



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de integración curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniería Agropecuaria.

Título de la unidad de integración curricular:

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFORADA EN EL RENDIMIENTO DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) ADAPTADA A LA ZONA NORTE DE LA
PROVINCIA DE LOS RÍOS”.

Autor de la unidad de integración curricular:

Juárez Alarcón Luis Mariano

Tutora de la unidad de integración curricular:

Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M.Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Juárez Alarcón Luis Mariano**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Juárez Alarcón Luis Mariano

Pasaporte. 219043498
AUTOR



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

[E.mail.info@uteq.edu.ec](mailto:info@uteq.edu.ec) /fcp_91@yahoo.es

Los Ríos – Ecuador

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo :

73

Quevedo –

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

La suscrita, **Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M.Sc**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Juárez Alarcón Luis Mariano**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFORADA EN EL RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) ADAPTADA A LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M.Sc.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Ingeniero

Rommel Ramos Remache
COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

De mis consideraciones:

Dado que el suscrito es conocedor que la Unidad de Integración Curricular titulado “EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFORADA EN EL RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) ADAPTADA A LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS”. De auditoria del señor **JUÁREZ ALARCÓN LUIS MARIANO**, estudiante de la carrera de **INGENIERÍA AGROPECUARIA**, de cual fui designado profesor tutor de trabajo de investigación. Proyecto q ha sido analizado a través de la herramienta URKUND, no incluyendo las listas de fuentes de comparación entre las cuales se encuentran las paginas preliminares de caratula, declaración de auditoria, certificación, agradecimientos, dedicatoria, índices, entre otras fuentes que no son utilizadas en el texto de la tesis.

Por lo expresado, CERTIFICO que el porcentaje valido por el URKUND es de **10% de similitud** (figura 1), el mismo que es permitido por el mencionado software, por lo cual solicito la continuación de los trámites pertinentes para solicitar fecha de sustentación de la Unidad de Integración Curricular del señor **Juárez Alarcón Luis Mariano**.

Figura 1. Certificación del porcentaje de confiabilidad (90%) y similitud (10%) de URKUND.




Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M. Sc.
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOSFORADA EN EL RENDIMIENTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) ADAPTADA A LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

Ing. Gregorio Vásquez Montúfar
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Camilo Mestanza Uquillas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Erick Eguez Enriquez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a Dios por cuidarme y darme las virtudes como persona y como estudiante y darme bendiciones todos los días.

A mi familia quienes son el pilar de mi motivación cada día para lograr mis objetivos, mi papá José Juárez Ordoñez, mi mamá María Teresa Alarcón Cubas por depositar toda su fe y confianza en mí durante todo el transcurso de mi vida universitaria. A mis abuelos, mis hermanos, tíos y primos por ser los mejores consejeros y darme la fuerza para poder lograr mis objetivos.

A mi hermano Rogerio por ser mi acompañante de vida desde el nacimiento y poder junto a él compartir muchas anécdotas, logros y sobre todo apoyándonos mutuamente durante los momentos de adversidades presentadas.

Al gobierno de Perú y Ecuador por haber implementado la beca “Reciprocidad Perú – Ecuador” mediante el cual pude realizar mis estudios superiores en este maravilloso país, el cual me ha dado muchas amistades y enseñanzas. A los analistas de beca como Joe Menacho, Arturo Dávila, Xavier López y María Lourdes Briones quienes fueron amables, respetuosos y siempre estuvieron dispuestos a ayudarme al momento de realizar cualquier tipo de trámite correspondiente.

Así mismo a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a todos los docentes con quienes compartí momentos de enseñanza, fraternidad y respeto durante todo el periodo académico. A mis compañeros de clase con quienes eh pasado muchas experiencias dentro y fuera de clases, vivencias deportivas, recreativas y momentos de estudio siempre apoyándonos y con ambiente cálido.

De igual manera a mi tutora de tesis la Ing. Diana Véliz y su esposo el Dr. Camilo Mestanza, al grupo Quinoa Team, quienes siempre mostraron su disposición y confianza al momento de la realización de este proyecto de investigación. Así mismo por ser grandes profesionales no solo dentro de la universidad sino también fuera de ella, compartiendo con ellos muchos momentos de fraternidad y amistad.

DEDICATORIA

A Dios por, por cuidar de mí y guiarme en este rumbo tomado desde el momento que decidí venir a estudiar en este maravilloso país, por darme la fuerza y voluntad para estar lejos de mi familia y amistades y así poder culminar mis estudios universitarios.

A mis padres José Juárez y Tereza Alarcón por el apoyo y motivación que brindaron al momento que decidí estudiar en este país. A mis hermanos Gerald, Rogerio, Grace, Claudia, Delky y Elizabeth por ser mi inspiración y por ser los mejores hermanos.

A mis abuelos Claudina Cubas, Mariano Juárez, Nícida Ordoñez por los valores que siempre me inculcaron y los consejos brindados cada vez que los visitaba y por supuesto a mi abuelito Rogerio Alarcón; que en paz descanse, quien desde el cielo guía mis pasos y por todas sus enseñanzas de vida que siempre los recordaré, sé que donde esté el estaría orgulloso de mi.

A cada uno de mis tíos, primos y sobrinos gracias por sus consejos y enseñanzas y ser partícipes de este logro.

RESUMEN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo andino que en los últimos años ha incrementado su producción y superficie a nivel mundial, esto debido a que el grano tiene un contenido alto de aminoácidos y proteínas. Esto ha motivado a realizar muchas investigaciones acerca del desarrollo y producción del cultivo, como en este caso permitiendo evaluar el efecto de la fertilización fosforada en el rendimiento de quinua adaptada a la zona norte de la provincia de Los Ríos. La investigación se desarrolló en el campus “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se empleó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos (0-25-50-75-100 Kg P ha⁻¹) con 5 repeticiones. Las variables evaluadas en esta investigación: a los 40 y 80 días después de la siembra (dds) fueron, altura de planta (cm) al diámetro de tallo (cm), longitud de la raíz (cm), materia fresca (g), materia seca (g), biomasa total (g) y, a los 96 dds se determinó índice de cosecha (IC) y rendimiento de grano (g). Dentro de los resultados obtenidos a los 80 dds, se destaca con los mayores promedios al tratamiento T5: para la variable la altura de planta, con 115,24 cm, diámetro de tallo con 0,64 cm, longitud de la raíz con 11,04 cm, peso fresco de raíz con 20,8 g, peso fresco parte aérea con 329,80 g, peso seco raíz con 15,98 g, peso seco parte aérea con 161,42 g, en biomasa total con 667,70 g m⁻². Mientras que en las variables evaluadas a cosecha: índice de cosecha y rendimiento de grano también destaca el T5 con 0,41 IC y 272,90, g m⁻² respectivamente. Con esta investigación se demuestra que una dosis fosforada de 100 Kg P ha⁻¹ se obtiene el mayor rendimiento de grano en la zona norte de la provincia de Los Ríos.

Palabras claves: fósforo, rendimiento en grano, biomasa, índice de cosecha,

ABSTRACT

The Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) is an Andin crop that currently increase your production and area around the world, because the grain has a high amino acids and proteins. Therefore, this has motived make many research about the development and production of Quinoa crop, in this case evaluate the effect of fertilization phosphorus in the performance Quinoa' crop adapted to north zone Los Ríos' province. This research did development in the campus "La María" property "Quevedo' Technical University" located in the 7, 5 km road Quevedo - El Empalme. Mocache Canton, Province of Los Ríos. It used DCA with 5 treatments (0-25-50-75-100 Kg P ha⁻¹) each of them with 5 repetitions. The variables more evaluated in this research: at to 40 -80 days after of planting (dds) were, high of plant (cm), stem diameter (cm) root length (cm) dry matter (g) total biomass (g) and at 96 dds it established the harvest rate (IC) and grain performance (g). The results to get at 80 dds, highlight the higher averages to T5 treatment: for the variable high of plant with 115,24 cm, stem diameter was 0,64 cm, root length with 11,04 cm, fresh root weight was 20,8 g, fresh weight part air with 161,42 g, in total biomass was 667,70 g m⁻². While that in the variables were evaluated at harvest: harvest rate and grain performance too highlight T5 with 0,41 IC and 272,90, g m⁻² respectively. With this research to prove that a phosphor dose of 100 Kg P ha⁻¹ to get the higher performance of grain in the north zone of Los Ríos province.

CÓDIGO DUBLIN.

Título:	Efecto de la fertilización fosforada en el rendimiento de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos”.				
Autor:	Juárez Alarcón Luis Mariano				
Palabras clave:	Fósforo	Rendimiento de grano	Biomasa	Índice de cosecha	
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2020.				
Resumen:	<p>Resumen. La quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) es un cultivo Andino que en los últimos años ha incrementado su producción y superficie a nivel mundial, esto debido a que el grano tiene un contenido alto de aminoácidos y proteínas. Esto ha motivado a realizar muchas investigaciones acerca del desarrollo y producción del cultivo, como en este caso permitiendo evaluar el efecto de la fertilización fosforada en el rendimiento de quinua adaptada a la zona norte de la provincia de Los Ríos. La investigación se desarrolló en el campus “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se empleó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos (0-25-50-75-100 Kg P ha⁻¹) con 5 repeticiones. Las variables evaluadas en esta investigación: a los 40 y 80 días después de la siembra (dds) fueron, altura de planta (cm) al diámetro de tallo (cm), longitud de la raíz (cm), materia fresca (g), materia seca (g), biomasa total (g) y, a los 96 dds se determinó índice de cosecha (IC) y rendimiento de grano (g). Dentro de los resultados obtenidos a los 80 dds, se destaca con los mayores promedios al tratamiento T5 para la variable la altura de planta, con 115,24 cm, diámetro de tallo con 0,64 cm, longitud de la raíz con 11,04 cm, peso fresco de raíz con 20,8 g, peso fresco parte aérea con 329,80 g, peso seco raíz con 15,98 g, peso seco parte aérea con 161,42 g, en biomasa total con 667,70 g m⁻². Mientras que en las variables evaluadas a cosecha: índice de cosecha y rendimiento de</p>				

	<p>grano también destaca el T5 con 0,41 IC y 272,90, g m⁻² respectivamente. Con esta investigación se demuestra que una dosis fosforada de 100 Kg P ha⁻¹ se obtiene el mayor rendimiento de grano en la zona norte de la provincia de Los Ríos.</p> <p>Abstract. The Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) is an Andin crop that currently increase your production and area around the world, because the grain has a high amino acids and proteins. Therefore, this has motived make many research about the development and production of Quinoa crop, in this case evaluate the effect of fertilization phosphorus in the performance Quinoa' crop adapted to north zone Los Ríos' province. This research did development in the campus "La María" property "Quevedo' Technical University" located in the 7, 5 km road Quevedo - El Empalme. Mocache Canton, Province of Los Ríos. It used DCA with 5 treatments (0-25-50-75-100 Kg P ha⁻¹) each of them with 5 repetitions. The variables more evaluated in this research: at to 40 -80 days after of planting (dds) were, high of plant (cm), stem diameter (cm) root length (cm) dry matter (g) total biomass (g) and at 96 dds it stablished the harvest rate (IC) and grain performance (g). The results to get at 80 dds, highlight the higher averages to T5 treatment: for the variable high of plant with 115,24 cm, stem diameter was 0,64 cm, root length with 11,04 cm, fresh root weight was 20,8 g, fresh weight part air with 161,42 g, in total biomass was 667,70 g m⁻². While that in the variables were evaluated at harvest: harvest rate and grain performance too highlight T5 with 0,41 IC and 272,90, g m⁻² respectively. With this research to prove that a phosphor dose of 100 Kg P ha⁻¹ to get the higher performance of grain in the north zone of Los Ríos province.</p> <p>Keywords: Phosphorus, grain yied, Biomass, harvest rate.</p>
Descripción:	82 pg.
URL.:	

Tabla de Contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.1.4. Objetivo general.	5
1.1.5. Objetivos específicos.	6
1.2. Justificación.	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.	8
2.1.1. Biomasa.	8
2.1.2. Índice de cosecha.	8
2.1.3. Rendimiento de grano.	8
2.1.4. Fósforo.	8
2.2. Marco referencial.	9
2.2.1. Origen.	9
2.2.2. Descripción Taxonómica.	9
2.2.3. Morfología.	10
2.2.3.1. Raíz.	10

2.2.3.2. Tallo.	10
2.2.3.3. Hojas.	10
2.2.3.4. Inflorescencia	11
2.2.3.5. Flores	11
2.2.4. Fases fenológicas (crecimiento vegetativo V y reproductivo R)	12
2.2.5. Requerimientos Edafo-climáticos.	13
2.2.6. Manejo del cultivo.	14
2.2.6.1. Preparación del terreno	14
2.2.6.2. Siembra.	14
2.2.6.3. Fertilización.	14
2.2.6.4. Labores culturales	15
2.2.7. Manejo de plagas y enfermedades.	15
2.2.7.1. Plagas.	15
2.2.7.2. Enfermedades	17
2.2.8. Cosecha y Post cosecha de la quinua	19
2.2.9. Valor nutritivo de la quinua	20
2.2.10. Fósforo	21
CAPÍTULO III	22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. Localización.	23
3.1.1. Características agroclimáticas del lugar experimental.	23
3.2. Tipos de investigación.	23
3.3. Métodos de la investigación.	24
3.4. Fuentes de recopilación de la información.	24
3.5. Diseños de la investigación.	24
3.6. Instrumentos de la investigación.	25
3.7. Esquema del experimento.	26

3.8. Recursos humanos y materiales.	26
3.8.1. Recursos humanos.	26
3.8.2. Materiales de campo.	26
3.8.3. Materiales de oficina.	27
3.8.4. Equipo de laboratorio	27
3.9. Manejo del experimento.	28
3.9.1. Sitio o localidad del experimento.	28
3.9.2. Preparación del terreno.	28
3.9.3. Siembra.	28
3.9.4. Manejo del cultivo.	28
3.9.5. Manejo de plagas y enfermedades.	29
3.9.6. Cosecha.	29
3.10. Variables evaluadas.	30
3.10.1. Altura de planta (cm).	30
3.10.2. Diámetro de tallo (cm).	30
3.10.3. Longitud de la raíz (cm).	30
3.10.4. Materia Fresca (g).	30
3.10.5. Materia seca (g).	30
3.10.6. Biomasa Total (g).	31
3.10.7. Índice de cosecha	31
3.10.8. Rendimiento del grano (g m⁻²)	31
CAPÍTULO IV	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Resultados.	33
4.1.1. Altura de planta (cm).	33
4.1.2. Diámetro de tallo (cm).	34
4.1.3. Longitud de la raíz	34

4.1.4. Materia fresca.	36
4.1.4.1. Peso fresco raíz (40 y 80 dds)	36
4.1.4.2. Peso fresco aéreo (40 y 80 dds)	36
4.1.5. Materia seca.	36
4.1.5.1 Peso seco raíz (40 y 80 dds).	36
4.1.5.2 Peso seco aéreo (40 y 80 dds).	37
4.1.6. Biomasa Total (g).	39
4.1.7. Índice de cosecha	39
4.1.8. Rendimiento en grano (g m⁻²).	40
CAPÍTULO V	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. Conclusiones.	43
5.2. Recomendaciones.	44
CAPÍTULO VI	45
BIBLIOGRAFÍA	45
6.1. Bibliografía	46
CAPÍTULO VII	51
ANEXOS	51
7.1. Esquema de distribución de las parcelas del manejo del experimento	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pag.
1.	Características agro meteorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ Mocache.....	31
2.	Diseño del ANDEVA del experimento.....	33
3.	Descripción de los tratamientos.....	34
4.	Fungicidas y herbicida usados en el manejo de enfermedades.....	37
5.	Promedio de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de la raíz bajo el efecto de la fertilización fosforada de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	43
6.	Promedio de peso fresco, peso seco (raíz, aéreo), bajo el efecto de la fertilización fosforada de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	46
7.	Promedio de biomasa, índice de cosecha, rendimiento de grano bajo el efecto de la fertilización fosforada de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	49

TABLA DE ANEXOS

Anexo	Pág.
1. Análisis de varianza para la variable altura de planta 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	68
2. Análisis de varianza para la variable altura de planta 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	69
3. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	69
4. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	69
5. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz 40 dds bajo el efecto de fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	70
6. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	70
7. Análisis de varianza para la variable Peso fresco de la raíz 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	70
8. Análisis de varianza para la variable Peso fresco de la raíz 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	70
9. Análisis de varianza para la variable Peso fresco aéreo 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	71
10. Análisis de varianza para la variable Peso fresco aéreo 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	71

11.	Análisis de varianza para la variable Peso seco raíz 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	71
12.	Análisis de varianza para la variable Peso seco raíz 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	71
13.	Análisis de varianza para la variable Peso seco aéreo 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	71
14.	Análisis de varianza para la variable Peso seco aéreo 80 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	72
15.	Análisis de varianza para la variable Biomasa bajo el efecto de fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	72
16.	Análisis de varianza para la variable índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	72
17.	Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.....	72
18.	Preparación del sitio de la investigación previo a la siembra.....	73
19.	Siembra manual de la quinua en el sitio de investigación.....	73
20.	Germinación de la quinua a los 5 dds se observa la aparición de las primeras plántulas.....	74
21.	Primeras apariciones del hongo en las plantas de quinua.....	74
22.	Evaluación agronómica en campo (peso fresco, altura, longitud de raíz, diámetro de tallo) de los diferentes tratamientos a los 40 y 80 dds.....	75
23.	Análisis de laboratorio (peso seco raíz y aéreo) a los 40 y 80 dds.....	75
24.	Variación fenotípica de la variedad usada en la investigación O-5.....	76

25.	Cosecha de la quinua a los 96 dds de forma manual para evaluar los parámetros de rendimiento, índice de cosecha y biomasa.....	76
26.	Grano después de haber trillado y limpiado las impurezas.....	77
27.	Secado de grano para almacenamiento con la ayuda de una estufa de los laboratorios de biotecnología del Campus La María.....	78
28.	Toma satelital del área de investigación.....	78

INTRODUCCIÓN

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo con alto potencial para contribuir con la seguridad alimentaria en todas las regiones del mundo. El cultivo posee notable capacidad de adaptación a diferentes regiones agroecológicas y gradiente altitudinal. Aunque los principales países productores son Perú, Bolivia y Ecuador, la producción de quinoa se está expandiendo a otros continentes y actualmente se cultiva en varios países (1).

A nivel mundial este grano es valorado como el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales de alto valor nutricional para la seguridad alimentaria del planeta. En Ecuador, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el consumo de quinoa es de 0.18 kilogramos por persona por año, cuando en Perú, por ejemplo, es de 2.5 kilogramos (2).

Los mayores productores de quinoa son Perú, que en el año 2017 exportó 55 mil toneladas, le sigue Bolivia, con una oferta exportable de 33 mil toneladas los cuales en conjunto aportaban el 77 %. Ecuador ocupa el sexto lugar con un aporte de 1,938 toneladas. A su vez a nivel nacional la producción de quinoa tuvo un impulso ya que creció de 728 toneladas en el 2014 a 1.938 toneladas en el 2017, de las cuales el 60 % correspondió a un sistema de producción tradicional mientras que el 40 % fue orgánico (2).

En la provincia de Los Ríos no se cultiva quinoa pero por las condiciones edafoclimáticas de la zona, se ha demostrado que se puede obtener altos rendimientos de este cultivo (3).

La quinoa muestra superioridad sobre los demás cereales en cuanto al contenido de fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), hierro (Fe), zinc (Zn), calcio (Ca) y manganeso (Mn). Con respecto al Fósforo (P) este es un factor determinante ya que representa energía, es el que impulsa cada reacción enzimática de la planta; el ATP es, en efecto, la batería de la vida, el Fósforo (P) es también el principal mineral requerido en el proceso inmunológico de las plantas y además, por si fuera poco, la producción de glucosa (°Brix) a partir de la fotosíntesis se basa en gran medida de enzimas a base de fosfatos (4).

El fósforo (P) es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de este producto para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. Se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total del elemento en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 % (5).

El fósforo penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. La absorción también se produce a través de las micorrizas, que son hongos que crecen en asociación con las raíces de muchos cultivos. Es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH (5).

Una vez dentro de la raíz, también puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el fósforo se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF) (5).

En el presente trabajo se pretende obtener un buen rendimiento en grano de quinua bajo la aplicación de distintas dosis fosforadas esto nos ayuda a tener más información acerca del manejo y uso de fertilizantes en el manejo agronómico de dicho cultivo.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Teniendo en cuenta a la poca información del cultivo de quinua adaptada a la zona norte de Los Ríos, hacen que no exista una gran producción del cultivo. Podemos encontrar investigaciones presentadas sobre genotipos de quinua que se adaptan para esta zona, pero aún no hay información concreta sobre fertilización de quinua específicamente el fósforo como nutriente esencial para el cultivo (6).

La presencia de fósforo en aguas continentales superficiales es el principal factor responsable de los procesos de eutrofización. Se denomina eutrofización al enriquecimiento en nutrientes de las aguas superficiales (ríos, lagos, embalses, aguas marinas costeras), que da lugar a una proliferación de algas y plantas acuáticas (7)

El proceso de eutrofización de aguas es una de las principales consecuencias de la contaminación de origen agrario; el fósforo es frecuentemente el factor limitante de este proceso en aguas continentales y su control es de máxima importancia para reducir la eutrofización de las aguas superficiales (7).

Considerando que el fósforo es uno de los nutrientes fundamentales para la estructura de una planta, el manejo eficiente de los fertilizantes fosfatados haría que tengamos una buena producción, evitando la aplicación de excesivos fertilizantes que conllevaría a una contaminación de las aguas. Hay que tener en cuenta que los fosfatos intencionados para la tierra contribuyen en la contaminación solamente si ocurre una erosión.

1.1.1.1. Diagnóstico.

El manejo de fertilizantes fosforados para el cultivo de quinua conllevará a una buena relación entre eficiencia y rendimiento del cultivo. Es por ello que se busca evaluar el nivel óptimo de fósforo en (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada para la zona de la provincia de Los Ríos.

1.1.1.2. Pronóstico.

La eficiencia de utilización de fósforo en el rendimiento de grano, puede verse afectada por la falta de investigaciones en el cultivo de (*Chenopodium quinoa* Willd).

1.1.2. Formulación del problema.

Teniendo en cuenta el manejo nutricional en el cultivo de quinua se formula la siguiente pregunta de investigación.

¿Cómo inciden las diferentes dosis de fósforo aplicado en el comportamiento agronómico y de rendimiento en grano de la quinua?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Qué efecto presentarán las dosis fosforadas aplicadas sobre la biomasa total de la quinua?

¿Cuál es la incidencia de las dosis fosforadas aplicadas en las longitudes de raíz y tallos de quinua?

¿Cuál es el efecto de las dosis fosforadas aplicadas sobre el diámetro de tallo de la quinua?

¿Qué efecto de las dosis fosforadas aplicadas en cuanto a materia seca de la quinua?

1.1.4. Objetivo general.

Determinar el efecto de la fertilización fosforada en el rendimiento de grano en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada a la zona norte de la provincia de Los Ríos.

1.1.5. Objetivos específicos.

- Determinar la biomasa total en el cultivo de quinua al momento de la cosecha en los distintos tratamientos.
- Medir la longitud de raíz y altura de planta hasta la fase de floración de la quinua.
- Calcular el índice de cosecha en los distintos tratamientos.
- Establecer el rendimiento de grano de quinua bajo las distintas dosis de fósforo aplicado.

1.2. Justificación.

El fósforo es uno de los elementos considerados como esenciales para la vida de las plantas. Constituye un componente primario de los sistemas responsables de la capacitación, almacenamiento y transferencia de energía, y es componente básico en las estructuras de macromoléculas de interés crucial, tales como ácidos nucleicos y fosfolípidos, por lo que se puede decir que su papel está generalizado en todos los procesos fisiológicos (8).

Su deficiencia ocasiona un desarrollo débil, tanto del sistema radicular como de la parte aérea. Las hojas son de menor tamaño que en circunstancias normales, siendo las más viejas las que presentan mayores síntomas de deficiencia. Esto debido a que el elemento se mueve con rapidez dentro de la planta y emigra de las hojas más viejas a las más jóvenes. Además, la madurez del fruto se retrasa y disminuye el rendimiento de la cosecha (9).

Debido a la importancia del fósforo y por ser uno de los macronutrientes de los cultivos, en este trabajo se busca evaluar el efecto del fósforo en el comportamiento agronómico en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la provincia de Los Ríos. También se busca poder llevar este cultivo a ser más conocido y valorado por todos los ecuatorianos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Biomasa.

La cantidad de materia viva de origen vegetal o animal presente en un momento dado en un área determinada es decir la materia orgánica que conforma a un ser vivo, la cual es obtenida mediante un proceso natural o artificial. En el reino vegetal, las plantas transforman la energía solar para obtener energía química mediante el proceso de fotosíntesis (10).

2.1.2. Índice de cosecha.

Quizás la medida más familiar de distribución de materia seca sea el índice de cosecha, que es simplemente la proporción del peso seco de una planta madura que corresponde a su rendimiento (11).

2.1.3. Rendimiento de grano.

El rendimiento del cultivo seleccionado obtenido en el área de análisis, según las prácticas de producción agrícola existente (nivel de entrada), expresado en toneladas por hectárea (12).

2.1.4. Fósforo.

El P es demandado en mayor proporción en las etapas iniciales de desarrollo. Este nutriente tiene algunos problemas de movilidad en el suelo, por lo que se recomienda hacer una fertilización de fondo con una parte importante de P y completar su fertilización a lo largo del ciclo. Los requerimientos de P, al igual que los demás nutrientes, dependen de las condiciones de crecimiento, variedad, densidad de siembra y rendimiento esperado, entre otros factores (13).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Origen.

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo andino domesticado hace miles de años por las antiguas culturas de la Región Andina de Sud América. Existen evidencias de que fue alimento básico para las poblaciones pre-hispánicas hasta la época de la conquista. La introducción y expansión de cultivos como el trigo, cebada, avena, habas y arvejas, principalmente, relegó el cultivo de la quinoa a zonas marginales de la sierra del Perú, Bolivia y Ecuador; reduciéndose en forma significativa el área cultivada (14).

Por muchos siglos la quinoa fue alimento de auto subsistencia humana y animal. El cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinoa, dando lugar al incremento de su producción. Su valor nutritivo radica en el balance ideal de los aminoácidos de su proteína que lo convierten en un componente ideal en las dietas. Adicionalmente contiene una cantidad adecuada de carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales que incrementan su valor nutracéutico (14).

2.2.2. Descripción Taxonómica.

Respecto a la clasificación taxonómica, TAPIA (2001) reporta que el cultivo pertenece:

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Sub clase: Angiospermas

Familia: Chenopodiáceas

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd

2.2.3. Morfología.

2.2.3.1. Raíz.

La raíz de quinua es del tipo pivotante, consta de una raíz principal de la cual salen un gran número de raíces laterales muy ramificadas. La longitud de las raíces es variable, de 0.8 a 1.5 m. Su desarrollo y crecimiento está determinado por el genotipo, tipo de suelos, nutrición y humedad entre otros factores (14).

2.2.3.2. Tallo.

Es cilíndrico a la altura del cuello cerca a la raíz y herbáceo anual de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia, cuando la planta es joven tiene una medula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo la corteza se lignifica, el tipo de crecimiento es monopódico con una altura de 100 a 142 cm de altura en sus diversos colores: púrpura, morado, verde, amarillo, rojo y blanco (16).

2.2.3.3. Hojas.

Las hojas tienen dos partes diferenciadas: el peciolo y la lámina. El peciolo de las hojas es largo y acanalado, su longitud depende de su origen; son más largos los peciolos que se originan directamente del tallo y más cortos los que se originan en las ramas. El color del peciolo puede ser verde, rosado, rojo y púrpura. La lámina de la hoja tiene tres venas principales que se originan del peciolo. Las láminas son más grandes en el follaje y más pequeñas en la inflorescencia. Las láminas son polimórficas en la misma planta. Las láminas de la planta o el follaje pueden ser triangulares o romboidales y las de la inflorescencia pueden ser triangulares o lanceoladas (14).

Las hojas pueden tener márgenes enteros, dentados o aserrados. El número de dientes es variable, puede variar de 3 a 20. Las hojas y las partes tiernas de la planta están

generalmente cubiertas con una pubescencia vesicular– granular blanca, rosada o púrpura. Esta pubescencia granular contiene oxalato de calcio capaz de absorber agua del medio ambiente e incrementar la humedad relativa de la atmósfera que rodea las hojas, influenciando el comportamiento de las células guarda de las estomas; por lo tanto, en la transpiración. El color de la lámina predominantemente es verde; en algunas variedades puede observarse hojas de color verde-púrpura. A la madurez las láminas se tornan amarillas, naranjas, rosadas, rojas o púrpuras (14).

2.2.3.4. Inflorescencia

Es una panoja típica, constituida por un eje central, secundarios, terciarios y pedicelos que sostienen a los glomérulos así como por la disposición de las flores y por qué el eje principal está más desarrollado que los secundarios, ésta puede ser laxa (Amarantiforme) o compacta (glomerulada), existiendo formas intermedias entre ambas, presentando características de transición entre los dos grupos, es glomerulada cuando las inflorescencias forman grupos compactos y esféricos con pedicelos cortos y muy juntos, dando un aspecto apretado y compacto (racimo), es amarantiforme cuando los glomérulos son alargados y el eje central tiene numerosas ramas secundarias y terciarias y en ellas se agrupan las flores formando masas bastante laxas, se designan con este nombre por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus* (17).

La longitud de la panoja es variable, dependiendo de los genotipos, tipo de quinua, lugar donde se desarrolla y condiciones de fertilidad de los suelos, alcanzando de 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro (18).

el número de glomerulos por panoja varía de 80 a 120 y el número de semillas por panoja de 100 a 3000, encontrando panojas grandes que rinden hasta 500 gramos de semilla por inflorescencia (16).

2.2.3.5. Flores

En una misma inflorescencia pueden presentar flores hermafroditas (perfectas), femeninas y androesteriles (imperfectas). Generalmente se encuentra 50 glomérulos

en una planta y cada glómérulo está conformado por 18 a 20 granos aproximadamente. Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm. De diámetro como en todas las quenopodiáceas, son flores incompletas porque carecen de pétalos (16).

2.2.3.6. Frutos

Es un aquenio, tiene forma cilíndrica - lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, que deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, y contiene una sola semilla, de coloración variable con diámetro de 1.4 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez (19).

2.2.3.7. Semilla.

La semilla constituye un fruto maduro sin el perigonio, es pequeña, aproximadamente mide 2 mm de ancho y 1 mm de espesor, está cubierta por el pericarpio (pared externa del fruto), que es donde se encuentra la saponina que confiere el sabor amargo a la quinua. La semilla presenta tres partes bien definidas que son: el episperma, embrión y perisperma (17).

2.2.4. Fases fenológicas (crecimiento vegetativo V y reproductivo R)

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta (6).

Se han determinado nueve fases fenológicas según Mujica (20).

- Emergencia: cuando la planta sale a la superficie, se produce entre los 7 y 10 días desde la siembra.
- Dos hojas verdaderas: momento de aparición de las dos hojas verdaderas.
- Cuatro hojas verdaderas: aparición de cuatro hojas verdaderas.

- Seis hojas verdaderas: aparición de seis hojas verdaderas y coloración amarilla de hojas cotiledóneas.
- Ramificación: aparición de ocho hojas verdaderas, caída de hojas cotiledones y crecimiento de “ramitas”. De los 31 a los 50 días desde la siembra.
- Panojamiento: emergencia de las primeras panojas con gran cantidad de hojitas, para luego sobresalir por encima de estas. De los 51 a los 99 días.
- Floración: momento de apertura de las primeras flores en la parte apical de la panoja. De los 100 a los 120 días.
- Grano lechoso: el grano al ser presionado presenta un líquido lechoso.
- Grano pastoso: el grano al ser presionado presenta consistencia pastosa de color blanco (6).

2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos.

Para el establecimiento del cultivo de la quinua se recomienda tomar en cuenta las siguientes condiciones edafoclimáticas:

- Establecer el cultivo en suelos francos, franco arenoso, suelos andinos con pendientes moderadas, que tengan buen drenaje, alto contenido de materia orgánica y un pH de 5,5 a 8,0
- Temperatura óptima para el desarrollo del cultivo de 7 a 15°C. sin embargo puede soportar bajas temperaturas, aunque es muy susceptibles a heladas.
- Rango altitudinal. Este cultivo se adapta muy bien desde 2200 msnm hasta los 3600 msnm.
- Dicho cultivo requiere de una humedad relativa desde 40% hasta 65%
- El requerimiento hídrico del cultivo de la quinua es de 500 – 800 mm por ciclo del cultivo (21).

2.2.6. Manejo del cultivo.

2.2.6.1. Preparación del terreno

La preparación de los suelos se lo realiza de la manera ancestral o con maquinaria agrícola, esto de acuerdo a las condiciones de cada agricultor. La remoción de los suelos debe ser poco profunda, pero lo suficiente para acumular humedad y que pueda permitir el buen desarrollo del cultivo. Para realizar esta actividad de manera manual herramientas nativas como taquiza, palas y picotas (22).

Para establecer el cultivo hay que tener en cuenta la época de siembra. INIAP recomienda sembrar los meses de noviembre a febrero por la suficiente humedad para el cultivo, también porque son días de preferencia de acuerdo al calendario lunar (23).

2.2.6.2. Siembra.

La siembra se lo puede realizar de acuerdo a dos sistemas ya sea manual o mecanizado, de esto depende la cantidad de semilla por hectárea que se va a utilizar. Para la siembra manual la distancia entre surcos puede ser de 60 cm para la variedad Tunkahuan y 40 cm para la variedad pata de venado. Se lo siembra ya sea a chorro continuo o golpes de 20 cm, la cantidad necesaria de semilla es de 12 a 16 Kg por hectárea. Mientras que para la siembra con maquinaria la distancia de surcos debe ser 60 cm y su distribución debe ser a chorro continuo. La profundidad de la siembra debe ser de 2 a 3 cm esto para evitar el quemado de las semillas por los rayos solares (23).

2.2.6.3. Fertilización.

La aplicación de los fertilizantes se lo hace de acuerdo al contenido de los suelos para lo cual se debería hacer un análisis de suelos. De manera general se recomienda una fertilización de 80-60- 40 de N, P₂O₅; K₂O es un equivalente a 123 Kg de urea, 130 Kg de fosfato di amónico y 67 Kg de cloruro de potasio. Se debe realizar la aplicación del nitrógeno en dos fases, una al momento de la siembra, y la otra mitad al momento del

aporque. En cuanto al fósforo y potasio se debe aplicar todo al momento de la siembra (24).

2.2.6.4. Labores culturales

2.2.6.4.1. Desmalezado

Esta labor se realiza con la finalidad de evitar la competencia entre el cultivo y la maleza ya sea por agua, nutrientes y suelo, siempre las malezas son las más vivaces soportando mejor las condiciones adversas y son hospederas de plagas, al no realizar esta labor hace que la maleza inhiba el crecimiento de las plantas de quinua. Se recomienda hacer el primer deshierbo a los 40 o 50 días después de la siembra cuando las plantas hayan alcanzado 20 cm. La segunda desmalezada se lo puede hacer cuando las plantas alcancen unos 30 a 35 cm (25).

2.2.7. Manejo de plagas y enfermedades.

2.2.7.1. Plagas.

Durante su fenología del cultivo de quinua uno de los problemas presentes en el cultivo está las plagas que afectan principalmente el follaje, tallo, panoja y granos.

2.2.7.1.1. (*Eurysaccaquinoae* Povolny) y (*Eurysaccamelanocampta* Meyric) Polilla de la quinua.

Es conocida comúnmente como “polilla de la quinua” **Kconakcona** afecta principalmente a la hoja y panojas. Se encuentra distribuido en el área andina, se considera una plaga importante debido a su voracidad, intensidad y continuidad en el cultivo. Puede llegar a causar daños de 50 a 60 % en la cosecha (26).

2.2.7.1.2. *Herpetogramabipunctalis* “Polilla de la panoja”

H. bipunctalis al estado adulto es una polilla de color pálido, variando de amarillo-pajizo a bruno con algunos puntitos grises o negros en las alas anteriores. La expansión alar es de 25 mm. Las hembras depositan los huevos en pequeños paquetes en número de 4 a 5 en el envés de las hojas, brácteas de las flores o en las ramitas que forman los glomérulos de la inflorescencia. Las larvas inicialmente son de color crema pálido, variando luego a verde-pálido hasta alcanzar el verde-amarillento o amarillo-pardo en su máximo desarrollo.

El escudo pro-torácico muestra dos manchas negras diagonales bien diferenciadas. Alcanzan a medir aproximadamente 20 mm de longitud. Al estado larval son lucífugas y se movilizan rápidamente entre los glomérulos de la inflorescencia. Pasan por 6 estadios larvales. El ciclo de desarrollo de *H. bipunctalis* aproximadamente tiene una duración de 30 a 40 días. Empupan entre los glomérulos de la inflorescencia y raras veces lo hacen en el suelo (26).

2.2.7.1.3. (*Liriomyza huidobrensis*,) Mosca minadora

Los adultos son pequeños mosquitos de color negro brillante, con puntos amarillos en la parte superior y en el tórax. Su tamaño es de unos 6 mm de largo. Las larvas o gusanos son pequeños, sin patas, de color blanco cremoso y de unos 3 mm de longitud; su forma, alargada y cónica. Causan daños en las hojas y a veces en los tallos. Se reconoce su ataque por las galerías o minas que forman al comer; siendo éstas de color blanco sucio, en forma serpenteada, que luego se alarga en forma de manchas (27).

2.2.7.1.4. (*Macrosiphum euphorbiae*) Pulgones

Estos insectos son pequeños, miden de 1 a 4 mm de longitud; su cuerpo, blando y globoso; y pueden tener alas o no. En el abdomen, tienen apéndices llamados sifones. Su color es variado, pudiendo ser verde claro, verde oliva o verde oscuro. Es complicada la biología de este insecto por ser sexual y asexual (28).

Puede tener de 5 a 8 generaciones por año, causan daños directos (succión de la savia de las hojas, los brotes, de tallos tiernos o inflorescencias) e indirectos (transmisión de enfermedades por virus) en las plantas de quinua. Se les encuentra en colonias en ataques severos, causando la muerte de la planta por su debilitamiento y marchitez; esto se produce sobre todo en lugares con altas temperaturas y poca humedad (veranillos) (28).

2.2.7.2. Enfermedades

2.2.7.2.1. (*Phoma* sp.) Mancha ojival del tallo

- **Síntomas**

El hongo afecta principalmente los tallos y pecíolos, en menor grado hojas, ramas y pedúnculos florales, causando estrangulamiento y muerte. Los tallos presentan lesiones ojivales de color gris claro en el centro y bordes marrones, rodeados de un halo de apariencia vítrea.

En el interior de las lesiones se pueden notar puntitos negros que corresponden a los picnidios del hongo.

- **Condiciones favorables para la enfermedad**

El hongo no requiere de heridas mecánicas para penetrar en tallos y pecíolos. Plantas expuestas a humedad relativamente alta por un periodo prolongado resultan con infecciones severas.

- **Época en la que aparece la enfermedad**

Es una enfermedad de fin de ciclo. Se presenta cuando el tallo está lignificado, dependiendo de la severidad de la enfermedad puede llegar a la panoja.

- **Fuentes de Infestación**

De una campaña a otra el hongo sobrevive en el rastrojo que se queda en el campo.

La diseminación se realiza principalmente por la salpicadura de la lluvia.

- **Estrategias de control**

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario: Eliminar el rastrojo enfermo, buena preparación de terreno, rotación de cultivos, búsqueda de resistencia genética, cuando la enfermedad esté presente es necesario: Sería recomendable el uso de fungicidas sintéticos u orgánicos (29).

2.2.7.2.2. (*Peronospora variabilis*) Mildiu de la quinua

Síntomas

Los síntomas iniciales aparecen en las hojas como manchas pequeñas de forma irregular cuya coloración puede ser clorótica o amarilla, rosada, rojiza, anaranjada o parda, dependiendo del color de la planta.

A medida que progresa la enfermedad estas manchas se unen, la hoja se torna clorótica y posteriormente se cae. La planta puede quedar enferma en casi la totalidad de sus hojas, defoliarse completamente y detener su crecimiento.

Condiciones favorables para la enfermedad

Alta humedad relativa, nubosidad y precipitación continua.

Época en la que aparece la enfermedad

En las zonas donde se esperan las primeras lluvias para la siembra, éstas estimulan la germinación de las quinuas silvestres al mismo tiempo que las quinuas cultivadas, lo cual favorece el desarrollo de la enfermedad en estadios muy tempranos del cultivo.

Fuentes de Infestación

La principal fuente de inóculo son las esporas, que han quedado adheridas a los granos de semilla de quinua y las que quedan en los residuos de cosecha en la parcela.

Estrategias de control

Para evitar la presencia de la enfermedad es necesario:

Uso de variedades resistentes.

Semilla de calidad.

Buena preparación del terreno, eliminando rastrojos.

Rotación de cultivos.

Uso de inductores de resistencia.

Cuando la enfermedad esté presente es necesario:

Fungicidas de contacto y sistémicos, biofungicidas (29).

2.2.8. Cosecha y Post cosecha de la quinua

Las operaciones de cosecha y post-cosecha de la quinua en sus diferentes niveles tecnológicos. La cosecha y trilla tradicional es totalmente manual, la siega se realiza con hoz, las panojas son trilladas por golpe de garrote o por pisoteo de caballos o asnos. En la cosecha y trilla mejorada la siega es manual, pero se emplea trilladoras de tipo estacionario de cosecha. Y en la trilla mecanizada se utiliza una cosechadora combinada John Deere N° 960 con resultados satisfactorios, aunque necesita ciertos ajustes de la máquina para lograr un trabajo eficiente.

El secado puede ser realizado por exposición al sol en campos o tendales, a la sombra en igual forma, y por métodos convencionales es decir empleando secadoras artificiales con aire caliente forzado, método que se justifica en grandes cantidades. La eliminación de las impurezas de los granos cosechados permite mejorar la calidad y presentación del mismo evitando el deterioro de la quinua (30).

La limpieza y clasificado tradicional se realiza aventando manualmente, aprovechando las corrientes naturales de aire y la clasificación de grano casi no se realiza, cuando se lo hace es a través de tamices o zarandas de manejo manual. La limpieza y clasificado mejorado corresponde a la investigación del INIAP, habiendo construido un prototipo de clasificadora de granos de quinua, semi-industrial, que utiliza aire y zarandas. Limpieza y clasificado industrial se realiza con la clasificadora de granos tipo industrial "cliper" adaptada para clasificar granos de quinua (30).

Para almacenamiento las semillas deben tener 8 por ciento de humedad, se las debe guardar en cámara fría a 10 C° y si es a largo plazo a 0 C° o menos, en tarros herméticamente cerrados. El desaponificado por lavado conocido por método húmedo mediante el cual el grano es sometido a un proceso de remojo y turbulencia en agua circulante y se elimina la saponina disuelta en el agua de lavado. Desaponificado por el método combinado consiste en utilizar el escarificado y luego el lavado final para eliminar el remanente.

Se recomienda el escarificado para las variedades dulces y para las amargas el método combinado. Es necesario empacar bien para hacer del producto un bien de consumo atractivo, especialmente aliviando su valor nutritivo. La quinua pertenece al grupo de alimentos llamados "alimentos acompañantes" es decir que se presta como ingrediente de sal o dulce (30).

2.2.9. Valor nutritivo de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo, que se utiliza para la alimentación animal, y puede ser consumida por humanos, pues tiene un alto valor nutricional, al contener 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales), y cuenta con 40 % más de lisina que la leche misma, por lo que es capaz de proveer de proteína de alta calidad al organismo, lo que la convierte en la más completa entre los cereales, de ahí que en este aspecto puede competir, incluso, con la proteína animal procedente de la carne, leche y huevos. Además, se describe que tiene un bajo nivel de grasa, en comparación a otros cereales, y no posee colesterol (31).

Zambrano en su investigación nos muestra que los granos de quinua adaptadas en el campus la “María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo pudo alcanzar unos niveles de proteína muy altos que van desde el 12,62 % hasta un 16,54 % esto es un porcentaje muy alto en comparación con otros granos de cereales (32).

2.2.10. Fósforo

Al igual que el Nitrógeno (N), el fósforo (P) es uno de los 16 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de fósforo (P) para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima, debido a esto se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de fósforo (P) en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 % (33).

El fósforo (P) desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. El fósforo (P) mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos y es además vital para la formación de la semilla (34).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación bajo condiciones de campo se llevó a cabo en los terrenos del campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizado en el kilómetro 7 ½. de la vía Quevedo El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3’18” de latitud sur y 79° 25’ 24” de longitud oeste, a una altura de 77,60 metros sobre el nivel del mar, el ensayo tuvo una duración de 4 meses.

3.1.1. Características agroclimáticas del lugar experimental.

En la siguiente tabla 1 se muestra las características de las condiciones agroclimatológicas del lugar Experimental.

Tabla 1: Características agrometeorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ – Mocache.

Parámetros	Promedio
Temperatura (°C)	24,87
Humedad relativa (%)	85,48
Precipitación anual (mm/año)	2223,85
Heliofanía, (horas luz/año)	898,66
Zona Ecológica	Bh – T
Topografía	Irregular

ELABORADO POR AUTOR

FUENTE: Departamento del INAMHI ubicado en la Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP (6).

3.2. Tipos de investigación.

El presente trabajo está basado en la investigación experimental, la cual contribuye a la línea de investigación de Agricultura, Silvicultura y Producción animal enfocada en el Desarrollo y Manejo de variedades Híbridos en cultivo de interés estratégico para el Ecuador. Siendo uno de estos cultivos la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en donde se estudió la eficiencia del fósforo en el rendimiento de grano de este cultivo.

3.3. Métodos de la investigación.

Mediante el método de la observación permitió analizar sus cambios fenotípicos y agronómicos durante todo su desarrollo con la aplicación de cada una de las bases fosforadas.

El método analítico permitió analizar la eficiencia del fósforo en el rendimiento en grano de la quinua.

El método experimental nos permitió estudiar cada una de las variables con la finalidad de obtener resultados acordes a los objetivos planteados durante la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de la información.

Las fuentes de recopilación de la información se obtuvieron mediante la observación directa en el campo, fuentes secundarias como artículos, revistas científicas, libros, artículos científicos, tesis doctorales, entre otros.

3.5. Diseños de la investigación.

En la investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por 5 tratamientos, 5 repeticiones y 3 unidades experimentales. Se aplicó este diseño dado que las condiciones de trabajo son en condiciones parcialmente homogéneas durante el experimento, Tabla2.

Tabla 2: *Diseño del análisis de varianza (ANDEVA) del experimento.*

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	t-1	4
Error experimental	(t) (r-1)	20
Total	(t x r) – 1	24

Elaboración: Autor

El modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta i “esimo” efecto de las observaciones

μ = Valor de la media general

T_i = Efecto de los tratamientos en estudio

E_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio.

3.6. Instrumentos de la investigación.

Dentro de la investigación se encuentran los datos a evaluar en campo de manera directa, también están los estudios realizados en laboratorio de manera experimental de manera que podamos obtener resultados de valores dependientes e independientes planteadas, Tabla 3.

3.7. Esquema del experimento.

Tabla 3: Descripción de los tratamientos

N°	Tratamientos (P, Kg/ha)	Repeticiones	UE	Total
1	0	5	5	25
2	25	5	5	25
3	50	5	5	25
4	75	5	5	25
5	100	5	5	25
Total		25	25	

Se emplea estos niveles de fósforo que se aplicó en esta investigación ya que está en un rango de los requerimientos del cultivo. Desde el uso de 25 Kg hasta los 100 Kg de fósforo por hectárea y para poder determinar el tratamiento con cuál dosis es la que mejor rendimiento se obtuvo.

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

La presente investigación se realizó bajo la dirección de la Ing Diana Véliz, en colaboración con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria que integran el grupo de investigación conocido como Quinoa Team liderado por el Dr. Camilo Mestanza además el autor de este proyecto Luis Mariano Juárez Alarcón.

3.8.2. Materiales de campo.

- Semilla de quinoa genotipo (O-5)
- Machete
- Guadaña
- Espeque

- Cinta métrica
- Bomba de fumigar
- Balanza
- Rastrillo
- Estaquillas
- Balde
- Martillo
- Gafas
- Funda de papel
- Rollo de piola
- Guantes
- Cuaderno de campo
- Botas

➤ **Sustancias químicas**

- Pesticidas (funguicida, herbicida, insecticida)
- Abono DAP (18-46-0)
- Gasolina preparada.

3.8.3. Materiales de oficina.

- Computadora
- Lapiceros
- Calculadora
- Carpetas
- Resma de hojas
- Cámara
- Cuaderno
- Impresora
- Flash Memory

3.8.4. Equipo de laboratorio

- Estufa
- Balanza analítica
- Funda de papel

3.9. Manejo del experimento.

3.9.1. Sitio o localidad del experimento.

Se estableció el sitio de la investigación en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Dicha localidad cuenta con las condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de quinua, suelos fértiles. Además, es de fácil acceso para el manejo de la investigación.

3.9.2. Preparación del terreno.

Previo a la siembra se barbechó la tierra pasando la rastra de discos dos veces, esto días antes de la siembra. Luego se pasó a medir el área de las 25 parcelas, delimitando entre ellas con estacas de caña y con su respectiva rotulación, por consiguiente, se realizaron las hileras con la ayuda de un rastrillo. Cada parcela se regó previamente a la siembra.

3.9.3. Siembra.

Para esta labor se aplicó un protector de semilla (Vitavax) antes de la siembra. Se procedió a sembrar a chorro continuo sobre las seis hileras de cada parcela, y la distancia entre planta de 3 a 5 cm.

3.9.4. Manejo del cultivo.

En cuanto al manejo del cultivo se realizaron algunas labores de limpieza de parcelas con ayuda de una motoguadaña. Dentro de las parcelas se realizó de manera manual utilizando machete.

3.9.5. Manejo de plagas y enfermedades.

Durante el desarrollo del cultivo se pudo observar presencia de hongos en los tallos de las plantas ya sea en la base u en la parte superior cerca del ápice de la planta. Para el control de este patógeno se aplicaron tres tipos de fungicidas. Dichas aplicaciones se realizaron en 3 series rotando los productos debido a la severidad del daño en el cultivo por parte del hongo (*Botrytis Cinerea*). Tabla4

Tabla 4: Fungicidas y herbicidas usados en el manejo de enfermedades y malas hierbas.

Producto	Concentración	Dosis aplicada
Fungicidas + Adherente		
Skull + Ecuafix	(SE) Suspoemulsion Líquido	50 mL+ 10 cm ³ en 20 L agua
Frontal + Ecuafix	(WG) Gránulos dispersables Líquido	150 g + 5 cm ³ en 20 L agua
Topgun + Ecuafix	(SE) Suspoemulsión Líquido	75 ml + 10 cm ³ en 20 L agua
Herbicidas + Adherente		
Caminador + Ecuafix	(EC) concentrado emulsionable Líquido	10 cm ³ + 25 cm ³ en 10 L agua

Elaborado por autor.

3.9.6. Cosecha.

Se realizó de manera manual, con tijeras de podar, esto para evitar caída de grano. Cada tratamiento se puso a secar antes de la trilla en sacos, una vez cumplido el plazo de secado se pasó a trillar separando el grano de la panoja y registrando los rendimientos de todos los tratamientos.

3.10. Variables evaluadas.

3.10.1. Altura de planta (cm).

Estando separadas las plantas se tomaron las medidas de altura desde la base del tallo hasta el ápice vegetativo de la planta. Dicha evaluación se realizó a los 40 y 80 días después de la siembra con la ayuda de una cinta métrica.

3.10.2. Diámetro de tallo (cm).

Estando las plantas separadas de raíz y la parte aérea, se procedió a medir el diámetro del tallo de la quinua con la ayuda de un calibrador. Dicha toma de datos se realizó en la parte inferior aérea teniendo como referencia 5cm de altura desde la base del tallo. Se evaluó dicha variable a los 40 y 80 días después de la siembra.

3.10.3. Longitud de la raíz (cm).

En esta investigación, esta variable se evaluó dos veces a los 40 y 80 días después de la siembra con la ayuda de una cinta métrica desde el la base del tallo hasta la punta de la raíz (cofia).

3.10.4. Materia fresca (g).

Se extrae las plantas de quinua de las parcelas experimentales, luego se procedió a lavar las raíces una vez que se pierda el agua de las raíces se procedió a separar las raíces de la parte aérea de la planta (tallos, hojas, ramas, panoja). Una vez obtenida las muestras, se procede a pesar por separado (raíces - parte aérea). Dicha evaluación se realizó a los 40 y 80 días después de la siembra.

3.10.5. Materia seca (g).

En laboratorio se determinó a secar las muestras de raíces y parte aérea de la planta por separado, previamente identificadas en fundas de papel, cada muestra permaneció en la

estufa a una temperatura de 65° C por 48 horas. Después de las 48 horas se procedió a pesar cada muestra. Dicha evaluación se realizará a los 40 y 80 días después de la siembra.

3.10.6. Biomasa total (g).

Para determinar esta variable, se la desarrolló al momento de la cosecha de la quinua, cuando las plantas han alcanzado su madurez fisiológica y estén aptas para ser cosechadas. Las plantas sin ser trilladas se proceden a ser pesadas (raíz, tallo, panojas) determinando la biomasa total. Esto se realizó 1m² por cada tratamiento.

3.10.7. Índice de cosecha

Es la proporción que hay entre el rendimiento en grano, respecto a la biomasa total (raíz más parte aérea).

$$IC = \frac{\textit{Rendimiento en grano (g)}}{\textit{Biomasa total (g)}}$$

3.10.8. Rendimiento del grano (g m⁻²)

Después de haber hecho la cosecha de la quinua se procedió a separar el grano de la panoja mediante la trilla. Luego de esto se pesó el grano de cada tratamiento. Dicha medición de esta variable se realizó a los 96 días después de la siembra del cultivo, cuando las plantas ya alcanzaron su madurez fisiológica.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Altura de planta (cm).

Para esta variable el análisis de varianza determina una diferencia significativa a los 40 días después de la siembra (dds) ($p < 0,01$). En cuanto a la prueba de Tukey ($p < 0,05$) el tratamiento T2 (25 Kg P ha⁻¹) registró el mayor promedio con 48,80 cm, presentando diferencia estadística del tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 32,52 cm siendo el menor promedio. Ver en la tabla 5

En esta misma variable, a los 80 días después de la siembra, el análisis de varianza muestra diferencia significativamente alta ($p < 0,01$). La prueba de Tukey ($p < 0,05$) registra al tratamiento T5 (100 Kg P ha⁻¹) como el de mayor promedio con 115,24 cm, mostrando diferencia estadística con el tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 81,63 cm siendo el tratamiento de menor promedio. Ver en la tabla 5

Estos valores se acercan a los reportados por Chávez (35). Quien en su investigación sobre dosis de nitrógeno, fósforo y potasio evaluó altura una semana antes de la cosecha siendo de mayor promedio el T3 con 153 cm, que se le aplicó una dosis de (160 Kg ha⁻¹ N - 100 Kg ha⁻¹ P₂O₅ - 160 Kg ha⁻¹ K₂O).

Vásquez (36). En su investigación sobre estudio de rendimiento de quinua bajo seis niveles de fertilización sintético registró una altura en un rango de 79,33 a 149,33 cm. Dicha evaluación se realizó en la etapa de grano lechoso y menciona que en su trabajo aplicó 810 gr/36 m² de NPK (70-70-0).

Por su parte Llaca., (9). En su investigación sobre la influencia de fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de quinua registra un promedio de altura de 141,18 cm con 120 Kg P ha⁻¹, dicha medición fue realizada en la etapa de madurez fisiológica del cultivo.

4.1.2. Diámetro de tallo (cm).

En esta variable de diámetro de tallo el análisis de varianza registró una diferencia significativa a los 40 y 80 dds ($p < 0,01$). Según la prueba de Tukey ($p < 0,05$) los tratamientos con mayores promedios son el T5 (100 Kg P ha⁻¹) con 0,59 cm (40 dds) y 0,64 cm (80 dds), siendo estadísticamente diferentes del tratamiento con menor promedio mostrado por el T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 0,43cm (40 dds) y 0,41 cm (80 dds) respectivamente. Ver en la tabla 5

Estos valores difieren con los registrados por Santana (15). Quién en su investigación Rendimiento de grano de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”, registró un mayor promedio de diámetro de tallo con 0,51 cm para el genotipo (26) a los 45 dds y a los 90 dds alcanzando 0,94 cm de diámetro de tallo.

Por su parte Pinargote., *et al* (3). Registraron valores mayores evaluando esta variable a los 30, 60 y 90 días después de la siembra para el genotipo O-5 registrando 0,27, 1,17 y 1,30 cm respectivamente.

4.1.3. Longitud de la raíz

En la variable longitud de la raíz, según el análisis de varianza se registró que no existe una diferencia significativa ($p > 0,05$). Se destaca que, a los 40 dds el tratamiento con mayor promedio es el T3 (50 Kg P ha⁻¹) con 8,66 cm de longitud de la raíz diferente del tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) siendo el de menor promedio con 7,03 cm. Ver en la tabla 5

Así mismo, a los 80 DDS para la misma variable el análisis de varianza determina que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$). Se determinó que existe diferencia numérica entre el Tratamiento 5, Tratamiento 3 y el Tratamiento 1, siendo el de mayor promedio el tratamiento T3 y T5 con 11,04 cm y el de menor promedio el T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 9,68 cm. Ver en la tabla 5.

Tabla 5: Promedio de altura de planta, diámetro de tallo, longitud de la raíz bajo el efecto de la fertilización fosforada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.

N° tratamientos	Kg P ha ⁻¹	Altura de Planta (cm)		Diámetro de Tallo (cm)		Longitud de la raíz (cm)	
		(40 dds)	(80 dds)	(40 dds)	(80 dds)	(40 dds)	(80 dds)
1	0	32,52 b	81,63 b	0,43 b	0,41 b	7,03 a	9,68 a
2	25	48,80 a	109,20 a	0,51 a b	0,54 a b	8,28 a	10,88 a
3	50	48,36 a	107,88 a	0,56 a	0,56 a	8,66 a	11,04 a
4	75	48,76 a	112,24 a	0,54 a b	0,54 a b	8,44 a	10,28 a
5	100	47,00 a	115,24 a	0,59 a	0,64 a	8,48 a	11,04 a
CV (%)		16,82	8,38	11,54	13,53	15,08	7,83
Probabilidad (P<0,05)		0,0109 *	0,0001**	0,0040 **	0,0024 **	0,2650 Ns	0,0692 Ns

Columna con las letras distintas difieren estadísticamente (p<0,05); Ns: No significativo, * Significativo, ** Alta Significancia

4.1.4. Materia fresca.

4.1.4.1. Peso fresco raíz (40 y 80 dds)

En la variable peso fresco de la raíz a los 40 y 80 dds el análisis de varianza realizado muestra diferencia significativamente alta ($p < 0,01$). Según la prueba de Tukey ($p < 0,05$); se determina que el tratamiento con mayor promedio es el T5 (100 Kg P ha⁻¹) con 9,30 y 20,80 g por 5 plantas, presentando diferencia estadística con respecto al tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 3,10 y 8,20 g por 5 plantas evaluados a los 40 y 80 días después de la siembra. Ver en la tabla 6

4.1.4.2. Peso fresco aéreo (40 y 80 dds)

El análisis de varianza de peso fresco aéreo a los (tallo, rama, panoja) de la planta de quinua a los 40 días después de la siembra demostró que existe una diferencia significativamente alta ($p < 0,01$). Según la prueba de Tukey ($p < 0,05$) el tratamiento que presentó mayor promedio es el T5 (100 Kg P ha⁻¹) con 133,70 g por 5 plantas, estadísticamente diferente del tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) siendo el de menor promedio con 48,40 g por 5 plantas. Ver en la tabla 6.

Sin embargo, a los 80 dds el análisis de varianza arrojó que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$). Destacando que, el tratamiento con mayor promedio es el T5 (100 Kg P ha⁻¹) con 329,80 g por 5 plantas, numéricamente diferente del tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 148,80 g por 5 plantas, siendo el tratamiento de menor promedio. Ver en la tabla 6

4.1.5. Materia seca.

4.1.5.1 Peso seco raíz (40 y 80 dds).

En el peso seco de la raíz el análisis de varianza demuestra diferencia significativamente alta a los 40 ($p < 0,01$) y significativa a los 80 dds ($p < 0,05$). Según la prueba de Tukey

($p < 0,05$); registra que el tratamiento con mayor promedio es el tratamiento T5 (100 Kg P ha^{-1}) con 1,62 g (40 dds) y 15,98 g por 5 plantas (80 dds), siendo estadísticamente diferente con el tratamiento T1 (0 Kg P ha^{-1}) registrando un menor promedio con 0,52 g (40 dds) y 12,18 g por 5 plantas (80 dds) respectivamente. Ver en la tabla 6

4.1.5.2 Peso seco aéreo (40 y 80 dds).

Para la variable peso seco aéreo a los 40 dds el análisis de varianza registra una diferencia significativamente alta ($p < 0,01$). La prueba de Tukey ($p < 0,05$); registra que el tratamiento con mayor promedio es el T5 (100 Kg P ha^{-1}) con 11,56 g por 5 plantas, siendo estadísticamente diferente del T1 (0 Kg P ha^{-1}) el cual fue el de menor promedio con 4,09 g por 5 plantas. Ver en la tabla 6.

A sí mismo a los 80 dds en la misma variable, el análisis de varianza no registra diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0,05$). Se pudo observar diferencia numérica, siendo el de mayor promedio el T5 (100 Kg P ha^{-1}) con 161,42 g por 5 plantas y el tratamiento que presentó menor promedio fue el T1 (0 Kg P ha^{-1}) con 70,70 g por 5 plantas. Ver en la tabla 6.

Los resultados obtenidos difieren con lo mencionado por Arteaga (37). Quien en su investigación demuestra que el tratamiento T3 (Variedad INIAP Tunkahuan + fertilizante 15N-15P-15K) muestra un mayor promedio de peso seco con 103 g pl^{-1} .

Tabla 6: Promedio de peso fresco y peso seco (raíz, parte aérea) bajo el efecto de la fertilización fosforada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.

N° tratamientos	Kg P ha ⁻¹	Peso fresco raíz (g)		Peso fresco aéreo (g)		Peso seco raíz (g)		Peso seco aéreo (g)	
		(40 dds)	(80 dds)	(40 dds)	(80 dds)	(40 dds)	(80 dds)	(40 dds)	(80 dds)
1	0	3,10 b	8,20 b	48,40 b	184,80 a	0,52 b	12,18 b	4,09 c	70,70 a
2	25	7,00 a	16,20 a b	92,50 a b	284,80 a	1,12 a b	14,14 a b	8,34 a b	107,76 a
3	50	8,80 a	18,20 a b	130,90 a	308,80 a	1,27 a	14,72 a b	6,70 b c	112,48 a
4	75	7,90 a	17 a b	103,40 a	281,80 a	1,40 a	14,60 a b	9,99 a b	120,26 a
5	100	9,30 a	20,80 a	133,70 a	329,80 a	1,62 a	15,98 a	11,56 a	161,42 a
CV (%)		25,91	34,60	23,90	38,84	28,41	11,76	23,28	43,79
Probabilidad (P<0,05)		0,0003 **	0,0224*	0,0001**	0,2941 Ns	0,0007**	0,0297*	<0,0001**	0,1203 Ns

Columna con las letras distintas difieren estadísticamente (p<0,05); Ns: No significativo, * Significativo, ** Alta Significancia

4.1.6. Biomasa total (g).

Para la variable biomasa, el análisis de la varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba de Tukey al ($p < 0,05$) registra al tratamiento con mayor promedio T5 (100 Kg P ha⁻¹) con 667,60 g m⁻², siendo estadísticamente diferente del tratamiento T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 281 g m⁻², el cual presentó el menor promedio. Ver en la tabla 7.

Los resultados obtenidos concuerdan por los que registró Deza (38). Quien obtuvo una biomasa de 670,7 g m⁻² y 404,3 g m⁻², esto con una fertilización de 196 Kg de fosfato di amónico bajo dos densidades de siembra. Por su parte Santana (15). Registra una biomasa con mayor promedio en la variedad (Pata de venado) con 1204,67 g m⁻² con una fertilización de DAP de 18,75 g por parcela de su investigación, aplicada en dos etapas del cultivo.

Así mismo Maliro (39). En su investigación sobre rendimiento de quinua en Malawi registra una biomasa de 989,5 g m⁻², en el sitio de Bunda, mientras que en el sitio de Bembeke la variedad que registró mayor biomasa fue Multi-Hued con 279,4 g m⁻². En esta investigación se le aplicó fertilizante inorgánico de 23: 21: 0 + 4 (N: P: K + S) la aplicación se dividió en dos partes 75 Kg ha⁻¹ después del raleo y los otros 75 Kg ha⁻¹ después de cuatro semanas después del 100% de floración de las plantas.

4.1.7. Índice de cosecha

En el índice de cosecha el análisis de varianza registra diferencia significativa ($p < 0,01$). Según la prueba de Tukey ($p < 0,05$); determina que el tratamiento con mayor promedio es el T5 (100 Kg P ha⁻¹), con 0,41 siendo estadísticamente diferente con el tratamiento de menor valor mostrado por el T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 0,32. Ver en la tabla 7.

León (40). Registra un mayor índice de cosecha fue el T1 (90-90-100 kg ha⁻¹ de N P K) con 0,54 y el tratamiento con menor índice de cosecha fue el T5 (270-90-100 Kg ha⁻¹ de N P K) con 0,36.

Por su parte Maliro (39), en su investigación sobre rendimiento agronómico y estrategias de promoción de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Malawi obtuvieron un índice de cosecha de 0,41 para el genotipo Titicaca en el Campus Bunda y el genotipo QQ74 con 0,47 en el sitio de Bunkeke. En esta investigación se le aplicó fertilizante inorgánico de 23: 21: 0 + 4 (N: P: K + S) la aplicación se dividió en dos partes 75 Kg ha⁻¹ después del raleo y los otros 75 Kg ha⁻¹ después de cuatro semanas después del 100% de floración de las plantas.

4.1.8. Rendimiento en grano (g m⁻²).

En el rendimiento de grano se pudo observar diferencia significativa mostrado por análisis de varianza ($p < 0,01$) según la prueba de Tukey ($p < 0,05$). El tratamiento con mayor promedio mostrado es el T5 (100 Kg P ha⁻¹) con 272,90 g m⁻² siendo estadísticamente diferente con el tratamiento de menor valor mostrado por el T1 (0 Kg P ha⁻¹) con 89,70 g m⁻². Ver tabla 7.

Estos valores se ajustan a los registrados por Llaca (9). En su investigación sobre la influencia sobre la influencia de la fertilización nitrogenada y fosforada determinó que la dosis óptima de fósforo es de 88 Kg ha⁻¹ dando un rendimiento de 289 g m⁻².

Por su parte Arteaga (37). en su investigación evaluación del efecto de la aplicación de dos abono orgánicos y un fertilizante químico en la zona de Canchaguano – Carchi reportó el siguiente rendimiento 460 g para la variedad INIAP Tunkahuan + fertilizante (42 Kg P₂O₅ ha⁻¹) 15-15-15 (T3).

Del mismo modo Chávez (35) en su investigación sobre dosis de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de quinua determina que para lograr un rendimiento significativamente alto aplicó 100 kg de P₂O₅ alcanzando 659 g m⁻² de rendimiento de grano.

Tabla 7: Promedio de Biomasa total, índice de cosecha y rendimiento en grano, bajo el efecto de la fertilización fosforada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.

N° Tratamientos	Kg P ha ⁻¹	Biomasa total		Índice de cosecha		Rendimiento de grano	
		(g m ⁻²)		(IC)		(g)	
1	0	281,00	b	0,32	b	89,72	b
2	25	569,20	a	0,35	a b	204,19	a
3	50	661,00	a	0,39	a	253,05	a
4	75	646,40	a	0,37	a b	240,52	a
5	100	667,60	a	0,41	a	272,90	a
CV (%)		21,40		7,81		22	
Probabilidad (p<0,05)		0,0002**		0,0024**		<0,0001**	

Columna con las letras distintas difieren estadísticamente (p<0,05); Ns: No significativo, * Significativo, ** Alta Significancia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- La mayor biomasa total la presentó el tratamiento 5 (T5 = 100 P Kg ha⁻¹) con 667,60 g m⁻².
- En la altura de planta, a los 80 dds el de mayor promedio fue el T5 con 115,24 cm, mientras que, en longitud de raíz los mejores tratamientos fueron el T3 (50 P Kg ha⁻¹) y T5, con 11,04 cm.
- En la variable Índice de Cosecha, el tratamiento con mayor promedio es el T5, con 0,41.
- El mayor rendimiento de grano lo presentó el T5 con una producción de 2.72 t ha⁻¹.

5.2. Recomendaciones.

- En la fertilización de la quinua se recomienda aplicar una dosis de fertilización fosforada de 100 Kg P ha⁻¹ para así lograr el mayor rendimiento de grano en la zona norte de la provincia de Los Ríos.
- También es importante seguir con el estudio de la fertilización de quinua en la Zona Norte de la Provincia de Los Ríos con respecto a los macros y micro nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas y tener fuente de información para los nuevos productores de la zona.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Alberto C, Pereira P, Antonio R, González O, Isabel A, Hernández M, et al. Semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow): composición química y procesamiento . Aspectos relacionados con otras áreas Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) seeds : chemical composition and processing . Aspects related to other areas. Rev Venez Cienc y Tecnol Aliment. 2014;5(2):166–218.
2. SIPA - MAG. Boletín Situacional quinua 2018 [Internet]. 2018. Available from: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/granos/quinua>
3. Mestanza Uquillas CA, Zambrano Calderón K, Pinargote Alava J, Veliz Zamora D, Vásconez Montufar G, Fernández-García N, et al. Evaluación agronómica de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) En condiciones agroclimáticas en la zona de mocache. Cienc y Tecnol [Internet]. 2019;12(1):19–30. Available from: https://www.researchgate.net/publication/336224834_Evaluacion_agronomica_de_genotipos_de_quinua_Chenopodium_Quinoa_willd_En_condiciones_agroclimaticas_en_la_zona_de_mocache
4. Yepes Davalos R del C. Importancia del fósforo en la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) [Internet]. 2019. Available from: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25688/09yzemanateq.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Brown P, Hu H. Funciones del fosforo en las plantas. Inf Agronómicas [Internet]. 1999;83(36):9–10. Available from: [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/\\$FILE/Funciones del Fosforo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/$FILE/Funciones_del_Fosforo.pdf)
6. Franco L. Eficiencia de utilización del nitrógeno en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada a la zona norte de la provincia de Los Ríos [Internet]. 2019. Available from: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3243>
7. López Mosquera. E, Sainz Osés. J. Gestión de residuos orgánicos de uso agrícola.

- 2011;(12):227. Available from:
https://www.researchgate.net/publication/338544738_Lopez_Mosquera_ME_Sainz_Oses_MJ_Coords_2011_Guia_de_residuos_organicos_de_uso_agricola_Santiago_de_Compostela_Servizo_de_Publicacions_Universidade_de_Santiago_de_Compostela?enrichId=rgreq-24a38574e00ad204
8. Fernandez MT. Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA Sobre los Deriv la Caña Azúcar [Internet]. 2007;41(2):51–7. Available from:
<https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>
 9. Llacá Ninaja. C. Influencia de la fertilización Nitrogenada y Fósforica en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinua* Willd) en el proter Sama, Región Táchna [Internet]. Universidad Nacional Jorge Basadre; 2014 [cited 2019 Nov 14]. Available from: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1740>
 10. Delgado, R.; Ramos, P.; Hernández, A.; Ceballos, A.; Peña, R.; Llanos A. et al. La Biomasa como recurso energético [Internet]. Primera ed. Salamanca U de, autores, editors. Salamanca - España; 2008. 399 p. Available from:
https://books.google.com.ec/books?id=HwGaAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
 11. White J. Conceptos básicos de la fisiología del frijol. A Case Approach to Perioper Drug-Drug Interact. 2015;123–8.
 12. FAO. Bioenergía y seguridad alimentaria Evaluación Rápida (BEFS RA) [Internet]. 2014 [cited 2020 Aug 13]. Available from: <http://www.fao.org/3/a-bp851s.pdf>
 13. Herrera Méndez M del P. Importancia del fósforo en el incremento de la producción, en cultivos de ciclos cortos [Internet]. [Babahoyo]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2020 [cited 2020 Aug 13]. Available from:
http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8194/E-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000226.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 14. Gómez Pando, Luz., Aguilar Castellano E. Guía del cultivo de la quinoa [Internet]. Segunda. Molina UNA La, De P de I y PS, Agronomía C y GNF de, editors. Vol.

- 1, Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015. Lima; 2016. 130 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>1615
15. Rafael J, Chávez S. Rendimiento de grano de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrado a chorro continuo, en el campus “La María.” [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo;
 16. Arenas Pérez L del R. Determinación del ciclo de vida de *Liorhyssus hyalinus* (F.) en condiciones de laboratorio y bajo temperaturas controladas en la irrigación Maje, Arequipa – 2015. [Internet]. 2019 [cited 2020 Oct 22]. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/233005026.pdf>
 17. Mujica, Angel., Izquierdo, Juan., Marathee J. Origen y descripción de la quinua. Escuela de. 2001.
 18. Padilla Sanchez M. Padilla Sanchez Monica - DOC PLAYER [Internet]. [cited 2020 Oct 22]. Available from: <https://docplayer.es/amp/74571219-Padilla-sanchez-monica.html>
 19. Gallardo M, González J., Ponessa G. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd (quinua). *Chenopodiaceae*. *Lilloa* [Internet]. 1997 [cited 2020 May 4];39(1):71–80. Available from: <https://biblat.unam.mx/es/revista/lilloa/articulo/morfologia-del-fruto-y-semilla-de-chenopodium-quinoa-willd-quinoa-chenopodiaceae>
 20. Mujica A, Taller AC-C, la. Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). *Fenol Cultiv Andin y uso* 1989, undefined. 1989;23–7.
 21. MAG, Agrocalidad. Guía de buenas prácticas agrícolas para quinua. 2015.
 22. Tapia, Mario., Aroni G. Cultivos Andinos FAO - Introducción [Internet]. [cited 2020 May 5]. Available from: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodali m/prodveg/cdrom/contenido/libro03/cap4.htm
 23. INIAP. Establecimiento de cultivo: Preparación del suelo.

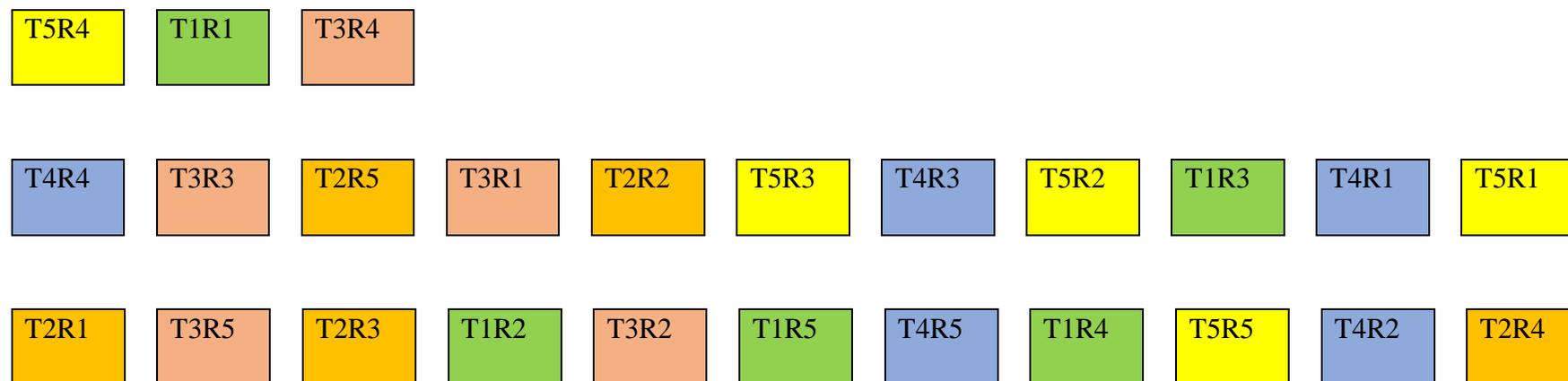
24. Bastidas AM, Reconocimiento W-C. Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú [Internet]. 2013 [cited 2020 May 5]. Available from: <http://www.inia.gob.pe><http://www.inia.gob.pe>
25. Leon Huancco J. Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú [Internet]. [cited 2020 May 5]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/24569369/Cultivo-de-la-Quinoa-en-Puno-Peru-Leon-H-Juvenal-RM>
26. Vilca Vives, Julio., Carrasco Aquino G. Manejo integrado en el cultivo de quinoa. Ayacucho;
27. Flores Martinez JV. CMM. CSG. PSG. ACY. CCV. SPR. RMA. Tecnología Productiva de Quinoa [Internet]. 2010 [cited 2020 May 5]. Available from: www.solidperu.com
28. Molina Trujillo H, Julio Miguel Meza Navarro I. Presentación 3 4 César Álvarez Aguilar Presidente Regional de Ancash [Internet]. [cited 2020 Oct 22]. Available from: <https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/06/libro-quinua.pdf>
29. Cruces, Luis Miguel., Callohuary Y. Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinoa en la zona andina [Internet]. [cited 2020 May 5]. Available from: www.fao.org/publications
30. Nieto C, Vimos C. La quinoa, cosecha y pstcosecha algunas experiencias en Ecuador.
31. Hernández Rodríguez J. La quinoa, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus Quinoa, an option for feeding of the diabetes mellitus patient [Internet]. Vol. 26, Revista Cubana de Endocrinología. 2015 [cited 2020 May 5]. Available from: <http://scielo.sld.cu>
32. Del Rocio Campos Alvarado K, Diana Verónica Véliz Zamora I. Efecto del nitrógeno en el contenido de proteína y saponina en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), adaptada en la zona norte de la provincia de Los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo;

33. Antonio G, Velez M, Carolina D, Sepylveda M. El fósforo un elemento indispensable para la vida vegetal. Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira; 2014.
34. Manual de fertilidad de los suelos [Internet]. Available from: <https://es.slideshare.net/crovello/manual-de-fertilidad-de-los-suelos>
35. Chavez Melgarejo JB. Dosis de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de la quinua en Acopalca - Huari. [Huacho - Perú]: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; 2018.
36. Vasquez Damiano W. Estudio comparativo en rendimiento de quinua en variedad 415 PASANKALLA (*Chenopodium quinoa*). Con seis niveles de fertilización sintético . En la localidad de Cocairo Kaquiabamba – Andahuaylas. [Abancay]: Universidad Tecnológica de los Andes; 2017.
37. Arteaga Cortez. VF, Hidalgo Suárez. EV. “Evaluación del efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos y un fertilizante químico en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la zona norte de Canchahuano, Carchi”. [Ibarra - Ecuador]: Universidad Técnica del Norte; 2013.
38. Patricia D, Montoya D. “Rendimiento y calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con dos densidades de siembra y dos sistemas de fertilización en condiciones de la Molina.” [Lima]: Universidad Agraria La Molina; 2018.
39. Maliro MFA, Njala AL. Agronomic performance and strategies of promoting quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in Malawi. Cienc e Investig Agrar. 2019;46(2):82–99.
40. Herreros Quispe AL. Fertilización nitrogenada y fosfórica en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) cv. ‘SALCEDO INIA’ bajo riego en zona árida. [Arequipa]: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa; 2018.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Esquema de distribución de las parcelas experimentales



 T1= Testigo

 T2 = 25 Kg de fósforo por hectárea

 T3 = 50 Kg de fósforo por hectárea

 T4= 75 Kg de fósforo por hectárea

 T5= 100 Kg de fósforo por hectárea

Anexo 1: *Análisis de varianza para la variable altura de planta a los 40 dds, bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua, adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	997,89	4	249,47	4,34	0,0109
Tratamientos	997,89	4	249,47	4,34	0,0109
Error	1150,11	20	57,51		
Total	2148,01	24			

Anexo 2: *Análisis de varianza para la variable altura de planta 80 dds, bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	3195,86	4	798,97	10,2	0,0001
Tratamientos	3195,86	4	798,97	10,2	0,0001
Error	1566,99	20	78,35		
Total	4762,85	24			

Anexo 3: *Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo 40 dds bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	8,15	4	2,04	5,43	0,004
Tratamientos	8,15	4	2,04	5,43	0,004
Error	7,5	20	0,38		
Total	15,66	24			

Anexo 4: *Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo 80 dds, bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	13,01	4	3,25	6,03	0,0024
Tratamientos	13,01	4	3,25	6,03	0,0024
Error	10,8	20	0,54		
Total	23,81	24			

Anexo 5: *Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz 40 dds, bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	8,61	4	2,15	1,42	0,2650
Tratamientos	8,61	4	2,15	1,42	0,2650
Error	30,42	20	1,52		
Total	39,04	24			

Anexo 6: *Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz 80 DDS, bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	7,07	4	1,77	2,57	0,0692
Tratamientos	7,07	4	1,77	2,57	0,0692
Error	13,73	20	0,69		
Total	20,79	24			

Anexo 7: *Análisis de varianza para la variable Peso fresco de la raíz 40 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	121,54	4	30,39	8,68	0,0003
Tratamientos	121,54	4	30,39	8,68	0,0003
Error	70	20	3,5		
Total	191,54	24			

Anexo 8: *Análisis de varianza para la variable Peso fresco de la raíz 80 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	448,64	4	112,16	3,62	0,0224
Tratamientos	448,64	4	112,16	3,62	0,0224
Error	619,2	20	30,96		
Total	1067,84	24			

Anexo 9: *Análisis de varianza para la variable Peso fresco aéreo 40 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	24025,14	4	6006,29	10,15	0,0001
Tratamientos	24025,14	4	6006,29	10,15	0,0001
Error	11831,4	20	591,57		
Total	35856,54	24			

Anexo 10: *Análisis de varianza para la variable Peso fresco aéreo 80 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	61894	4	15473,5	1,33	0,2941
TRATAMIENTOS	61894	4	15473,5	1,33	0,2941
Error	233140	20	11657		
Total	295034	24			

Anexo 11: *Análisis de varianza para la variable Peso seco raíz 40 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	3,45	4	0,86	7,6	0,0007
TRATAMIENTOS	3,45	4	0,86	7,6	0,0007
Error	2,27	20	0,11		
Total	5,72	24			

Anexo 12: *Análisis de varianza para la variable Peso seco raíz 80 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	38,03	4	9,51	3,35	0,0297
TRATAMIENTOS	38,03	4	9,51	3,35	0,0297
Error	56,76	20	2,84		
Total	94,79	24			

Anexo 13: *Análisis de varianza para la variable Peso seco aéreo 40 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	168,03	4	42,01	11,71	<0,0001
TRATAMIENTOS	168,03	4	42,01	11,71	<0,0001
Error	71,75	20	3,59		
Total	239,78	24			

Anexo 14: *Análisis de varianza para la variable Peso seco aéreo 80 DDS bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	21013,05	4	5253,26	2,09	0,1203
TRATAMIENTOS	21013,05	4	5253,26	2,09	0,1203
Error	50305,86	20	2515,29		
Total	71318,91	24			

Anexo 15: *Análisis de varianza para la variable Biomasa bajo el efecto de fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	535211,76	4	133802,94	9,75	0,0002
Tratamientos	535211,76	4	133802,94	9,75	0,0002
Error	274331,2	20	13716,56		
Total	809542,96	24			

Anexo 16: *Análisis de varianza para la variable índice de cosecha bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	4	5,00E-03	6,03	0,0024
TRATAMIENTOS	0,02	4	5,00E-03	6,03	0,0024
Error	0,02	20	8,30E-04		
Total	0,04	24			

Anexo 17: *Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano bajo el efecto de la fertilización fosforada en el cultivo de quinua adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Ríos.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	106107,01	4	26526,75	12,19	<0,0001
TRATAMIENTOS	106107,01	4	26526,75	12,19	<0,0001
Error	43523,94	20	2176,2		
Total	149630,94	24			



Anexo 18: *Preparación del sitio de la investigación previo a la siembra.*



Anexo 19: *Siembra manual de la quinua en el sitio de investigación.*



Anexo 20: *Germinación de la quinua a los 5 dds se observa la aparición de las primeras plántulas.*



Anexo 21: *Primeras apariciones del hongo (Botrytis Cinerea) en las plantas de quinua.*



Anexo 22: *Evaluación agronómica en campo (peso fresco, altura, longitud de raíz, diámetro de tallo) de los diferentes tratamientos a los 40 y 80 dds.*



Anexo 23: Análisis de laboratorio (peso seco raíz y aéreo) a los 40 y 80 dds.



Anexo 24: Variación fenotípica de la variedad usada en la investigación O-5



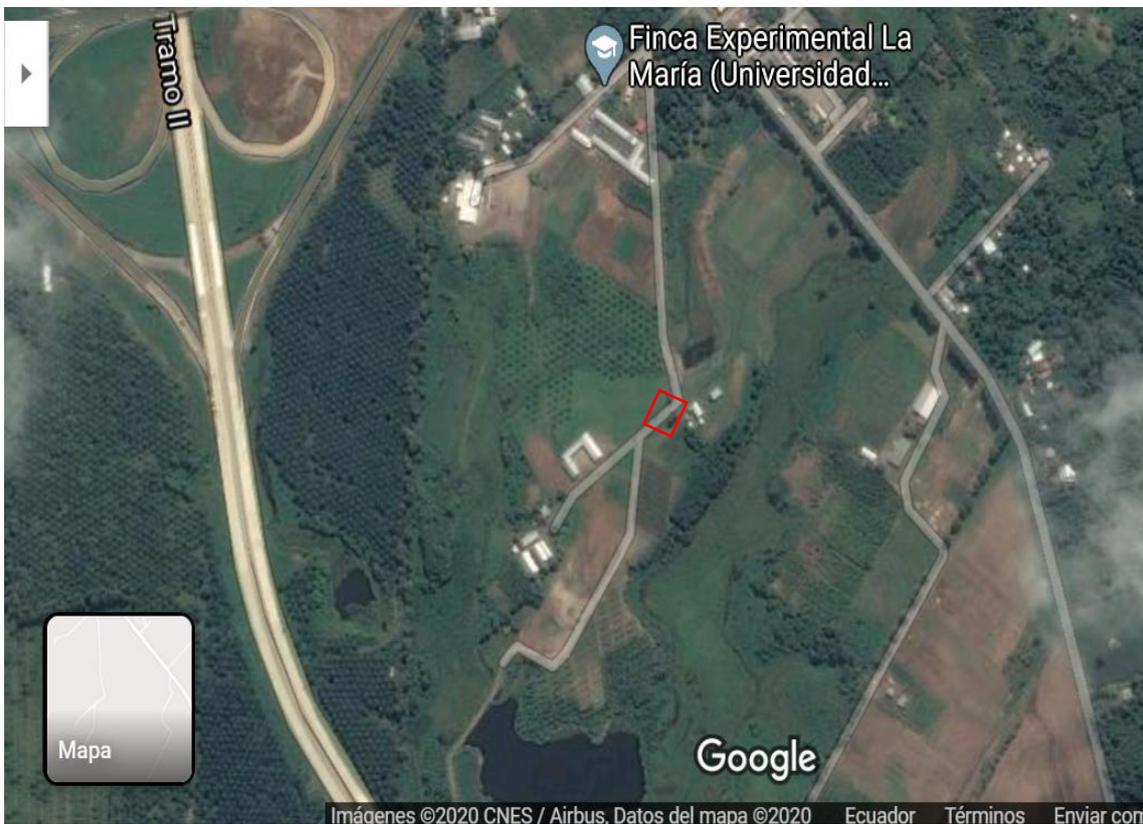
Anexo 25: Cosecha de la quinua a los 96 dds de forma manual para evaluar los parámetros de rendimiento, índice de cosecha y biomasa.



Anexo 26: Grano después de haber trillado y limpiado las impurezas.



Anexo 27: secado de grano para almacenamiento con la ayuda de una estufa de los laboratorios de biotecnología del Campus La María.



Anexo 28: Toma satelital del área de investigación.