



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**“Respuesta fisiológica del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
a diferentes niveles de aplicación de paclobutrazol en la Quinta  
Experimental La Argelia”**

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Agrónomo

**AUTOR:**

Luis Andrés Jaramillo Tapia

**DIRECTOR:**

Ing. Johnny Fernando Granja. Mg.Sc

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 10 de marzo del 2023

Ing. Johnny Fernando Granja. Mg.Sc  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Respuesta fisiológica del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes niveles de aplicación de paclobutrazol en la Quinta Experimental La Argelia”**, de autoría del estudiante **Luis Andrés Jaramillo Tapia** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**, con cédula de identidad **Nro. 1104298177**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Ing. Johnny Fernando Granja Trávez

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Luis Andrés Jaramillo Tapia**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Autor:** Luis Andrés Jaramillo Tapia

**Cédula de identidad:** 1104298177

**Fecha:** 13 de junio del 2023

**Correo electrónico:** [luis.a.jaramillo@unl.edu.ec](mailto:luis.a.jaramillo@unl.edu.ec)

**Celular:** 0963788765

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Luis Andrés Jaramillo Tapia**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Respuesta fisiológica del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes niveles de aplicación de paclobutrazol en la Quinta Experimental La Argelia”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenido la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los trece días del mes de junio de dos mil veintitrés.

**Firma:**



**Autor:** Luis Andrés Jaramillo Tapia

**Cédula:** 1104298177

**Dirección:** Loja, Alamor y sucre

**Correo electrónico:** [luis.a.jaramillo@unl.edu.ec](mailto:luis.a.jaramillo@unl.edu.ec)

**Celular:** 0963788765

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN:** Ing. Johnny Fernando Granja. Mg.Sc

## **Dedicatoria**

Dedico mi Trabajo de Titulación a Dios, a mis abuelitos Luis Hernán Tapia y Melva Gutiérrez, a mi Padre Andrés Jaramillo, por su apoyo incondicional y por haberme brindado la oportunidad de alcanzar mis metas a sus ejemplos de perseverancia por el valor mostrado para salir adelante han sido el pilar fundamental durante mi formación académica y personal.

*Luis Jaramillo*

## **Agradecimiento**

Quiero dar gracias a mi familia que me ha brindado todo su apoyo a mis abuelitos Luis Hernán Tapia y Melva Gutiérrez, que fueron, los pilares fundamentales en mi vida, quienes han sido mi apoyo y motivación en mi formación académica, creyeron en mí en todo momento, A mi padre Andrés Jaramillo por ser la persona que sin importar la situación difícil que ha estado pasando siempre me brindo su amor y su apoyo en todo momento.

Para Damary que estuvo presente en cada momento para apoyarme y motivarme a que logre culminar este trabajo y cada amigo que me acompañó en mi etapa Universitaria gracias por sus consejos y apoyo.

A mi Director de Trabajo de Titulación Ing. Johnny Fernando Granja. Mg. Sc apoyo y revisión del presente trabajo y asesorarme con cada inquietud presentada durante el desarrollo de la investigación.

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron en la realización de este trabajo. En especial, quiero agradecer a la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, y a la Carrera de Ingeniería Agronómica por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos valiosos en mi formación profesional. Quiero agradecer especialmente a los docentes que compartieron sus sabias experiencias y conocimientos conmigo, permitiéndome crecer tanto personal como profesionalmente. De nuevo, gracias a todos por su inestimable colaboración.

*Luis Jaramillo*

## Índice de contenidos

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría .....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización. ....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índices de tabla .....</b>	<b>x</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Anexos .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. Título .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. Origen del cultivo de quinua .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2. Taxonomía y morfología.....</b>	<b>6</b>
4.2.1. Raíz.....	7
4.2.2. Tallo.....	7
4.2.3. Hojas.....	7
4.2.4. Inflorescencia.....	8
4.2.5. Flores .....	8
4.2.6. Fruto.....	8
4.2.7. Semilla.....	8
<b>4.3. Requerimientos climáticos y edáficos.....</b>	<b>9</b>
<b>4.4. Fenología de la quinua .....</b>	<b>9</b>

<b>4.5. Componentes del rendimiento en quinua .....</b>	<b>10</b>
4.5.1. Número de granos.....	10
4.5.2. Peso de granos .....	11
<b>4.6. Variedad.....</b>	<b>11</b>
4.6.1. Variedad INIAP Tunkahuan.....	11
<b>4.7. Las Hormonas Vegetales. ....</b>	<b>11</b>
4.7.1. Giberelinas.....	12
<b>4.8. Reguladores de crecimiento vegetal.....</b>	<b>12</b>
<b>4.9. Inhibidores de giberelinas .....</b>	<b>13</b>
4.9.1. Paclobutrazol .....	13
4.9.2. El uso de paclobutrazol (PBZ) en los cultivos .....	13
<b>5. Materiales y Métodos .....</b>	<b>14</b>
<b>5.1. Características del área de estudio .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2. Diseño Experimental.....</b>	<b>14</b>
5.2.1. Esquema de disposición del ensayo.....	15
<b>5.3. Manejo del área .....</b>	<b>16</b>
<b>5.4. Evaluaciones realizadas para el primer objetivo .....</b>	<b>16</b>
<b>5.5. Metodología para el segundo objetivo.....</b>	<b>17</b>
<b>5.6. Análisis Estadístico.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Resultado.....</b>	<b>20</b>
<b>6.1. Resultados para el primer objetivo.....</b>	<b>20</b>
6.1.1. Altura y diámetro del tallo en los resultados .....	20
6.1.2. Tasa de elongación del tallo .....	21
6.1.3. Índice de clorofila SPAD.....	22
6.1.4. Biomasa aérea seca.....	23
<b>6.2. Resultados para el segundo objetivo .....</b>	<b>24</b>
6.2.1. Índice de Cosecha (IC) .....	25

6.2.2. Rendimiento.....	26
<b>7. Discusión .....</b>	<b>27</b>
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>29</b>
<b>9. Recomendaciones .....</b>	<b>30</b>
<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>31</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>33</b>

**Índices de tablas:**

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la quinua. ....6  
**Tabla 2.** Estadios de crecimiento fenológico de la quinua (*Chenopodium quinoa* Will.) . ....9  
**Tabla 3.** Tratamientos con los factores momento de aplicación dosis de paclobutrazol ..... 15  
**Tabla 4.** Parámetros de variables productivas de la Quinua variedad INIAP Tunkahuan. ....25

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Diseño experimental.....	15
<b>Figura 2.</b> Curva de crecimiento de la altura de plata de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativas según test de tukey (<0,05).....	20
<b>Figura 3.</b> Diámetro de tallo en quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05).....	21
<b>Figura 4.</b> Tasa de elongación del tallo (cm/días) en quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05). ....	22
<b>Figura 5.</b> Índice de Clorofila (SPAD) de quinua bajo diferentes momentos de aplicación de paclobutrazol. Letras distintas en sentido horizontal muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05). ....	22
<b>Figura 6.</b> Índice de Clorofila (SPAD) de quinua bajo diferentes dosis de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido horizontal muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05). ....	23
<b>Figura 7.</b> Biomasa seca (g/m <sup>2</sup> ) de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05).....	24
<b>Figura 8.</b> Índice de cosecha de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de Tukey (<0,05). ....	25
<b>Figura 9.</b> Rendimiento de grano de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de Tukey (<0,05). ....	26

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Evidencia fotográfica .....	33
<b>Anexo 2.</b> Ficha técnica del Gratitude- Paclobutrazol .....	38
<b>Anexo 3.</b> Análisis de suelo .....	39
<b>Anexo 4.</b> Plan de fertilización .....	41
<b>Anexo 5.</b> Análisis de varianza de los tratamientos. ....	43
<b>Anexo 6.</b> Rendimiento .....	48
<b>Anexo 7.</b> Certificado de traducción del Abstract.....	54

**1. Título**

**“Respuesta fisiológica del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
a diferentes niveles de aplicación de paclobutrazol en la Quinta  
Experimental La Argelia”**

## 2. Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Ecuador es tratada como un cultivo secundario debido a su baja superficie cultivada, resultando en la siembra de 2 940 hectáreas de quinua en 2021, con un rendimiento de 1,48 t/ha. con un rendimiento 35 % inferior al de 2020. En Ecuador la variedad tunkahuam es la más se sembrada, sin embargo, esta es una planta de porte alto que puede tener problemas de acame el cual afecta negativamente la producción de grano. Se han realizado estudios para tener plantas de menor tamaño y mayor número de frutos. Se han obtenido buenos resultados en estudios con árboles frutales. Hasta la fecha son escasos los estudios sobre inhibidores de giberelinas para el cultivo de quinua. En este estudio se utilizó inhibidores de giberelinas, con el uso de paclobutrazol (PBZ). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de paclobutrazol (PBZ) a diferentes dosis y en diferentes estados fenológicos en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el sector La Argelia, Loja. La presente investigación empleó un diseño completamente al azar (DCA). Con arreglo bifactorial más un testigo donde se presta el Factor A es el tiempo de aplicación a Floración (BBCH60) y al Desarrollo del Fruto (BBCH70), y el Factor B es la dosis de paclobutrazol (PBZ): 200, 400, 600 ppm más la adición de un tratamiento testigo, para un total de 7 tratamientos con 3 repeticiones. Las variables analizadas fueron diámetro del tallo, tasa de elongación del tallo, altura de la biomasa, clorofila y rendimiento del cultivo. Al utilizar paclobutrazol (PBZ) en la etapa de floración, hubo una reducción en el crecimiento con respecto al control, y el diámetro del tallo también tuvo una reducción significativa. En cuanto al rendimiento, se logró una diferencia significativa en la aplicación de paclobutrazol (PBZ) en Floración (BBCH60) con dosis de 200 y 400 ppm, con rendimientos de 2,33 y 2,23 t/ha, respectivamente, con respecto al testigo 1,47 t/ha. La dosis de 600 ppm en Floración fue la de menor rendimiento, con 1,34 t/ha.

**Palabras clave:** Paclobutrazol, inhibidores, giberelinas, rendimiento.

## 2.1. Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in Ecuador is treated as a secondary crop due to its low cultivated area, resulting in the planting of 2 940 hectares of quinoa in 2021, with a yield of 1,48 t/ha, with a yield 35% lower than in 2020. In Ecuador, the tunkahuam variety is the most widely planted; however, this is a tall plant that can have problems with lodging, negatively affecting grain production. Studies are being carried out to have smaller plants and a greater number of fruits. Good results have been obtained in studies with fruit trees. To date, studies on gibberellin inhibitors for quinoa cultivation are scarce. In this study, gibberellin inhibitors were used, with the use of paclobutrazol (PBZ). Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the application of paclobutrazol (PBZ) at different doses and at different phenological stages in the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in La Argelia sector, Loja. The present research employed a completely randomized design (CRD). With a bifactorial arrangement plus a control where Factor A is the time of application at flowering (BBCH60) and fruit development (BBCH70), and Factor B is the dose of paclobutrazol (PBZ): 200, 400, 600 ppm plus the addition of a control treatment, for a total of 7 treatments with 3 replications. The variables analyzed were stem diameter, stem elongation rate, biomass height, chlorophyll and crop yield. When paclobutrazol (PBZ) was used at the flowering stage, there was a reduction in growth with respect to the control, and stem diameter also had a significant reduction. In terms of yield, a significant difference was achieved in the application of paclobutrazol (PBZ) at flowering (BBCH60) with doses of 200 and 400 ppm, with yields of 2,33 and 2,23 t/ha, respectively, with respect to the control 1,47 t/ha. The 600 ppm dose at flowering was the lowest yielding, with 1,34 t/ha.

**Keywords:** Paclobutrazol, inhibitors, gibberellins, yield.

### 3. Introducción

Durante muchos años la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es cultivada en las regiones andinas, donde ha sido apreciada por su valor nutritivo y adaptabilidad a condiciones ambientales sensibles. En Ecuador ha sido considerado un cultivo secundario, no solo por la escasa superficie sembrada, sino por su bajo consumo y bajo interés aparente de la población para lograr incrementar su producción y consumo (Jacobsen y Sherwood, 2002).

Según Ramón (2017) en los últimos años la producción de quinua se ve limitada por los altos costos de las maquinarias y mano de obra, donde este aspecto afecta que la quinua no sea competente. Donde un factor condicionante del cultivo es la necesidad de aumentar el rendimiento, en Ecuador de acuerdo al INEC-ESPAC (2021) se sembraron 2 940 ha de quinua y se obtuvo 1,48 t/ha, un rendimiento un 35 % inferior a lo reportado el año anterior debido a pérdidas por efecto de inundaciones.

El cultivo de quinua tiene un bajo rendimiento y es por ello que se busca aumentar su producción con la aplicación de biorreguladoras de crecimiento, es una práctica que se realiza en algunos frutales tanto de clima templado como tropicales y subtropicales (Ramírez et al., 2005). La inhibición de las giberelinas por el paclobutrazol (PBZ) tiene varios efectos en las plantas. En primer lugar, reduce el crecimiento de las plantas especialmente en la altura, lo que puede ser útil para controlar el tamaño de las plantas y mejorar su aspecto estético. Además, el paclobutrazol (PBZ) puede aumentar la densidad de la vegetación y mejorar la calidad de la floración, lo que lo hace especialmente útil en la producción de cultivos ornamentales.

El paclobutrazol (PBZ) es un producto químico ampliamente utilizado en la agricultura para mejorar la productividad de los cultivos. Se trata de un regulador del crecimiento vegetal que ayuda a controlar la altura de las plantas y a mejorar su desarrollo en la resistencia al estrés abiótico, como la sequía y la salinidad del suelo. Además, el paclobutrazol también puede mejorar la calidad y la cantidad de la producción de frutas y verduras, lo que lo convierte en un importante aliado para los agricultores que buscan aumentar su rendimiento y a mejorar la rentabilidad de sus cultivos (Agustina y Nurmalika, 2016).

## **Objetivo General**

- Evaluar el efecto de aplicación de paclobutrazol en diferentes dosis y distintas etapas fenológicas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el sector la Argelia, Loja.

## **Específico**

- Determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol en la etapa reproductiva de quinua INIAP Tunkahuan.
- Evaluar los efectos de la aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol en el rendimiento de cultivo de quinua INIAP Tunkahuan.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Origen del cultivo de quinua

La quinua es una planta autóctona de los Andes que se originó en la zona cercana al lago Titicaca, en Perú y Bolivia. Las antiguas civilizaciones andinas cultivaron y utilizaron la quinua como alimento básico. Sin embargo, con la llegada de los españoles, la quinua fue sustituida por los cereales a pesar de su importancia en la alimentación de la población (Mujica et al., 2001).

En Ecuador la quinua es un cereal cultivado desde hace mucho tiempo, los Cañaris cultivaban la planta antes de la llegada de los españoles, a fines del siglo XVI seguía siendo uno de los alimentos preferidos que recorrió la Sierra en 1548. En el sector Pasto se halló abundante “quinio” (Peralta, 2009). dentro de la región Sierra son: Azuay, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua. El 80 % de las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) de quinua se encuentran en las provincias de Cotopaxi, Imbabura y Chimborazo, que son las principales zonas productoras de este cultivo (FAO, 2011).

### 4.2. Taxonomía y morfología

El Sistema integrado de información taxonómica (ITIS) se obtiene la información del cultivo de quinua donde se clasifica taxonómicamente de la siguiente forma:

**Tabla 1. Clasificación taxonómica de la quinua.**

Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
Nombres comunes	Quinua, Quinoa, Quínoa.

**Fuente:**(ITIS, 2011) .

El cultivo de quinua es una planta herbácea perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las Amaranthaceae. Su tamaño es variado dependiendo la variedad donde puede ir de los 2 a 3 m de altura y presenta colores que van desde verde, morado a rojo (FAO, 2011).

#### **4.2.1. Raíz**

Gómez y Aguilar (2016) indican que la raíz de la quinua se origina desde la radícula del embrión, donde comprende una raíz primaria o principal de la cual se derivan varias, raíces laterales, por lo cual es considerada pivotante, su longitud es variable de 0,8 a 1,5 m y donde dependerá de las características genética y ambientales para su desarrollo.

#### **4.2.2. Tallo**

En la unión con el cuello de raíz es cilíndrico y a medida que se aleja del suelo se vuelve anguloso en las zonas de nacimiento de hojas y ramas. La corteza firme, compacta con membranas celulósicas, interiormente contiene una medula, que a la madurez desaparece. Su diámetro puede variar desde 1 a 8 cm. (Calla, 2018).

Gómez y Aguilar (2016) nos menciona que el color del tallo en la floración puede ser verde, verde-amarillo, rosado, rojo y púrpura, donde en algunas variedades se puede notar la presencia de estrías con colores variables como verde, amarillo, rosado, el color básico del tallo en la época de floración, puede ser verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura.

#### **4.2.3. Hojas**

Las hojas se componen de dos partes distintas: el peciolo y la lámina. El peciolo es largo y acanalado, y su longitud varía según la variedad de la planta. Los peciolos que surgen directamente del tallo suelen ser más largos que aquellos que se originan en las ramas. Además, el peciolo puede presentar diferentes colores, como verde, rosado, rojo y púrpura (FAO, 2011; Gómez y Aguilar, 2016).

En general, las láminas de las hojas son más grandes en el follaje y más pequeñas en la inflorescencia. Además, estas láminas pueden variar en forma y tamaño dentro de la misma planta, siendo triangulares o romboidales en el follaje y triangulares o lanceoladas en la inflorescencia. Los márgenes de las hojas también pueden variar, siendo enteros, dentados o aserrados, y el número de dientes puede oscilar entre 3 y 20. Aunque el color predominante de la lámina es verde, en algunas variedades se pueden encontrar hojas de tonalidades verde púrpura. A medida que las hojas maduran, la lámina puede adquirir tonos amarillos, naranjas, rosados, rojos o púrpuras (FAO, 2011; Gómez y Aguilar, 2016).

#### **4.2.4. Inflorescencia**

La inflorescencia de la quinua se presenta en forma de panoja, la cual es una estructura densamente bracteada y globular o alargada que contiene glomérulos en espigas. A menudo, estos glomérulos se agrupan formando espigas compuestas (Mendoza, 2018). Debido a que la planta de quinua tiene un eje principal más desarrollado, a partir del cual se originan los ejes secundarios y en algunos casos terciarios. La panoja (inflorescencia) se ubica principalmente en el ápice de la planta y de sus ramas. La longitud de la panoja puede variar de 15 a 70 cm (FAO, 2011; Gómez y Aguilar, 2016).

#### **4.2.5. Flores**

La quinua es una planta ginomonoica que presenta flores hermafroditas y pistiladas, las cuales pueden ser sésiles o pediceladas y se agrupan en glomérulos. En la parte superior del glomérulo se encuentran las flores hermafroditas, que son más grandes que las pistiladas, con un diámetro de 3 a 5 mm, y consta de cinco tépalos, cinco anteras y un ovario súpero con dos o tres ramificaciones estigmáticas. Por otro lado, las flores pistiladas se sitúan alrededor y debajo de las flores hermafroditas, tienen un diámetro de 2 a 3 mm, cinco tépalos, un ovario súpero y dos o tres ramificaciones estigmáticas (FAO, 2011; Gómez y Aguilar, 2016).

#### **4.2.6. Fruto**

La quinua produce un tipo de fruto llamado aquenio, el cual es indehiscente y puede tener forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Está cubierto por el perigonio seplóide y está compuesto por el pericarpio y la semilla. El pericarpio está unido a la capa de la semilla, presenta alveolos en su superficie y contiene saponina. El tamaño del fruto de la quinua es de aproximadamente 1,5 a 3 mm de diámetro (FAO, 2011; Gómez y Aguilar, 2016).

#### **4.2.7. Semilla**

La semilla de quinua está compuesta por tres partes principales: el episperma, el embrión y el perisperma. El epispermo es la capa que cubre la semilla y está adherida al pericarpio. El embrión está compuesto por dos cotiledones y una radícula, la cual representa aproximadamente el 30 % del volumen total de la semilla. El perisperma, por otro lado, es el tejido de almacenamiento de la semilla y está compuesto principalmente por granos de almidón. Es de color blanquecino y representa alrededor del 60 % de la semilla de quinua (Gómez y Aguilar, 2016).

### 4.3. Requerimientos climáticos y edáficos

La quinua es un cultivo que se adapta a diferentes condiciones climáticas y altitudes gracias a su diversidad genética. Puede crecer desde el nivel del mar hasta altitudes de 4 000 m.s.n.m., (Calla, 2018). Gómez y Aguilar (2016) menciona que el cultivo se adapta a climas cálidos y secos, así como a temporadas lluviosas o secas. La temperatura óptima para su crecimiento y desarrollo está en el rango de 15 a 25 °C. En cuanto a la precipitación, se puede cultivar en un rango de 300 mm a 1 000 mm, con un rango óptimo de 500 a 800 mm. La humedad relativa varía según la variedad, pero en general puede desarrollarse desde un 40 % a un 100 %. La respuesta al fotoperíodo está relacionada con el lugar de origen, y puede afectar el rendimiento. El suelo óptimo es franco arenoso, suelto y con un buen drenaje, con un alto contenido de materia orgánica y un pH entre 6,3 y 7,3 (Pinto, 2013).

### 4.4. Fenología de la quinua

Las etapas fenológicas son parámetros que nos permiten identificar las fases fenológicas del cultivo, en este caso cultivo de quinua en cuál es importante para saber el momento de aplicación de riego y fertilización.

Se describe las etapas de crecimiento fenológico con una escala estandarizada para la quinua (*Chenopodium quinoa*), basada en el sistema de codificación de la BBCH descrita por Sosa et al. (2017).

**Tabla 2. Estadios de crecimiento fenológico de la quinua (*Chenopodium quinoa* Will.) basadas en la escala BBCH descrita por Sosa et al. (2017).**

ESTADIO PRINCIPAL	ESTADO	CODIGO BBCH
<b>ESTADIO PRINCIPAL 0</b> Germinación	Siembra	0
	Emergencia de la radícula	5
	Emergencia del hipocótilo	7
	Hipocótilo con cotiledones que crecen hacia la superficie del suelo	8
	Emergencia de los cotiledones a través del suelo	9
<b>ESTADIO PRINCIPAL 1</b> Desarrollo de hojas	Cotiledones emergieron completamente	10
	Primer par de hojas verdaderas	11
	Segundo par de hojas verdaderas	12
	Tercer par de hojas verdaderas	13
	Cuarto par de hojas verdaderas	14
	Se continua	1.
	Noveno par de hojas verdaderas	19

<b>ESTADIO PRINCIPAL 2</b> Formación de brotes laterales	Brotes laterales visibles	20
	Un brote lateral visible	21
	Dos brotes laterales visibles	22
	Se continua	2.
	Nueve brotes laterales visibles	29
<b>ESTADO PRINCIPAL 5</b> Emergencia de inflorescencia	Inflorescencia presente pero todavía encerrada por las hojas	50
	Las hojas que rodean la inflorescencia están separadas, la inflorescencia es visible desde arriba	51
	La inflorescencia es visible, pero todas las flores siguen cerradas	59
<b>ESTADIO PRINCIPAL 6</b> Floración	Comienzo de la antesis: flores de la inflorescencia principal con las primeras anteras extruidas	60
	Fin de la antesis: la inflorescencia principal florece con las primeras anteras senescentes	67
	Antítesis completa: flores de la inflorescencia principal con anteras senescentes	69
<b>ESTADIO PRINCIPAL 7</b> Desarrollo de Fruto	Cuajada: engrosamiento del ovario y primeros granos visibles en el tallo principal	70
<b>ESTADIO PRINCIPAL 8</b> Maduración	Grano lechoso, fácilmente aplastado con las uñas, contenido líquido y pericarpio verde	81
	Grano grueso, fácilmente aplastado con las uñas, contenido pastoso blanco, pericarpio verde, beige, rojo o negro	85
	Grano maduro, difícil de aplastar con las uñas, contenido seco, el grano tiene un color beige, rojo o negro en su exterior. Listo para cosecha	89
<b>ESTADIO PRINCIPAL 9</b> Senescencia	Sólo las hojas basales están secas	91
	Las hojas de la primera mitad de la planta, empezando por la base, están muertas	93
	Todas las hojas están muertas; el color del tallo pasa de amarillo a marrón	95
	Planta muerta y seca	97
	Producto cosechado	99

#### 4.5. Componentes del rendimiento en quinua

Se generan a lo largo del ciclo del cultivo debido al aporte que se dan en las distintas estructuras que lo constituyen, donde el rendimiento es el conjunto de componentes que se van generando durante el desarrollo del cultivo y cada una se fija en un momento específico, donde se define por sus dos principales componentes, el número de granos  $m^2$  y el peso promedio del grano (Sandaña y Calderini, 2018; Satorre et al., 2015).

##### 4.5.1. Número de granos

Es el proceso secuencial que se va generando en el ciclo del cultivo, al igual que los cultivos de granos el cultivo de quinua posee dos etapas, la etapa vegetativa en la cual se determinan el número de plantas por unidad y el número de ramificaciones por planta, en la

etapa reproductiva en la cual se determinan el número de panojas por planta y el número de granos por panoja (Geren, 2015; Satorre et al., 2015).

#### **4.5.2. Peso de granos**

Es el último componente del rendimiento donde depende la tasa de acumulación de la materia seca del grano y del tiempo de llenado, empieza luego de la fecundación, la evolución del peso de grano durante el periodo de llenado, se considera la dinámica de acumulación de materia seca (Satorre et al., 2015).

### **4.6. Variedad**

#### **4.6.1. Variedad INIAP Tunkahuan.**

La variedad INIAP Tunkahuan, fue obtenido por selección de una población de germoplasma recolectada en la provincia del Carchi Ecuador en 1985. Es una variedad de quinua de bajo contenido de saponina, por lo cual la considerada dulce y semiprecoz, donde el ciclo dura alrededor de los 150 a 200 días. Su adaptabilidad es entre los 2 200 a 3 200 m.s.n.m., tiene una altura entre 90 y 180 cm, con un tallo sencillo ha ramificado, de color verde cuando joven y rosado-amarillo a la cosecha; con una inflorescencia de 20 a 60 cm de tipo panoja glomerular; el grano es de color blanco opaco, de tamaño mediano, de forma redonda. El grano de quinua es aplanado y tiene un bajo contenido de saponina, el cual oscila alrededor del 0,06 %, El rendimiento varía entre 1,5 a 3 t/ha. (Peralta y Mazon 2013).

### **4.7. Las Hormonas Vegetales.**

Las hormonas vegetales son compuestos químicos producidos por las plantas que regulan su crecimiento y desarrollo. Estas sustancias actúan en concentraciones muy bajas y se sintetizan en diferentes partes de la planta, como las raíces, los tallos, las hojas, las flores y los frutos (Li et al., 2021). Existen cinco tipos principales de hormonas vegetales: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno. Cada una tiene diferentes efectos en el crecimiento y desarrollo de la planta, como la elongación del tallo, la germinación de semillas, la floración, la maduración de frutos, la respuesta a factores de estrés y la senescencia (Alcantara et al., 2019). Las hormonas vegetales son reguladas por factores ambientales y por la propia planta, y su interacción compleja es fundamental para el correcto crecimiento y desarrollo de la planta.

#### **4.7.1. Giberelinas**

Las giberelinas regulan el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Estas hormonas son producidas naturalmente en la planta y se transportan a través del sistema vascular a todas las partes de la planta, incluyendo las raíces, tallos, hojas, flores y frutos (Li et al., 2021).

Asimismo, tienen varios efectos en la planta. Uno de los efectos más notables es que promueven el crecimiento celular y el alargamiento de los tallos. Esto se logra al aumentar la elongación de las células en los meristemos de crecimiento (Alcantara Cortes et al., 2019). Además del alargamiento del tallo, las giberelinas también tienen efectos en la producción de clorofila y en la respuesta de la planta a los estímulos ambientales.

El ácido giberélico (GA3), es una de las principales giberelinas y se encuentra en todas las partes de la planta, incluyendo las raíces, los tallos, las hojas, las flores y los frutos, La giberelina y el ácido giberélico tienen efectos similares en la planta, incluyendo la estimulación del crecimiento celular y el alargamiento del tallo. Sin embargo, el ácido giberélico es considerado una de las giberelinas más potentes y se utiliza ampliamente como regulador del crecimiento vegetal en la agricultura (Amador Alférez et al., 2013). La ausencia de giberelinas produce plantas enanas. Además, estos compuestos también tienen la capacidad de estimular la floración en las plantas, regular la producción de proteínas en las semillas de cereales y acelerar el proceso de germinación.

#### **4.8. Reguladores de crecimiento vegetal**

Amador Alférez et al. (2013) indica que los reguladores de crecimiento vegetal son compuestos químicos que se utilizan en la agricultura para manipular el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos compuestos pueden ser sintéticos o naturales y se aplican en pequeñas cantidades para alterar la actividad hormonal de las plantas.

Soumya et al. (2017) mencionan que la mayoría de los reguladores del crecimiento vegetal son compuestos que nos permiten reducir el crecimiento de los brotes longitudinales, donde los reguladores del crecimiento pueden tener diferentes efectos sobre las plantas, dependiendo del tipo de compuesto y la dosis utilizada. Algunos de los efectos más comunes son el aumento del tamaño de los frutos y las hojas, la promoción de la formación de raíces y la inhibición del crecimiento de los tallos.

#### **4.9. Inhibidores de giberelinas**

Los inhibidores de giberelinas son un tipo de compuestos químicos que reducen o suprimen los efectos de las hormonas vegetales conocidas como giberelinas. Al inhibir la actividad de las giberelinas, los inhibidores de giberelinas pueden retardar el crecimiento de las plantas y afectar su desarrollo de diversas maneras, como reducir la altura de las plantas, inhibir la floración o prevenir la formación de frutos (Alcantara et al., 2019).

Estos compuestos se utilizan a menudo en la agricultura para controlar el crecimiento y desarrollo de las plantas, mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos y controlar la aparición de malas hierbas (Rademacher, 2000). Algunos ejemplos comunes de inhibidores de giberelinas incluyen paclobutrazol, uniconazol y daminozide.

##### **4.9.1. Paclobutrazol**

El paclobutrazol (PBZ) es un derivado del triazol que inhibe la biosíntesis de esteroides y giberelinas (Kamran et al., 2018). Es un compuesto químico que actúa como inhibidor en la síntesis de giberelinas, una hormona vegetal que estimula el crecimiento del tallo y las hojas. Al reducir la producción de giberelinas, el paclobutrazol (PBZ) desvía la energía de la planta hacia el desarrollo de raíces, ramas y estructuras reproductivas (Kim et al., 2012).

La aplicación de paclobutrazol (PBZ) reduce la altura de la planta, mejora el diámetro del tallo y el número de hojas, altera la arquitectura de la raíz, contribuye directamente al aumento del rendimiento e indirectamente redujo el evento de acame (Kondhare et al., 2014).

##### **4.9.2. El uso de paclobutrazol (PBZ) en los cultivos**

El ácido giberélico se ha utilizado ampliamente en la horticultura y la fruticultura debido a sus efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además de lo que ya se ha mencionado, también se ha utilizado en la producción de fresas para aumentar el tamaño de los frutos y mejorar la calidad, y en la producción de cebollas para promover el crecimiento del bulbo. También se ha utilizado en la producción de semillas para aumentar el tamaño y la calidad de las semillas, y en la producción de plantas ornamentales para estimular la floración y mejorar el color de las flores (Pérez et al., 2011).

Se ha observado que la aplicación de paclobutrazol (PBZ) mejora el potencial hídrico de las hojas bajo estrés por déficit de agua en plántulas de olmo americano (Watson, 2001) y reducen la tasa de transpiración en plántulas de tomate (Still y Pill, 2004). Se ha informado que

las aplicaciones de paclobutrazol (PBZ) aumentan la eficiencia del uso del agua en plántulas de *Pseudotsuga menziesii* y *Pinus cornata* (Van den Driessche, 1996).

Pérez et al. (2011) reportaron los efectos de paclobutrazol (PBZ) en el mango Manila en relación con la floración, época de cosecha y rendimiento de fruto. Se destacaron la mejora en la tasa de floración, el adelanto en la cosecha y el incremento en el rendimiento del fruto con el uso de paclobutrazol (PBZ).

Melo et al. (2014) mencionan que el paclobutrazol aplicado a la semilla de tomate con dosis de 38,5, 76,9 y 115,4 mg·L<sup>-1</sup>, provocó la reducción de la altura en 10, 21 y 24 %, respectivamente, con relación al tratamiento sin aplicación en plántulas de tomate. En el cultivo de papa, Flores et al. (2016) observaron que dos aplicaciones semanales de paclobutrazol (PBZ) con una dosis de 1 mg·L<sup>-1</sup>, realizadas desde los 22 hasta los 85 días después del trasplante, redujeron la altura de la planta en un 20 %. Estos resultados coinciden con lo señalado por otros autores, como Ferreira et al. (2017) quienes informaron que las aplicaciones foliares de paclobutrazol (PBZ) son efectivas para reducir la altura de la planta de tomate.

## **5. Materiales y Métodos**

### **5.1. Características del área de estudio**

La investigación se desarrolló en La Quinta Experimental Docente la Argelia (QEDA) de la Universidad Nacional de Loja, ubicada a 4°02'19,2"S 79°12'00,6"W, se encuentra a una altitud de 2 150 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 18 °C. la precipitación promedio anual es de 1 058 mm y con un suelo franco limoso con un pH de 4,5 a 6.

### **5.2. Diseño Experimental**

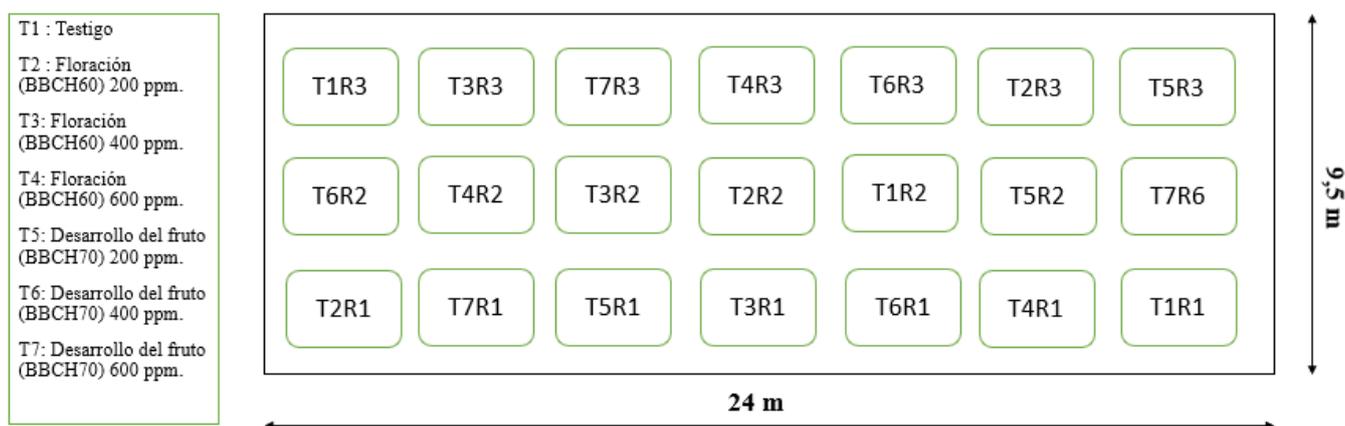
Se Utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo bifactorial más un testigo A\*B+N. Donde el Factor A es el momento de aplicación: En la floración (BBCH60) y en el Desarrollo del fruto (BBCH70); Factor B, dosis de paclobutrazol (PBZ): 200, 400, 600 ppm, más la adición de un tratamiento testigo, dando un total de 7 tratamientos con 3 repeticiones, con un total de 21 Unidades Experimentales (UE), con una dimensión por 2,5 x 2 m dando un total de 5 m<sup>2</sup> por parcela.

**Tabla 3.** Tratamientos con los factores momento de aplicación (según la escala BBCH) dosis de paclobutrazol (PBZ).

Tratamiento	Momento de aplicación	de paclobutrazol (ppm)
<b>T1</b>	Testigo	0
<b>T2</b>	Floración (BBCH60)	200
<b>T3</b>	Floración (BBCH60)	400
<b>T4</b>	Floración (BBCH60)	600
<b>T5</b>	Desarrollo del fruto (BBCH70)	200
<b>T6</b>	Desarrollo del fruto (BBCH70)	400
<b>T7</b>	Desarrollo del fruto (BBCH70)	600

### 5.2.1. Esquema de disposición del ensayo

En la Figura 1, se muestran los 7 tratamientos que se distribuyó en el ensayo en campo, el mismo que se consideró 3 repeticiones.



**Figura 1.** Diseño experimental.

### 5.3. Manejo del área

En el lugar de estudio se realizó un análisis químico de suelo donde se recogió 9 submuestras en zigzag con una profundidad de 0,2 – 0,3 m, Se preparó el terreno con el paso de arado y la rastra de disco y se aplicó herbicida, se procedió con la parcelación de las unidades experimentales donde tiene una dimensión de 2,5 m de largo y por 2 m de ancho, la siembra se realizó con una distancia entre surcos de 0,5 parcelas separadas a una distancia de 0,80 m.

El riego se realizó con una frecuencia de 2 días dependiendo la precipitación del área del estudio. Control de plagas: se realizó a los 20 días después de la siembra al observar el ataque *Diabrotica speciosa* en las hojas del cultivo de quinua y se realizó un plan de fertilización.

### 5.4. Evaluaciones realizadas para el primer objetivo

“Determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de paclobutrazol en la etapa reproductiva de quinua INIAP Tunkahuan”

Establecido ya el cultivo en el campo se aplicó paclobutrazol mediante aspersion foliar en diferentes dosis, aplicando en cada estado fenológico: Floración (BBCH60) y desarrollo del fruto (BBCH70) del cultivo. Se realizó el seguimiento de la fenología, análisis del crecimiento y desarrollo del cultivo de la INIAP Tunkahuan, donde se registró los cambios fenológicos semanalmente usando la escala BBCH.

**Altura de la planta y diámetro del tallo:** Se Seleccionaron 3 plantas de las hileras centrales en cada Unidad Experimental (UE), para la altura de la planta se registró la variable con el uso cinta métrica medido desde el cuello de la planta hasta el ápice, para el diámetro del tallo se utilizó un calibrador vernier a 5 cm del nivel del suelo, las lecturas se efectuaron cada 15 días desde el inicio del ensayo.

**Tasa de elongación del tallo:** La tasa de elongación del tallo se estimó seleccionado 3 plantas de las hileras centrales en cada Unidad Experimental (UE), se calculó dividiendo el cambio de longitud del tallo entre un período final con el periodo inicial dividido con el tiempo transcurrido en el proyecto, se utilizó la siguiente formula:

$$Tasa\ de\ elongación\ del\ tallo = \frac{(Longitud\ final\ del\ tallo - Longitud\ inicial\ del\ tallo)}{Tiempo\ transcurrido}$$

**Biomasa aérea:** Se evaluó en la cosecha tomando 5 plantas por Unidad Experimental donde se realizó un muestreo destructivo, en el cual se cortó las plantas desde la base, la biomasa aérea fue previamente secada a 65 °C por 48 horas, para posterior a ello pesar la biomasa total en una balanza analítica.

**Índice de clorofila SPAD:** Los datos se calcularon después de aplicación del paclobutrazol en las etapas floración (BBCH60) y desarrollo del fruto (BBCH70) mediante la utilización de un medidor de clorofila SPAD 502 Plus. Se seleccionaron al azar 4 plantas de la parte central de cada unidad experimental y se obtuvo un promedio de las 4 hojas por planta, teniendo en cuenta las hojas ubicadas en el centro de cada planta que nos permite estimar cantidad de clorofila en la hoja.

### 5.5. Metodología para el segundo objetivo

“Evaluar los efectos que causa Paclobutrazol en el rendimiento de cultivo variedad INIAP Tunkahuan”

**Número de granos por panoja y Número de granos por planta:** Se obtuvo luego de la cosecha, se contó el número de granos obtenidos por panoja y números de granos obtenidos por planta, se tomó 5 plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental.

**Número de granos por m<sup>2</sup>:** Se determinó luego de la cosecha, se contó el número de granos obtenidos por planta, tomando de muestra de 5 plantas de los surcos centrales de cada Unidad Experimental. Luego para determinar el número de granos por m<sup>2</sup>, se utilizó el número de granos por planta, este se lo extrapoló al número de plantas promedio que hay por metro cuadrado en cada tratamiento, es decir que se multiplicó el número de granos por planta por el número de plantas por m<sup>2</sup>. Para determinar el número de plantas por m<sup>2</sup>.

$$NGm^2 = NGP * NPM^2$$

Donde:

$NGm^2$ = Número de granos por m<sup>2</sup>

$NGP$ = Número de granos por planta

$NPM^2$ = Número de plantas por m<sup>2</sup>

**Peso de 1 000 granos y Rendimiento del grano:** Se eligió 5 plantas ubicadas en la parte central de cada unidad experimental. Posteriormente, las muestras fueron secadas en una estufa a una temperatura de 65 °C. Una vez secas, se procedió a pesar una muestra

representativa de 1 000 granos de cada planta con el uso de una balanza analítica. Después de obtener el número de granos por metro cuadrado y el peso de los granos, se prolongó el rendimiento mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$R = NG \text{ m}^2 * PG$$

Donde:

$R$ = rendimiento

$NG \text{ m}^2$ = número de granos por metro cuadrado

$PG$ = peso de granos

**Índice de cosecha:** Se obtuvo al determinar el rendimiento en  $\text{g/m}^2$  de cada Unidad Experimental, y luego se dividió para la biomasa de la superficie cosechada ( $\text{g/m}^2$ ).

$$IC = \frac{\text{rendimiento del grano}}{\text{biomasa aérea total}}$$

#### **Modelo matemático de arreglo bifactorial en un DCA más un testigo A\*B+N**

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

**Donde:**

- $Y_{ijk}$  = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima
- $\mu$  = Media general.
- $\alpha_i$ =Efecto de i-ésimo nivel del factor A (Momento de Aplicación)
- $\beta_j$ = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (Dosis de Paclobutrazol)
- $(\alpha * \beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B en su repetición k
- $\varepsilon_{ijk}$  = error

## **5.6. Análisis Estadístico**

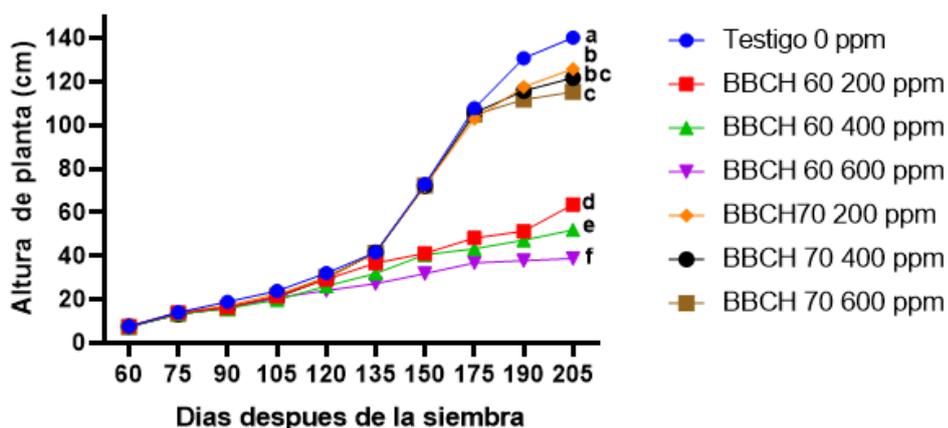
Los datos obtenidos en el ensayo se tabularon en la base de datos de Microsoft Excel, para su posterior análisis estadístico mediante el software Infostat versión libre. Los datos ingresados en el programa fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) bifactorial en un DCA más un testigo A\*B+N en función de las dosis y el momento de aplicación del cultivo con un nivel de significancia del 5 % y pruebas de comparaciones múltiples mediante el test Tukey con un nivel de significancia del 5 %, para determinar si existe o no interacciones estadísticamente significativas en todas las variables registradas durante el tiempo de evaluación.

## 6. Resultado

### 6.1. Resultados para el primer objetivo

#### 6.1.1. Altura y diámetro del tallo en los resultados

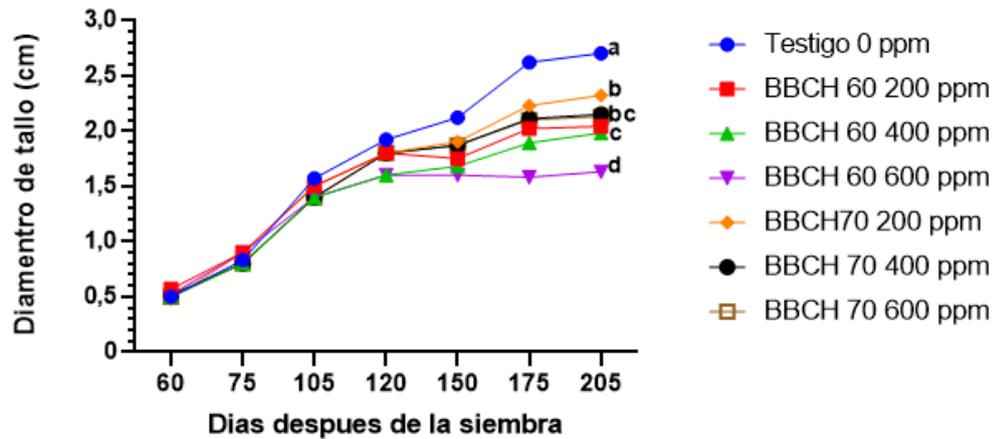
Los datos que se presentan indican la altura de la planta en diferentes Días Después de la Siembra (DDS) y los tratamientos aplicados en diferentes etapas de desarrollo de la planta. En primer lugar, se aplicó paclobutrazol en la etapa de floración BBCH60 a los 105 DDS , y en la etapa de desarrollo del fruto BBCH70 a los 150 DDS. Los resultados demuestran una diferencia significativa en la altura de las plantas tratadas en la etapa BBCH70 donde se obtuvo una altura de 80 cm en comparación con la etapa BBCH60 que tuvieron una altura de 42 a 45 cm a los 150 DDS. A los 175 DDS, las plantas tratadas en la etapa BBCH70 alcanzaron una altura notable de 120 cm, mientras que en la etapa BBCH60 tuvo un crecimiento más lento de 45 a 47 cm. A los 190 DDS , se encontró una diferencia significativa entre el Testigo que obtuvo una altura de 139 cm y los tratamientos. Las plantas tratadas en la etapa BBCH70 alcanzaron una altura entre 120 a 125 cm, mientras que las plantas tratadas en la etapa BBCH60 con la dosis más alta (600 ppm) tuvieron una altura promedio de 38,8 cm. como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Curva de crecimiento de la altura de planta de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencias significativas según test de tukey ( $<0,05$ ).

El diámetro del tallo muestra una diferencia significativa entre el Testigo y los tratamientos, a los 175 DDS, El Testigo tuvo un diámetro de tallo de 2,70 cm, mientras que los tratamientos BBCH70 tuvieron un diámetro de 2,10 a 2,40 cm, en comparación con el

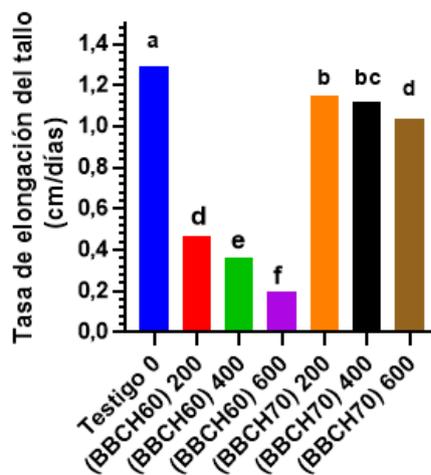
tratamiento BBCH60 el tratamiento con la dosis más alta de 600 ppm tuvo el diámetro más bajo de 1,63 cm, como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Diámetro de tallo en quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de tukey ( $<0,05$ ).

### 6.1.2. Tasa de elongación del tallo

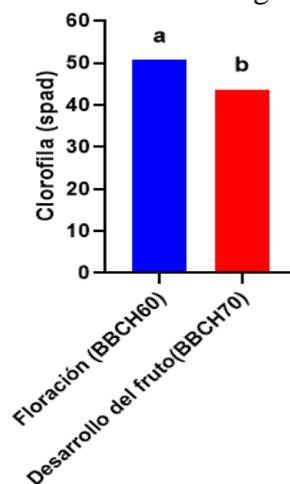
La tasa de elongación del tallo mostró una diferencia significativa, donde el testigo tuvo una tasa de elongación de 1,29 cm, a comparación de los tratamientos, en la etapa BBCH60 se obtuvo una tasa de elongación de 0,47 cm, con la dosis de 200 ppm, con la dosis de 400 ppm tuvo una tasa de elongación del tallo del 36 cm, la dosis de 600 ppm obtuvo una altura de 20 cm, en la etapa BBCH70, la tasa de elongación fue de 1,15 cm, con la dosis 200 ppm, con la dosis de 400 ppm de 1,12 cm, la dosis 600 ppm se obtuvo tasa de elongación de tallo de 1,04 cm. Estos resultados indican que la elongación del tallo fue claramente afectada por la aplicación de tratamientos durante la etapa BBCH60, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Tasa de elongación del tallo (cm/días) en quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05).

### 6.1.3. Índice de clorofila SPAD

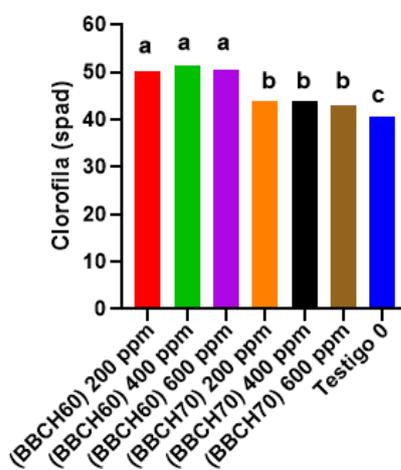
El índice de clorofila mostró una diferencia significativa en función del momento de aplicación. En la etapa BBCH60, se obtuvo un índice más alto, alcanzando un valor de 51 unidades Spad, mientras que en la etapa BBCH70, el índice fue de 44 unidades Spad. Estos resultados indican una mejor retención de clorofila en las plantas tratadas con paclobutrazol. Esta información se muestra de manera visual en la Figura 5.



**Figura 5.** Índice de Clorofila (SPAD) de quinua bajo diferentes momentos de aplicación de paclobutrazol. Letras distintas en sentido horizontal muestran diferencia significativa según test de tukey (<0,05).

### 6.1.3.1. Índice de clorofila SPAD bajo diferentes dosis de paclobutrazol

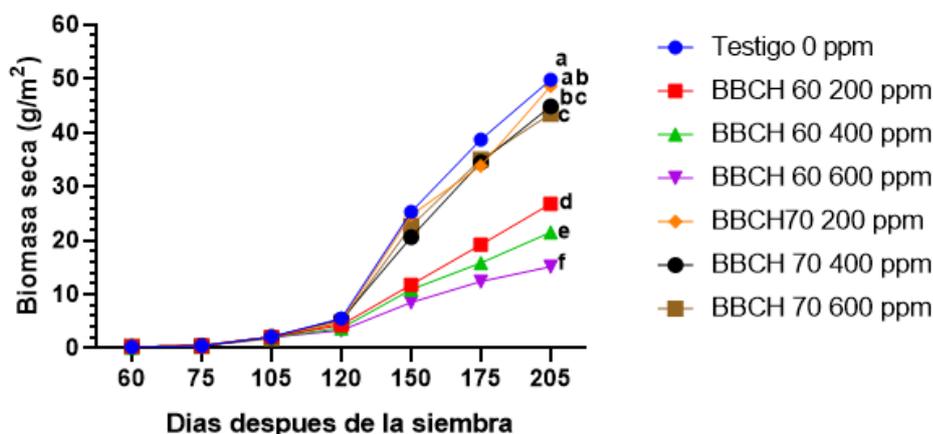
El Índice de clorofila mostró una diferencia significativa entre el Testigo y los tratamientos con paclobutrazol. Mientras que el grupo control presentó un índice de clorofila más bajo, los tratamientos con paclobutrazol mostraron una mejora en el índice de clorofila. Específicamente, los tratamientos aplicados en la etapa BBCH60 obtuvieron un índice de clorofila de 48 a 50 unidades Spad, mientras que aquellos aplicados en la etapa BBCH70 mostraron un índice de 44 unidades Spad, como se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Índice de Clorofila (SPAD) de quinua bajo diferentes dosis de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido horizontal muestran diferencia significativa según test de tukey ( $<0,05$ ).

### 6.1.4. Biomasa aérea seca

La biomasa mostró una diferencia significativa donde los tratamientos y el testigo a los 120 Días Después de la Siembra (DDS) tenían una biomasa que oscilaba entre 3,5 y 5,0 g/m<sup>2</sup>. Con la aplicación de paclobutrazol a 150 DDS se observó que los tratamientos con BBCH60 tuvieron una biomasa de 11,8 g/m<sup>2</sup> a la dosis de 200 ppm, 10,9 g/m<sup>2</sup> a la dosis de 400 ppm y 8,5 g/m<sup>2</sup> a la dosis más alta de 600 ppm. El testigo y la aplicación durante la etapa BBCH70 no mostraron diferencia significativa. A los 205 DDS, se encontró que la etapa BBCH70 y el testigo tenían una biomasa que oscilaba entre 43,8 y 48,9 g/m<sup>2</sup>, mientras que la etapa BBCH60 con la dosis de 200 ppm tenía una biomasa de 26,8 g/m<sup>2</sup>, la dosis de 400 ppm tenía una biomasa de 21,5 g/m<sup>2</sup> y la dosis más alta de 600 ppm tuvo una biomasa de 15,1 g/m<sup>2</sup>, como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.** Biomasa seca ( $\text{g/m}^2$ ) de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de tukey ( $<0,05$ ).

## 6.2. Resultados para el segundo objetivo

Mediante un análisis de varianza y un Test de Tukey al 95 % de confianza se puede evidenciar en la Tabla 4.

Para el peso de 1 000 granos, tampoco se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos BBCH60 y BBCH70 con el testigo, ya que todos tuvieron un peso de 2,37 a 2,7 g. En cuanto al número de granos por planta, se encontró una diferencia significativa en la etapa BBCH60, donde la dosis de 200 ppm tuvo el mayor número de granos por planta con 4 167,63, mientras que la dosis de 600 ppm tuvo el número más bajo con 2 609,17, y el testigo tuvo 2 805,99 granos por planta. En el número de granos por planta metros cuadrados, también se encontró una diferencia significativa en el tratamiento de la etapa BBCH60 con la dosis de 200 ppm, que tuvo el número más alto de granos por planta metros cuadrados con 83 352,55, mientras que la dosis de 600 ppm se obtuvo 5 2183,46, como se muestra en la Tabla 4.

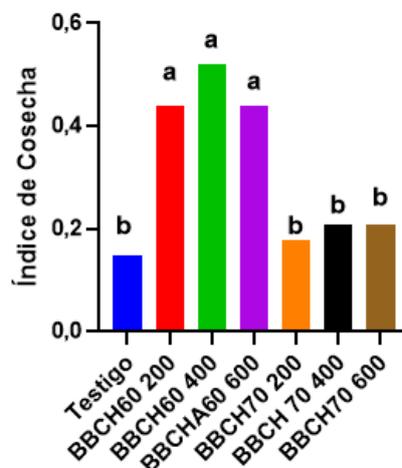
**Tabla 4.** Parámetros de variables productivas de la Quinua variedad INIAP Tunkahuan.

Tratamiento	Peso de 1000 granos (unidad)	N granos/Planta	N granos/m <sup>2</sup>
Testigo	2,67 ± 0,26 a	2805,99 ± 287,71 bc	56119,8 ± 5754,38 bc
BBCH60 200	2,8 ± 0,06 a	4167,63 ± 2,39 a	83352,55 ± 47,88 a
BBCH60 400	2,77 ± 0,12 a	4042,93 ± 290,97 ab	80858,61 ± 5819,56 ab
BBCHA60 600	2,6 ± 0,15 a	2609,17 ± 271,16 c	52183,46 ± 5423,21 c
BBCH70 200	2,63 ± 0,03 a	3392,94 ± 202,89 abc	67858,88 ± 4057,80 abc
BBCH 70 400	2,63 ± 0,19 a	3615,17 ± 204,73 abc	72303,33 ± 4094,63 abc
BBCH70 600	2,37 ± 0,22 a	3867,77 ± 451,1 abc	77355,41 ± 9022,76 abc
Momento de aplicación	ns	ns	ns
Dosis	ns	ns	ns
Momento de aplicación* Dosis	ns	**	**
Testigo vs Resto	ns	*	*

Los valores son medias de tres repeticiones. Letras iguales dentro de columnas no muestran diferencia significativa mediante la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). ns= efecto no significativo  $p > 0,05$ ; \* efecto significativo  $p < 0,05$ ; \*\*efecto muy significativo  $p < 0,01$ .

### 6.2.1. Índice de Cosecha (IC)

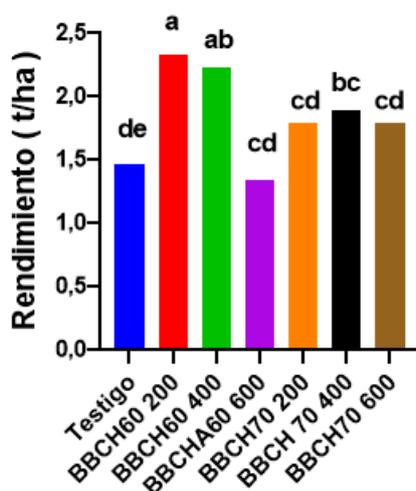
Mediante el momento de aplicación se encontró una diferencia significativa en el índice de cosecha para el momento de aplicación BBCH60, que tuvo el índice más alto con un 0,44 a 0,52, mientras que los tratamientos BBCH70 y el testigo tuvo un índice menor de 0,15 a 0,21 como muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Índice de cosecha de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de Tukey ( $< 0,05$ ).

### 6.2.2. Rendimiento

En cuanto al rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha), se encontró una diferencia significativa donde los tratamientos con mayor rendimiento fue en la etapa BBCH60 con la dosis de 200 y 400 ppm que tuvieron un rendimiento de 2,25 a 2,33 t/ha. Los tratamientos con el rendimiento más bajo fue en la etapa BBCH60 con la dosis más alta de 600 ppm con 1,34 t/ha. y el testigo con 1,47 t/ha., como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Rendimiento de grano de quinua bajo diferentes dosis y momentos de aplicación de paclobutrazol. BBCH60: etapa de floración, BBCH70: etapa Desarrollo del fruto. Letras distintas en sentido vertical muestran diferencia significativa según test de Tukey ( $<0,05$ ).

## 7. Discusión

Los resultados de esta investigación, al igual que en otros estudios previos, demuestran claramente el efecto positivo del paclobutrazol en la producción. Este efecto se refleja en plantas más compactas, con una menor competencia entre ellas, lo que facilita el manejo del grano. Además, el uso de paclobutrazol resultó en una menor altura de las plantas y un diámetro de tallo más reducido en comparación con el tratamiento de control, lo que indica su impacto en el desarrollo y crecimiento vegetativo. Alcantara Cortes et al. (2019) mencionan que al inhibir las giberelinas el crecimiento de las plantas se retrasa y se obtiene plantas de menor altura. Alférez et al. (2013) se observaron que la ausencia de giberelinas produce plantas enanas, lo cual se evidenció en el proyecto realizado.

En cuanto a la elongación del tallo, las aplicaciones de paclobutrazol en BBCH70 mostraron una tasa de 1,15, 1,12 y 1,04 cm. respectivamente. Soumya et al. (2017) observaron que los reguladores del crecimiento pueden inhibir o limitar el crecimiento de las plantas reduciendo el crecimiento de los brotes longitudinales Kim et al. (2012). Por otro lado, Pérez et al. (2011) describen que la función de inhibidores es reducir el tamaño de los brotes. Kondhare et al. (2014) observaron que aplicaciones de paclobutrazol mejoró el diámetro del tallo y el número de hojas en los cultivos de aguacate y tomate Cherry en el caso del cultivo de quinua no se pudo evidenciar una mejora del diámetro del tallo.

La aplicación durante la etapa BBCH70 en quinua, presentó una biomasa seca que oscilaba entre 43,8 y 48,9 g/m<sup>2</sup>, esto debido a lo que menciona Still and Pill (2004) que el uso de paclobutrazol reduce la tasa de transpiración en plántulas. Durante la etapa BBCH60 tuvieron un mayor porcentaje de clorofila, el cual varió de 50,3 a 51,5 % en dosis de 200, 400 y 600 ppm. Se puede concluir que la aplicación de paclobutrazol se obtuvo una diferencia significativa respecto al testigo. De tal manera que estos resultados coinciden con los Iremiren et al. (1997) que observaron que las plantas de maíz tratadas con PBZ también fueron más verdes que las plantas testigo.

El peso de granos de quinua fue muy similar en todos los tratamientos con un promedio general de 2,67 a 2,80 peso de 1 000 granos. Es decir, los frutos mantuvieron similar peso y tamaño ya sea que el cultivo sea aplicado o no con el producto. Bernier and Périlleux (2005) señalan que esta variable depende de la cantidad de foto asimilados disponibles para su crecimiento. Taiz et al. (2015) destacan que el peso del fruto es el resultado de la relación

entre la actividad de la fuente y la fuerza de la demanda durante el periodo de crecimiento, donde se involucran de manera importante las características del genotipo.

En cuanto al rendimiento del cultivo, se encontró que la aplicación de paclobutrazol en la etapa de floración con una dosis de 200 ppm resultó en una mayor producción de semillas de quinua con 2,33 t/ha. Peralta y Mazon (2013) menciona que el rendimiento varía entre 1,5 a 3 t/ha. Li et al. (2021) comentan que concentraciones muy bajas de hormonas vegetales permite una mayor concentración de flores y frutos. Soumya et al. (2017) observaron que los efectos más comunes son el aumento del tamaño de las frutas y las hojas. El tratamiento BBCH60 con la dosis de 200 ppm tuvo el mayor número de granos por planta con 4 167,63. Pérez et al. (2011) establecieron que el uso de paclobutrazol mejora la calidad del fruto.

Se encontró que el momento de aplicación tuvo un impacto significativo en la etapa BBCH60, donde se logró un mayor rendimiento y mejora en la concentración de clorofila. Sin embargo, es importante considerar las dosis utilizadas, ya que la dosis más alta en la etapa BBCH60 tuvo un impacto directo en la altura de la planta. Se encontró que las dosis de 200 ppm y 400 ppm fueron las más adecuadas para la quinua en esta etapa. En la etapa BBCH70, se demostró un efecto significativo en la altura y una mejora en la concentración de clorofila en comparación con el grupo de control.

## 8. Conclusiones

- Se pudo evidenciar que la aplicación de paclobutrazol (PBZ) en la etapa BBCH60 tuvo un mayor efecto en el cultivo que aplicando en una etapa más avanzada como en el BBCH70. Al utilizar el PBZ disminuyó el crecimiento vegetal y aumento los niveles de clorofila, sugiriendo una mejor capacidad fotosintética, sin embargo en este estudio no se encontró evidencia de que PBZ mejore el diámetro de tallo en el cultivo de quinua.
- El paclobutrazol a mayores dosificaciones causa un efecto negativo al cultivo causando un enanismo severo, se pudo evidenciar en la dosis 600 ppm de PBZ aplicado en la etapa fenológica BBCH60 resultando en la altura más baja de todos los tratamientos. Por lo tanto, es crucial encontrar la dosificación adecuada.
- El mayor rendimiento de quinua se obtuvo en la etapa BBCH60 con la dosificación de 200 ppm y 400 ppm donde se obtuvo un rendimiento de 2,25 a 2,33 t/ha. De igual manera los tratamientos con el menor rendimiento fue en la mismas etapa con la dosis de 600 ppm con un rendimiento de 1,34 t/ha. al igual que el testigo con 1,47 t/ha.

## 9. Recomendaciones

- Determinar la dosis adecuada de paclobutrazol es un factor clave para maximizar la producción de la quinua, por lo que esta puede ser una línea de investigación interesante. Además, realizar diferentes aplicaciones en diferentes variedades de quinua permitirán evaluar cómo la respuesta al paclobutrazol puede variar entre las diferentes variedades y cómo se puede ajustar la dosis de acuerdo a las necesidades específicas de cada variedad.
- La evaluación de la calidad y composición nutricional de la quinua es otro aspecto importante que podría ser investigado. Esto permitirá determinar cómo la aplicación de paclobutrazol afecta no solo la cantidad, sino también la calidad nutricional de la quinua, lo que puede ser un factor importante en la comercialización del producto.
- Evaluar las relaciones entre la altura y el diámetro del tallo de la quinua en diferentes variedades y su sensibilidad al acame podrá proporcionar información valiosa para mejorar la resistencia de la planta a eventos climáticos extremos como la lluvia o el viento.

## 10. Bibliografía

- Alcantara Cortes, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Alcantara, J. S., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. D., & Sánchez Mora, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Amador Alférez, K. A., Díaz González, J., Loza Cornejo, S., & Bivián Castro, E. Y. (2013). Efecto de diferentes reguladores de crecimiento vegetal sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de dos especies de *Ferocactus* (Cactaceae). *Polibotánica*(35), 109-131.
- Bernier, G., y Périlleux, C. (2005). A physiological overview of the genetics of flowering time control. *Plant Biotechnology Journal*, 3(1), 3-16.
- Calla, J. (2018). Manejo del cultivo de quinua.
- FAO. (2011). La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. In.
- Ferreira, N. C., Vendruscolo, E. P., Seleguini, A., DOURADO, W. D. S., Benett, C. G. S., & NASCIMENTO, A. D. R. (2017). Crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo adensado com uso de paclobutrazol. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 72-79.
- Flores , R., Martínez-Gutiérrez, R., López-Delgado, H. A., & Marín-Casimiro, M. (2016). Aplicación periódica de bajas concentraciones de paclobutrazol y ácido salicílico en papa en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(5), 1143-1154.
- Geren, H. (2015). Effects of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 20(1), 59-64.
- Gómez, L., y Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. *FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura e Universidad Nacional Agraria La Molina*.
- Iremiren, G., Adewumi, P., Aduloju, S., & Ibitoye, A. (1997). Effects of paclobutrazol and nitrogen fertilizer on the growth and yield of maize. *The Journal of Agricultural Science*, 128(4), 425-430.
- ITIS. (2011). Standard Report Page: *Chenopodium quinoa*. ITIS. .
- Kamran, M., Wennan, S., Ahmad, I., Xiangping, M., Wenwen, C., Xudong, Z., . . . Tiening, L. (2018). Application of paclobutrazol affect maize grain yield by regulating root morphological and physiological characteristics under a semi-arid region. *Scientific Reports*, 8(1), 1-15.
- Kim, J., Wilson, R. L., Case, J. B., & Binder, B. M. (2012). A comparative study of ethylene growth response kinetics in eudicots and monocots reveals a role for gibberellin in growth inhibition and recovery. *Plant Physiology*, 160(3), 1567-1580. <https://doi.org/https://doi.org/10.1104/pp.112.205799>
- Kondhare, K. R., Hedden, P., Kettlewell, P. S., Farrell, A. D., & Monaghan, J. M. (2014). Use of the hormone-biosynthesis inhibitors fluridone and paclobutrazol to determine the effects of altered abscisic acid and gibberellin levels on pre-maturity  $\alpha$ -amylase formation in wheat grains. *Journal of Cereal Science*, 60(1), 210-216.
- Li, S.-M., Zheng, H.-X., Zhang, X.-S., & Sui, N. (2021). Cytokinins as central regulators during plant growth and stress response. *Plant Cell Reports*, 40(2), 271-282.

- Melo, A. P. C. d., Seleguini, A., & Veloso, V. d. R. S. (2014). Peliculización de semillas de tomate asociada al paclobutrazol. *Bragantia*, 73, 123-129.
- Mendoza, Z. A. (2018). Principios para el estudio de las familias botánicas del Ecuador.
- Mujica, A., Jacobsen, S. E., & Izquierdo, J. (2001). Orígenes e historia *FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. [https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no\\_mobile=1#:~:text=La%20quinua%20es%20una%20planta,la%20poblaci%C3%B3n%20de%20ese%20entonces](https://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/?no_mobile=1#:~:text=La%20quinua%20es%20una%20planta,la%20poblaci%C3%B3n%20de%20ese%20entonces).
- Peralta, I. (2009). La quinua en Ecuador." Estado del arte".
- Peralta, I., y Mazon, N. (2013). Estado del arte de la Quinua en el mundo
- Pérez, M. H., Osuna-García, J. A., Sánchez-Lucio, R., & Vázquez-Valdivia, V. (2011). El paclobutrazol como promotor de la floración en mango 'manila', aún sin condiciones ambientales inductivas. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(SPE1), 47-52.
- Pinto, M. (2013). El cultivo de la quinua y el clima en el Ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI, Quito-Ecuador*. Recuperado de: <http://186.42>, 174.
- Rademacher, W. (2000). Inhibitors of gibberellin biosynthesis: applications in agriculture and horticulture. In *Gibberellins* (pp. 296-310). Springer.
- Ramírez, H., Peralta-Manjarrez, R., Benavides-Mendoza, A., Sánchez-López, A., Robledo-Torres, V., & Hernández-Dávila, J. (2005). Efectos de prohexadiona-Ca en tomate y su relación con la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2), 283-290.
- Sandaña, P., y Calderini, D. F. (2018). Source–Sink Relationships in Cereals and Legumes. *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. Springer, New York, NY. First Online, 3.
- Satorre, E. H., Benech, R., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E., & Savin, R. (2015). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina*.
- Sosa, V., Brito, V., Fuentes, F., & Steinfurt, U. (2017). Escala estandarizada de fenología para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Basada en el sistema de codificación de la BBCH.
- Soumya, P. R., Kumar, P., y Pal, M. (2017). Paclobutrazol: a novel plant growth regulator and multi-stress ameliorant. *Indian Journal of Plant Physiology*, 22(3), 267-278.
- Still, J. R., y Pill, W. G. (2004). Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(2), 197-203.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*. Sinauer Associates Incorporated.
- Van den Driessche, R. (1996). Drought resistance and water use efficiency of conifer seedlings treated with paclobutrazol. *New forests*, 11(1), 65-83.
- Watson, G. W. (2001). Soil applied paclobutrazol affects root growth, shoot growth, and water potential of American elm seedlings. *Journal of Environmental Horticulture*, 19(3), 119-122.

## 11. Anexos

### Anexo 1. Evidencia fotográfica



1. Preparación del terreno



2. Trazado de parcelas



3. Siembra del cultivo de Quinua



4. Aplicación de materia orgánica



**5. Cultivo de quinua a los 105 DDS**



**6. Aplicación de paclobutrazol**



**7. Cultivo a los 150 DDS BBCH60 Dosis 200ppm**



**8. Cultivo a los 150 DDS BBCH70**



**9.** Panícula del testigo



**10.** Panícula tratamiento BBCH60 400ppm



**11.** Panoja seca tratamiento BBCH60 200ppm



**12.** Panajo seca del testigo



13. Cosecha del cultivo



14. Secado de muestra por 48 horas 65C°



15. Peso de muestra seca en balanza digital



16. Semillas de los tratamientos



17. Peso de 100 granos



18. Peso por granos por planta



19. Etiquetando muestras



20. Gratitude inhibidor de giberelina

## Anexo 2. Ficha técnica del Gratitude- Paclobutrazol

### FICHA TECNICA – Gratitude

# Gratitude®

NOMBRE PRODUCTO	GRATITUDE®
TIPO DE PRODUCTO	Regulador de Crecimiento
INGREDIENTE ACTIVO	Paclobutrazol
NOMBRE QUIMICO	(2RS, 3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il)pentane-3-ol.
GRUPO QUIMICO	Triazol
CONCENTRACION Y FORMULACION	250 g/L, Suspensión concentrada.
MODO DE ACCION	Sistémico
FABRICANTE/FORMULADOR	ANTALIEN S.A.C
TOXICIDAD	Categoría III. Producto ligeramente peligroso
ANTIDOTO	No se conoce un antídoto específico. Aplicar tratamiento sintomático.



### Principales Características

Regulador de crecimiento sistémico. En general, en árboles frutales aumenta la cantidad de yemas florales e induce una proporción mayor de ramilletes florales en la parte inferior del árbol, incrementando la cantidad de frutos cuajados. Favorece la formación de un árbol más pequeño y más fácil de manejar, mejorando la penetración de la luz.

Reduce el largo de los entrenudos y la producción de brotes laterales, disminuyendo los requerimientos de poda. Los árboles que se tratan con GRATITUDE®, deben estar sanos y vigorosos.

Se recomienda para los frutales manejados en forma intensiva y se debe usar en combinación con buenas prácticas frutícolas.

### Anexo 3. Análisis de suelo

MC-LASPA-2201-01

	<p><b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b>  <b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b>  <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS</b>                  Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.                  Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240</p>	
---	---	---

**INFORME DE ENSAYO No: 22-0210**

<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b> Cordero Gaona Elisa Mishel	<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b>	16/03/2022
<b>PETICIONARIO:</b> Cordero Gaona Elisa Mishel	<b>HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:</b>	14:00
<b>EMPRESA/INSTITUCIÓN:</b> Cordero Gaona Elisa Mishel	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	21/03/2022
<b>DIRECCIÓN:</b> La Argelia	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	25/03/2022
	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	<b>CIC</b>

N° muestra	K	Ca	Mg	Na	Suma de bases	Saturación de bases	CIC	Identificación de la muestra
	meq/100 g suelo	(%)	meq/100 g suelo					
22-0557	0,06	2,59	0,43	0,23	3,31	34,22	9,67	Wagner Oviedo, Angel Uchuari, Elisa Cordero, Lote 1, Muestra

**RESPONSABLES DEL INFORME**



Firmado electrónicamente por:  
**JOSE ALONSO  
 LUCERO  
 MALATAY**

LABORATORISTA



Firmado electrónicamente por:  
**IVAN RODRIGO  
 SAMANIEGO  
 MAIGUA**

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

**NOTA DE DESCARGO:** La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**  
**ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS**  
 Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.  
 Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240  
 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec



**INFORME DE ENSAYO No: 22-0210**

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Cordero Gaona Elisa Mishel  
**PETICIONARIO:** Cordero Gaona Elisa Mishel  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Cordero Gaona Elisa Mishel  
**DIRECCIÓN:** La Argelia

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 16/03/2022  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 14:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 21/03/2022  
**FECHA DE EMISIÓN:** 25/03/2022  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** S4 + CIC

Análisis	Ph	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO	CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN	
		ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm				meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural		
22-0557	5,81 Me Ac	55 M	22 A	7,8 B	0,31 B	0,05 B	2,41 M	0,42 M	0,9 B	5,4 A	323 A	16,3 A	5,72	7,90	53,12	2,88	0,3	B		41	41	18	Franco	Wagner Oviedo, Angel Uchuari, Elisa Cordero, Lote 1, Muestra 1

Análisis	Al+H*	Al*	Na *	C.E. *	N. Total*	N-NO3 *	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION

**OBSERVACIONES:**

METODOLOGIA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
5,B = Fostato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

**\* Ensayos no solicitados por el cliente**

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION		
Al+H,Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		M = Medio
		A = Alto

Firmado electrónicamente por:  
  
**JOSE ALONSO LUCERO MALATAY**  
**LABORATORISTA**

Firmado electrónicamente por:  
  
**IVAN RODRIGO SAMANIEGO MATGUA**  
**JEFE DE LABORATORIO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

**NOTA DE DESCARGO:** La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

\* Opiniones de interpretación ,etc, que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

#### Anexo 4. Plan de fertilización

- Requerimiento del cultivo

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
• Fósforo	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>70</b>

 (P)

Requerimiento del cultivo: 80 kg/ha (No se requiere dosis de corrección)

Requerimiento de P para el ensayo (150 m<sup>2</sup>):

$$80 \text{ kg/ha} \quad 10\,000 \text{ m}^2$$

$$X \quad 150 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{X = 1,2 \text{ kg de P}_2\text{O}}$$

- Potasio (K)

$$\text{Déficit de K: } Df K = CIC * (\%Deficit/100) * 390$$

$$Df K = 9,67 * (1,98/100) * 390$$

$$Df K = 74,78 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Dosis de corrección de K} = \text{Déficit} * \text{prof} * Da * 10$$

$$\text{Dosis de corrección de K} = 74,78 * 0,2 * 1,3 * 10$$

$$\text{Dosis de corrección de K} = \mathbf{194,4 \text{ Kg/ha}}$$

Requerimiento del cultivo más dosis de corrección: 264,43 kg/ha

- Azufre (S)

$$\text{Dosis de corrección de S} = \frac{\text{Deficit} * \text{prof} * Da * 10}{\text{Eficiencia}}$$

$$\text{Dosis de corrección de S} = \frac{2,2 * 0,2 * 1,3 * 10}{0,3}$$

$$\text{Dosis de corrección de S} = \mathbf{19,07 \text{ Kg/ha}}$$

- Boro (B)

$$\text{Dosis de corrección de B} = \frac{\text{Deficit} * \text{prof} * Da * 10}{\text{Eficiencia}}$$

$$\text{Dosis de corrección de B} = \frac{0,49 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 10}{0,3}$$

$$\text{Dosis de corrección de B} = 4,25 \text{ Kg/ ha}$$

- Zinc ( Zn)

$$\text{Dosis de corrección de Zn} = \frac{\text{Deficit} \cdot \text{prof} \cdot \text{Da} \cdot 10}{\text{Eficiencia}}$$

$$\text{Dosis de corrección de Zn} = \frac{2,9 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 10}{0,21}$$

$$\text{Dosis de corrección de Zn} = 35,9 \text{ Kg / ha}$$

### Cálculos de la dosis de fertilizantes a aplicar

Fertilizantes	B	S	Zn	K	N	P
Sulfato de Zinc		11	21			
Muriato de K				60		
DAP (Fosfato Diamónico)					18	46
UREA					46	
Borax	14,8					

- Para azufre

100 Kg de Sulfato Zinc 11 Kg de S

$$X = 19,07 \text{ Kg de S}$$

**X= 173,3 kg/ha Sulfato Zn**

- Para Zinc

100 Kg de Sulfato Zinc 21 Kg de S

$$X = 173,3 \text{ kg/ha Sulfato Zn} \quad X$$

**X= 36,4 Kg de Zn**

- Para Fosforo

100 Kg de DAP 46 Kg de P

X            80 Kg de P

**X= 173,9 kg/ha de DAP**

- Para Nitrógeno

100 Kg de DAP    18 Kg de N

173,9 Kg de DAP    X

**X= 31,30 Kg de N**

- Urea

100 Kg de UREA    46 Kg de N

X            69 Kg de N

**X= 150 kg/ha de UREA**

- Para Potasio

100 Kg de Muriato de K            60 Kg de K

X            264,43 Kg de K

**X= 440,71 kg/ha de DAP**

- Para el Boro

100 Kg de Boro    14,8 Kg de B

X            4,2 Kg de B

**X= 28,38 kg/ha de Boro**

## **Anexo 5. Análisis de varianza de los tratamientos.**

- **Altura de la planta**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura	21	1,00	1,00	2,74

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30319,39	6	5053,23	765,95	<0,0001
Tratamiento	30319,39	6	5053,23	765,95	<0,0001
Momento de aplicación	21711,32	1	2171,32	3090,99	<0,0001
Dosis	953,94	2	476,97	67,91	<0,0001
Momento de aplicación*Dosi..	146,88	2	73,44	10,46	0,0024
Testigo vs Resto	7507,25	1	7507,25	1137,92	<0,0001
Error	92,36	14	6,60		
Total	30411,75	20			

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	324,19	9,61	7507,25	1	7507,25	1137,92	<0,0001

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,26856

Error: 7,0241 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.	
Desarrollo del fruto (BB..	200	125,89	3	1,53	A
Desarrollo del fruto (BB..	400	121,78	3	1,53	A B
Desarrollo del fruto (BB..	600	115,09	3	1,53	B
Floración (BBCH60)	200	63,56	3	1,53	C
Floración (BBCH60)	400	52,04	3	1,53	D
Floración (BBCH60)	600	38,78	3	1,53	E

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

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura	21	0,00	2,15	0,94	0,4469

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Altura	21	0,59	0,41	60,19

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,13	6	3,35	3,34	0,0294
Tratamiento	20,13	6	3,35	3,34	0,0294
Error	14,05	14	1,00		
Total	34,18	20			

- Diámetro del tallo

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de tallo	21	0,966	0,952	3,239

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,914	6	0,319	66,65	<0,0001
Tratamiento	1,914	6	0,319	66,65	<0,0001
Momento de aplicación	0,45	1	0,45	87,01	<0,0001
Dosis	0,27	2	0,13	25,91	<0,0001
Momento de aplicación*Dosi..	0,08	2	0,04	8,06	0,0060
Testigo vs Resto	1,11	1	1,114	232,62	<0,0001
Error	0,067	14	0,005		
Total	1,981	20			

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	3,948	0,259	1,114	1	1,114	232,619	<0,0001

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19716

Error: 0,0052 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.
Desarrollo del fruto (BB..	200	2,32	3	0,04 A
Desarrollo del fruto (BB..	400	2,15	3	0,04 A B
Desarrollo del fruto (BB..	600	2,13	3	0,04 A B
Floración (BBCH60)	200	2,04	3	0,04 B
Floración (BBCH60)	400	1,98	3	0,04 B
Floración (BBCH60)	600	1,63	3	0,04 C

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

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Diámetro de tallo	21	0,00	0,06	0,93	0,3696

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Diámetro de tallo	21	0,229	0,000	67,826

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,004	6	0,001	0,695	0,6581
Tratamiento	0,004	6	0,001	0,695	0,6581
Error	0,015	14	0,001		
Total	0,019	20			

- Tasa de elongación

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tasa de elongacion	21	0,996	0,994	4,070

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,569	6	0,595	555,517	<0,0001
Tratamiento	3,569	6	0,595	555,517	<0,0001
Momento de aplicación	2,604	1	2,604	2209,968	<0,0001
Dosis	0,111	2	0,055	46,916	<0,0001
Momento de aplicación*Dosi..	0,018	2	0,009	7,812	0,0067
Testigo vs Resto	0,836	1	0,836	780,647	<0,0001
Error	0,015	14	0,001		
Total	3,584	20			

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	3,421	0,122	0,836	1	0,836	780,647	<0,0001

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09414

Error: 0,0012 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.	
Desarrollo del fruto	(BB.. 200	1,149	3	0,020	A
Desarrollo del fruto	(BB.. 400	1,121	3	0,020	A B
Desarrollo del fruto	(BB.. 600	1,038	3	0,020	B
Floración (BBCH60)	200	0,468	3	0,020	C
Floración (BBCH60)	400	0,358	3	0,020	D
Floración (BBCH60)	600	0,200	3	0,020	E

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

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Tasa de elongacion	21	0,00	0,03	0,94	0,4792

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Tasa de elongacion	21	0,6669	0,5242	69,2568

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0049	6	0,0008	4,6720	0,0082
Tratamiento	0,0049	6	0,0008	4,6720	0,0082
Error	0,0024	14	0,0002		
Total	0,0073	20			

- **Biomasa seca**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Biomasa	21	0,99	0,99	3,70

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3653,54	6	608,92	347,55	<0,0001
Tratamiento	3653,54	6	608,92	347,55	<0,0001
momento de aplicación	2710,69	1	2710,69	1445,20	<0,0001
Dosis	213,05	2	106,52	56,79	<0,0001
momento de aplicación*Dosi..	35,99	2	18,00	9,60	0,0032
Testigo vs Resto	693,82	1	693,82	396,00	<0,0001
Error	24,53	14	1,75		
Total	3678,07	20			

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	98,56	4,95	693,82	1	693,82	396,00	<0,0001

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,75604

Error: 1,8756 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.	
Desarrollo del fruto	(BB.. 200	48,58	3	0,79	A
Desarrollo del fruto	(BB.. 400	44,95	3	0,79	A B
Desarrollo del fruto	(BB.. 600	43,50	3	0,79	B
Floración (BBCH60)	200	26,85	3	0,79	C
Floración (BBCH60)	400	21,47	3	0,79	D
Floración (BBCH60)	600	15,09	3	0,79	E

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

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Biomasa	21	0,00	1,11	0,93	0,3498

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Biomasa	21	0,44	0,20	59,03

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,14	6	0,52	1,82	0,1678
Tratamiento	3,14	6	0,52	1,82	0,1678
Error	4,03	14	0,29		
Total	7,17	20			

- Índice de clorofila SPAD

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Clorofila	21	0,93	0,90	2,91

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	344,28	6	57,38	31,71	<0,0001
Tratamiento	344,28	6	57,38	31,71	<0,0001
momento de aplicación	228,45	1	228,45	145,33	<0,0001
Dosis	1,81	2	0,90	0,57	0,5778
momento de aplicación*Dosi..	0,99	2	0,49	0,31	0,7367
Testigo vs Resto	113,04	1	113,04	62,48	<0,0001
Error	25,33	14	1,81		
Total	369,61	20			

### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	-39,78	5,03	113,04	1	113,04	62,48	<0,0001

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,43854

Error: 1,5720 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.
Floración (BBCH60)	400	51,24	3	0,72 A
Floración (BBCH60)	600	50,49	3	0,72 A
Floración (BBCH60)	200	50,28	3	0,72 A
Desarrollo del fruto (BB..	200	43,82	3	0,72 B
Desarrollo del fruto (BB..	400	43,80	3	0,72 B
Desarrollo del fruto (BB..	600	43,02	3	0,72 B

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

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Clorofila	21	0,00	1,13	0,96	0,6820

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Clorofila	21	0,35	0,08	66,79

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,83	6	0,47	1,28	0,3273
Tratamiento	2,83	6	0,47	1,28	0,3273
Error	5,16	14	0,37		
Total	7,99	20			

## Anexo 6. Rendimiento

- **Peso de 100 granos**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
peso de 100 granos	21	0,23596	0,00000	10,87985

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00356	6	0,00059	0,72062	0,6400
Tratamiento	0,00356	6	0,00059	0,72062	0,6400
momento de aplicación	0,00142	1	0,00142	2,28571	0,1564
Dosis	0,00203	2	0,00102	1,63393	0,2357
momento de aplicación*Dosi..	0,00008	2	0,00004	0,06250	0,9397
Testigo vs Resto	0,00003	1	0,00003	0,03468	0,8549
Error	0,01153	14	0,00082		
Total	0,01510	20			

### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	0,02000	0,10739	0,00003	1	0,00003	0,03468	0,8549

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06841

Error: 0,0006 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.
Floración (BBCH60)	200	0,28000	3	0,01440 A
Floración (BBCH60)	400	0,27667	3	0,01440 A
Desarrollo del fruto (BB..	200	0,26333	3	0,01440 A
Desarrollo del fruto (BB..	400	0,26333	3	0,01440 A
Floración (BBCH60)	600	0,26000	3	0,01440 A
Desarrollo del fruto (BB..	600	0,23667	3	0,01440 A

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

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO peso de 100 granos	21	0,00	0,02	0,93	0,3542

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS peso de 100 granos	21	0,4684	0,2405	67,1527

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0020	6	0,0003	2,0557	0,1251
Tratamiento	0,0020	6	0,0003	2,0557	0,1251
Error	0,0022	14	0,0002		
Total	0,0042	20			

- **Peso 1000 gramos**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

P 1000 granos 21 0,236 0,000 10,880

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,356	6	0,059	0,721	0,6400
Tratamiento	0,356	6	0,059	0,721	0,6400
momento de aplicación	0,142	1	0,142	2,286	0,1564
Dosis	0,203	2	0,102	1,634	0,2357
momento de aplicación*Dosi..	0,008	2	0,004	0,063	0,9397
Testigo vs Resto	0,003	1	0,003	0,035	0,8549
Error	1,153	14	0,082		
Total	1,510	20			

### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	0,200	1,074	0,003	1	0,003	0,035	0,8549

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68411

Error: 0,0622 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.
Floración (BBCH60)	200	2,800	3	0,144 A
Floración (BBCH60)	400	2,767	3	0,144 A
Desarrollo del fruto (BB..	400	2,633	3	0,144 A
Desarrollo del fruto (BB..	200	2,633	3	0,144 A
Floración (BBCH60)	600	2,600	3	0,144 A
Desarrollo del fruto (BB..	600	2,367	3	0,144 A

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

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P 1000 granos	21	0,00	0,24	0,93	0,3542

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS P 1000 granos	21	0,47	0,24	67,15

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	6	0,03	2,06	0,1251
Tratamiento	0,20	6	0,03	2,06	0,1251
Error	0,22	14	0,02		
Total	0,42	20			

- Numero granos / planta

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N granos/Plan	21	0,67	0,53	13,59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6527138,96	6	1087856,49	4,81	0,0073
Tratamiento	6527138,96	6	1087856,49	4,81	0,0073
momento de aplicación	1576,22	1	1576,22	0,01	0,9343
Dosis	1289443,99	2	644721,99	2,90	0,0939
momento de aplicación*Dosi.	3549203,48	2	1774601,74	7,98	0,0063
Testigo vs Resto	1686915,26	1	1686915,26	7,46	0,0162
Error	3165520,14	14	226108,58		
Total	9692659,10	20			

**Contrastes**

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	-4859,71	1779,19	1686915,26	1	1686915,26	7,46	0,0162

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1293,37201**

Error: 222401,9708 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.
Floración (BBCH60)	200	4167,63	3	272,28 A
Floración (BBCH60)	400	4042,93	3	272,28 A B
Desarrollo del fruto (BB..	600	3867,77	3	272,28 A B C
Desarrollo del fruto (BB..	400	3615,17	3	272,28 A B C
Desarrollo del fruto (BB..	200	3392,94	3	272,28 A B C
Testigo	0	2805,99	3	272,53 B C
Floración (BBCH60)	600	2609,17	3	272,28 C

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

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N granos/Plan	21	0,00	397,84	0,94	0,4217

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS N granos/Plan	21	0,52	0,31	62,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	567701,62	6	94616,94	2,48	0,0759
Tratamiento	567701,62	6	94616,94	2,48	0,0759
Error	534601,82	14	38185,84		
Total	1102303,43	20			

- Numero de grano/ m<sup>2</sup> cuadrados

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N granos/m <sup>2</sup>	21	0,67	0,53	13,59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2610839135,12	6	435139855,85	4,81	0,0073
Tratamiento	2610839135,12	6	435139855,85	4,81	0,0073
momento de aplicación	630564,50	1	630564,50	0,01	0,9343
Dosis	515776280,05	2	257888140,03	2,90	0,0940
momento de aplicación*Dosi.	1419678218,88	2	709839109,44	7,98	0,0063
Testigo vs Resto	674754071,68	1	674754071,68	7,46	0,0162
Error	1266214903,85	14	90443921,70		
Total	3877054038,96	20			

**Contrastes**

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	-97193,40	35583,91	674754071,68	1	674754071,68	7,46	0,0162

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25867,53943**

Error: 88961470,5939 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.
Floración (BBCH60)	200	83352,53	3	5445,53 A
Floración (BBCH60)	400	80858,60	3	5445,53 A B
Desarrollo del fruto (BB..	600	77355,40	3	5445,53 A B C
Desarrollo del fruto (BB..	400	72303,33	3	5445,53 A B C
Desarrollo del fruto (BB..	200	67858,87	3	5445,53 A B C
Testigo	0	56119,87	3	5490,72 B C
Floración (BBCH60)	600	52183,47	3	5445,53 C

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

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N granos/m2	21	1,4E-12	7956,80	0,94	0,4217

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS N granos/m2	21	0,52	0,31	62,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	227082188,28	6	37847031,38	2,48	0,0759
Tratamiento	227082188,28	6	37847031,38	2,48	0,0759
Error	213843523,53	14	15274537,40		
Total	440925711,81	20			

- **Indice de cosecha**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Índice de Cosecha 21 0,965 0,950 10,847

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,426	6	0,071	64,015	<0,0001
Tratamiento	0,426	6	0,071	64,015	<0,0001
momento de aplicación	0,323	1	0,323	249,371	<0,0001
Dosis	0,010	2	0,005	3,840	0,0514
momento de aplicación*Dosi..	0,004	2	0,002	1,678	0,2277
Testigo vs Resto	0,089	1	0,089	80,529	<0,0001
Error	0,016	14	0,001		
Total	0,442	20			

### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	-1,119	0,125	0,089	1	0,089	80,529	<0,0001

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09865

Error: 0,0013 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.	
Floración (BBCH60)	400	0,521	3	0,021	A
Floración (BBCH60)	600	0,445	3	0,021	A
Floración (BBCH60)	200	0,437	3	0,021	A
Desarrollo del fruto (BB..	400	0,210	3	0,021	B
Desarrollo del fruto (BB..	600	0,206	3	0,021	B
Testigo	0	0,153	3	0,021	B
Desarrollo del fruto (BB..	200	0,184	3	0,021	B

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

### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N granos/Plan	21	0,00	397,84	0,94	0,4217

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Índice de Cosecha	21	0,5631	0,3758	83,3580

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,0045	6	0,0008	3,0068	0,0420
Tratamiento	0,0045	6	0,0008	3,0068	0,0420
Error	0,0035	14	0,0002		
Total	0,0080	20			

- Rendimiento

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento Tn/ha	21	0,91	0,88	6,88

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,36	6	0,39	24,74	<0,0001
Tratamiento	2,36	6	0,39	24,74	<0,0001
momento de aplicación	0,10	1	0,10	5,14	0,0426
Dosis	0,97	2	0,49	26,17	<0,0001
momento de aplicación*Dosi..	0,82	2	0,41	22,18	0,0001
Testigo vs Resto	0,47	1	0,47	29,68	0,0001
Error	0,22	14	0,02		
Total	2,58	20			

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo vs Resto	-2,57	0,47	0,47	1	0,47	29,68	0,0001

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37342

Error: 0,0185 gl: 12

momento de aplicación	Dosis	Medias	n	E.E.	
Floración (BBCH60)	200	2,33	3	0,08	A
Floración (BBCH60)	400	2,23	3	0,08	A B
Desarrollo del fruto (BB..	400	1,89	3	0,08	B C
Desarrollo del fruto (BB..	600	1,79	3	0,08	C
Desarrollo del fruto (BB..	200	1,79	3	0,08	C
Floración (BBCH60)	600	1,34	3	0,08	D

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

#### Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rendimiento Tn/ha	21	0,00	0,11	0,92	0,2519

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Rendimiento Tn/ha	21	0,430	0,186	68,885

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,034	6	0,006	1,763	0,1789
Tratamiento	0,034	6	0,006	1,763	0,1789
Error	0,045	14	0,003		
Total	0,079	20			

### Anexo 7. Certificado de traducción del Abstract.

## CERTIFICADO DEL RESUMEN

Yo, **Maholy Katherine Morocho Merino**, portadora de la cedula de Identidad N°:1104677131. Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés. Certifico la traducción al idioma inglés el resumen de la tesis denominada: **"Respuesta fisiológica del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes niveles de aplicación de paclobutrazol en la Quinta Experimental La Argelia"**, perteneciente al señor **Luis Andrés Jaramillo Tapia**, esta corresponde al texto original en español.

A la parte interesada muy atentamente,



---

**Maholy Katherine Morocho Merino**

Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad Idioma Inglés

Registro N° 1008-2016-1695982 SENECYT.