaron muestras utilizando el método de Zig - Zag, tratando de cubrir toda el área de investigación, las muestras se tomaron a una profundidad de 0-30 cm, el cual se envió al Laboratorio de

Investigación de Suelos y Aguas del INDES-CES de la "Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas" (UNTRM); para su respectivo análisis de caracterización.

4.8.3. Preparación de parcelas experimentales

Primero se realizó el reconocimiento del terreno de cada parcela y deshierbo del cultivo de pitahaya. Posteriormente se procedió a la delimitación y trazado de las parcelas experimentales de acuerdo al diseño establecido en el presente trabajo de investigación. Finalmente realizamos podas de producción a todas las unidades experimentales sin excepción alguna con la finalidad de eliminar partes vegetativas improductivas o que han sido dañadas por proceso de cosecha de la campaña anterior o por problemas fitosanitarios.

4.8.4. Preparación de tratamientos

a. Niveles de fertilizante

La preparación de los niveles de fertilizantes se realizó de acuerdo al análisis de suelo y los requerimientos del cultivo propuesto por (Jordan *et al.*, 2009), tomando en cuenta las dosis programadas para el nitrógeno, fósforo y potasio. La dosis de fertilizantes fue preparada a base de tres fertilizantes químicos de síntesis (urea, fosfato di amónico y cloruro de potasio), obteniendo una mezcla compuesta de fertilizante y concentrando los 3 macronutrientes esenciales para el desarrollo del cultivo (nitrógeno, fosforo y potasio). Las dosis con las que se trabajó son:

- Dosis de 0 g NPK/planta = 0 g de N + 0 g P + 0g K
- Dosis de 136 g de NPK/planta = 78 g de N + 28 g P + 30 g K.
- Dosis de 202 g de NPK/planta = 106 g de N + 38 g P + 58 g K.

b. Niveles de fitohormona

La dosis de fitohormonas fue a base de un producto Tri hormonal que contiene como ingrediente activo auxinas, giberelinas y citoquininas y, fueron expresadas en ml de producto Tri hormonal/20 litros de agua. Las dosis con las que se trabajó fueron las siguientes:

- Dosis de 0 ml de Trihormonal/L de agua
- Dosis de 25 ml de Trihormonal/ 20 L de agua
- Dosis de 50 ml de Trihormonal/ 20 L de agua

4.8.5. Aplicación de tratamientos

a. Fertilizante

Los fertilizantes fueron suministrados alrededor del tallo de la planta a una distancia de 45- 50 cm, en un diámetro de faja circular de 10 cm. Se aplicó en forma circular o en media luna dependiendo de las características de la pendiente del terreno. La aplicación fue en forma fraccionada 50% N, 50% P₂O₅ y 50% K₂O etapa de prefloración el 19 de abril de 2017 y el 50 % restante al inicio de floración del cultivo el 02 de octubre del mismo año.

b. Fitohormona

La aplicación de las fitohormonas se realizó en 3 oportunidades siendo las dos primeras en etapa de prefloración, el 19 de abril y julio de 2017 respectivamente; y finalmente la tercera aplicación en etapa de cuajado de fruto, el 08 de noviembre del mismo año. Esto se realizó teniendo en cuenta los niveles ya establecidos de fitohormonas para los tratamientos, para el caso del testigo las plantas fueron tan solo asperjadas con agua. El momento de aplicación fueron en las primeras horas (6:00 a 8:00 am) del día, con la finalidad de tener un mejor aprovechamiento; ya que este cultivo presenta un metabolismo de plantas CAM.

Para conocer la cantidad de volumen de agua necesario para la aplicación de fitohormonas en solución se realizó una prueba en blanco.

Calibración de la mochila asperjadora:

- Se colocó en la bomba una cantidad de agua, puede ser 10 litros.
- Se seleccionó tres plantas de pitahaya.
- Luego se aplicó el agua en las tres plantas, de la misma manera que aplicaría las dosis de fitohormonas.
- Después de la aplicación, se midió la cantidad de agua que queda en la bomba para saber la cantidad de agua gastada en las tres plantas.
- La cantidad de agua gastada se multiplicará por el número de plantas que se necesita aplicar y se dividirá entre las tres plantas.

- Finalmente, se obtenía la cantidad de agua para aplicar las dosis de fitohormonas en todas las plantas del experimento que se tiene.

4.8.6. Manejo de la investigación

a. Control de malezas

Para manejo de malezas se utilizó moto guadaña y se realizó de forma continua con la finalidad de evitar competencias por nutrientes, agua, espacio, diseminación de problemas fitosanitarios y luz con el cultivo.

b. Podas

Esta labor se realizó con una tijera de podar de una mano, con finalidad de eliminar tallos deformes o improductivos.

V. RESULTADOS

En la tabla 8, se observa el resultado de análisis de varianza al $p < 0.05$ de significancia de las variables de producción evaluadas en el cultivo de pitahaya, a tres niveles de fertilizante (0, 136, 202 g de NPK) y fitohormona (0, 25, 50 ml de Trihormonal). Donde podemos observar que para los niveles del factor fertilizante si existe diferencia estadística significativa en las variables de estudio como BF, F, FC, FR, LF, DF, PF, R(kg/p), R(tn/ha); así mismo para los niveles del factor fitohormona existe diferencia estadística significativa en BF, F, FC, FR, PF, R(kg/p), R(tn/ha). Entre la interacción de los niveles de factores también existe diferencia significativa para las variables de estudio como BF, F, FC, Fc, R(kg/p), R(tn/ha).

Tabla 9. Análisis de varianza de variables evaluadas a tres niveles de fertilizante y fitohormona.

Fuente	GL	BF	F	FC	Fc	LF	DF	PF	R(kg/p)	R(tn/ha)
Fertilizante	2	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*	0.002*	0.001*	0.000*	0.000*
Fitohormona	2	0.003*	0.000*	0.000*	0.000*	0.064 ^{ns}	0.053 ^{ns}	0.023*	0.008*	0.008*
Interacción	4	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.091 ^{ns}	0.059 ^{ns}	0.370 ^{ns}	0.000*	0.000*
Error	72									
Total	80									

ns = no significativo $p > 0.05$

* = significativo $p < 0.05$

BF = botones florales, F = flores, FC = frutos cuajados, Fc = frutos cosechados, LF= longitud de fruto, DF = diámetro de fruto, PF = peso de fruto, R(kg/p) = rendimiento kg de fruta por planta, R(tn/ha) = rendimiento tn de fruta/hectárea.

5.1. Número de botones florales

En la figura 3, se evidencia que existe diferencia significativa en el número de botones florales según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante, niveles de fitohormona e interacciones. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 g de NPK, se obtuvo 9 botones florales, mientras que con 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 16 botones florales respectivamente para ambos niveles; del mismo modo para los niveles de fitohormonas, con el nivel de Trihormonal a 0 ml, se obtuvo 10 botones florales, mientras que con 25 ml y 50 ml se obtuvo 12 y 18 botones florales respectivamente. Para la interacción se evidencio que los niveles de 136 g de NPK con 50 ml Trihormonal presento mejores resultados evidenciando diferencias significativas respecto a las demás interacciones con un valor de 26 botones florales, por el contrario, la interacción que presento el menor efecto es el nivel de 0 g de NPK con 0 ml de Trihormonal con valor de 7 botones florales.

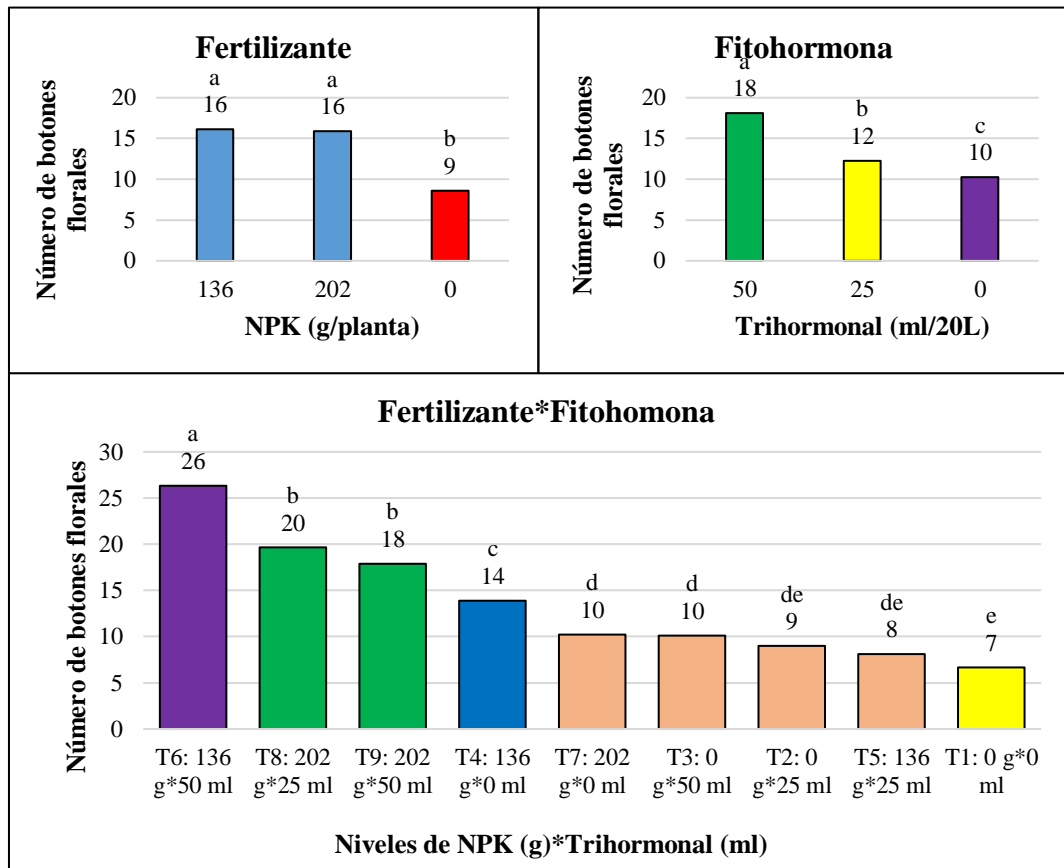


Figura 3. Número de botones florales según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacción.

5.2. Número de flores

En la figura 4, se evidencia que existe diferencia significativa en el número de flores según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante, niveles de fitohormona e interacciones. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 gr de NPK, se obtuvo 6 flores, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 12 flores respectivamente; del mismo modo para los niveles de fitohormonas, con el nivel de Trihormonal 0 ml, se obtuvo 7 frutos cuajados, mientras que con los niveles de 25 ml y 50 ml se obtuvo 9 y 13 flores respectivamente. Para la interacción se evidencio que el nivel de 136 g de NPK con 50 ml de Trihormonal presento los mejores resultados difiriendo significativamente respecto a las demás interacciones con un valor de 19 flores, por el contrario, el que presento el menor efecto es el nivel de 0 g de NPK con 0 ml de Trihormonal con valor de 4 botones florales.

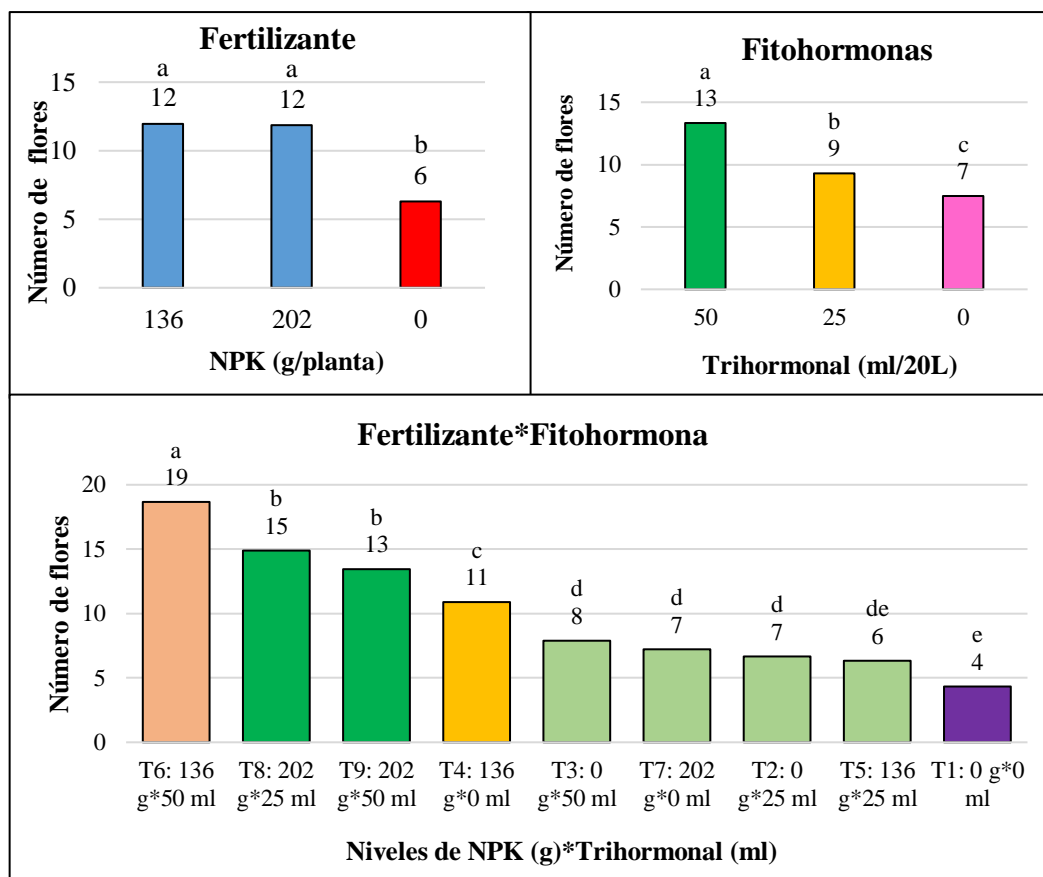


Figura 4. Número de flores según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.3. Número de frutos cuajados

En la figura 5, se evidencia que existe diferencia significativa en el número de frutos cuajados según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante, niveles de fitohormona e interacciones. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 g de NPK, se obtuvo 6 frutos cuajados, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 11 frutos cuajados respectivamente; del mismo modo para los niveles de fitohormonas, con el nivel de Trihormonal a 0 ml, se obtuvo 7 frutos cuajados, mientras que con 25 ml y 50 ml se obtuvo 9 y 12 frutos cuajados respectivamente. Para la interacción se evidencio que el nivel de 136 g NPK combinado con 50 ml Trihormonal presento mayor diferencia significativa respecto a las demás interacciones con un valor de 17 frutos cuajados, por el contrario, el que presento el menor efecto es el nivel de 0 g NPK combinado con 0 ml Trihormonal obteniendo un valor de 4 frutos cuajados.

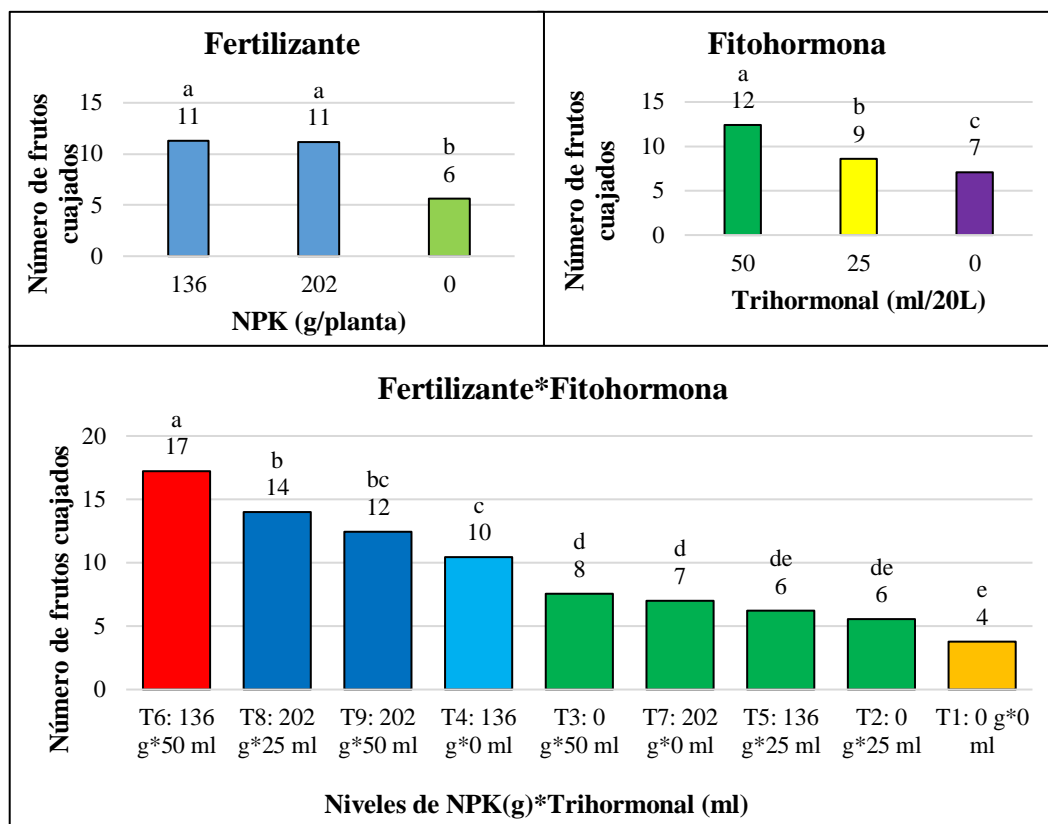


Figura 5. Número frutos cuajados según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.4. Número de frutos cosechados

En la figura 6, se evidencia que existe diferencia significativa en el número de frutos cosechados según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante, niveles de fitohormona e interacciones. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 gr de NPK, se obtuvo 5 frutos cosechados, mientras que con 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 11 frutos cosechados respectivamente; así mismo para el factor fitohormona, con el nivel de Trihormonal a 0 ml, se obtuvo 7 frutos cosechados, mientras que con 25 ml y 50 ml se obtuvo 8 y 12 frutos cosechados respectivamente. Para la interacción se evidencio que el nivel de 136 g de NPK combinado con 50 ml de Trihormonal presento mayor diferencia significativa respecto a las demás interacciones con un valor de 16 frutos cosechados, por el contrario, la interacción que presento el menor efecto es el nivel de 0 g de NPK combinado con 0 ml de Trihormonal con valor de 4 frutos cosechados.

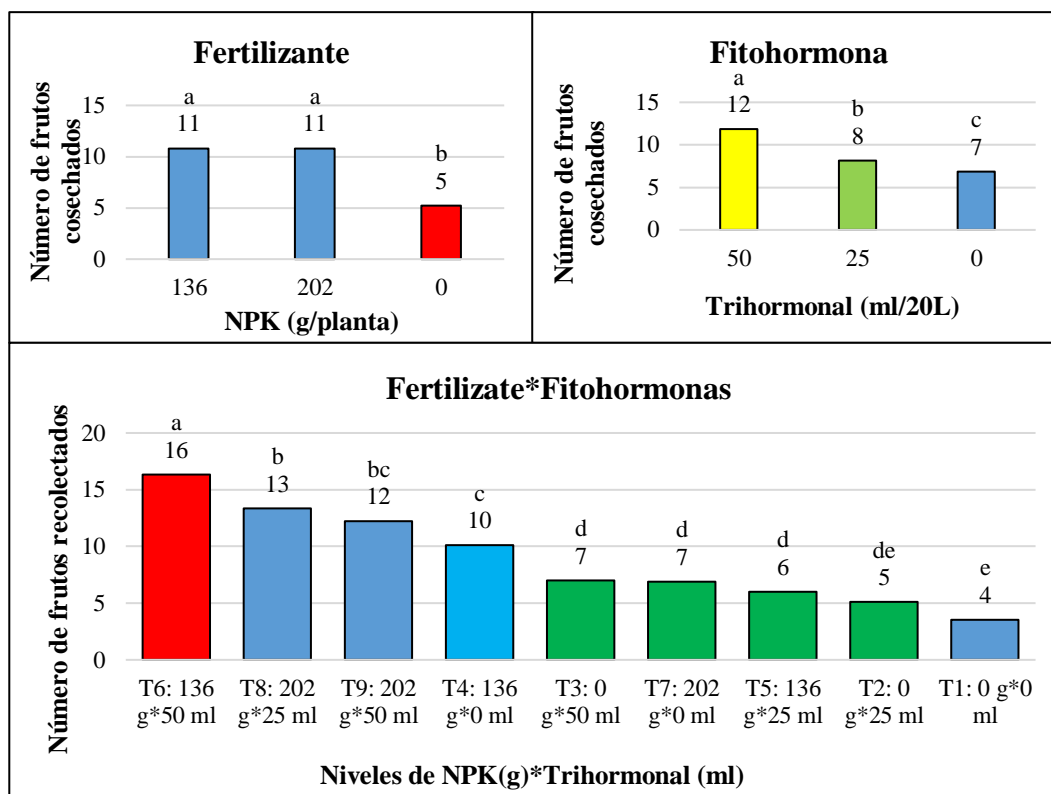


Figura 6. Número de frutos cosechados según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.5. Longitud de frutos

En la figura 7, se evidencia que existe diferencia significativa en la longitud de fruto según la prueba de tukey $p < 0.05$ tan solo para el factor fertilizante. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 g de NPK, se obtuvo 8.72 cm, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 9.10 cm y 9.27 cm respectivamente. Para el factor fitohormona no se presentó diferencia significativa, siendo el mejor nivel de 25 ml de Trihormonal con 9.18 cm seguidos de 50 ml y 0 ml de Trihormonal con 8.99 cm y 8.93 cm respectivamente; del mismo modo para la interacción no presento diferencia significativa, obteniendo que la mejor interacción de 136 g de NPK con 25 ml Trihormonal debido a que presento una longitud de fruto de 9.38 cm, mientras que la interacción de 0 g de NPK con 0 ml de Trihormonal fue la que presento menor longitud de fruto con 8.49 cm.

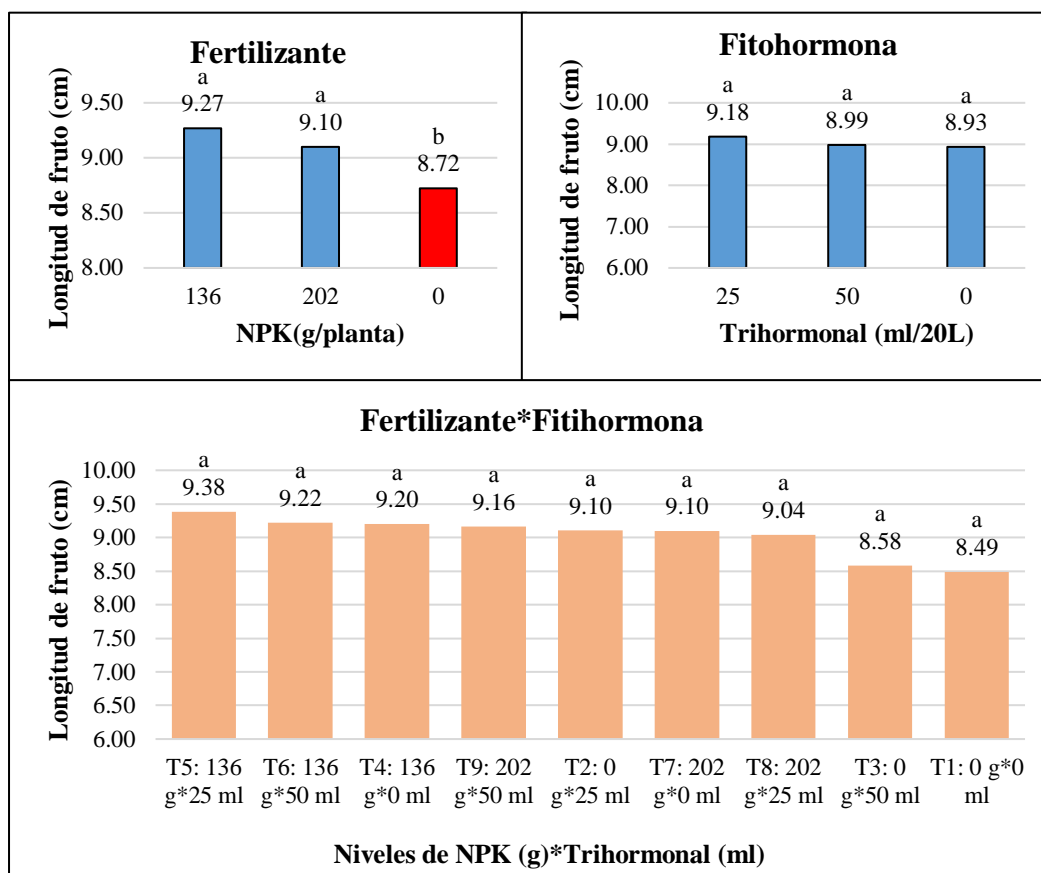


Figura 7. Longitud de fruto según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.6. Diámetro de frutos

En la figura 8, se evidencia que existe diferencia significativa en el diámetro de fruto según la prueba de tukey $p < 0.05$ tan solo para niveles del factor fertilizante. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 g de NPK, se obtuvo un diámetro promedio de fruto de 6.85 cm, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 7.15 y 7.01 cm respectivamente. Para el factor fitohormona no se presentó diferencia significativa, siendo el mejor nivel de 50 ml de Trihormonal con 7.06 cm seguidos de 25 ml y 0 ml de Trihormonal con 7.02 cm y 6.93 cm respectivamente; del mismo modo para la interacción no presento diferencia significativa, pero se evidencio que la mejor interacción fue de 136g de NPK con 50 ml de Trihormonal debido a que presento un diámetro de fruto de 7.26 cm, mientras que la interacción de 0 g de NPK con 0 ml de Trihormonal fue la que presento menor diámetro de fruto con 6.64 cm.

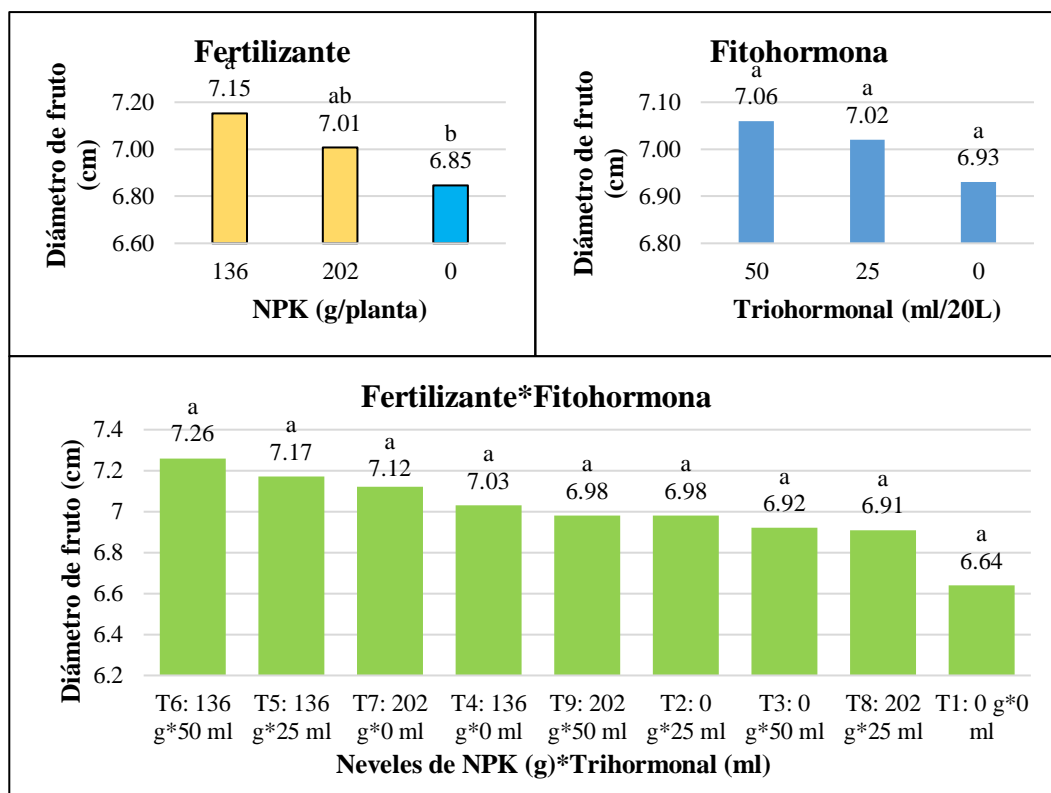


Figura 8. Diámetro de fruto según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.7. Peso de frutos

En la figura 9, se evidencia que existe diferencia significativa en el peso de frutos según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante y niveles de fitohormona. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel de 0 g de NPK, se obtuvo 219.45 g, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo un peso promedio de 253.55 y 237.39 g respectivamente; del mismo modo para el factor fitohormona, en el nivel de 0 ml de Trihormonal, se obtuvo 228.45 g, mientras que con los niveles 25 ml y 50 ml se obtuvo 246.14 y 235.80 g respectivamente. Para la interacción no presento diferencia significativa, pero se evidencio que la mejor interacción se obtuvo con la combinación de 136g NPK con 25 ml Trihormonal debido a que presento un peso de fruto superior con un promedio de 265.26 g, mientras que la interacción de 0 g NPK con 0 ml Trihormonal fue la que presento menor peso de fruto con 202.48 g.

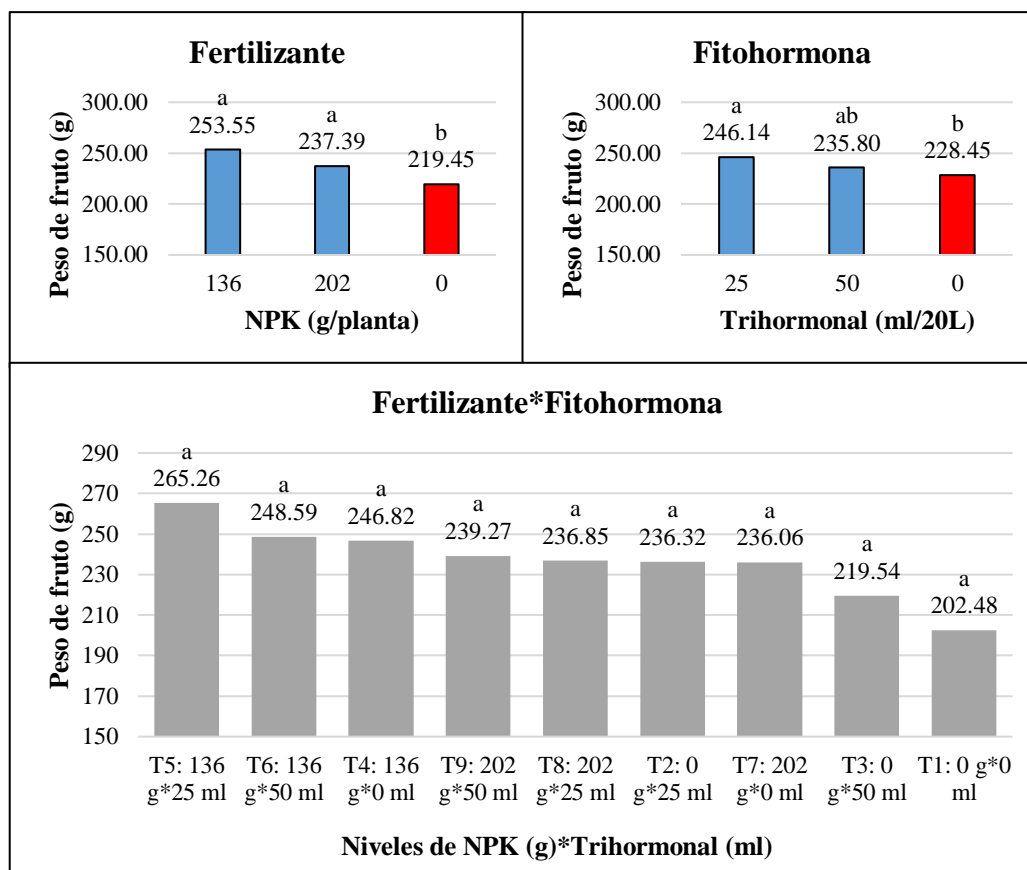


Figura 9. Peso de frutos según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.8. Rendimiento promedio kg de fruta/planta

En la figura 10, se evidencia que existe diferencia significativa en el rendimiento según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante, niveles de fitohormona e interacciones. En el fertilizante se observa diferencia significativa, con el nivel 0 g de NPK, se obtuvo 1.21 kg de fruta/planta, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 2.70 y 2.57 kg de fruta/planta respectivamente; así mismo para el factor fitohormona, con el nivel de 0 ml de Trihormonal, se obtuvo 1.68 kg de fruta /planta, mientras que con los niveles de 25 ml y 50 ml se obtuvo 1.98 y 2.82 kg de fruta/planta respectivamente. Para la interacción se evidencio que la combinación del nivel de 136g NPK con 50 ml Trihormonal presento mayor diferencia significativa respecto a las demás interacciones con un valor de 4.03 kg de fruta/planta, por el contrario, la interacción que presento menor efecto es el nivel de 0 g NPK con 0 ml de Trihormonal con valor de 0.89 kg de fruta/planta.

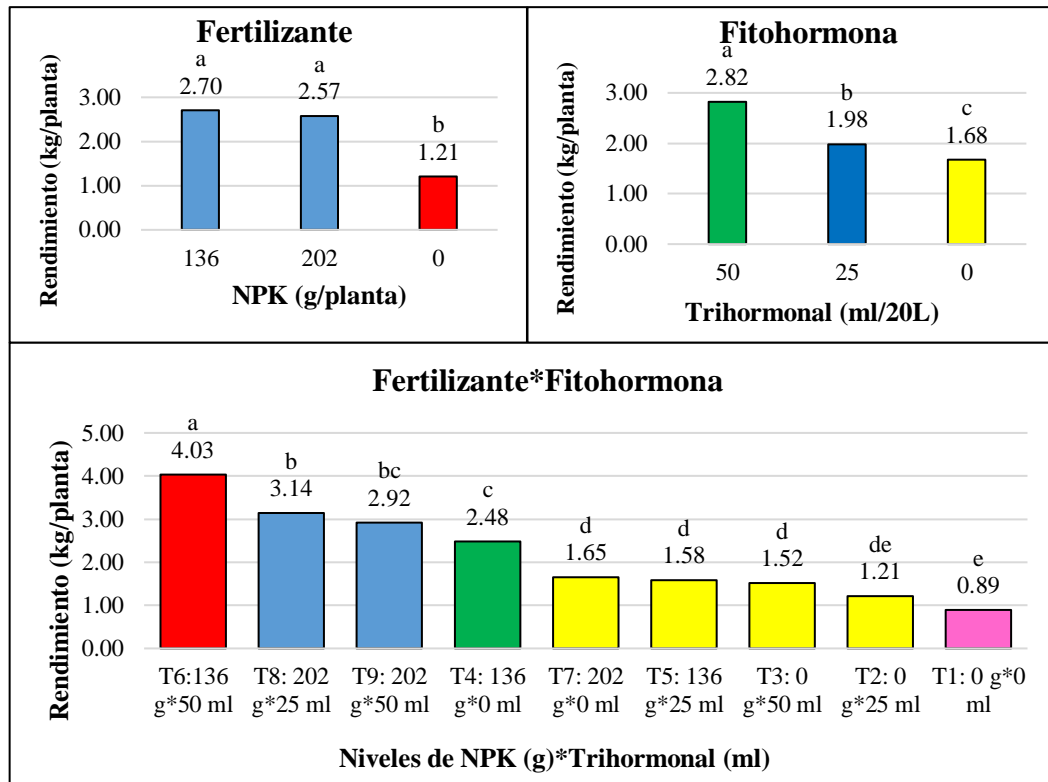


Figura 10. Rendimiento en kilogramos de fruta por planta según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

5.9. Rendimiento tn de fruta/hectárea

En la figura 11, se evidencia que existe diferencia significativa en el rendimiento según la prueba de tukey $p < 0.05$ para niveles de fertilizante, niveles de fitohormona e interacciones. En el factor fertilizante se observa diferencia significativa, para el nivel de 0 g de NPK, se obtuvo 1.34 tn de fruta/ha, mientras que con los niveles de 136 g y 202 g de NPK se obtuvo 3 y 2.86 tn de fruta/ha respectivamente; del mismo modo para el factor fitohormona, sin usar fitohormona a un nivel de 0 ml de Trihormonal, se obtuvo 1.86 tn de fruta/ha, mientras que con los niveles de 25 ml y 50 ml se obtuvo 2.20 y 3.14 tn de fruta/ha respectivamente. Para la interacción se evidencio que la combinación del nivel de 136g NPK con 50 ml de Trihormonal presento mayor diferencia significativa respecto a las demás interacciones con un valor de 4.48 tn de fruta/ha, por el contrario, la interacción que presento el menor efecto es el nivel de 0 g NPK con 0 ml Trihormonal con valor de 0.99 tn de fruta/ha.

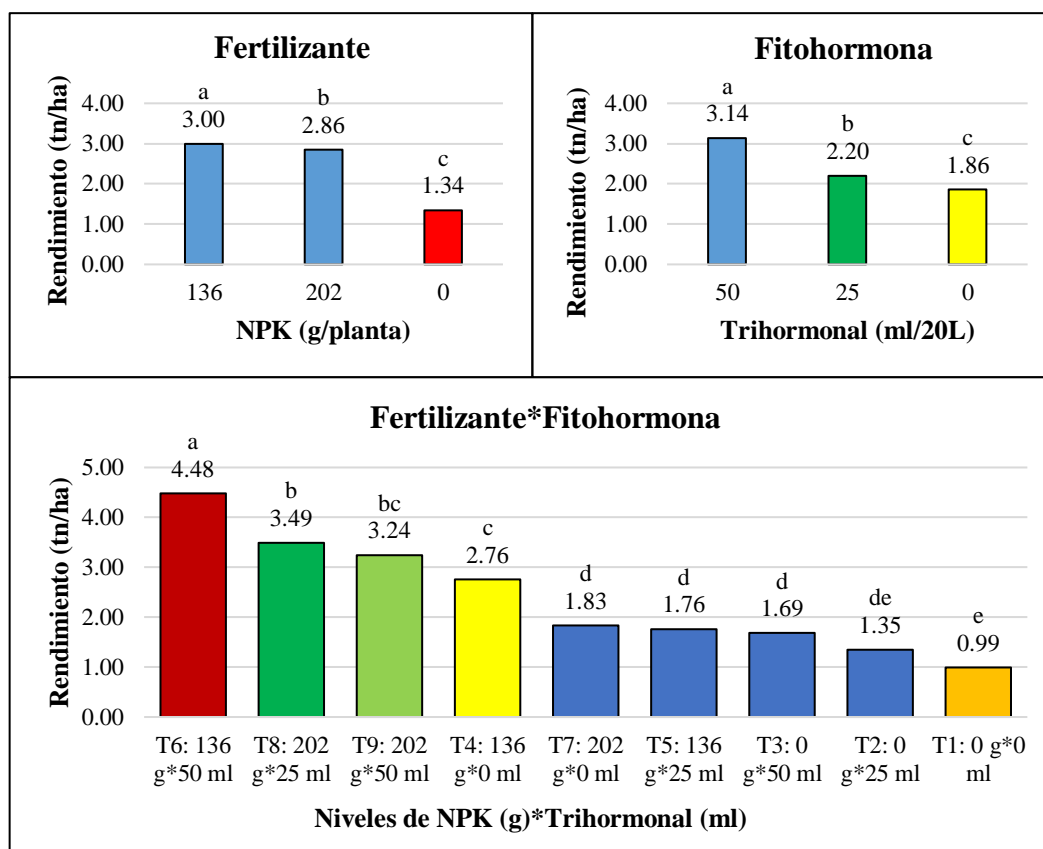


Figura 11. Rendimiento en toneladas de fruta por hectárea según niveles de fertilizantes, fitohormonas e interacciones.

VI. DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas en el rendimiento del cultivo de pitahaya *Selenicereus megalanthus* bajo las condiciones del distrito de Churuja, durante un ciclo de producción, se encontró diferencias estadísticas significativas.

Respecto a la variable floración se obtuvo resultados que evidenciaron diferencias significativas para la fertilización, fitohormonas e interacción de fertilizante con fitohormona tanto en el número de botones florales, número de flores. Los mejores resultados se obtuvieron en la interacción de 136 g NPK con 50 ml de Trihormonal, botones florales (26), flores (19). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Vasquez (1992) quien al realizar su investigación en fertilización de pitahaya utilizando fuentes compuestas de fertilizante en distintos niveles, reporto que la cantidad de botones florales y flores no presentaron efecto significativo durante el ciclo de producción, siendo la fuente de 18-9-19-3(S) en un nivel de 100 g por planta la que presento mayor respuesta con 29 botones florales. Esta diferencia de resultados hace referencia a que las fitohormonas tienen un efecto sumamente importante en la inducción floral ya que contrastan los resultados obtenidos por Khaimov & Mizrahi (2006) quienes investigaron el efecto de reguladores de crecimiento en la floración de *Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*, donde determinaron, un incremento en el rendimiento total de flores.

Respecto a la variable de fructificación existió diferencia significativa en el número frutos cuajados, obteniéndose la mejor respuesta mediante la interacción de 136 g de NPK con 50 ml de Trihormonal con 17 frutos por planta en promedio. Estos resultados tienen concordancia con Vasquez (1992), quien en su investigación de fertilización edáfica obtuvo diferencias significativas en el número de frutos cuajados, siendo la fuente de 18-9-19-3(S) en un nivel de 100 g por planta la que presento mayor respuesta. Los resultados también corroboran lo logrado por Nguyen *et al* (2016) en su investigación en Vietnam sobre el efecto de la fertilización foliar y GA₃ (fitohormona) sobre el rendimiento de pitahaya roja donde también alcanzó resultados significativos ya que aumento el cuajado de frutos.

En la fructificación en términos de tamaño y peso de fruto no todas las fuentes de variación influyeron, siendo el fertilizante el único que influyo significativamente tanto en tamaño y peso obteniendo la mejor respuesta a 136 g de NPK. Estos resultados coinciden con Chakma *et al.*, 2014, quienes reportaron efectos significativos en la longitud, ancho y peso de fruto al estudiar el efecto de niveles de NPK en la pitahaya. Pero difieren de López y Guido (1998) debido a que el menciona que las aplicaciones de fertilizante no tienen efecto significativo en el tamaño y peso de frutos.

En el estudio las mejores respuestas alcanzadas para longitud de fruto (9.38 cm), diámetro de fruto (7.26 cm), peso de fruto (265.26 g) y las menores respuestas fueron longitud de fruto (8.49 cm), diámetro de fruto (6.64 cm), peso de fruto (202.48 g). Estos resultados difieren de Chakma *et al.*, (2014), debido a que el en su investigación al estudiar el efecto de niveles de NPK en la pitahaya roja (*Hylocereus costaricensis*), obtuvo peso medio máximo de fruto (316.4 g), longitud máxima media de fruta (9.3 cm) y diámetro máximo de futa (7.8 cm) y el mínimo peso medio de fruta (241.8 g). Esta diferencia se debe a que al efecto genético prevalece sobre las características morfológicas como lo menciona Lopez y Guido (1992) en su investigación de pitahaya, porque nuestra investigación la realizamos con la especie de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

En el rendimiento los resultados logrados evidencian que existió diferencia significativa en los tratamientos, obteniéndose la mejor respuesta mediante la interacción de 136 g de NPK con 50 ml de Trihormonal, donde se obtuvo los resultados para frutos cosechados por planta en promedio (16), kilogramos de fruta por planta (4.3) y toneladas de fruta por hectárea (4.48). Los resultados tienen similitud con Chakma *et al.*, (2014), quienes reportaron efectos significativos al estudiar el efecto de niveles de NPK en el rendimiento de la pitahaya donde obtuvieron el máximo número de frutos por planta (13 frutos), el peso medio individual de la fruta (316.4 g), rendimiento de fruta (31,74 t/ha) con dosis de N135 P78 K63 g/planta. Los resultados del rendimiento en toneladas por hectárea son inferiores en nuestra investigación debido a que la densidad de siembra es 1111 plantas por hectárea y por el peso promedio que también es inferior debido a la

especie; por su parte Chakma realizo su investigación en plantaciones donde la densidad de siembra es 2000 plantas por hectárea y trabajo con la pitahaya roja (*Hylocereus costaricensis*).

Los resultados también tienen similitud con Vasquez (1992), quien en su investigación de fertilización edáfica obtuvo diferencias significativas para el rendimiento de fruta en kg por planta, siendo la fuente de 18-9-19-3(S) en un nivel de 100 g por planta la que presento mayor respuesta con 3.4 kg por planta. Además, también con Orrico (2013), quien en su investigación de fertilización a base de fósforo y potasio en pitahaya amarilla determino que existe una diferencia ya que aplicando niveles medios de fertilización obtuvo mayor número de frutos, mayor diámetro de fruta, mejor peso de fruta y mayor rendimiento por hectárea.

Por su parte Suekane *et al.*, (2016) quienes investigaron el efecto de la temporada y las concentraciones de GA₃ en la floración y fructificación de *Hylocereus undatus*. Constataron que la temporada de aplicación no influyó en ninguno de los rasgos, por otro lado, el factor de concentración, a pesar de no haber anticipado la floración, sino el número de frutos, la masa promedio de fruta y la productividad. Estos resultados también concuerdan con los obtenidos en el presente estudio debido a que la concentración en el nivel más alto de Trihormonal influyo positivamente en el rendimiento de la pitahaya.

Los resultados obtenidos corroboran lo logrado por Nguyen *et al.*, (2016) en una investigación en Vietnam sobre el efecto de la fertilización foliar y GA₃ sobre el rendimiento de pitahaya roja donde también alcanzó resultados significativos ya que aumento, el peso del fruto, el rendimiento de la fruta.

Los resultados obtenidos muestran un incremento de la producción lo cual corrobora lo mencionado por la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes - IFA. (2002) donde en su libro Los Fertilizantes y su Uso, describieron que, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos

con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse.

Los resultados mostraron que las fitohormonas influyeron positivamente en la inducción floral y por ende en el rendimiento de la pitahaya, lo cual valida lo mencionado por Dussan (2014) donde describe que la inducción floral con productos hormonales como las giberelinas en el inicio de la floración aumentan la producción en kilogramos de fruta. También coincide con Quilambaqui (2003), quien menciona que las aplicaciones de fitohormonas en la fruticultura siempre buscaran un objetivo lo cual pueden ser como, estimular la floración, incrementar la fructificación, entre otros.

En la investigación se observó que las plantas tratadas bajo los niveles de fertilización y fitohormonas además de incrementar el rendimiento presentaron una maduración uniforme de la fruta y un adelanto de maduración de 7 días, esto se debe en gran parte al efecto de las fitohormonas como lo describe Dussan (2014), además de percibir incremento de la producción también ayudan a la programación de cosecha. También coincide con Quilambaqui (2003), quien menciona que las aplicaciones de fitohormonas en la fruticultura pueden adelantar o retrasar la maduración de frutos.

Además, se observó que para los niveles de NPK, la tendencia es inversamente proporcional; es decir que, a medida que se incrementa la dosis de fertilización el rendimiento disminuye. Esto se debe que las necesidades del cultivo ya se abastecieron con el nivel de 136 g de NPK por planta, mientras que el nivel de 202 g de NPK, se presume se perdieron por el lavado de la lluvia, por volatilización del nitrógeno, fijación del fósforo. Así también se observó que para los niveles de fitohormona una respuesta proporcional debido a que a mayor nivel de Trihormonal el rendimiento se ve incrementado. Por ello la interacción que mejor respondió al incremento del rendimiento fue la combinación de un nivel medio de fertilizante (136 g NPK) con un nivel alto de Trihormonal (50 ml). El efecto positivo de interacción corrobora lo mencionado por (Bañón & Martínez, 2010), quien describe que para el mejor aprovechamiento de los reguladores de crecimiento tiene que existir un adecuado manejo de fertilización en los cultivos.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

La fertilización y la aplicación de fitohormonas en interacción influyeron positivamente en la floración del cultivo de pitahaya, siendo los niveles de 136 de NPK con 50 ml de Trihormonal los que mostraron mejores resultados evidenciando significancia en el número de botones florales y flores.

La fructificación de pitahaya mostro una respuesta positiva a la fertilización y aplicación de fitohormonas siendo los niveles de 136 g de NPK con 50 ml de Trihormonal los que mostraron los mejores resultados evidenciando significancia en el número frutos cuajados y número de frutos cosechados por planta.

La fertilización y aplicación de fitohormonas incrementaron el rendimiento del cultivo pitahaya siendo los niveles de 136 g de NPK con 50 ml de Trihormonal la interacción que mostro los mejores resultados con 4.48 toneladas de fruta por hectárea.

El rendimiento estuvo en relación directa a la producción de frutas por planta, debido a que el promedio de las variables de tamaño y peso de frutos no mostraron efecto significativo a la fertilización y aplicación de fitohormonas.

La fertilización mostro un efecto inversamente proporcional al rendimiento, mientras que la aplicación de fitohormonas es proporcional, debido a que los resultados mostraron que a mayor nivel de fertilizante la productividad disminuye y a un mayor nivel de fitohormonas la productividad aumenta.

VIII. RECOMENDACIONES

Para la zona de Churuja y condiciones agroecológicas similares se recomienda:

La aplicación de 136 g NPK por planta en combinación con 50 ml de Trihormonal en 20 litros de agua para la producción del cultivo pitahaya, por lo que mostro los mejores resultados en la floración, fructificación y rendimiento.

Para futuras investigaciones se recomienda trabajar con periodos de evaluación superior a un ciclo de producción, haciendo un seguimiento desde el crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

Realizar trabajos de investigación utilizando niveles de nitrógeno, fósforo y potasio por separado o utilizando fuentes orgánicas para la fertilización.

Realizar trabajos de investigación utilizando niveles de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas) por separado.

Realizar el análisis económico de cada unidad experimental para conocer su rentabilidad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, Á., Medina, E., & Ochoa, L. (2015). Sistema productivo de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en Boyacá - Colombia. ESPACIO I+D, Innovación más Desarrollo, 4(9), 156 - 170.
- Alvarado, J. A. (2014). Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pitahaya amarilla (*selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*). Ecuador.
- Amato, R., Amato, R., Monteiro, M., Ramalho, D., & Silva, J. (2014). Adubação potássica na produção de duas espécies de pitaia. Brasil.
- Argüello, & Jiménez. (1997). Periodos prolongados de sequia en pitahaya (*Hylocereus undatus* Hawort).
- Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes - IFA. (2002). Los Fertilizantes y su Uso.
- Azcón, J., & Talón, M. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal. España: McGRAW-HILL - Interamericana de España, S. L.
- Bañon, S., & Martínez, J. A. (2010). Control del crecimiento y desarrollo de plantas ornamentales.
- Caetano, M., Ótalvaro, F., Muñoz, J. E., Gonzalo, J., Stella, R., Sandoval, C. L., . . . Perez, L. (2011). Enfoque multidisciplinario para solución en el agro colombiano: el caso pitahaya amarilla *selenicereus megalanthus*. Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 23, 52 - 64.
- Castillo, M. (2000). Aportaciones al conocimiento y aprovechamiento de *Hylocereus*. Resúmenes del Simposio Internacional sobre el cultivo y aprovechamiento de la pitahaya (*Stenocereus*) y la pitahaya (*Hylocereus* y *Selenicereus*). Guadalajara - Mexico.
- Castillo, R. (2006). Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas. 1, págs. 13-18.
- Castillo, R., Calix, H., & Rodríguez, A. (1996). Guía técnica para el cultivo de pitahaya. (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1 Ed.) Pensilvania: Universidad Estatal de Pensilvania.
- Chakma, S., Harunor, A., Roy, S., & Islam, M. (2014). Effect of NPK Doses on the Yield of Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) in Chittagong Hill Tracts. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci, 14(6), 521 - 526. doi:10.5829/idosi.aejaes.2014.14.06.12346
- Chavarría, J. R. (2013). Efecto del Etefón en el desarrollo, floración, y calidad del fruto de la piña MD2 *Ananas comosus*, en condiciones del Valle del Cauca. Palmira - Colombia.

- Córdova, A. (12 de 02 de 2013). Agraria.pe. Recuperado el 14 de 12 de 2017, de Agencia Agraria de Noticias: <http://agraria.pe/noticias/se-reducen-exportaciones-de-pitahaya-en-el-peru-3949>
- Cruz, J. M., Larramendi, L. R., Pérez, R. O., Flores, M. F., Herrera, G. R., & Hernández, F. G. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. SCIELO.
- Delgado, A. M. (2015). Betalainas del fruto de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*): Identificación, estabilidad y actividad antioxidante in vitro. San Juan del Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Dussan, C. A. (2014). Técnicas de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate hass producidos en la zona marginal alta cafetera. Mexico.
- Farmex S.A. (s.f.). Ficha tecnica: Triggrr Trihormonal SL. Lima. Recuperado el 04 de 01 de 2017, de www.farmex.com.pe
- Fernandez, J. G., & Del Caz, R. G. (1982). Edafologia y fertilizacion agricola. España: AEDOS.
- Ginés , I., & Mariscal, I. (2002). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Fertiberia.
- García , M. E., & Quiróz, O. (Abril-Junio de 2010). Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. Tecnología en Marcha, 23(2), 14-24.
- Garcia, G. N., & Blaya, S. N. (2003). Química Agrícola (Segunda edición ed.). España: Aedos, s. a.
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K., & Coba, P. (2015). Desarrollo de la pitahaya (*Cereus* sp.) en ecuador. la granja: revista de ciencias de la vida, 22(2), 50-58. doi:10.17163/lgr.n22.2015.05
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de la pitahaya *Hylocereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer. Bogotá.
- International Plant Nutrition Institute - IPNI. (s.f.). Fuentes de Nutrientes Específicas. Quito. Recuperado el 18 de 12 de 2017, de [https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/\\$FILE/NSS-ES-17.pdf](https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/$FILE/NSS-ES-17.pdf)
- Jordan, D., Vásconez, J. S., & Veliz, C. D. (2009). "Producción y exportación de la pitahaya hacia el mercado europeo". Ecuador: Facultad de economía y negocios, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Khaimov, A., & Mizrahi, Y. (2006). Effects of day-length, radiation, flower thinning and growth regulators on flowering of the vine cacti *Hylocereus undatus* and *Selenicereus megalanthus*. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81(3), 465-470. doi:10.1080/14620316.2006.11512089

- Kondo, T., Mauricio, M., Medina, J. A., Rebolledo, A., & Cardozo, C. (2013). Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia. Colombia: Corpoica.
- López, H., & Guido, A. (2002). Guía Tecnológica 6, Cultivo de la Pitahaya. Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, INTA.
- López, O., & Guido, A. (1998). Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*hylocereus undatus*). *agronomía mesoamericana*, 66-71.
- Mantilla, M. G. (2013). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de té de pitahaya ubicada al norte de la ciudad de Quito. Quito - Ecuador.
- Manzanero, L. A., Márquez, R. I., Zamora, P., Rodríguez, L. G., Ortega, J. J., & Dzib, B. B. (marzo- agosto de 2014). Conservación de la pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16(1), 9-16.
- Medina, J. A. (2015). Documentar las relaciones hídricas y requerimientos nutricionales de la pitaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (k. schum. ex vaupel) moran, durante distintas etapas fenológicas del cultivo en tres localidades del valle del Cauca. Palmira - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Meráz, R., Gómez, M. A., & Schwentesius, R. (2003). Pitahaya de México - Producción y comercialización en el contexto internacional. 175. Recuperado el 05 de 12 de 2017, de http://ritaschwentesius.mx/publicaciones/Sistema-Productos/Pitaya_y_Pitahaya.pdf
- Nguyen, T., Nguyen, H., & Nguyen, H. (2016). Effect of GA3 Plus Yogen Foliar Fertilization on Yield and Fruit Quality of Red Dragon Fruit at Lap Thanh District in Vietnam. *International Journal of Plant & Soil Science*, 12(2), 1 - 9. doi:10.9734/IJPSS/2016/25129
- Noriega, V. M. (2001). Cadena agroproductiva de papa "Manejo y fertilidad de los suelos". Perú.
- Organismo internacional de Sanidad Agropecuaria - OIRSA. (2000). Manual técnico: Buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Nicaragua.
- Orrico, G. (2013). Respuesta de la Pitahaya Amarilla (*Cereus triangularis*) a la Aplicación Complementaria de Dos Fertilizantes en Tres Dosis. Puerto Quito, Pichincha. Ecuador. Quito - Ecuador.
- Ortuño, A. M., Díaz, L., & Del Rio, J. A. (2015). Evolución de la Fisiología Vegetal en los últimos 100 años. *Revista Eubacteria*(34), 74 - 82.
- Padilla, W. (2007). Suelos (4 ed. ed.). Quito, Ecuador: Grupo Clinica Agricola.
- Quilambaqui, J. C. (Junio de 2003). Efecto de las fitohormonas en la fruticultura. *La Granja*(2), 29 - 30.

- Rodríguez, A. (Junio de 2016). Producción y comercialización de pitahayas en México. Claridades Agropecuarias(2016-102), 3. Recuperado el 05 de 12 de 2017, de <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/082/ca082.pdf>
- Rodríguez, A. (Junio de 2016). Producción y comercialización de pitahayas en México. Claridades Agropecuarias(2016-102), 3. Recuperado el 05 de 12 de 2017, de <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/082/ca082.pdf>
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). Fisiología de las plantas 1. España: Thomson Learning.
- Secretaria de Agricultura, ganaderia, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación - SAGARPA. (s.f.). El cultivo de la pitahaya.
- Suekane, W. H., Maruki, R. T., Narita, N., & Orika, E. (2016). Effects of Season and GA3 Concentrations on *Hylocereus undatus* Flowering and Production. Journal of Agronomy, 15(4), 179 - 183. doi:10.3923/ja.2016.179.183
- Vasquez, S., & Vega, J. (1992). Respuesta de la pitaya (*Selenicereus megalanthus* ex F. Vaupel) a la fertilización edáfica en la región de Tena (Cundinamarca). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Villalobos, E., & Killorn, R. (2002). Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Procesos fisiológicos básicos. San Jose - Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Yague, J. L. (2002). Manual práctico sobre utilización de suelo y fertilizantes. España: Aedos, S. A.

ANEXO 1: Tablas de resultados

Tabla 10. *Análisis de varianza del número promedio de botones florales en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.*

Fuente de variación	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	234.74	117.37	25.99	0.000
Fitohormona	2	55.63	27.815	6.16	0.003
Fertilizante*Fitohormona	4	1170.86	292.716	64.83	0.000
Error	72	325.11	4.515		
Total	80	3388.1			

Tabla 11. *Análisis de varianza del número promedio de flores en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.*

Fuente de variación	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	194.30	97.148	35.61	0.000
Fitohormona	2	58.74	29.370	10.76	0.000
Fertilizante*Fitohormona	4	573.04	143.259	52.51	0.000
Error	72	196.44	2.728		
Total	80	1820.89			

Tabla 12. *Análisis de varianza del número promedio de frutos cuajados en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	200.07	100.037	38.82	0.000
Fitohormona	2	64.30	32.148	12.47	0.000
Fertilizante*Fitohormona	4	454.05	113.512	44.05	0.000
Error	72	185.56	2.577		
Total	80	1610.62			

Tabla 13. *Análisis de varianza del número promedio de frutos recolectados en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	193.41	96.704	39.02	0.000
Fitohormona	2	53.56	26.778	10.80	0.000
Fertilizante*Fitohormona	4	390.79	97.698	39.42	0.000
Error	72	178.44	2.478		
Total	80	1495.80			

Tabla 14. Análisis de varianza de la longitud promedio de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	2.635	1.3174	8.33	0.001
Fitohormona	2	1.971	0.9855	6.23	0.064
Fertilizante*Fitohormona	4	1.320	0.3301	2.09	0.091
Error	72	11.386	0.1581		
Total	80	17.803			

Tabla 15. Análisis de varianza del diámetro promedio de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	1.1642	0.58209	6.74	0.002
Fitohormona	2	0.5664	0.28322	3.28	0.053
Fertilizante*Fitohormona	4	0.8243	0.20608	2.39	0.059
Error	72	6.2156	0.08633		
Total	80	8.5208			

Tabla 16. Análisis de varianza del peso promedio de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	9629	4814.5	7.46	0.001
Fitohormona	2	5153	2576.7	3.99	0.023
Fertilizante*Fitohormona	4	2802	700.6	1.09	0.370
Error	72	46440	645.0		
Total	80	69226			

Tabla 17. Análisis de varianza del rendimiento de fruta en kilogramos por planta frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	11.360	5.6799	33.35	0.000
Fitohormona	2	1.752	0.8762	5.15	0.008
Fertilizante*Fitohormona	4	21.944	5.4860	32.21	0.000
Error	72	12.261	0.1703		
Total	80	90.157			

Tabla 18. Análisis de varianza del rendimiento de fruta en toneladas por hectárea frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacción.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fertilizante	2	14.022	7.0109	33.35	0.000
Fitohormona	2	2.163	1.0816	5.15	0.008
Fertilizante*Fitohormona	4	27.086	6.7714	32.21	0.000
Error	72	15.134	0.2102		
Total	80	111.282			

Tabla 19. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de botones florales en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación	
136 g NPK	16.1111	A	
202 g NPK	15.9259	A	
0 g NPK	8.5926		B
Fitohormona	Media	Agrupación	
50 ml	18.1111	A	
25 ml	12.2593		B
0 ml	10.2593		C
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación	
136 g NPK * 50 ml	26.3333	A	
202 g NPK * 25 ml	19.6667		B
202 g NPK * 50 ml	17.8889		B
136 g NPK * 0 ml	13.8889		C
202 g NPK * 0 ml	10.2222		D
0 g NPK * 50 ml	10.1111		D
0 g NPK * 25 ml	9		D E
136 g NPK * 25 ml	8.1111		D E
0 g NPK * 0 ml	6.6667		E

Tabla 20. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de flores en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación		
136 g NPK	11.963	A		
202 g NPK	11.8519	A		
0 g NPK	6.2963		B	
Fitohormona	Media	Agrupación		
50 ml	13.3333	A		
25 ml	9.2963		B	
0 ml	7.4815			C
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación		
136 g NPK * 50 ml	18.6667	A		
202 g NPK * 25 ml	14.8889		B	
202 g NPK * 50 ml	13.4444		B	
136 g NPK * 0 ml	10.8889			C
0 g NPK * 50 ml	7.8889			D
202 g NPK * 0 ml	7.2222			D
0 g NPK * 25 ml	6.6667			D E
136 g NPK * 25 ml	6.3333			D E
0 g NPK * 0 ml	4.3333			E

Tabla 21. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de frutos cuajados en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación		
136 g NPK	11.2963	A		
202 g NPK	11.1481	A		
0 g NPK	5.6296		B	
Fitohormona	Media	Agrupación		
50 ml	12.4074	A		
25 ml	8.5926		B	
0 ml	7.0741			C
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación		
136 g NPK * 50 ml	17.2222	A		
202 g NPK * 25 ml	14		B	
202 g NPK * 50 ml	12.4444		B	C
136 g NPK * 0 ml	10.4444			C
0 g NPK * 50 ml	7.5556			D
202 g NPK * 0 ml	7			D
136 g NPK * 25 ml	6.2222			D
0 g NPK * 25 ml	5.5556			D E
0 g NPK * 0 ml	3.7778			E

Tabla 22. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del número de frutos cosechados en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación		
136 g NPK	10.8148	A		
202 g NPK	10.8148	A		
0 g NPK	5.2222	B		
Fitohormona	Media	Agrupación		
50 ml	11.8519	A		
25 ml	8.1481	B		
0 ml	6.8519	C		
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación		
136 g NPK * 50 ml	16.3333	A		
202 g NPK * 25 ml	13.3333	B		
202 g NPK * 50 ml	12.2222	B	C	
136 g NPK * 0 ml	10.1111	C		
0 g NPK * 50 ml	7	D		
202 g NPK * 0 ml	6.8889	D		
136 g NPK * 25 ml	6	D		
0 g NPK * 25 ml	5.1111	D E		
0 g NPK * 0 ml	3.5556	E		

Tabla 23. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey de la longitud de fruto en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación	
136 g NPK	9.26722	A	
202 g NPK	9.10052	A	
0 g NPK	8.72317	B	
Fitohormona	Media	Agrupación	
25 ml	9.17557	A	
50 ml	8.98688	A	
0 ml	8.92846	A	
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación	
136 g NPK * 25 ml	9.38	A	
136 g NPK * 50 ml	9.22	A	
136 g NPK * 0 ml	9.20	A	
202 g NPK * 50 ml	9.16	A	
0 g NPK * 25 ml	9.10	A	
202 g NPK * 0 ml	9.10	A	
202 g NPK * 25 ml	9.04	A	
0 g NPK * 50 ml	8.58	A	
0 g NPK * 0 ml	8.49	A	

Tabla 24. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del diámetro de fruto en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación	
136 g NPK	7.15248	A	
202 g NPK	7.00765	A	B
0 g NPK	6.84625	B	
fitohormona	Media	Agrupación	
50 ml	7.06	A	
25 ml	7.02	A	
0 ml	6.93	A	
fertilizante*fitohormona	Media	Agrupación	
136 g NPK * 50 ml	7.26	A	
136 g NPK * 25 ml	7.17	A	
202 g NPK * 0 ml	7.12	A	
136 g NPK * 0 ml	7.03	A	
202 g NPK * 50 ml	6.98	A	
0 g NPK * 25 ml	6.98	A	
0 g NPK * 50 ml	6.92	A	
202 g NPK * 25 ml	6.91	A	
0 g NPK * 0 ml	6.64	A	

Tabla 25. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del peso de frutos en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación	
136 g NPK	253.553	A	
202 g NPK	237.392	A	
0 g NPK	219.445	B	
Fitohormona	Media	Agrupación	
25 ml	246.139	A	
50 ml	235.799	A	B
0 ml	228.452	B	
fertilizante*fitohormona	Media	Agrupación	
136 g NPK * 25 ml	265.26	A	
136 g NPK * 50 ml	248.59	A	
136 g NPK * 0 ml	246.82	A	
202 g NPK * 50 ml	239.27	A	
202 g NPK * 25 ml	236.85	A	
0 g NPK * 25 ml	236.32	A	
202 g NPK * 0 ml	236.06	A	
0 g NPK * 50 ml	219.54	A	
0 g NPK * 0 ml	202.48	A	

Tabla 26. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del rendimiento en kilogramos por planta en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación		
136 g NPK	2.69926	A		
202 g NPK	2.57016	A		
0 g NPK	1.2079		B	
Fitohormona	Media	Agrupación		
50 ml	2.82274	A		
25 ml	1.97921		B	
0 ml	1.67537			C
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación		
136 g NPK * 50 ml	4.03311	A		
202 g NPK * 25 ml	3.14133		B	
202 g NPK * 50 ml	2.91784		B	C
136 g NPK * 0 ml	2.48156			C
202 g NPK * 0 ml	1.6513			D
136 g NPK * 25 ml	1.58311			D
0 g NPK * 50 ml	1.51725			D
0 g NPK * 25 ml	1.21319			D E
0 g NPK * 0 ml	0.89326			E

Tabla 27. Pruebas de comparaciones múltiples Tukey del rendimiento en toneladas por hectárea en función a la fertilización, fitohormonas e interacciones.

Fertilizante	Media	Agrupación		
136 g NPK	2.99888	A		
202 g NPK	2.85545	A		
0 g NPK	1.34198		B	
Fitohormona	Media	Agrupación		
50 ml	3.13606	A		
25 ml	2.1989		B	
0 ml	1.86134			C
Fertilizante*Fitohormona	Media	Agrupación		
136 g NPK * 50 ml	4.48079	A		
202 g NPK * 25 ml	3.49002		B	
202 g NPK * 50 ml	3.24173		B	C
136 g NPK * 0 ml	2.75701			C
202 g NPK * 0 ml	1.83459			D
136 g NPK * 25 ml	1.75884			D
0 g NPK * 50 ml	1.68566			D
0 g NPK * 25 ml	1.34785			D E
0 g NPK * 0 ml	0.99242			E

ANEXO 2: Diseño experimental

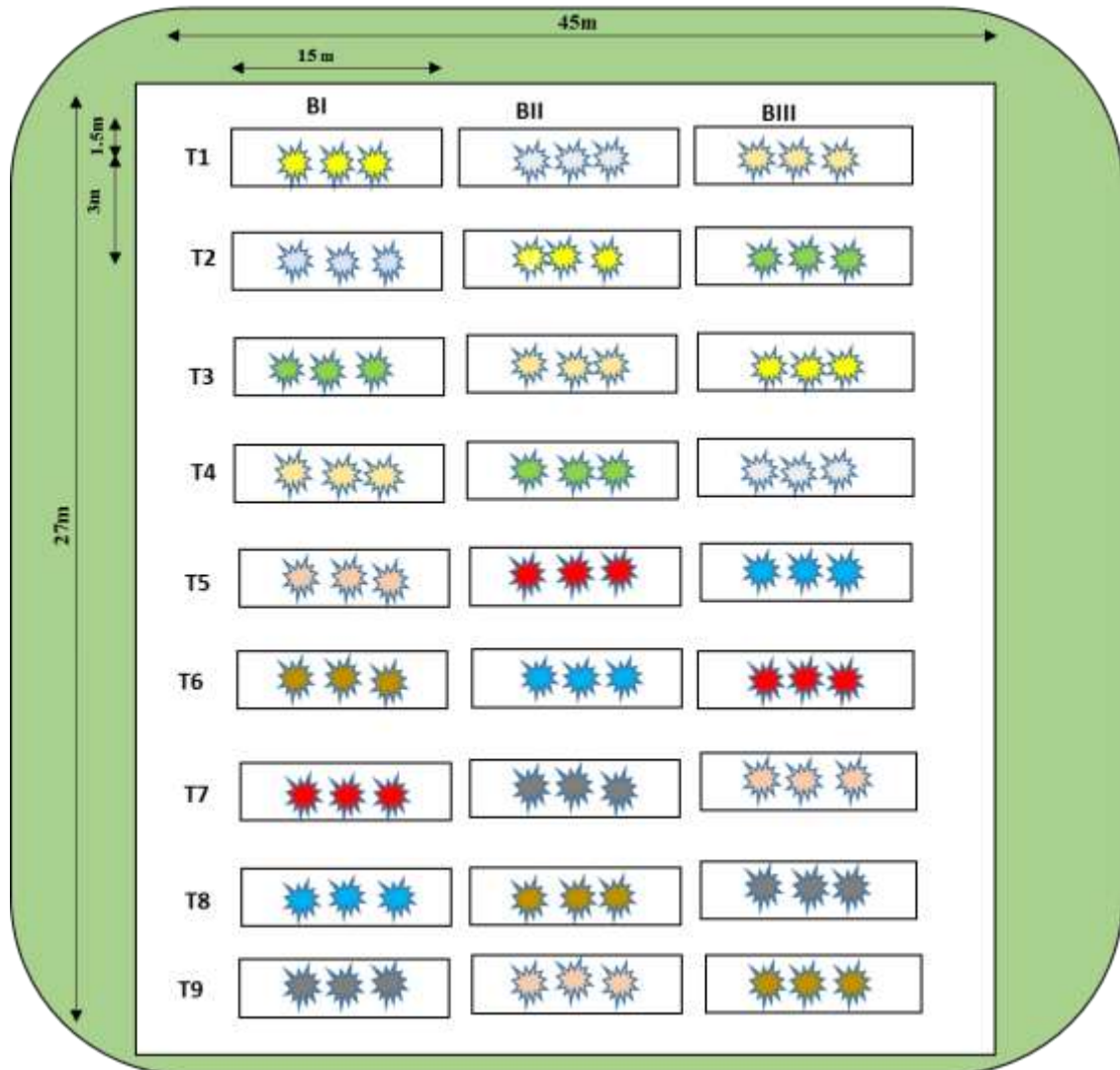


Figura 12. Croquis de los tratamientos en el campo experimental.

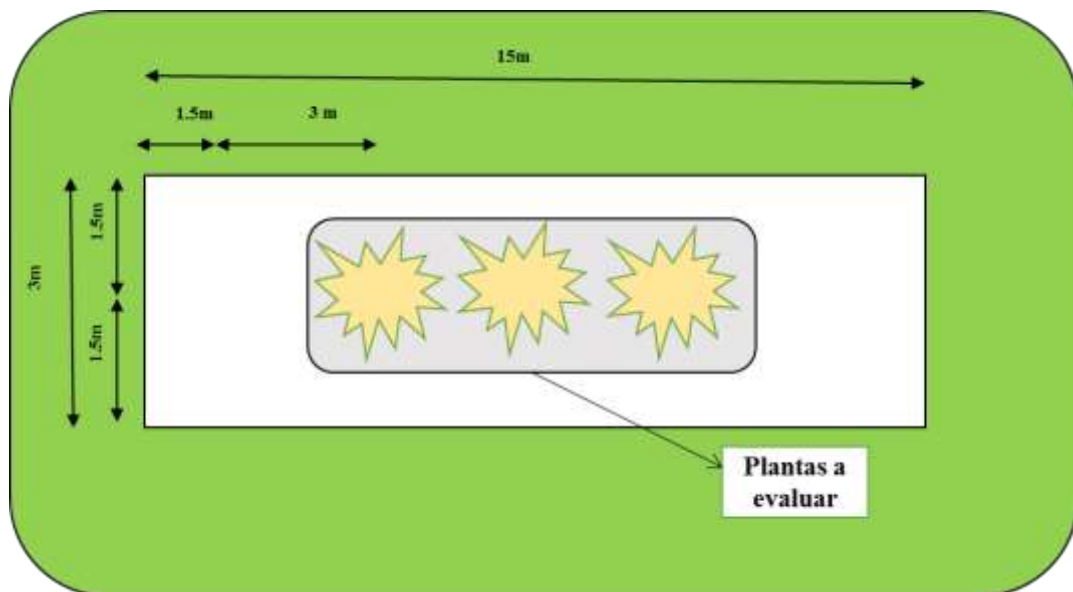


Figura 13. Plantas de pitahaya distribuidas en la unidad experimental.

ANEXO 3: Análisis de suelo



Figura 14. Análisis de suelo del campo experimental.

ANEXO 4. Galería fotográfica



Fotografía 1. *Recolección de muestras para el análisis de suelo.*



Fotografía 2. *Control de malezas de la parcela experimental.*



Fotografía 3. *Codificación de plantas experimentales.*



Fotografía 4. *Georreferenciación del área experimental.*



Fotografía 5. *Ejecución de podas de producción.*



Fotografía 6. *Fertilización de la parcela experimental.*



Fotografía 7. *Aplicación de fitohormonas.*



Fotografía 8. *Evaluación de botones florales.*



Fotografía 9. *Evaluación de la floración.*



Fotografía 10. *Cosecha de frutos con madurez comercial.*



Fotografía 11. *Recolección de frutos en jabs plásticas.*



Fotografía 12. *Medición de peso de frutos.*



Fotografía 13. *Medición de la longitud del fruto.*



Fotografía 14. *Medición del diámetro de fruto.*