

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



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

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

**EFFECTO DEL POTASIO Y GIBERELINAS SOBRE EL  
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS DE PITAHAYA  
AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*)**

**Autor: Bach. Julio Cesar Santos Pelaez**

**Asesor: M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza**

Registro (.....)

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

**DATOS DEL ASESOR:**

**M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza**

DNI N° 41265287

Registro ORCID N° 0000-0003-1710-1994

<https://orcid.org/0000-0003-1710-1994>

**Campo de la Investigación y Desarrollo, según la organización para la  
Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):**

**4.00.00-Ciencias agrícolas**

**4.01.00-Agricultura, Silvicultura, Pesquería**

**4.01.06- Agronomía**

## DEDICATORIA

Como fiel católico dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la fortaleza e inspiración hasta este momento tan crucial de mi formación profesional.

A mis progenitores Julio- Elita y mi hermano Emerson por apoyarme para seguir adelante a paso firme en los buenos y malos momentos de mi carrera profesional

A la Escuela de profesional de Ingeniería Agrónoma y a todos los docentes de nuestra Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por acogerme durante los años de mi formación académica

*Julio  
Cesar*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi alma mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza” y especial a la Facultad de Ciencias Agrarias, y sus académicos, por todas las cátedras compartidas a lo largo de la formación académica.

Expreso mi más sincero aprecio a mis queridos padres, por haberme instruido a seguir mi formación académica y ser motivo de iluminación durante mi formación profesional.

Agradecimiento muy especial al M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por su apoyo y correcciones al cumplimiento del trabajo de investigación.

Al Dr. Erick Espinoza Nuñez, por instruirme en la investigación y al diseño del experimento, y por impartir sus conocimientos, amistad y consejos durante toda la ejecución de la investigación.

Un agradecimiento especial a los miembros del jurado por su tiempo brindado en cada una de las observaciones y apoyarme con los inconvenientes que se presentaron en todo el proceso de la investigación.

**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**

**Mg. Sc. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERÍ**

**Decano de la Facultadde Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



### ANEXO 3-K

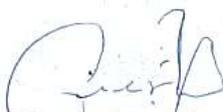
#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto del patasio y giberelinas sobre el rendimiento y calidad de frutos de pitahaya amarilla (Hylocereus megacanthus); del egresado Julio Cesar Santos Pelaez de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 10 de febrero del 2022

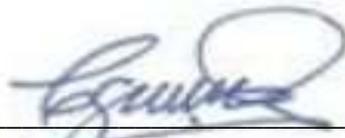
  
M.Sc. Santos Piluso Leiva Espinoza  
Firma y nombre completo del Asesor

**JURADO EVALUADOR DE LA TESIS**



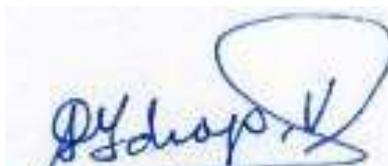
---

**Dr. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ**  
**PRESIDENTE**



---

**Ing. Ms. C. CÉSAR GUEVARA HOYOS**  
**SECRETARIO**



---

**Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ**  
**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-0

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

*Ejeto del patasio y pibendinas sobre el rendimiento y calidad de frutos de patayo amarillo (Myriophyllum megalanthus)*

presentada por el estudiante ( ) /egresado (x) *Julio Cesar Santos Paduez*

de la Escuela Profesional de *Ensamble Agrícola*

con correo electrónico institucional *7576081941@untram.edu.pe*

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:



- a) La citada Tesis tiene *23* % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor ( x ) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene ..... % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, *24* de *febrero* del *2022*

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 06 de abril del año 2022, siendo las 10 horas, el aspirante: Julio Cesar Santos Palaez, defiende en sesión pública presencial ( ) / a distancia (X) la Tesis titulada: Efecto del potasio y giberelinas sobre el rendimiento y calidad de frutos de plátano amarillo (Hylococcus mrsalaehtus), teniendo como asesor a M.Sc. Santos Tuayra Leiva Espinoza, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Secretario: M.C. Cesar Guevara Hoyos

Vocal: Ing. Guillermo Ichazo Vásquez

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>DATOS DEL ASESOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....</b>	<b>v</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS.....</b>	<b>vi</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DEL CONTENIDO.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
2.1. Ubicación del área de estudios .....	20
2.2. Diseño de la investigación .....	20
2.3. Factores en estudio .....	21
2.4. Características del área experimental .....	21
2.5. Distribución de los tratamientos en campo experimental .....	21
2.6. Población, muestra y muestreo .....	22
2.7. Análisis estadísticos .....	22
2.8. Manejo general del experimento .....	24
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Número de botones florales.....	29
3.2. Número de frutos cuajados.....	30
3.3. Número de frutos cosechados.....	31
3.4. Peso por fruto(g).....	32
3.5. Peso de frutos por planta (kg) .....	32
3.6. Rendimiento por hectárea (tn/ha).....	33
3.7. Longitud del fruto(mm).....	34

3.8. Diámetro del fruto(mm).....	35
3.9. Volumen del fruto.....	36
3.10. Firmeza del fruto(n) .....	37
3.11. Espesor de la cascara(mm).....	39
3.12. Espesor de la pulpa(mm).....	39
3.13. Peso de la cáscara(gr).....	40
3.14. Peso de la pulpa(gr).....	41
3.15. pH del jugo.....	42
3.16. Sólidos solubles totales (SST).....	43
3.17. Acidez Titulable (AT).....	44
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Factor de estudio.....	21
<b>Tabla 2.</b> Características del área experimental.....	21
<b>Tabla 3.</b> Momentos y dosis de aplicación.....	25
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza de variables evaluadas a cuatro niveles de potasio y dos de giberelina.....	26
<b>Tabla 5.</b> Evaluación de los supuestos del análisis de variancia para los indicadores paramétricos evaluados.....	58
<b>Tabla 6.</b> Evaluación de los supuestos del análisis de variancia para los indicadores paramétricos evaluados después de la transformación.....	58
<b>Tabla 7.</b> Resumen de los ANAVAs para las causas de variación sobre los indicadores paramétricos evaluados .....	59
<b>Tabla 8.</b> Resumen de los ANAVAs para las causas de variación dosis sobre los indicadores paramétricos evaluados luego de la transformación.....	59
<b>Tabla 9.</b> Resumen de los ANAVAs para los efectos simples sobre los indicadores paramétricos evaluados.....	60
<b>Tabla 10.</b> Resumen de los ANAVAs para los efectos simples sobre los indicadores paramétricos evaluados luego de la transformación de datos .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	20
<b>Figura 2.</b> Croquis de distribución de los tratamientos en la parcela experimental.....	21
<b>Figura 3.</b> A: Dendograma del análisis de conglomerados (método Ward 0.99:2 grupos y distancia de gower para 17 variables en la calidad y rendimiento de frutos de pitahaya..	27
<b>Figura 4.</b> Biplot del análisis de componentes principales de 8 tratamientos y 17 variables .....	28
<b>Figura 5.</b> Número de botones florales del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde $\lambda=0.161616$ .....	29
<b>Figura 6.</b> Número de frutos cuajados del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	30
<b>Figura 7.</b> Número de frutos cosechados del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	31
<b>Figura 8.</b> Peso por fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde $\lambda=-0.6565657$ .....	32
<b>Figura 9.</b> Peso de frutos por planta del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde $\lambda=0.1515152$ .....	33
<b>Figura 10.</b> Rendimiento por hectárea del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde $\lambda = 0.1515152$ .....	34
<b>Figura 11.</b> Longitud de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	35

<b>Figura 12.</b> Diámetro de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	36
<b>Figura 13.</b> Volumen de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	37
<b>Figura 14.</b> Firmeza de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	38
<b>Figura 15.</b> Espesor de la cáscara de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	39
<b>Figura 16.</b> Espesor de la pulpa de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	40
<b>Figura 17.</b> Peso de la cáscara de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	41
<b>Figura 18.</b> Peso de la pulpa de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	42
<b>Figura 19.</b> PH de la fruta de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	43
<b>Figura 21.</b> Grados brix de la fruta de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	44
<b>Figura 22.</b> Acidez titulable de la fruta de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).....	45
<b>Figura 22.</b> Área experimental de Plantaciones de pitahaya amarilla de 3 años de edad.....	62
<b>Figura 23.</b> Monitoreo de Plagas.....	62
<b>Figura 24.</b> Medición de frutos.....	62

<b>Figura 25.</b> Evaluación de peso de fruto .....	62
<b>Figura 26.</b> Plantaciones para cosecha.....	62
<b>Figura 27.</b> Inicio de la cosecha .....	63
<b>Figura 28.</b> Pitahaya cosechada .....	63
<b>Figura 29.</b> Evaluaciones en Laboratorio.....	64
<b>Figura 30.</b> Evaluaciones en laboratorio .....	64

## RESUMEN

La pitahaya amarilla (*Hylocerus megalanthus*) es un cultivo reciente que empieza a tener un gran potencial en el país por su alto valor nutricional y su demanda en el mercado nacional e internacional, para ello, es importante proporcionar una nutrición adecuada al cultivo. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del potasio y giberelinas sobre el rendimiento y calidad de frutos de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*). Los factores estudiados consistieron en 3 dosis de potasio y una dosis de giberelina más un testigo, combinados en un arreglo factorial (4x2), haciendo un total de 8 tratamientos, distribuidos en un DBCA con 5 repeticiones, en plantas homogéneas de 3 años de edad. Como resultado se obtuvo que el tratamiento K100+AG50 presento mejores resultados respecto al peso del fruto (369,46 g), peso de frutos por planta (10,80 kg/planta), rendimiento por hectárea (11,99 tn/ha), y los grados Brix (24,58). Concluyendo que la aplicación de K100+AG50 influyeron de forma positiva en la calidad y rendimiento del cultivo de pitahaya amarilla.

**Palabras clave:** Efecto, Potasio, Giberelina, Rendimiento, Calidad, *Hylocerus megalanthus*.

## ABSTRACT

The yellow pitahaya (*Hylocerus megalanthus*) is a recent crop that is beginning to have great potential in the country due to its high nutritional value and its demand in the national and international market. For this, it is important to provide adequate nutrition to the crop. The objective of the present investigation was to evaluate the effect of potassium and gibberellins on the yield and quality of yellow pitahaya (*H. megalanthus*) fruits. The studied factors consisted of 3 doses of potassium and a dose of gibberellin plus a control, combined in a factorial arrangement (4x2), making a total of 8 treatments, distributed in a DBCA with 5 repetitions, in homogeneous plants of 3 years of age. As a result, it was obtained that the K100+AG50 treatment presented better results regarding the weight of the fruit (369.46 g), weight of fruits per plant (10.80 kg/plant), yield per hectare (11.99 tn/ha), and Brix degrees (24.58). Concluding that the application of K100 + AG50 positively influenced the quality and yield of the yellow pitahaya crop.

**Keywords:** Effect, Potassium, Gibberellin, Yield, Quality, *Hylocerus megalanthus*.

## I. INTRODUCCIÓN

Las cactáceas pertenecen al orden Caryophyllales, son nativas del continente americano existiendo 1500 a 2000 especies que se encuentran distribuidas desde Canadá hasta la Patagonia Montesinos *et al.* (2015). *Hylocereus* es conocido a nivel mundial por ser un cactus trepador, con 16 especies reconocidas y cultivadas, entre las cuales, destacan *H. undatus*, *polyrhizus*, *costaricensis*, *triangularis* y *purpusii*, conocidas por su pericarpio de color rojo, cultivándose en Centro América e Israel y *H. megalanthus* conocida por su pericarpio amarillo, distribuida en Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela (Montesinos *et al.*, 2015).

La pitahaya amarilla (*H. megalanthus*) denominada anteriormente como *Selenicereus megalanthus* INIA. (2020), es un importante recurso genético, con un gran potencial para el desarrollo agrario y económico, puesto que, es una especie de gran adaptabilidad a condiciones ambientales variadas, lo que favorece su desarrollo; además posee una amplia gama de posibilidades de industrialización, rentabilidad y alta demanda en los mercados nacional e internacional (Ortega *et al.*, 2018).

*H. megalanthus* crece de manera silvestre en el territorio nacional, los ecosistemas subtropicales son ideales para su siembra, como los que se encuentran en las regiones Amazonas, San Martín y Piura; y Junín (Chanchamayo), donde se vienen instalando pequeñas áreas, de manera que su propagación incrementa INIA. (2020). Actualmente, Amazonas es una de las zonas geográficas más productivas, destacando el cultivo de pitahaya, que ha tenido un incremento en los últimos años, razón que lo ha convertido una fuente de ingreso muy fructífero a la canasta familiar para los agricultores; sin embargo, poco se conoce sobre la nutrición mineral y el incorrecto manejo agronómico de este tipo de cultivo están causando pérdidas en la producción (Sánchez, 2017). La pitahaya amarilla cuenta con gran demanda debido a su agradable sabor y contenido nutricional, así mismo, por ser estos frutos de mayor resistencia, se pueden transportar y almacenar sin problemas y debido a sus propiedades fisicoquímicas permiten su uso en la industria (INIA, 2020; Cañar *et al.*, 2014).

La falta de conocimiento científico sobre la fertilización, conlleva a que los agricultores no apliquen dosis de forma correcta a sus cultivos, de manera que, muchas veces resulta contraproducente, y es que el agricultor, con el objetivo de mejorar su producción, emplea fertilizantes en base a experiencias propias, sin haber realizado un previo análisis de suelos, y tener los conocimientos técnicos sobre los requerimientos de éstos. Esto trae

consigo, un grave deterioro de los suelos agrícolas, lo que repercuten en la productividad (De la Cruz *et al.*, 2019; Ponce & Kodera, 2003).

En ese contexto se vienen realizando estudios sobre nutrición como lo presenta Chakma *et al.* (2014), quienes aplicaron NPK para incrementar la producción de pitahaya roja (*Hylocereus costaricensis*), obteniendo resultados que reflejaban una gran mejora del cultivo, permitiendo alcanzar rendimiento promedio de 31, 7 tn/ha de fruta concordando con lo estudiado por Orrico (2013), quien concluyo que con 120 kg/ha de fosfato di amónico y 300 kg/ha de cloruro de potasio se obtiene un incremento en el número de frutos, diámetro, peso de la fruta y mayor rendimiento por hectárea en pitahaya amarilla. Estudios realizados por Moreira *et al.* (2014), en *Hylocereus undatus* y *Hylocereus polyrhizus* con fertilización potásica evidencio que existe interacción entre el potasio y las especies de pitahaya, incrementando un 45,6 % en el rendimiento con una dosis de 120 g de potasio por planta en *H. undatus* y 200 g para la *H. polyrhizus*, mejorando significativo la producción.

Las investigaciones en la fertilización foliar y fertilización al suelo han dado muy buenos resultados como los obtenidos por Sánchez (2017), en su trabajo de inducción floral y rendimiento mediante la aplicación de fertilización (NPK) y fitohormonas en el cultivo de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), quien encontró que el tratamiento de 136 g NPK + 50 ml de fitohormonas aumentan la floración, fructificación y el rendimiento concordando con el estudio de Nguyen *et al.* (2016) quienes mencionan que la aplicación de giberelinas (AG3) a 30 ppm más Yogen (NPK) incremento de manera significativa el rendimiento así como calidad de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

Los estudios enfocados en la fertilización foliar muestran resultados muy alentadores como el de Suekane *et al.* (2016), quienes evaluaron la floración y producción de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) mediante concentraciones de ácido giberélico; dando como resultado que la concentración de 400 mg/L de ácido giberélico logró mejorar las características agronómicas al aumentar el volumen, masa, número de frutos y el rendimiento.

Por lo expuesto, la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del potasio y giberelinas sobre el rendimiento y calidad de frutos de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), y la respuesta individual de potasio como de giberelina, con 8 tratamientos, donde interactuaron el potasio y las giberelinas lo que permitió conocer la capacidad de respuesta de pitahaya al mejor tratamiento que contribuya a la obtención de un buen rendimiento y una fruta de calidad comercial.

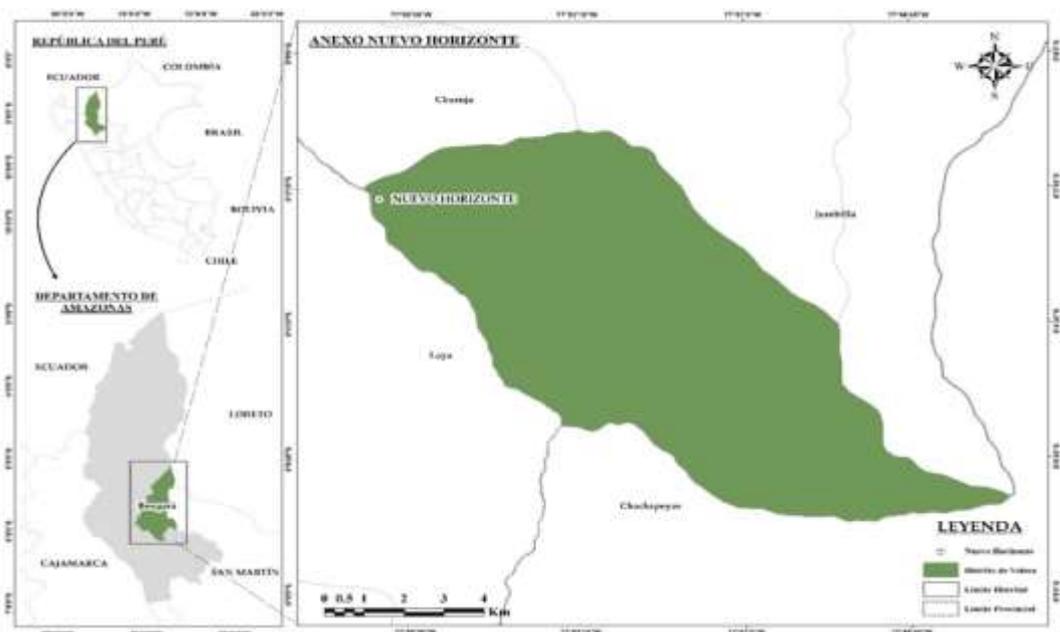
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el anexo Nuevo Horizonte, distrito de Valera, Bongará – Amazonas. Geográficamente el área de estudio se encuentra situada en las coordenadas 6°01'58" latitud sur y 77°54'54" longitud oeste, a una altitud de 1420 msnm (Figura 1).

### Figura 1

*Ubicación geográfica del área de estudio*



### 2.2 Diseño de la investigación

Para la investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial: 3A (Potasio) más testigo x 1B (Giberelinas) más testigo (Tabla 1), el cual se tuvo 8 tratamientos y 5 repeticiones (40 unidades experimentales). Cada unidad experimental fue compuesta por 5 plantas de las cuales fueron evaluadas las 3 centrales.

## 2.3 Factores en estudio

**Tabla 1**

*Factores de estudio*

Factores	Interacciones	tratamiento
A) <b>Potasio</b>	A1B1	T1
A1:K0	A1B2	T2
A2:K50	A2B1	T3
A3:K100	A2B2	T4
A4:K150	A3B1	T5
B) <b>Giberelina</b>	A3B2	T6
B1: AG0	A4B1	T7
B2: AG50	A4B2	T8

## 2.4 Características del área experimental

**Tabla 2**

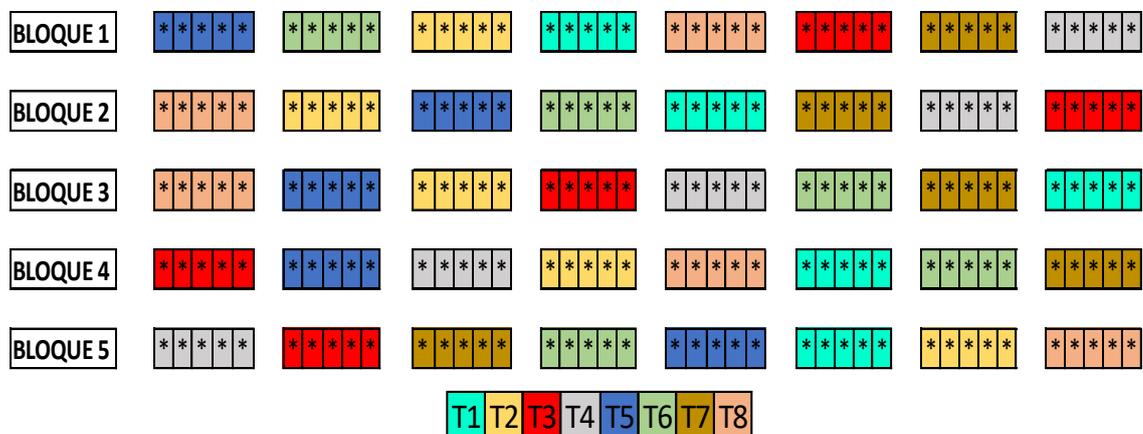
*Características del área experimental.*

<b>Forma de la unidad experimental</b>	<b>: Rectangular</b>
Unidades experimentales	: 40
Número de plantas por unidad experimental	: 5
Distancia entre planta	: 3 m
Área de unidad experimental	: 36 m <sup>3</sup>
Distancia entre unidades experimentales	: 6 m
Área total del estudio	: 5000 m <sup>3</sup>

## 2.5 Distribución de los tratamientos en campo experimental

**Figura 2**

*Croquis de distribución de los tratamientos en la parcela experimental*



## **2.6 Población, muestra y muestreo.**

### **Población**

La población total del estudio fue conformada por 200 plantas de pitahaya de tres años de edad en estado productivo, cultivadas bajo las condiciones edafoclimáticas del anexo Nuevo Horizonte, distrito Valera, Provincia de Bongará-Amazonas.

### **Muestra**

La muestra estuvo conformada por 120 plantas, de un total de 40 unidades experimentales de las cuales se extrajo 3 de cada U.E para su evaluación.

### **Muestreo**

Probabilístico tipo muestreo aleatorio simple.

## **2.7 Análisis estadístico.**

Los resultados obtenidos se evaluaron mediante el análisis estadístico de un DBCA, en esquema factorial (4A x 2B), Se aplicó la estadística multivariada exploratoria, mediante un análisis de conglomerados (método de Ward con una distancia de Gower) para la formación de grupos y análisis de componentes principales.

Se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey con nivel de significancia  $\alpha = 0,05$  a fin de conocer las diferencias estadísticas entre los tratamientos efectuados; los análisis y gráficos se realizaron con el software libre RStudio versión 4.0.3.

### **2.7.1 Variables de estudio y metodología de evaluación.**

**2.7.2.1 Número de botones florales (NBF):** Se cuantifico el total de botones florales de las 3 plantas evaluadas de cada unidad experimental después de 10 días del rompimiento de las yemas donde es notorio distinguir un botón floral de un brote.

**2.7.2.2 Número de frutos cuajados (NFC):** Se cuantifico el total de frutos cuajados de las 3 plantas evaluadas de cada unidad experimental después de 7 días cuando termino la etapa de polinización.

**2.7.2.3 Número de frutos cosechados (NFCO):** Presentada la madurez comercial se procedió a cosechar los frutos, luego se contó los frutos producidos de las 3 plantas de cada unidad experimental.

- 2.7.2.4. Peso por fruto en g (PF):** Se pesó 50 frutos escogidos al azar de cada unidad experimental con una balanza electrónica (SKU700870- 500 g / 0,01 gr) registrando los resultados en gr.
- 2.7.2.5. Peso de frutos por planta en kg (PFP):** Se evaluó el número de frutos maduros cosechados por planta de cada unidad experimental. Se pesó la producción total de cada planta con una balanza electrónica (Henkel-100 kg).
- 2.7.2.6. Rendimiento tn/h (RD):** Se registró el peso total de cada tratamiento y se expresó en toneladas por hectárea con la ayuda de una balanza electrónica (Henkel-100 kg).
- 2.7.2.7. Longitud del fruto mm (LG):** Se midió la longitud de fruto (diámetro polar) de 100 frutos por tratamiento con la ayuda de un vernier digital (Stanley 6 PLG 150 Mm).
- 2.7.2.8. Diámetro del fruto mm (DF):** Se midió el diámetro del fruto (diámetro ecuatorial) de 100 frutos por tratamiento con la ayuda de un vernier digital (Stanley 6 PLG 150 Mm).
- 2.7.2.9. Volumen del fruto (VOL):** Se midió colocando el fruto en agua en un vaso beaker de 500 ml; el líquido desplazado por la fruta equivale al volumen de la fruta.
- 2.7.2.10. Firmeza (n) del fruto (FF):** Se realizó con un penetrómetro digital AGROSTA® 100Field (versión 5) equipado con una punta de 3.5 mm, se inserta manualmente la punta perpendicularmente a la superficie del fruto que se encuentra previamente pelada (sin cáscara o epicarpio) en dos puntos opuestos de la zona ecuatorial; los resultados se expresan en N.
- 2.7.2.11. Espesor de la cascara (ESPC):** Se midió con un vernier digital (Stanley 6 PLG 150 Mm) y se expresó en mm. Se deben de tener en cuenta la estructura del fruto.
- 2.7.2.12. Espesor de la pulpa (ESPP):** Se midió con un vernier digital (Stanley 6 PLG 150 Mm) y se expresó en mm. Se deben de tener en cuenta la estructura del fruto
- 2.7.2.13. Peso de la cáscara (PC):** Se pesó la cáscara de la fruta de 20 frutos de cada tratamiento con la ayuda de una balanza electrónica digital (SF-400 de 1 g-5 kg).
- 2.7.2.14. Peso de la pulpa (PP):** Se pesó la pulpa de 20 frutas de cada tratamiento con la ayuda de una balanza electrónica digital (SF-400 de 1 g-5 kg).

**2.7.2.15. pH del jugo (PH):** Se determinó mediante el uso de un potenciómetro digital con un electrodo de combinación en forma directa, introduciendo éste en el jugo de la fruta. Expresándose como valor de pH del jugo.

**2.7.2.16. Sólidos solubles totales (°BX):** se seleccionaron 20 frutos al azar de cada tratamiento para posteriormente ser partidos y sacar una pequeña muestra del jugo y ser sometido al refractómetro (RHB32ATC-°Brix).

**2.7.2.17. Acidez Titulable (AT°):** Se determinó por volumetría con una solución de NaOH 0.1 N, utilizando el método oficial de la AOAC (1984). Los resultados se expresaron en % de ácido cítrico.

## **2.8 Manejo general del experimento**

### **2.8.1 Reconocimiento y preparación del área experimental**

El reconocimiento del área experimental se realizó con un mes de anticipación, este se encontró en la fase final de su etapa productiva. El área experimental presenta una inclinación de 20° a 40°, suelo franco arenoso con pH de 6.36, una temperatura media de 19.3°C, humedad relativa de 84.9% y una precipitación media de 930 mm/año.

La parcela experimental está instalado con tutores de PVC rellenos con concreto donde se encuentra adherido la pitahaya, contando un sistema de riego por goteo; la preparación de la parcela se llevó a cabo con 20 días de anticipación siguiendo la fase fenológica del cultivo donde se realizó el control de malezas, el manejo de podas tanto sanitarias, formación y producción; posterior a ello se realizó la aplicación de fungicidas e insecticidas y a continuación se procedió a delimitar (tabla 2) y trazar (figura 2) las parcelas experimentales.

**2.8.2 Aplicación de potasio:** Se aplicó cloruro de potasio (60% K<sub>2</sub>O), juntamente con 100 kg/ha (N) y 80 kg/ha (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en todos los tratamientos, se aplicó de forma directa al suelo en semicírculo a 40 cm de la planta fraccionada en tres partes de acuerdo a la época fenológica del cultivo, la primera en crecimiento vegetativo la segunda al inicio de botones florales y la tercera en el llenado del fruto cada 30 días (Tabla 3).

**Tabla 3***Momentos y dosis de aplicación*

Dosis				1 dosis	2 dosis	3 dosis
K(kg/ha)	K <sub>2</sub> O(Kg/ha)	KCL(60%K <sub>2</sub> O) (kg/ha)	KCL(60%K <sub>2</sub> O) (kg/planta)	Antes botón floral	Después cuajado fruto	crecimiento del fruto
0	0	0	0	0	0	0
50	60	100	100	30	30	30
100	120	200	200	60	60	60
150	180	300	300	90	90	90

**2.8.3 Aplicación de giberelinas:** Se asperjó Agrogibb (10% ácido giberélico), se preparó una tableta para una mochila de 20 litros para tener una concentración de 50 mg/L, se aplicó en tres momentos, después del cuajado del fruto y posteriormente cada 20 días, fue aplicado de manera uniforme en toda la parte área del cultivo de pitahaya y en todos los tratamientos que corresponden.

### III.RESULTADOS

En la tabla 4, se observa el resultado de análisis de varianza al  $p < 0,05$  de significancia de las variables de calidad y rendimiento evaluadas en el cultivo de pitahaya, bajo tres niveles de potasio más un testigo (0, 50, 100,150 kg de K) y giberelina más un testigo (0,50 mg/l GA). Donde en los niveles del factor potasio podemos observar que existe diferencia estadística significativa en las variables de PF, PP, RD, LF, DF, VF, ESPC, ESPP, PPU, PH, °BX; así mismo para el factor de giberelina existe diferencia estadística significativa en GF, LF, VF. La interacción de factores también muestra diferencia significativa para las variables de estudio como GF, ESPC, PP, PH, °BX.

**Tabla 4**

*Análisis de varianza de variables evaluadas a tres niveles de potasio más un testigo y de giberelina más un testigo.*

Variables	Mínimo	Máximo	Potasio(F1)	Giberelina(F2)	F1*F2	CV
NBF	30.5	43.76	0.4484	0.6775	0.2845	28.45%
NFC	22.9	32.5	0.2875	0.6641	0.1029	21.27%
NFCO	22.68	31.5	0.3586	0.7158	0.1479	21.89%
PF	229.04	369.46	0.0001***	0.0001***	0.0001***	3.03%
PFP	6.57	10.8	0.0141**	0.0589	0.0177**	19.50%
RD	7.3	11.99	0.0141**	0.0591	0.0178**	19.50%
LG	80.56	95.29	0.0011**	0.0306*	0.2591	5.46%
DF	64.08	75.06	0.0001***	0.1025	0.2818	4.51%
VOL	223.15	326.2	0.0001***	0.0093**	0.2396	9.71%
FF	10.85	13.65	0.6442	0.2731	0.1269	15.17%
ESPC	1.64	3.94	0.0051**	0.4404	0.0118*	26.86%
ESPP	60.01	71.5	0.0025**	0.4524	0.7106	7.73%
PC	83.36	111.1	0.1573	0.5152	0.1969	17.72%
PP	129.16	234.02	0.0001***	0.1058	0.0396*	16.69%
PH	4.55	4.95	0.0001***	0.1491	0.0071**	2.34%
SST	21.62	24.58	0.0001***	0.3531	0.0466*	3.72%
AT	0.08	0.1	0.1249	0.2043	0.0567	11.75%

Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( )  $p > 0,05$ : No significativo; (\*)  $p = 0,05$  pero  $> 0,01$ : Significativo; (\*\*)  $p = 0,01 > 0,001$ : Altamente significativo; (\*\*\*)  $p \leq 0,001$ : Muy altamente significativo.

NBF =Número botones florales, NFC =Números de frutos cuajados, NFCO = Número de frutos cosechados, PF = Peso por fruto, PFP= Peso por planta, RD (tn/ha) = Rendimiento de fruta/hectárea, LG = Longitud del fruto, DF= Diámetro del fruto, VOL= Volumen del fruto, FF= Firmeza del fruto, PP= Peso de la pulpa, ESPC= Espesor de la cascara, ESPP= Espesor de la pulpa, PC = Peso de la cascara, PH, SST=Grados brix, = AT°, Acidez titulable.

### Nivel de correlación entre tratamientos y variables de estudio

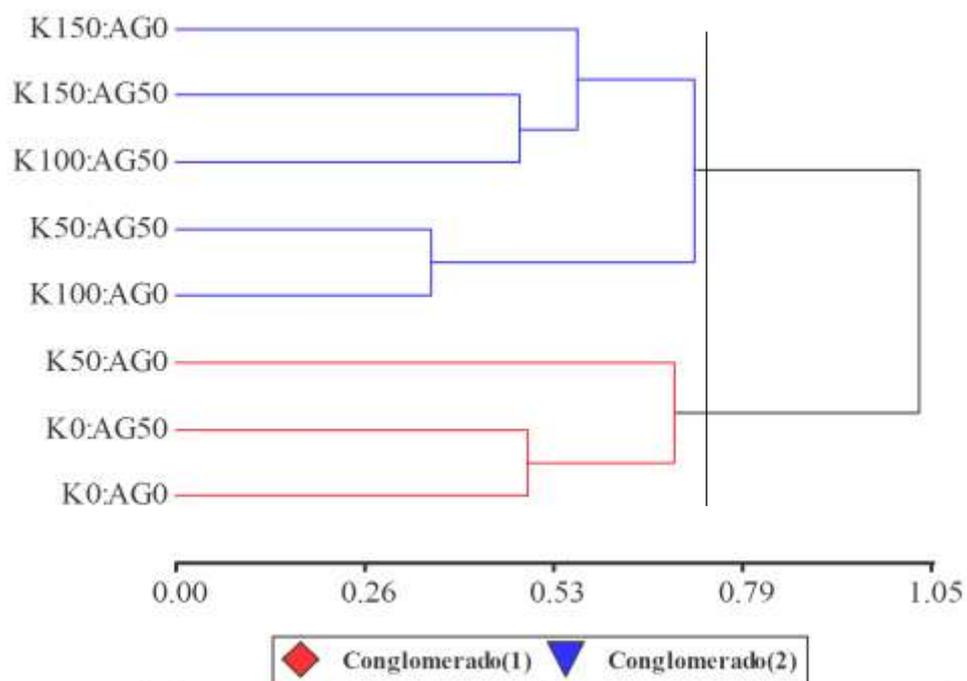
El análisis de varianza para los grupos formados de acuerdo con el análisis de conglomerados indicó que el peso del fruto es una variable muy importante en la calidad y rendimiento en fruto de pitahaya, debido a que está presente diferencias estadísticas significativas ( $p=0.0001$ ). Donde el grupo 1 presentó la media más alta con respecto a esta variable ya que aporta con un 54,8 % a la formación de los grupos como lo demuestra el análisis de componentes principales (figura 4), el grupo 2 está relacionada al espesor de la cascara ( $p=0.0118$ ) ya que aporta 26 % a la formación de este grupo como lo demuestra el análisis de componentes principales (figura 4), el peso del fruto y espesor de la cascara son variables determinantes en la formación de grupos.

El grupo 1 está conformado por los tratamientos K150+AG0, K150+AG50, K100+AG50, K50+AG50, K100+AG0 (Figura 3), presentando las mejores características en peso del fruto, rendimiento por hectárea, volumen, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de la pulpa, espesor de la pulpa, rendimiento (figura 4).

El grupo 2 está conformado por los tratamientos K50+AG0, K0+AG50, K0+AG0 (Figura 3), presentando las mejores características en cuanto al espesor de la cascara, firmeza del fruto, número de botones florales, número de frutos cuajados, número de frutos cosechados, peso de la cascara (figura 4).

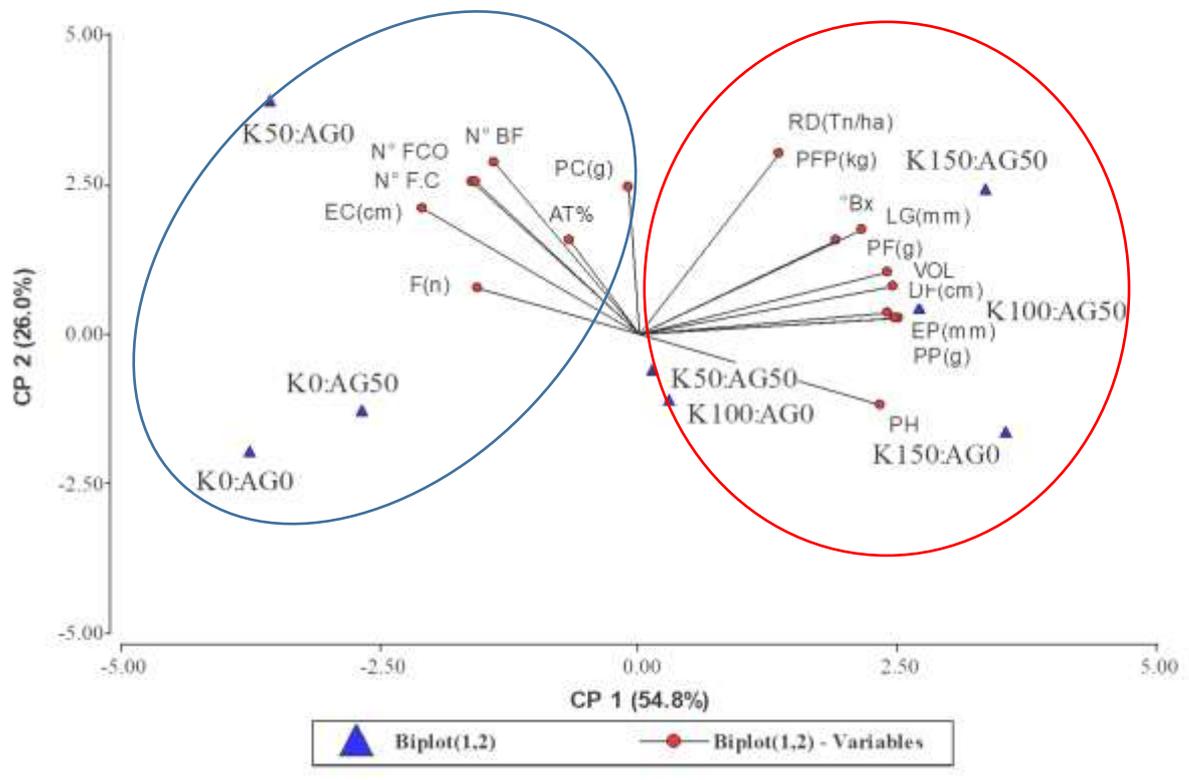
### Figura 3

*Dendograma del análisis de conglomerados (método Ward 0.702): 2 grupos y distancia de gower para 17 variables en la calidad y rendimiento de frutos de pitaha*



**Figura 4**

*Biplot del análisis de componentes principales de 8 tratamientos y 17 variables.*

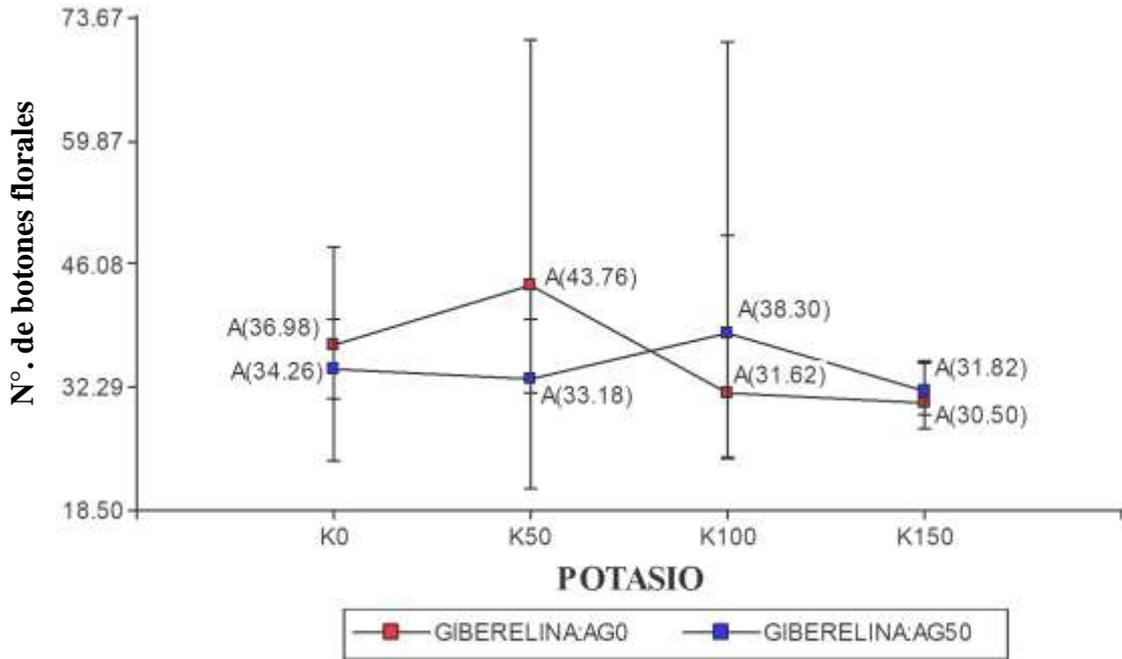


### 3.1. Número de botones florales

El análisis independiente de varianza de cada factor no muestra (potasio y giberelina) diferencias estadísticas significativas sobre la respuesta del número de botones florales ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta. Sin embargo, en los niveles de potasio se obtuvo un mayor número de botones florales a K50 con 38,47 unidades y una menor media en K150 con 31,16 unidades; del mismo modo para los niveles de giberelina se obtuvo un mayor número de botones florales con AG0 con 35,72 unidades y una menor media en AG50 con 34,39 unidades. Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina se observa que el tratamiento de AG0 + K50 presenta una mayor media con 43,76 unidades y una menor media el tratamiento AG0 + K150 con 30,50 unidades.

**Figura 5**

Número de botones florales del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de  $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde  $\lambda = 0,161616$ .

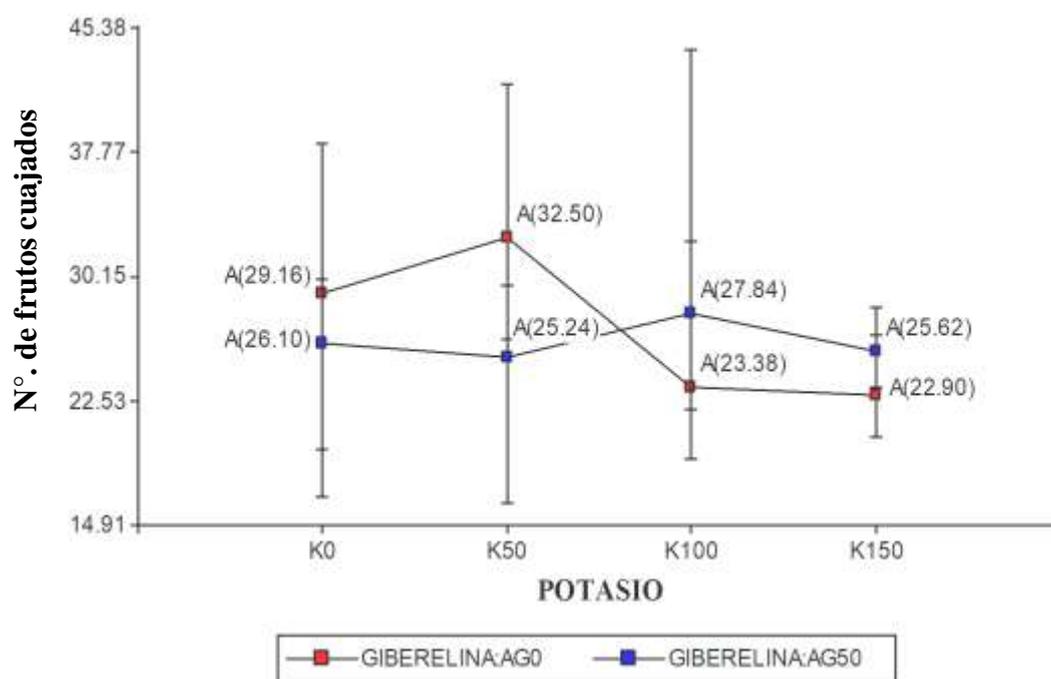


### 3.2. Número de frutos cuajados

El análisis independiente de varianza de cada factor no muestra (potasio y giberelina) diferencias estadísticas significativas sobre la respuesta del número de frutos cuajados ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta. Sin embargo, en los niveles de potasio se obtuvo un mayor número de botones florales a K50 con 28,87 unidades y una menor media en K150 con 24,26 unidades; del mismo modo para los niveles de giberelina se obtuvo un mayor número de frutos cuajados con AG0 con 26,98 unidades y una menor media en AG50 con 26,2 unidades. Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina se observa que el tratamiento de AG0 + K50 presenta una mayor media con 32,50 unidades y una menor media el tratamiento AG0 + K150 con 22,90 unidades.

**Figura 6**

Número de frutos cuajados del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).

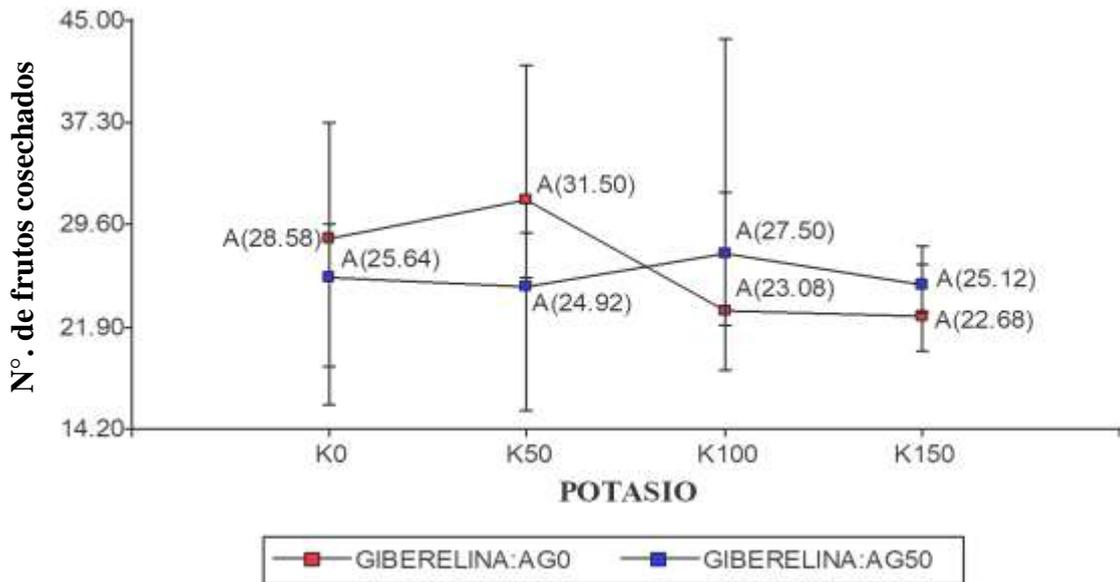


### 3.3. Número de frutos cosechados

El análisis independiente de varianza de cada factor no muestra (potasio y giberelina) diferencias estadísticas significativas sobre la respuesta del número de frutos cosechados ( $p < 0,05$ ) la interacción de estos factores tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta. Sin embargo, en los niveles de potasio se obtuvo un mayor número de frutos cosechados a K50 con 28,21 unidades y una menor media en K150 con 23,9 unidades; del mismo modo para los niveles de giberelina se obtuvo un mayor número de botones florales con AG0 con 26,46 unidades y una menor media en AG50 con 25,8 unidades. Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina se observa que el tratamiento de AG0 + K50 presenta una mayor media con 31,5 unidades y una menor media el tratamiento AG0 + K150 con 22,68 unidades.

**Figura 7**

Número de frutos cosechados del cultivo de pitahaya amarilla producida según interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).

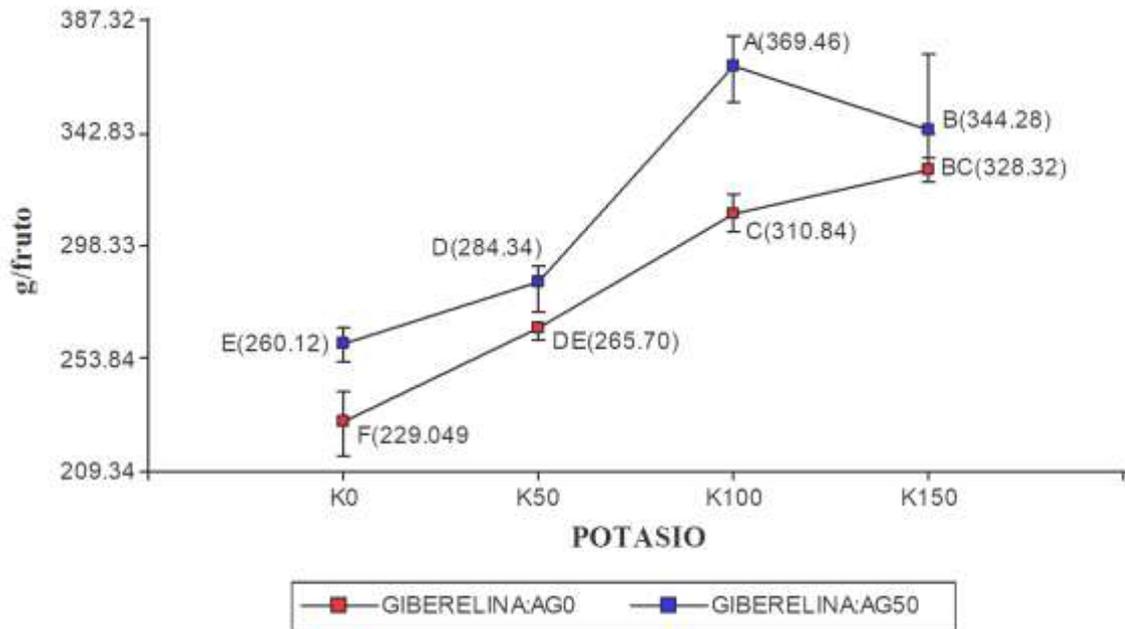


### 3.4. Peso por fruto (gramos)

La variable peso por fruto mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina. Donde se evidencio que el tratamiento AG50+K100 presento un peso superior con una media de 369,46 gramos estadísticamente igual al tratamiento AG0+K150 con 328 gramos diferenciándose del testigo AG0+K0 donde presento una media de 229,04 gramos estadísticamente igual al tratamiento AG0+K50 con 229,04 gramos por fruto.

**Figura 8**

Peso por fruto de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0.05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de  $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde  $\lambda = 0,6565657$ .

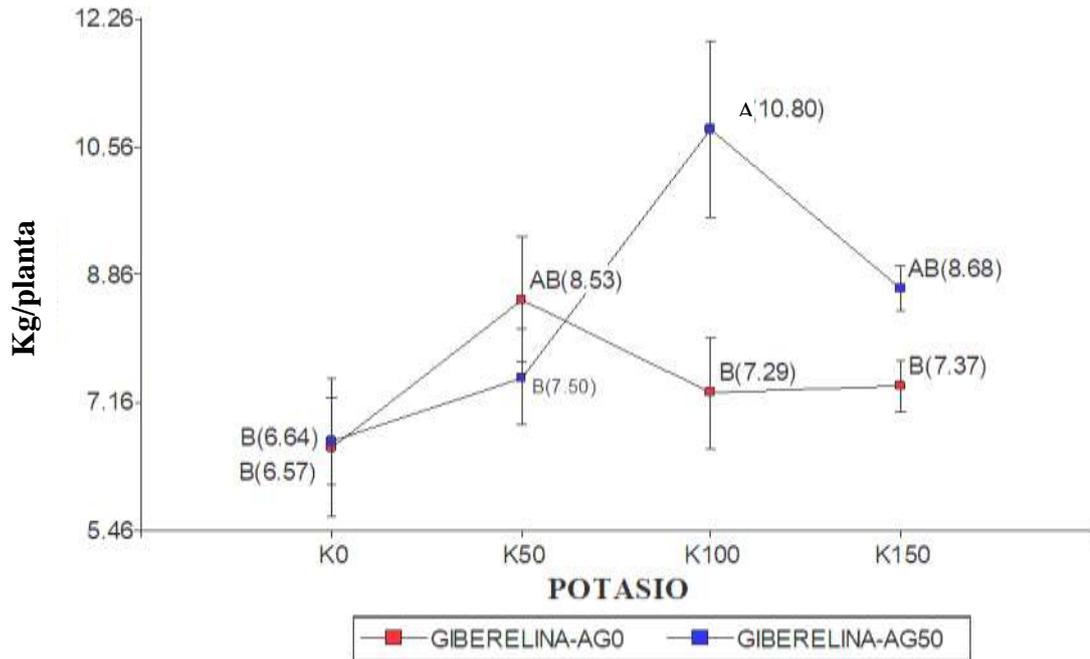


### 3.5. Peso de frutos por planta (kilogramos)

La variable peso de fruto por planta mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina. Donde se evidencio que el tratamiento AG50+K100 presento un peso superior por planta con una media de 10,80 Kg/planta estadísticamente diferente a los tratamientos AG50+K150, AG0+K50 con 8,68 y 8.53 Kg/planta respectivamente, diferenciándose del testigo AG0+K0 donde presento una media de 6,57 Kg/planta estadísticamente igual al tratamiento AG0+K50 con 6,64 Kg/planta.

**Figura 9**

*Peso de frutos por planta del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de  $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde  $\lambda = 0,1515152$*

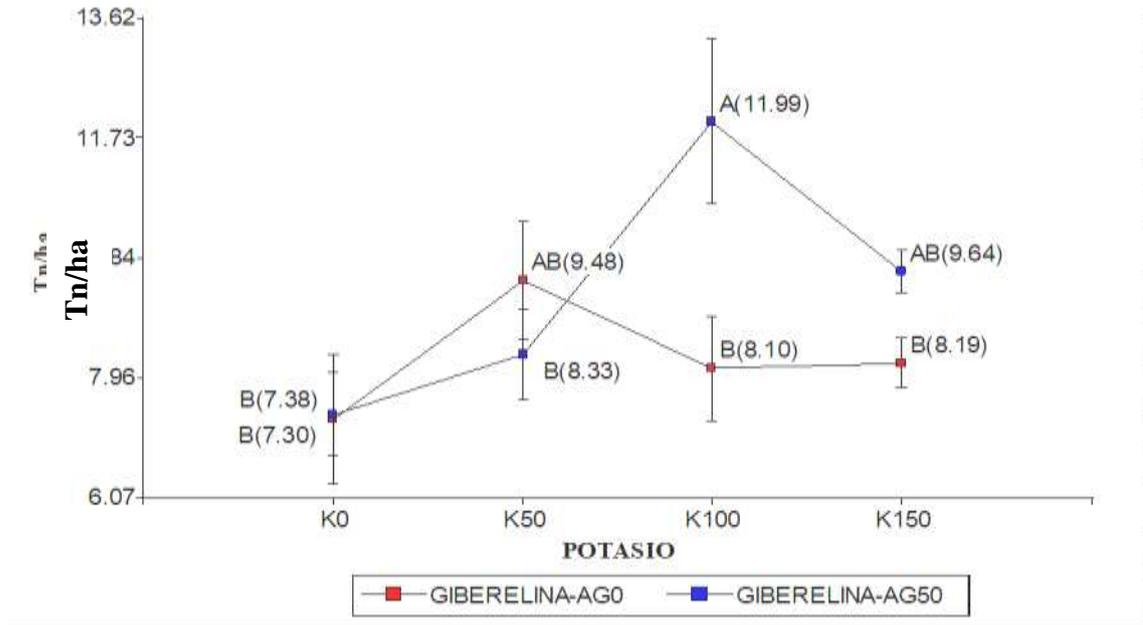


### 3.6. Rendimiento por hectárea (tn/ha)

El rendimiento por hectárea mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina. Donde se evidencio que el tratamiento AG50+K100 presento un peso superior con una media de 11,99 tn/ha estadísticamente diferente a los tratamientos AG50+K150, AG0+K50 con 9,64 y 9.48 tn/ha respectivamente, diferenciándose del testigo AG0+K0 donde presento una media de 7,30 tn/ha estadísticamente igual al tratamiento AG0+K50 con 7,38 tn/ha.

**Figura 10**

Rendimiento por hectárea del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ), luego de la transformación de Box y Cox de  $((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde  $\lambda = 0,1515152$ .



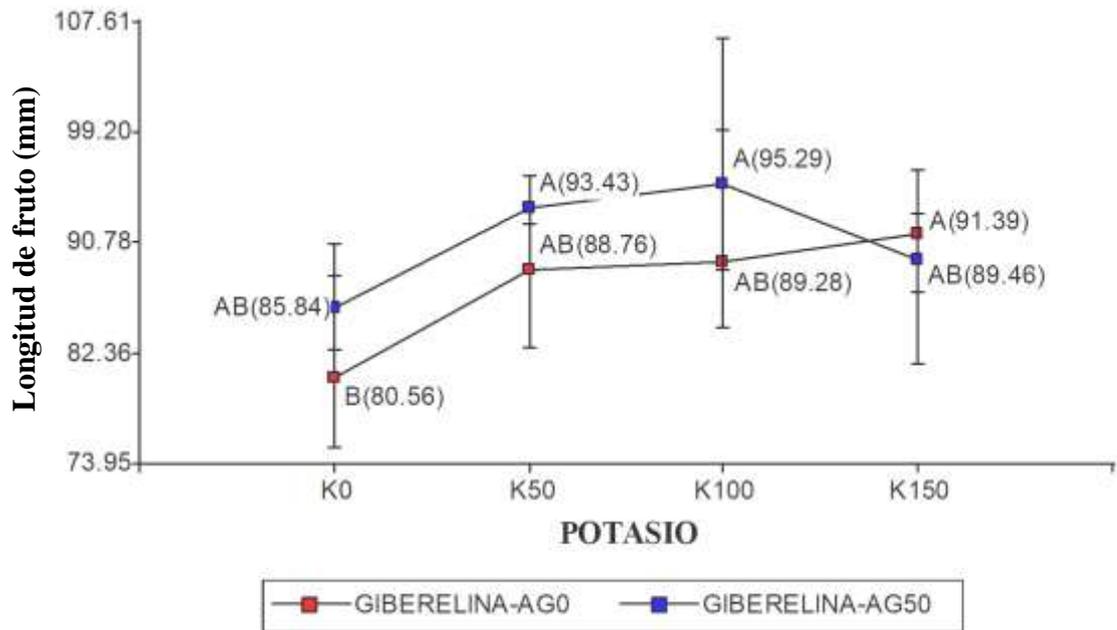
### 3.7. Longitud de fruto(mm)

El análisis independiente de varianza de cada factor muestra diferencias estadísticas significativas sobre la respuesta del número de frutos cosechados ( $p < 0,05$ ), mientras que la interacción de estos factores no mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta.

En los niveles de potasio se obtuvo una mayor longitud de fruto en K100 con 92,28 mm, estadísticamente igual a K50 y K150 con 91,1 y 90,43 mm respectivamente, diferente al testigo K0 donde se observó una media de 83,2 mm; en los niveles de giberelina se obtuvo diferencia significativa mostrando una mayor longitud de fruto en AG50 con 91,01 mm diferenciándose de AG0 que mostró una media de 87,5 mm. Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina este posee una interacción estadísticamente no significativa, pero se observa que el tratamiento de AG50 + K100 se obtuvo una mayor longitud de fruto con 95,29 mm respecto al testigo AG0 + K0 que presenta una menor longitud del fruto con 80,56 mm.

**Figura 11**

*Longitud de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*



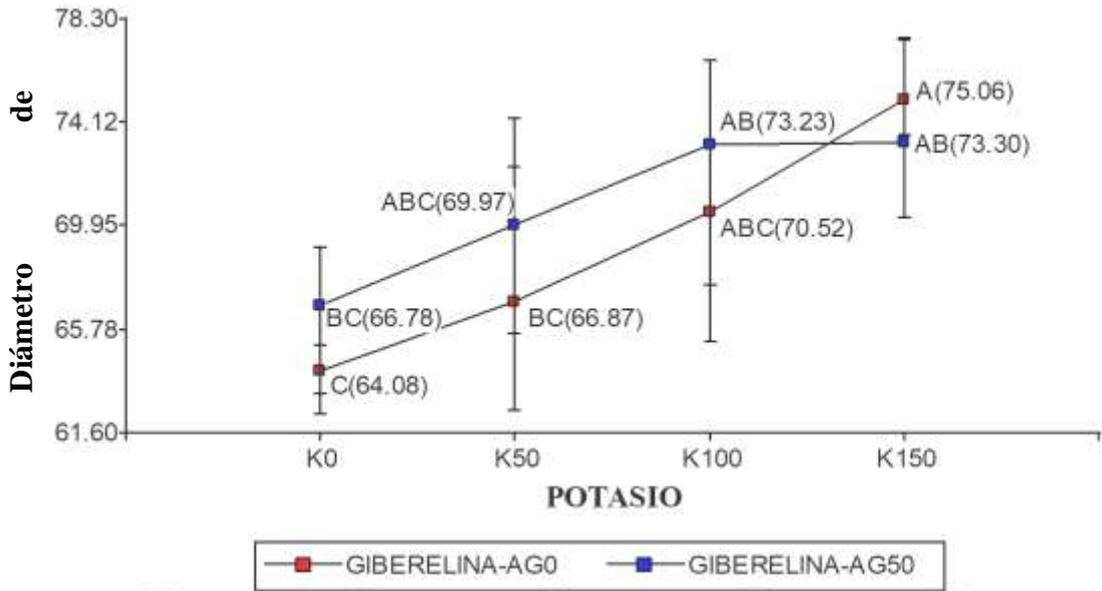
### 3.8. Diámetro de fruto(mm)

El análisis independiente de varianza de cada factor muestra diferencias estadísticas significativas sobre el factor potasio mas no en el factor giberelina sobre la variable respuesta de diámetro de fruto ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores no mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta.

En los niveles de potasio se obtuvo un mayor diámetro del fruto en K150 con 74,18 mm, estadísticamente igual a la dosis K100 con 74,18 mm y se observó una menor media en el testigo K0 con 65,43 mm estadísticamente igual al tratamiento K50 con 68,42 mm; en los niveles de giberelina no se obtuvo diferencia significativa, pero se observa un mayor diámetro de fruto en AG50 con 70,82 mm y un menor diámetro de fruto en AG0 con 69,13mm. Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina este posee una interacción estadísticamente no significativa, pero se observa que el tratamiento de AG50 + K150 se obtuvo un mayor diámetro con 75,06 mm respecto al testigo AG0 + K0 que presenta un menor diámetro con 64,08 mm.

**Figura 12**

*Diámetro de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*



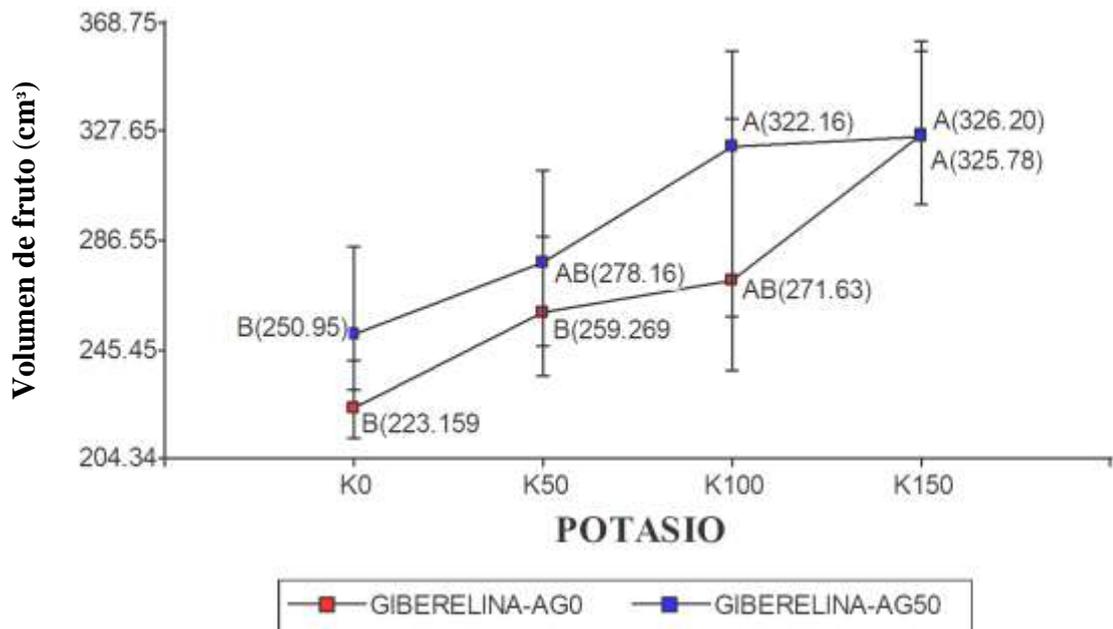
### 3.9. Volumen de fruto (cm<sup>3</sup>)

El análisis independiente de varianza de cada factor muestra (potasio y giberelina) diferencias estadísticas significativas sobre el volumen del fruto ( $p < 0,05$ ), mientras que la interacción de estos factores no mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta.

En los niveles de potasio se obtuvo mayor volumen de fruto en K150 con 325,99 cm<sup>3</sup>, estadísticamente igual a la dosis K100 con 296,9 cm<sup>3</sup> diferenciándose del testigo K0 donde se observó una menor media en K0 con 237,05 cm<sup>3</sup> estadísticamente igual a la dosis K50 50 con 268,71 cm<sup>3</sup>; en los niveles de giberelina se obtuvo diferencia significativa mostrando un mayor volumen de fruto en AG50 con 294,26 cm<sup>3</sup> y un menor volumen del fruto en AG 0 con 270,06 cm<sup>3</sup>. Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina este posee una interacción estadísticamente no significativa, pero se observa que el tratamiento de AG0 + K150 se obtuvo un mayor volumen del fruto con 326,2 cm<sup>3</sup> respecto al testigo AG0 + K0 que presenta un menor volumen con 223,15 cm<sup>3</sup>.

**Figura 13**

Volumen de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).



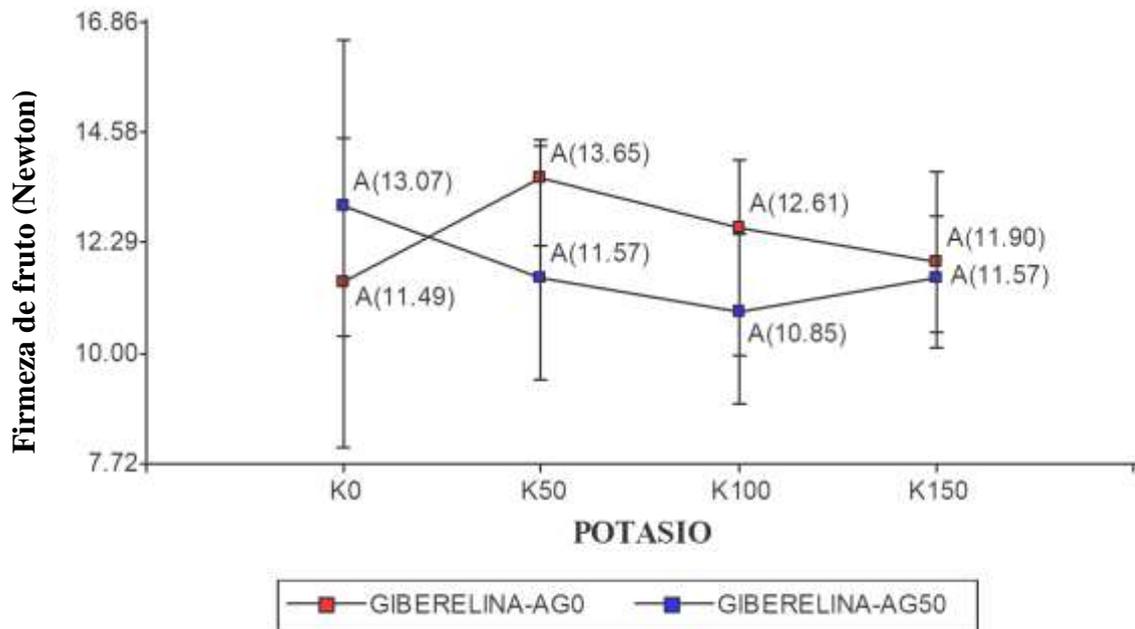
### 3.10. Firmeza de fruto (Newton)

El análisis independiente de varianza de cada factor no muestra (potasio y giberelina) diferencias estadísticas significativas sobre la firmeza de fruto ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta. Sin embargo, en los niveles de potasio se obtuvo mayor firmeza de fruto en K50 con 12,61 N y una menor firmeza en K150 con 11,73 N; del mismo modo para los niveles de giberelina se obtuvo una mayor firmeza en el fruto en AG0 con 12,41 N y una menor firmeza en AG50 con 11,77 N.

Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina se observa que no hay diferencia estadística significativa entre tratamientos, pero se aprecia que de AG0 + K50 presenta una mayor media con 13,65 N y una menor media la interacción de giberelina AG50 + K100 con 10,85 N.

**Figura 14**

*Firmeza de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*

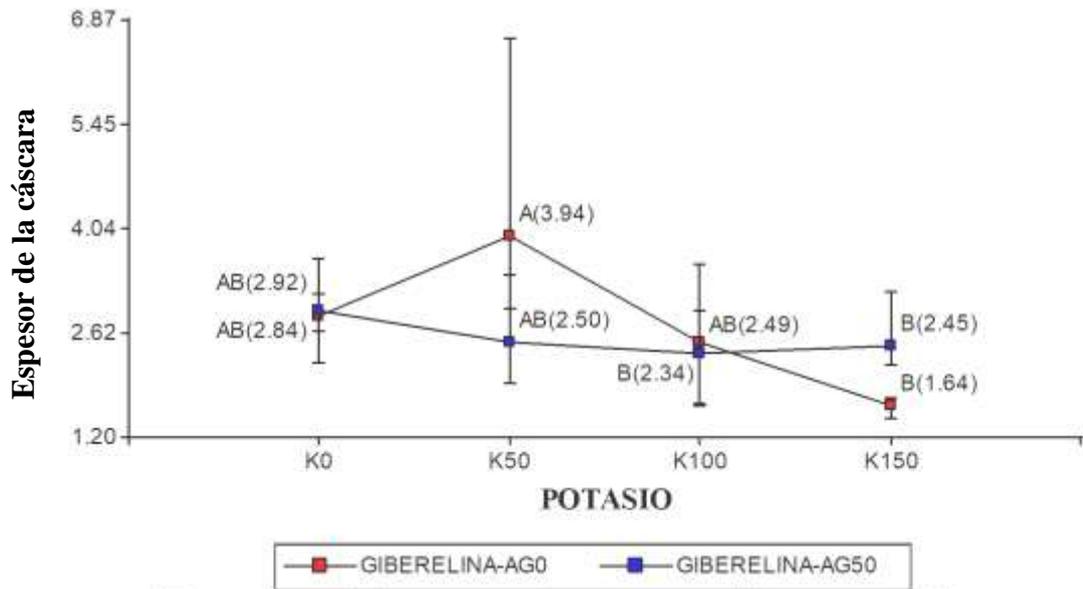


### 3.11. Espesor de la cáscara de fruto

La variable de espesor de la cascara del fruto mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina. Donde se evidenció que siete de los ocho tratamientos mostraron diferencias en el espesor de la cascara de un rango de 2,34 cm (AG50+K100) a 3,98 cm (AGO+K150), una observación diferente para el tratamiento AG0 + K50 que presento un espesor de 1,64 cm muy por debajo al testigo con 2,84 cm (AG0+150K).

**Figura 15**

*Espesor de la cáscara de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*



### 3.12. Espesor de la pulpa de fruto

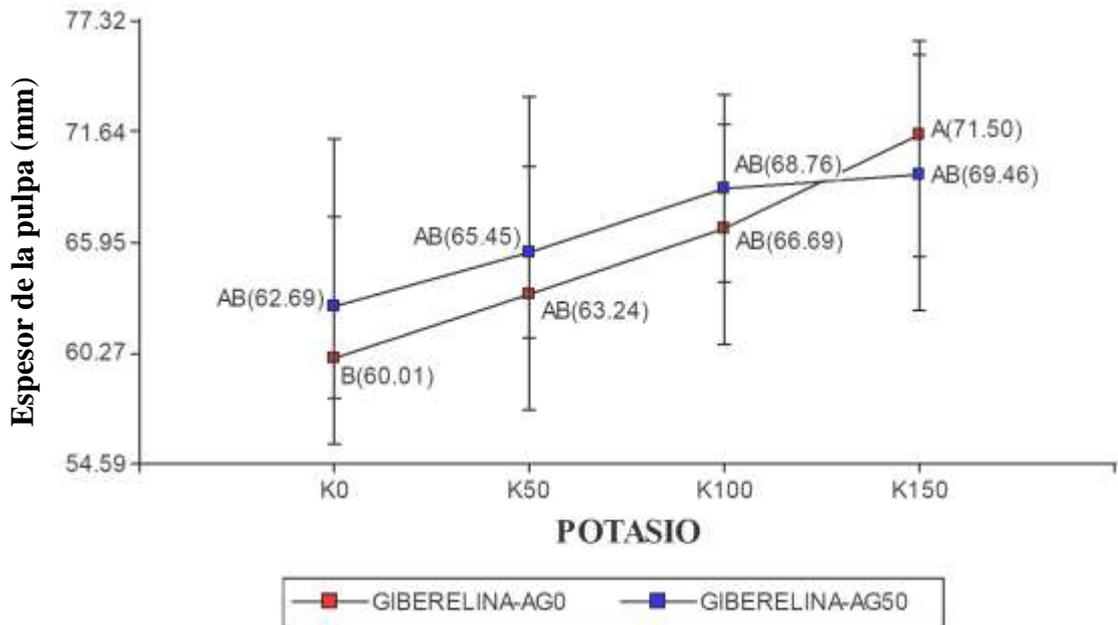
El análisis independiente de varianza de cada factor muestra diferencias estadísticas significativas sobre el factor potasio mas no en el factor giberelina sobre la variable respuesta espesor de la pulpa del fruto ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores no mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta.

En los niveles de potasio se obtuvo un mayor espesor de la pulpa del fruto en K150 con 70,48 mm, estadísticamente igual a las dosis K100 y K50 con 67,72 y 64,34 mm respectivamente y una menor media en el testigo K0 con 61,35 mm; en los niveles de giberelina no se obtuvo diferencia significativa, pero se observa un mayor espesor de la pulpa en AG50 con 66,59 mm y un menor espesor de la pulpa en AG0 con 65,36mm.

Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina este posee una interacción estadísticamente no significativa, pero se observa que el tratamiento de AG0+K150 se obtuvo un mayor espesor del fruto con 71,05 mm respecto al testigo AG0+K0 que presenta un menor espesor de la pulpa con 60,01 mm.

**Figura 16**

*Espesor de la pulpa de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*



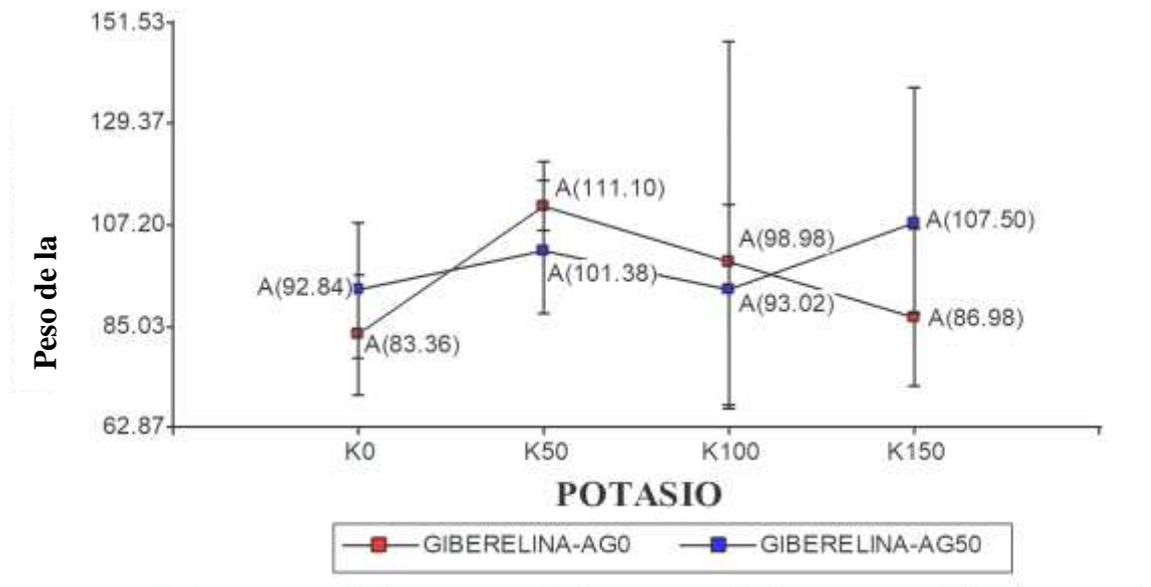
### 3.13. Peso de la cáscara del fruto de pitahaya

El análisis independiente de varianza de cada factor no muestra (potasio y giberelina) diferencias estadísticas significativas sobre el peso de la cascara del fruto ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta. Sin embargo, en los niveles de potasio se obtuvo un mayor peso de la cascara en K150 con 106,24 gramos y un menor en K0 con 88,1 gramos; del mismo modo para los niveles de giberelina se obtuvo mayor peso de la cáscara de fruto en AG50 con 98,68 g y un menor peso en AG0 con 95,11 gramos.

Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina se observa que el tratamiento de AG0+K50 presenta un mayor peso con 111,1 gramos y un menor peso el testigo AG0+K150 con 83,36 gramos.

**Figura 17**

*Peso de la cáscara de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida en diferentes niveles de potasio y giberelinas. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*

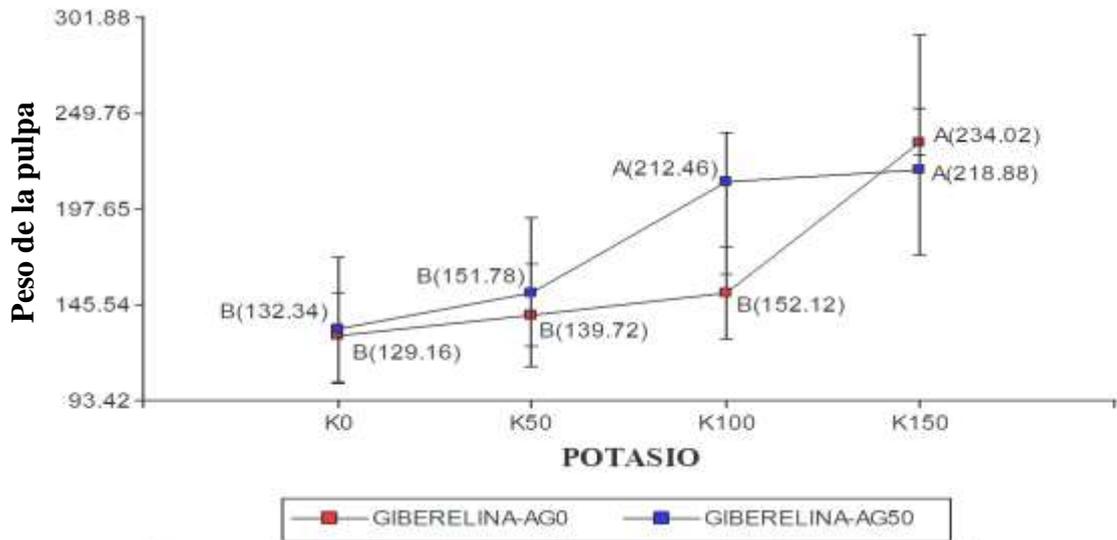


### 3.14. Peso de la pulpa de fruto

La variable de peso de la pulpa del fruto mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina (figura 17). Donde se evidencio que el tratamiento de AG0 con K150 presento un peso de la pulpa del fruto superior con una media de 234,02 gramos estadísticamente igual a los tratamientos AG50+K100, AG50+K150 con 212,46 y 218,88 gramos respectivamente, diferenciándose del testigo que presento un peso de 132,34 gramos.

**Figura 18**

*Peso de la pulpa de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*

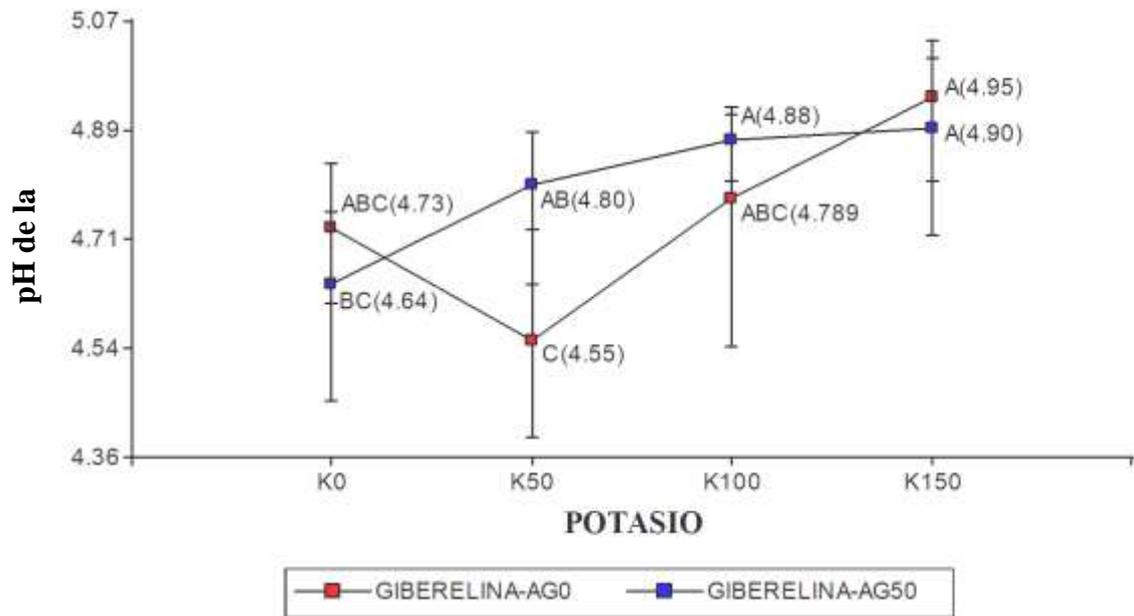


### 3.15. pH de la fruta

La variable del pH del fruto mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina (figura 18). Donde se evidencio que el tratamiento de AG0+K150 presento un mayor pH con 4,95 estadísticamente igual a los tratamientos AG50+K100, AG50+K150 con un pH de 4,88 y 4,9 respectivamente, donde también se evidencia que el tratamiento AG50+K0 presento un pH de 4,64 por debajo al testigo AG0+K0 con un pH de 4,73.

**Figura 19**

*PH de la fruta de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida en diferentes niveles de potasio y giberelinas. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*

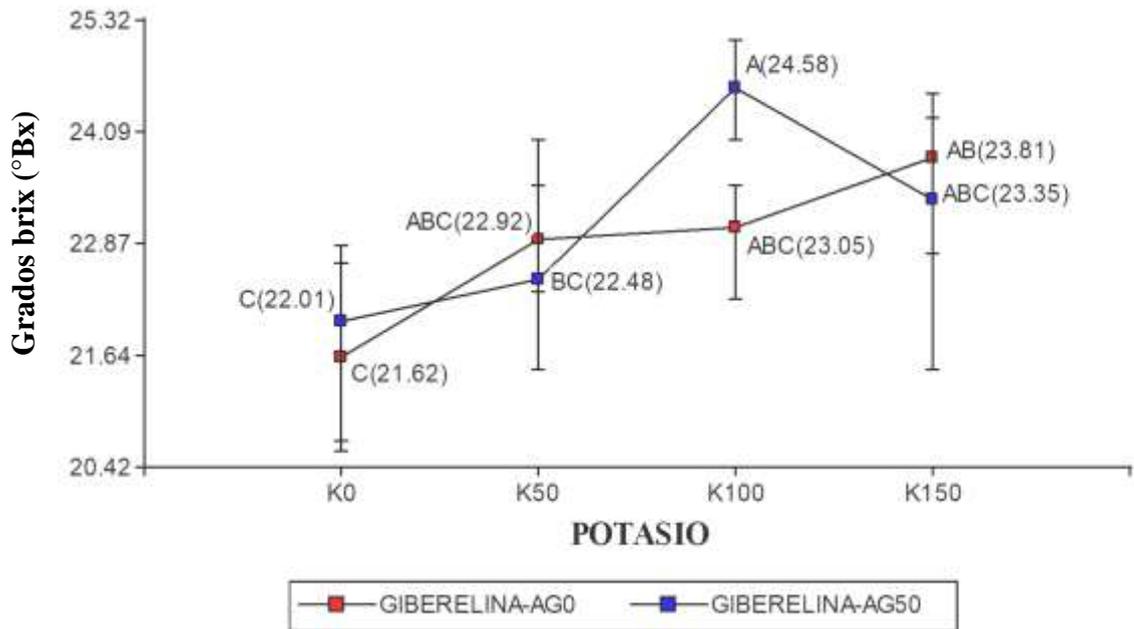


### 3.16. Grados brix de la fruta

La variable grados brix del fruto mostró diferencias estadísticas significativas para la interacción potasio\*giberelina (figura 19). Donde se evidencio que el tratamiento de AG50+K100 presento un mejor brix con una media de 24,58 °Bx estadísticamente igual al tratamiento AG0+K150 con 23,81 °Bx, diferenciándose del testigo AG0+K0 que presento 21,62 °Bx.

**Figura 20**

*Grados brix de la fruta de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).*



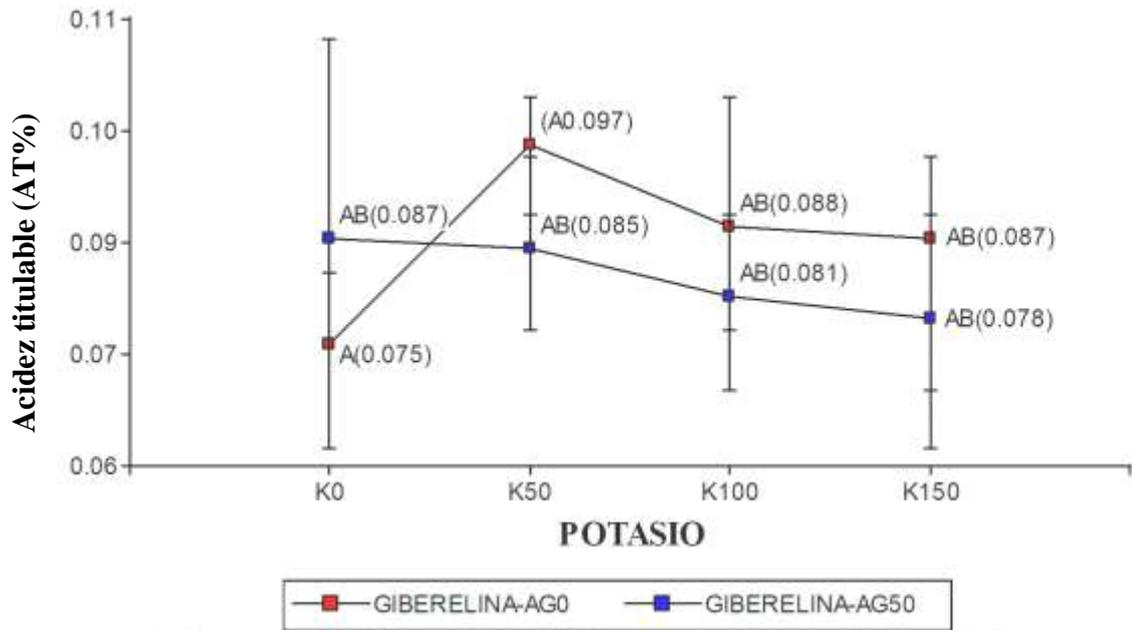
### 3.17. Acidez titulable de la fruta

El análisis independiente de varianza de cada factor (potasio y giberelina) no muestra diferencias estadísticas significativas sobre la acidez titulable de la fruta ( $p < 0,05$ ), la interacción de estos factores tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable respuesta. Sin embargo, en los niveles de potasio se obtuvo una mayor acidez titulable de la fruta en K50 con 0,092 % y una menor acidez titulable en K0 con 0,081 %; del mismo modo para los niveles de giberelina se obtuvo una mayor acidez titulable de la fruta en AG0 con 0,087 % y una menor acidez titulable en AG50 con 0,083 %.

Cuando se evalúa la respuesta de cada tratamiento dentro de los efectos generados según los niveles de potasio y giberelina se observa que no hay diferencia estadística significativa entre tratamientos, pero se aprecia que de AG0+K50 presenta una mayor acidez titulable con 0,097% y una menor media el testigo AG0 con K0 con 0,075 %.

**Figura 21**

Acidez titulable de la fruta de fruto del cultivo de pitahaya amarilla producida según la interacción de potasio y giberelina. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (HSD) ( $\alpha < 0,05$ ).



#### IV.DISCUSIÓN

En cuanto al número de botones flores (30,50 – 43,76) no se observó efecto significativo en ninguno de los ocho tratamientos analizados, puesto que, no mostraron diferencia estadística significativa (figura 4); estos resultados son similares a lo estudiado por Khaimov & Mizrahi (2006), donde evaluaron el efecto de fitohormonas sobre la inducción de floral de *H. undatus* y *H. megalanthus*, determinando que el ácido giberélico (GA3) no incrementó el número de botones florales(37), por el contrario, retrasó y agrupa el ciclo de floración, teniendo en cuenta que la pitahaya puede presentar siete ciclos de floración (Fernández, 2018), lo que nos brinda una ventaja para trabajar en temporadas donde no hay producción y acortar los ciclos de floración hasta tres tal como se vio reflejado en la investigación.

Respecto al número de frutos cuajados se mostró valores entre 22,90 (AG0+K150) a 32,5(AG50+K50) frutos cuajados por planta, donde no se encontró diferencia estadística significativa ya que aún el tratamiento testigo (K0+AG0) fue el segundo tratamiento más alto con una diferencia numérica de 29,16 frutos cuajados (Figura 5), estos resultados no contrastan con lo reportado por Sánchez (2017), quien encontró una diferencia estadística significativa en 136 g NPK + 50 ml ftohormona en *H. megalanthus* con 17 frutos cuajados, los resultados están por debajo del hallazgo de nuestra investigación, esto podría deberse a la fisiología de la pitahaya teniendo en cuenta que presenta un periodo altamente productivo y otro de menor producción, a ello se suma la interacción de fósforo, nitrógeno y auxinas que interfieren en los cambios fisiológicos en las plantas tal como lo menciona Liaotrakoon (2013).

Referente al número de frutos cosechados de acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos no tuvieron diferencias estadísticas significativas (Figura 6), evidenciando valores entre 22,60 (AG0+150) a 31,50 (AG0+K150), obteniendo una correlación directa con el número de frutos cuajados (Khaimov & Mizrahi, 2006). Datos que no coinciden a los reportados por Cabrera *et al*, (2018), donde obtuvo una media de 11,40 frutos cosechados en plantaciones de *H. undatus* de 3 años de edad; al igual que Sánchez (2017), que reporto 16 frutos cosechados en *H. megalanthus*.

En relación al peso de frutos por planta (kg), se encontró diferencia estadística significativa con el tratamiento K100+AG50 con una media de 10,80 Kg/planta, evidenciando una gran diferencia con el tratamiento testigo AG0+K0 con una media de

6,57 kg/planta (figura 7), datos superiores a los registrados por Sánchez (2017), que registra un promedio de peso por planta de 4,03 kg, infiriendo la influencia de la época de producción que está muy ligada a la cantidad de botones florales y los frutos cuajados, teniendo en cuenta que la investigación se llevó a cabo en *H. megalantus* diferenciándose de *H. undatus* que presenta una producción más homogénea (Cabrera *et al.*,2018).

En cuanto al peso por fruto el tratamiento K100 + AG50 afecta de forma positiva el peso del fruto con una media de 369,96 g estadísticamente significativa (figura 8), diferenciándose en gran medida del testigo que presento una media de 229,04g, los resultados presentan una diferencia a lo encontrado por Sánchez (2017), quien obtuvo un peso de 265,26 g en el tratamiento de 136g NPK con 25 ml Trihormonal en *H. megalanthus*; resultados similares a lo reportado por Salais (2011) en *H. polyrhizus* con un peso promedio de 250 g, diferenciándose a lo estudiado por Fernández (2016) en *H. undatus*, donde obtuvo un peso de 350-450 g por fruto con 200 g de potasio, se infiere que el potasio actúa de forma diferente en el peso de los frutos de pitahaya debido regula y apertura el cierre de estomas, elongando y manteniendo las células turgentes, equilibrando la fotorrespiración (Conti, 2000).

En el rendimiento por hectárea, se encontró una diferencia estadística significativa asociada al tratamiento AG50+K100 con un rendimiento de 11.99 tn/ha diferenciándose del testigo AG0+K0 con un rendimiento de 7.30 tn/ha (figura 9). Resultados diferentes a los encontrados por Sánchez (2017), en su estudio de la interacción de NPK y fitohormona con un rendimiento de 4,48 tn/ha, opuesto a nuestros resultados ya que se encuentran muy por debajo a lo encontrado en el estudio. Del mismo modo Fernández *et al.* (2018) mostraron un incremento en la producción de *H.undatus* con un rendimiento de 8,7 tn/ha y 7 tn/ha para *H polyrhiz* con la aplicación de 200 g de potasio.

Respecto a la longitud de fruto, se encontró valores que van desde 80,56 mm (AG0+K0) hasta 95,29 mm (AG50+K100), estadísticamente no significativa (figura 10), en cambio cuando se analiza por cada factor, se aprecia diferencia significativa tanto para potasio (92,28 mm) y en menor medida para giberelina (91,01mm), esto puede deberse a que potasio fue incorporado directamente al suelo facilitando su transporte y asimilación (Chakma *et al.* 2014), en cambio giberelina fue aplicado de forma foliar y la capacidad de absorción no fue la necesaria teniendo en cuenta que pitahaya es planta CAM que en el día mantiene cerrado sus estomas para evita la perdida de agua por lo tanto limita su absorción (Suekane *et al.* 2016); estos resultados coinciden con el hallazgo de Sánchez

(2017) que evidenció efectos significativos en NPK (92,7 mm) y trihormonal (91,18mm), en cuanto a la interacción, no afectó a la longitud del fruto presentando valores entre 93,8-84,9 mm de longitud.

En cuanto al diámetro de frutó en el análisis de cada factor se encuentra una diferencia significativa hacia el potasio (74,18 mm) mas no en giberelina (70,82mm) y menos en la interacción de estos (figura 11), donde muestra 73,06 mm de diámetro coincidiendo con Sánchez (2017), quien mostro 75,5 mm para NPK ,70,6 mm de trihormonal y una interacción no significativa de 72,6 mm de diámetro, estos resultados difieren a los de Chakma *et al.* (2014) quienes obtuvieron 65 mm y Suekane *et al.* (2016) quienes encontraron 67 mm ambos en *H. undatus*; esto da a entender que las fitohormonas dentro de ello giberelinas está ligada al crecimiento longitudinal en pitahaya y en menor medida el diámetro (Khaimov & Mizrahi, 2006), a diferencia de potasio que incrementa el crecimiento longitudinal y transversal (Fernández *et al.*, 2018).

Referente al volumen del fruto, no se obtuvo diferencia estadística significativa (figura 12), observándose una media que va desde 223,159 cm<sup>3</sup> (AG0+K0) hasta 326,2 cm<sup>3</sup> (AG0 + K150). Presentando similitud a lo estudiado por González & Alvarado, (2004), quienes encontraron una media que va desde 150,40 cm<sup>3</sup> hasta 280 cm<sup>3</sup>, valores que están dentro de nuestra investigación incluso superado en parte, esto debido a la diferenciación de ecotipos y a la forma de la pitahaya (Martínez & Olivas, 2004).

En cuanto a la firmeza del fruto, no se encontró una interacción significativa (figura 13), entre potasio y giberelina en ninguno de los ocho tratamientos, mostrando valores entre 10,85 (AG50+K100), 13,65 (AG0+K50) Newton, estos valores se diferencian mucho a lo estudiado por Sotomayor *et al.* (2019) y Centurión *et al.* (2008), quienes presentaron una firmeza del fruto de 6,2 Newton en *S. megalanthus* y 6,3 Newton en *H. undatus* respectivamente, encontrándose muy por debajo a la de nuestro estudio. De otro lado Osuna *et al.* (2011) encontró una firmeza del fruto entre 4,2-7,1 Newton en *H. undatus*; se infiere que las diferencias de la firmeza del fruto prevalecen el efecto genético (Liaotrakoon, 2013), asimismo el potasio no está relacionado con la firmeza del fruto más si la giberelina ya que fortalece la pared celular juntamente con el calcio que cumple una función extra e intracelular gracias a los pectatos de calcio que cumplen una función cementante (Conti, 2000).

Respecto al espesor de la cascara del fruto, el tratamiento AGO+K150 presento el mejor promedio con 3,98 cm una observación diferente para el tratamiento AG0 + K150 que presento un espesor de 1,64 cm muy por debajo al testigo con 2,84 cm (AG0+K0), mostrando diferencias estadísticas altamente significativas (figura 14). Estos resultados presentan similitud a lo reportado por González & Alvarado, (2004), en su investigación manifiesta que el espesor de la cascara puede variar de 1,45 cm a 3,71 cm, lo cual se ajusta a los datos reportados en nuestra investigación.

En cuanto al espesor de la pulpa, no presenta una diferencia estadística significativa entre los tratamientos de estudio (figura 15), mostrando valores que van de 60,01 mm (AG0+K0) hasta 71,05 mm (AG0+K150) de espesor. Estos valores se encuentran dentro del rango de espesor de la pulpa del fruto expuesto por Martínez & Olivas, (2004), quienes sostienen que el espesor de la pulpa de pitahayas amarillas va desde 41,20 mm hasta los 70,31 mm, teniendo en cuenta que las pitahayas amarillas presentan una forma ovoidal, achatada en el ecuador y largos en los polos diferenciandose estos de las pitahayas rojas que presentan una forma mas redondeada.

Respecto al peso de la cascara no se evidencia diferencia estadística significativa en ninguno de los ocho tratamientos (figura 16), donde se muestra una media de 83,36 g (AG0-K0) a 111,10 g (AG0-K50), datos superiores a lo reportado por Cañar *et al*, (2014), donde encontró un peso de la cascara de 77,60 g en *H. megalantus* colombiana, se infirió la diferencia del ecotipo peruano como colombiano a la temperatura y humedad donde estos se cultivan. Bajo los parámetros agroindustriales y de agroexportación lo que se desea es un menor peso de la cascara asociada a un mayor peso de la pulpa (Jiménez *et al*, 2017).

En cuanto al peso de la pulpa se evidencia diferencia estadística significativa (figura 17) en el tratamiento AG0-K150 con un peso de 234,02 g estadísticamente igual al tratamiento AG50-K100 (212,46 g) y AG50-K150 (218,88 g). Datos que no coinciden a lo reportado por Cañar *et al*, (2014), donde encontró un peso de la pulpa de 139,27 g en *H. megalantus* colombiana, evidenciando que esta pitahaya es de menor tamaño infiriendo a ello esta diferencia, por otro lado, se aprecia una diferencia en el peso de la pulpa más asociada a potasio debido a que es el principal soluto que requieren la vacuolas para la elongación celular ya que aumenta el potencial osmótico favoreciendo la entrada de agua que ayuda al peso de la fruta (Conti, 2000).

Los sólidos solubles totales presentaron valores entre 21,62 – 24,68°Brix, mostrando una diferencia estadística significativa (figura 18) con la interacción K100 AG50, esto debido a que potasio juega un papel importante en la síntesis de proteínas y la activación de enzimas distribuidas en toda la planta quien juntamente con la giberelina hace que se concentre los sólidos solubles en el fruto (Minh, 2016), se infiere que potasio y giberelina actúan de forma positiva en los °Brix. Estos resultados son superiores a lo reportado por Sena *et al.* (2014) donde encontraron valores entre 10,23 – 18,84°Brix en *S. megalanthus*, teniendo en cuenta que la pitahaya amarilla nacional *H. megalanthus* presenta un °Brix superior a la pitahaya amarilla ecuatoriana *H. megalanthus*.

En cuanto a los niveles de pH se mostró valores entre 4,55(AG0+K50) – 4,95 (AG0+K100), donde no se encontró diferencia significativa (figura 19) en ninguno de los ocho tratamientos, concordando con los estudios de Verona *et al.* (2020) donde mostró un pH de 4,68 y Cañar *et al.* (2014) un pH 4,72, ambos en *H. megalanthus*, debido a que cuando una planta se vuelva generativa absorbe más potasio y el pH disminuye (Esparza *et al.*, 2017); evidenciando que nuestro estudio presenta valores dentro del promedio (Benítez *et al.*, 2013), diferenciándose de la pitahaya roja *H. undatus* que presenta un pH superior con 5.72 y *H. monacanthus* un pH inferior con 3,63-4,48 (León *et al.*, 2019).

Los efectos generados por potasio y giberelina no se evidencia una interacción significativa (figura 20) en ningún tratamiento respecto a la acidez titulable, mostrando valores entre 0,0972 % (AG0+K0) y 0.0764% (AG0+K50), demostrándose que es una fruta con una baja acidez, encontrándose dentro los parámetros de aceptación según el Ministerio de salud y protección social (2013), que establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas, donde indica que para pitahaya amarilla el límite máximo de acidez titulable es de 0,150 % contrarrestando con la investigación de Romero (2014), donde encontró una acidez titulable de 0,120% para *S. megalanthus* y 0,128% para *H. undatus* demostrando que la pitahaya *H. megalanthus* cumple y supera los parámetros establecidos.

En la presente investigación, de las diecisiete variables evaluadas, tres mostraron efectos altamente significativos en cuanto a las variables: Gramos por fruto, espesor de la cáscara y los grados Brix, bajo la interacción de 100 kg de potasio y 50 mg/l de giberelina, debido a la acumulación de potasio en las vacuolas la cual ocupa el 90% del volumen celular juntamente con la giberelina que promueve la división y la elongación celular (Esparza *et al.*, 2017); corroborando con el estudio realizado por Sánchez (2017), quien estimó el

efecto de la fertilización y aplicación de un Trihormonal en el cultivo de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), mostró que la interacción de 136 g de NPK con 50 ml de Trihormonal, incrementó el rendimiento, los gramos por fruto y kilogramos por planta en un 6 %.

## V. CONCLUSIONES

La interacción de potasio (100kg/ha) y giberelina (50mg/L) mostraron mayor contribución al espesor de la cascara, peso del fruto, peso de fruto por planta, rendimiento por hectárea, PH, °Brix, reflejados en el rendimiento y calidad de pitahaya amarilla *Hylocereus megalanthu*, por lo cual es una alternativa para la productividad y calidad para cumplir los estándares de un mercado altamente exigente.

La aplicación de 50 mg/L de giberelina aportó los mejores resultados en el rendimiento de pitahaya amarilla *Hylocereus megalanthus* en longitud, peso y volumen del fruto, aunque no se evidencia una mejora en la calidad del fruto sugiere un gran potencial para trabajos que pretendan utilizar giberelina como vía para mejorar el rendimiento.

El rendimiento y calidad de pitahaya amarilla *Hylocereus megalanthus*, es mayormente influenciado por la aplicación de 100 kg/ha de potasio, los análisis de correlación así lo demuestran, por lo cual sugiere un gran asimilación y demanda de este fertilizante mejorando el potencial productivo y calidad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios utilizando varios niveles de Giberelina antes del inicio de botones florales para determinar el tiempo de retraso en la producción.

El potencial de generar producción de calidad en pitahaya es grande, se recomienda trabajar en nutrición con fosforo en diferentes niveles para determinar interacciones con el potasio a 100 kg/ha.

Realizar estudios de caracterización agro morfológica y molecular para determinar las diferencias entre variedades y determinar la cantidad y eficiencia de la nutrición en cada variedad.

## VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. (2014). Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de Pitahaya Amarilla(*Selenicereus megalanthus*) y Roja(*Hylocereus undatus*) (Tesis de pregrado). *Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Agrarias, Ecuador*.
- Amato ,R., Da Cruz, M., Ramalho, D., & Silva, J. (2014). Adubação potássica na produção de duas espécies de pitaia-Brasil. *XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, San Paulo,Brasil*.
- Cabrera, C., Cabrera, R., Morán, J., Terán, J., Molina, H., Meza, G., & Tamay, C. (2018). Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriano. *Revista de las Agrociencias* , 29-40.
- Cañar , D., Caetano, C., & Macgayver, M. (2014). Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de Pitahaya Amarilla [*Selenisereus megalanthus* (k. schum.ex vaupel)moran] Cultivada en Colombia. *Revista agronomía*, 77 - 87.
- Centurión, A., Solís, S., Saucedo, C., Báez, R., & Sauri, E. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista de fitotecnia mexicana* , 1-5.
- Chakma, S., Harunor, A., Roy, S., & Islam, M. (2014). Efecto de las dosis de NPK sobre el rendimiento de la fruta del dragón ( *Hylocereus costaricensis* [FAC Weber] Britton & Rose) en Chittagong Hill Tract. *Americano-euroasiático J. Agric. & Environ. Sci*, 521-526.
- De la Cruz, E., Morán, J., Cabrera, R., Cabrera, C., Alcívar, J., & Meza, F. (2019). Respuesta de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) a la aplicación de dos abonos orgánicos sólidos en la zona de San Carlos, Los Ríos, Ecuador. *Idesia (Arica)*, 99-105.
- Díaz, B. (2005). Biología y manejo postcosecha de pitahaya roja y amarilla(*Hylocereus* spp y *Selenicereus soo*). *La Calera*, 5(6), 44-49.
- Elvira, M. (2000). DInamica de la liberación y fijación de Potasio en el suelo. *Cátedra de Edafología - Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires*, 1-14.
- Fangyuan, C. (2020). Progresos de la investigación sobre la diferenciación de las yemas florales de los árboles. *Scientia Silvae Sinicae*, 119-129.
- Garbanzo, G. , Chavarría, G., & Vega, E. (2019). Correlaciones alométricas en *Hylocereus costaricensis* y *H. monocanthus* (pitahaya):una herramienta para cuantificar el crecimiento. *Agronomia Mesoamericana*, 1-12.
- González, S., & Alvarado, J. (2004). Utilización de caracteres cualitativos y cuantitativos determinantes en la variación fenotípica de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt y

- Rosse), que permiten proponer una guía de descriptores . *Universidad Nacional Agraria, UNA*.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. (2020). *Guía técnica del cultivo de Pitahaya (hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. Lima-Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA.
- Jiménez, L., González, M., Cruz, S., Santana, R., & Villacís, L. A. (2017). Post-harvest analysis of yellow pitahaya fruits (*Cereus triangularis* Haw.) At different maturity. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 107-115.
- Khaimov, A., & Mizrahi, Y. (2006). Efectos de la duración del día, la radiación, el adelgazamiento de las flores y los reguladores del crecimiento sobre la floración de los cactus de vid *Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 465-470.
- Kishore, K. (2016). Etapas fenológicas de crecimiento de la fruta del dragón ( *Hylocereus undatus* ) según la escala BBCH ampliada. *Scientia Horticulturae*, 294-302.
- Liaotrakoon, W. (2013). Characterization of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) components with valorization potential. *Faculteit Bio-Ingenieurs Wetwvnschappen*, 244.
- López, O., & Guido, A. (1998). Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*hylocereus undatus*). *agronomía mesoamericana*, 66.71.
- Luego, T. (2013). Efecto de los fertilizantes foliares sobre el peso de la fruta de Pitahaya Roja (*Hylocereus polyrhizus*). *Acta Horticulturae*, 227-230.
- Magaña, W., Sauri, E., Corrales, J., & Saucedo, C. (2013). Variaciones Bioquímicas-Fisiológicas y Físicas de la Fruta de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) Almacenadas en Ambinete Natural. *Revista Iberoamericana de Tecnología*, 21-30.
- Martínez, T., & De la llana, N. (2004). Caracterización y evaluación de siete clones de pitahaya (*Hylocereus* spp.) en el Centro Experimental Campos Azules (CECA), Masatepe (Masaya). *Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA*.
- Ministerio de salud y protección social . (2013). Reglamento técnico para frutas y sus productos. *Republica de colombia.*, 1-29.
- Montesinos, J., Rodríguez, L., Ortiz, R., Fonseca, M., Ruíz, G., & Guevara, F. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco Mexicano . *Cultivos Tropicales*, 67-76.
- Munson, R. (1990). Potassium in agricultura. *Soil Society of America.*, 98.
- 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.

- Orrico, G. (2013). Respuesta de la Pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* L.) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis. Puerto Quito, Pichincha. *Universidad Central de Ecuador , Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador*, 88.
- Ortega, A., León, M., & Rosas, R. (2018). Producción de Pitahaya para promover el desarrollo regional y sustentable . *Universidad de Guanajuato-México* , 79-92.
- Osuna, T., Ibarra, E., Muy, D., Valdez, B., Villarreal, M., & Hernández, S. (2011). Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista fitotecnia mexicana*, 63-72.
- Paredes, K. (2014). Estudio del efecto del hidrogenofritamiento y la utilización de dos tipos de empaque en la calidad poscosecha de pitahaya amarilla(*Selenicereus megalanthus*). *Escuela Politécnica Nacional-Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria* , 157.
- Ponce , A., & Koderá, Y. (2003). Evaluación de dosis de diferentes fuentes de fertilización orgánica en pitahaya (*Hylocereus undatus*).Managua . *Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INTA* , 10.
- Ramalho, D. (2016). Fertilización con fosfato y potasio en el cultivo de pitaya.(Tesis de posgrado).*Programa de Postgrado en Producción Vegetal, Universidad Federal de los Valles de Jequitinhonha y Mucuri, Diamantina, Brasil*.
- Ramalho, D., Amato, R., Monteiro da Cruz, M., Mendes, J., & Oliveira, J. (2018). Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 1-9.
- Rivas, Y., & Tomalá, Y. L. (2018). Estabilidad de betanina en extracto acuoso y etanólico en cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw)(Tesis de posgrado). *Universidad de Guayaquil-Facultad de ciencias Químicas*, 98.
- Sánchez, J. (2017). Efecto de la fertilización y aplicación de fitohormonas de inducción floral en el rendimiento del cultivo de Pitahaya(*Selenicereus megalanthus*) en el distrito de Churuja, Amazonas – 2017(Tesis de pregrado). *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - Amazonas*.
- Sotomayor, A., Soledad , P., Sánchez, a., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde,, J., Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 89-96.
- Suekane, W., Maruki, R., Orika, E., & Nobuyoshi , N. (2016). Effects of Season and GA3 Concentrations on *Hylocereus undatus* Flowering and Production. *Journal of Agronomy*, 15, 179-183.

Verona, A., Urcia , J., & Paucar, L. (2020). Pitahaya (Hylocereusspp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 439-453.

## ANEXOS

### ANEXOS 1. Tablas de resultados

**Tabla 5**

*Evaluación de los supuestos del análisis de variancia para los indicadores paramétricos evaluados.*

Indicador	Prueba de autocorrelación de residuos			Pruebas de normalidad de residuos									Prueba de Homocedasticidad			
	Durbin-Watson test			Shapiro-Wilk			Anderson-Darling			Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)			Non-constant Variance Score			
	DW	P	Sig.	W	P	Sig.	A	P	Sig.	D	P	Sig.	Ch	Df	P	Sig.
NBF	2.4911	0.6354		0.82372	2.20E-05	***	1.533	0.0005059	***	0.13552	0.06203		13.88501	1	0.00019434	***
NFC	2.2817	0.8452		0.9505	0.07891		0.44684	0.2672		0.10732	0.2922		1.838135	1	0.17517	
NFCOS	2.3429	0.9987		0.95247	0.09227		0.45338	0.2575		0.11453	0.2066		2.018044	1	0.15544	
GFRUTO	2.1089	0.4612		0.86051	0.0001636	***	1.4154	0.000997	***	0.17259	0.004169	*	10.73735	1	0.0010499	**
KGP	2.452	0.7281		0.9221	0.008971	**	0.4865	0.2131		0.095436	0.4754		9.050878	1	0.0026257	**
REND	2.452	0.7281		0.9221	0.008971	**	0.4865	0.2131		0.095436	0.4754		9.050878	1	0.0026257	**
LONG	2.609	0.3887		0.94106	0.03754	*	0.65317	0.08191		0.12043	0.1524		0.1944249	1	0.65926	
DIAM	2.4527	0.7264		0.98577	0.887		0.25449	0.7127		0.091498	0.5444		0.04454393	1	0.83284	
VOL	2.6378	0.338		0.9407	0.03652	*	0.64768	0.08456		0.11055	0.2512		1.659544	1	0.19766	
FIRM	2.3142	0.9262		0.98923	0.9639		0.14761	0.9623		0.064952	0.9407		0.280967	1	0.59607	
ESPCAS	2.6038	0.3982		0.74466	5.72E-07	***	2.0846	2.12E-05	***	0.19092	0.0008088	***	27.1144	1	1.92E-07	***
ESPPUL	2.4379	0.7624		0.97043	0.3712		0.44455	0.2707		0.12221	0.1387		0.00336875	1	0.95372	
PESOCAS	2.7307	0.2029		0.9713	0.3954		0.31297	0.5343		0.083496	0.6878		1.024677	1	0.31141	
PESO PULP	2.4707	0.6832		0.96849	0.322		0.30241	0.5595		0.083373	0.69		0.6646688	1	0.41492	
PH	1.9068	0.1717		0.91988	0.007634	**	1.0371	0.008864	**	0.13001	0.08636		0.03822619	1	0.84499	
BRIX	1.9927	0.2719		0.97117	0.3917		0.4527	0.2585		0.12144	0.1444		1.853233	1	0.17341	
AT	2.1274	0.497		0.97965	0.6765		0.1712	0.9254		0.056123	0.9885		0.1839921	1	0.66796	

Nota: Si p es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (se cumple con el supuesto); si p es menor igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (no se cumple con el supuesto).

**Tabla 6**

*Evaluación de los supuestos del análisis de variancia para los indicadores paramétricos evaluados después de la transformación.*

Indicador	Prueba de autocorrelación de residuos			Pruebas de normalidad de residuos									Prueba de Homocedasticidad				Transformación
	Durbin-Watson test			Shapiro-Wilk			Anderson-Darling			Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)			Non-constant Variance Score				
	DW	P	Sig.	W	P	Sig.	A	P	Sig.	D	P	Sig.	Ch	Df	P	Sig.	
NBF	2.598	0.4091		0.9859	0.8907		0.18209	0.9064		0.077689	0.7866		0.3845268	1	0.53519		$((Y^2)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = ^{-1}.161616$
GFRUTO	2.1104	0.4641		0.95405	0.1046		0.64703	0.08488		0.10879	0.273		0.3405939	1	0.55949		$((Y^2)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = -0.6565657$
KGP	2.3593	0.9596		0.98747	0.9305		0.16595	0.9345		0.065475	0.9363		0.1150493	1	0.73447		$((Y^2)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = 0.1515152$
REND	2.3593	0.9596		0.98747	0.9305		0.16595	0.9345		0.065475	0.9363		0.1150493	1	0.73447		$((Y^2)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = 0.1515152$
ESPCAS	2.719	0.2175		0.94897	0.06988		0.82902	0.02956	*	0.1431	0.03819	*	3.300852	1	0.069244		LN(Y)

Nota: Si p es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (se cumple con el supuesto); si p es menor igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (no se cumple con el supuesto).

**Tabla 7**

*Resumen de los ANAVAs para las causas de variación sobre los indicadores paramétricos evaluados.*

Causa de variación	DF	NBF	NFC	NFCOS	GFRUTO	KGP	REND	LONG	DIAM	VOL	FIRM	ESPCAS	ESPPUL	PESOCAS	PESO PULP	PH	BRIX	AT
Bloque	4	195.658	82.524	82.105	77.1	5.7872	7.1432	13.04	5.749	986.2	0.7924	0.27431	1.512	348.05	1279.4	0.008106	0.0681	2.01E-04
Potasio (F1)	3	90.538	42.231	36.551	22070.9***	7.4521	9.1982	168.576**	147.934***	14514.4***	1.8927	2.66131**	158.098**	552	18198***	0.139389***	8.3094***	2.07E-04
Giberelinas (F2)	1	17.556	6.162	4.422	9656.2***	5.8064	7.167	123.236*	28.342	5858.6**	4.2055	0.308	15.104	128.16	2283.1	0.027562	0.6503	1.68E-04
F1*F2	3	132.231	72.414	63.051	951.4***	6.4872	8.0073	33.64	13.31	1117.1	6.9629	2.21152*	12.03	491.4	2593.7*	0.061863**	2.1984*	2.81E-04
Error	28	99.426	31.988	32.698	81.8	2.6863	3.3158	23.769	9.943	751.4	3.3649	0.50282	26.005	294.94	817.4	0.012525	0.7292	9.95E-05
C.V. (%)		28.45	21.27	21.89	3.03	20.95	20.95	5.46	4.51	9.71	15.17	26.86	7.73	17.72	16.69	2.34	3.72	11.75

Nota: Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( )  $p > 0.05$ : No significativo; (\*)  $p = 0.05$  pero  $> 0.01$ : Significativo; (\*\*)  $p = 0.01 > 0.001$ : Altamente significativo; (\*\*\*)  $p \leq 0.001$ : Muy altamente significativo.

**Tabla 8**

*Resumen de los ANAVAs para las causas de variación dosis sobre los indicadores paramétricos evaluados luego de la transformación.*

Causa de variación	GL	NBF	GFRUTO	KGP	REND	ESPCAS
Bloque	4	3.4243E-05	7.31E-07	0.180232	0.186073	0.01472
Potasio (F1)	3	1.1823E-05	1.51E-04***	0.247761*	0.255791*	0.36777***
Giberelinas (F2)	1	1.001E-06	6.18E-05***	0.168448	0.173908	0.00122
F1*F2	3	1.7854E-05	4.50E-06***	0.160973	0.16619	0.28443**
Error	28	1.2943E-05	4.42E-07	0.075501	0.077948	0.04644
C.V. (%)		0.43	0.04	11.54	11.06	23.25
Transformación		$((Y^\lambda)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = -1.161616$	$((Y^\lambda)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = -0.6565657$	$((Y^\lambda)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = 0.1515152$	$((Y^\lambda)^{-1})/\lambda$ , donde $\lambda = 0.1515152$	LN(Y)

Nota: Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( )  $p > 0.05$ : No significativo; (\*)  $p = 0.05$  pero  $> 0.01$ : Significativo; (\*\*)  $p = 0.01 > 0.001$ : Altamente significativo; (\*\*\*)  $p \leq 0.001$ : Muy altamente significativo.

**Tabla 9**

*Resumen de los ANAVAs para los efectos simples sobre los indicadores paramétricos evaluados.*

Causa de variación	GL	GFRUTO	ESPCAS	PESO PULP	PH	BRIX
Giberelinas						
Giberelinas en K0	1	2415***	0.0168	25.3	0.0221	0.3803
Giberelinas en K50	1	869**	5.2418**	363.6	0.1613**	0.484
Giberelinas en K100	1	8590***	0.0518	9102.3**	0.0240	5.8523**
Giberelinas en K150	1	637**	1.6322	573	0.0058	0.5290
Potasio						
Potasio en AG0	3	10065.33***	4.5486***	11411.67***	0.1326***	4.1323**
Potasio en AG50	3	12957***	0.32423333	9380***	0.0687**	6.3757***
Error	28	81.82	0.50281786	817.43	0.0125	0.7293

Nota: Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( )  $p > 0.05$ : No significativo; (\*)  $p = 0.05$  pero  $> 0.01$ : Significativo; (\*\*)  $p = 0.01 > 0.001$ : Altamente significativo; (\*\*\*)  $p \leq 0.001$ : Muy altamente significativo.

**Tabla 10**

*Resumen de los ANAVAs para los efectos simples sobre los indicadores paramétricos evaluados luego de la transformación de datos.*

Causa de variación	GL	GFRUTO	ESPCAS
Giberelinas			
Giberelinas en K0	1	3.01E-05***	0.0039
Giberelinas en K50	1	7.14E-06***	0.4605**
Giberelinas en K100	1	3.55E-05***	0.0055
Giberelinas en K150	1	2.59E-06*	0.3846**
Potasio			
Potasio en AG0	3	8.39E-05***	0.5994***
Potasio en AG50	3	7.13E-05***	0.0528
Error	28	4.42E-07	0.0464
Transformación		$((Y^\lambda)^{-1}) / \lambda$ , donde $\lambda = -0.6565657$	LN(Y)

Nota: Según los valores de p (probabilidad), la significancia estadística de la causa de variación es: ( )  $p > 0.05$ : No significativo; (\*)  $p = 0.05$  pero  $> 0.01$ : Significativo; (\*\*)  $p = 0.01 > 0.001$ : Altamente significativo; (\*\*\*)  $p \leq 0.001$ : Muy altamente significativo.

## ANEXO 2. Análisis de suelo



**"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"**  
**LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS**



### ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

#### 1. DATOS :

Solicitante : JULIO CESAR SANTOS PELAEZ

Departamento : AMAZONAS  
 Distrito : VALERA  
 Anexo : NUEVO HORIZONTE



Provincia : BONGARÁ  
 Sector :  
 Fecha : 02/10/19  
 B.V. :

#### 2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) mS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>			
940	PARTE BAJA 1	6.36	0.27	7.25	236.57	2.74	4.73	0.24	79.3	6.0	14.7	Fr.A.	23.20	13.37	2.48	0.55	0.26	0.00	16.67	16.67	72
941	PARTE ALTA 2	6.02	0.16	3.41	241.98	1.60	2.76	0.14	73.3	12.0	14.7	Fr.A.	18.40	8.86	2.12	0.67	0.18	0.00	11.84	11.84	64

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

ANEXO 3. Panel fotográfico

**Figura 22**

*Área experimental de Plantaciones de pitahaya amarilla de 3 años de edad.*



**Figura 23**

*Monitoreo de Plagas.*



**Figura 24**

*Medición de frutos.*



**Figura 25**

*Evaluación de peso de fruto.*



**Figura 26**

*Plantaciones para cosecha*



**Figura 27**

*Inicio de Cosecha*



**Figura 28**

*Pitahaya cosechada*



**Figura 29**

*Evaluaciones en Laboratorio*



**Figura 30**

*Evaluaciones en laboratorio*

