



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Título de la Unidad de Integración Curricular:

Rendimiento de grano de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)
sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”

Autor:

José Rafael Santana Chávez

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Ing. Camilo Alexander Mestanza Uquillas, Dr.

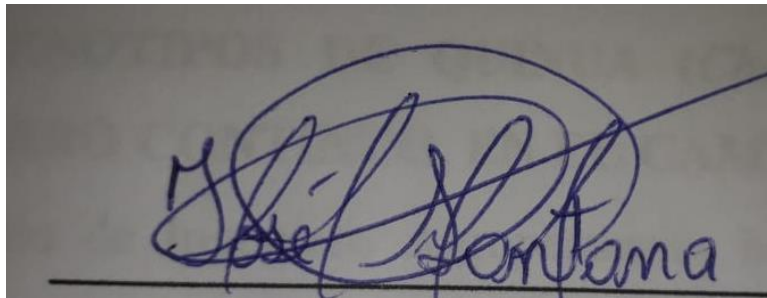
Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Rafael Santana Chávez**, 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.



José Rafael Santana Chávez
C.I. 120765557-0
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 /fcp_91@yahoo.es

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 – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **José Rafael Santana Chávez**, realizó el Proyecto de la Unidad de Integración Curricular titulado: **RENDIMIENTO DE GRANO DE GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) SEMBRADO A CHORRO CONTINUO, EN EL CAMPUS “LA MARÍA”,** previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

URKUND	
Documento	Santana 2019.docx (D59421712)
Presentado	2019-11-22 08:21 (-05:00)
Presentado por	jose.santana2014@uteq.edu.ec
Recibido	cmestanza.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Analisis urkund Santana 2019 Mostrar el mensaje completo 7% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 15 fuentes.

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas
TUTOR UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR

Quevedo, 20 de noviembre del 2019

Ingeniero
Rommel Ramos Remache
COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que el proyecto de investigación titulado: **RENDIMIENTO DE GRANO DE GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) SEMBRADO A CHORRO CONTINUO, EN EL CAMPUS “LA MARÍA”**, de autoría del señor **José Rafael Santana Chávez**, estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROPECUARIA, del cual fui designado Profesor Tutor de la Unidad de Integración Curricular. Proyecto que ha sido analizado a través de la herramienta URKUND, no incluyendo las listas de fuentes de comparación entre las cuales se encuentran las páginas 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 validado por el URKUND es de **7% de similitud** (Figura 1), el mismo que es permitido por el mencionado Software, por lo cual solicito la continuación con los trámites pertinentes para solicitar fecha de sustentación del proyecto de investigación del señor **José Rafael Santana Chávez**.

Figura 1. Certificación del porcentaje de confiabilidad (93%) y similitud (7%) de URKUND.

URKUND	
Documento	Santana 2019.docx (D59421712)
Presentado	2019-11-22 08:21 (-05:00)
Presentado por	jose.santana2014@uteq.edu.ec
Recibido	cmestanza.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Analisis orkund Santana 2019 Mostrar el mensaje completo
	7% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 15 fuentes.

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas
TUTOR UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:

Título de la Unidad de Integración Curricular:

RENDIMIENTO DE GRANO DE GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) SEMBRADO A CHORRO CONTINUO, EN EL CAMPUS “LA MARÍA”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Gregorio Vásquez Montufar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Godoy Montiel

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Véliz Zamora MSc

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a nuestro Padre Celestial por darme la capacidad de poder desempeñarme en el ámbito de estudio y por las bendiciones recibidas cada día.

A mis padres, que forman la parte más importante en mi vida, mi papá Luis Eduardo Santana Baquedano y mi mamá Dolores Josefina Chávez Tipantuña por la fé y confianza que tienen en mí, mi hermano Eduardo Luis Santana Chávez y su esposa Delia Ernestina Yumbo Lara por su apoyo incondicional en mis estudios, mi hermano Carlos Eduardo Santana Chávez por su ayuda cuando la necesitaba. Abuelita María Melida Tipantuña Chizaguano por la dedicación y los cuidados que me brinda siempre, a mi compañera de vida Katiuska del Rocio Campos Alvarado y mi primo Bryan Chávez por su acompañamiento en el desarrollo de mi investigación.

A los docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo-Facultad de Ciencias Pecuarias por todos los conocimientos compartidos y experiencias vividas en las aulas de nuestra hermosa facultad, mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis y amigo Dr. Camilo Mestanza Uquillas, Ing. Diana Véliz Zamora MSc e integrantes del grupo de investigación Quinoa Team por aportar esfuerzos para el desempeño de mi vida profesional.

Nelly Zambrano, Ginger Pacheco, Adriana Quevedo, Melanie Casanova, Geovanny Litardo, José Candelario, Byron Merchán, Kevin Gallo, Jair Calvache y Andreina Segovia, personas con grandes virtudes con quienes tuve el privilegio de compartir grandiosas experiencias.

DEDICATORIA

Dedicada a mis padres y hermanos quienes
formaron parte primordial en el desarrollo de mi
vida espiritual, personal y profesional. A mi
Abuelito Lizandro Teodoro Chávez López⁺ a quien
llené de orgullo cuando comencé mis estudios
Universitarios y hoy mirando hacia el cielo podré
decir. ¡Lo logró tu cholito! Te extraño mi viejito.

José Santana Chávez.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el Campus “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, situada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se utilizó diez genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrado a chorro continuo, el tiempo utilizado para el desarrollo de este trabajo fue de cuatro meses desde junio hasta septiembre del año 2019. Las variables estudiadas en esta investigación fueron: biomasa (g), rendimiento de grano (g), índice de cosecha (IC), peso de 1000 semillas (g), diámetro de tallo (cm) a los 45 y 90 días después de la siembra (dds) y altura de planta (cm) a los 45 y 90 días después de la siembra (dds). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con diez tratamientos y tres repeticiones, cada parcela tenía un área de 2,5 m² con una separación de 1 m entre ellas, se realizó la siembra a una distancia de 0,05 m entre plantas y 0,30 m entre hileras. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Dentro de los resultados obtenidos se destaca que: la acumulación de biomasa el T8 con 1204,67 g m⁻²; rendimiento de grano el T4 con 372,33, T6 con 349,67 y T7 con 348 g m⁻²; índice de cosecha el T7 con 0,47; peso de 1000 semillas el T9 con 3,53 g; diámetro de tallo a los 90 dds el T8 con 0,94 cm; altura de planta a los 90 dds los tratamientos T8, T4, T7 con 119,50, 114,67 y 110 cm respectivamente. Con esta investigación se demuestra que la producción de quinua sembrada de manera comercial es factible en la zona norte de la provincia de Los Ríos.

Palabras claves: Grano andino, producción, biomasa, siembra tradicional, semillas.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The research was carried out in the Campus "La María" properties of the State Technical University of Quevedo, located at kilometer 7,5 of the Quevedo – El Empalme road, Canton Mocache, province of Los Ríos. Ten quinoa genotypes (*Chenopodium quinoa* Willd) planted continuously used, the time used for the development of this work was four months from June to September 2019. The variables studied in this research were: plant height (cm) at 45 and 90 days after planting (dds), stem diameter (cm) at 45 and 90 days after planting, biomass (g), grain yield (g), harvest rate (IC) and weight of 1000 seeds (g). A completely random design (DCA) was applied with ten treatments and three repetitions, each plot had an area of 2,5 m² with a separation of 1 m between them, the planting was carried out at a distance of 0.05 m between plants and 0,30 m between rows. The Tukey test ($p < 0,05$) was used for the comparison of means. Among the results obtained it is highlighted that: the accumulation of biomass the T8 with 1204,67 g m⁻²; grain yield the T4 with 372,33, T6 with 349,67 and T7 with 348 g m⁻²; T7 harvest rate with 0,47; weight of 1000 seeds the T9 with 3,53 g; stem diameter at 90 dds the T8 with 0,94 cm; 90 dds treatments T8, T4, T7 with 119,50, 114,67 and 110 cm respectively. This research shows that commercially sown quinoa production is feasible in the northern part of Los Ríos province.

Keywords: Andean grain, production, biomass, traditional planting, seeds.

TABLA DE CONTENIDO

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. Diagnóstico.....	4
1.1.3. Pronóstico.....	5
1.1.4. Formulación del problema.....	5
1.1.5. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo general.	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.	8
2.1.1. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd).....	8
2.1.3. Rendimiento.	8
2.1.4. Índice de Cosecha.....	8
2.1.5. Genotipo.	8
2.1.6. Grano o semillas.....	8
2.1.7. Chorro continuo.....	9
2.2. Marco referencial.	9
4.4.1. Origen.....	9
4.4.2. Taxonomía.....	10
4.4.3. Descripción botánica.	10
4.4.4. Fenología del cultivo de quinoa.	12
2.2.5. Manejo del cultivo.....	16
2.2.6. Labores culturales.....	17
2.2.7. Plagas y enfermedades.	20
2.2.8. Factores edafoclimáticos.	23
2.2.9. Producción de quinoa	26
CAPÍTULO III	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.1. Localización.	29

3.2.	Tipo de investigación.	29
3.3.	Métodos de investigación.	29
3.4.	Fuentes de recopilación de información.	30
3.5.	Diseño de la investigación.	30
3.6.	Instrumentos de investigación.	31
3.6.1	Variables estudiadas.	31
3.6.2	Tratamiento de los datos.	32
3.6.2.2	Modelo matemático.	33
3.7.	Recursos humanos y materiales.	33
3.7.1	Recursos Humanos	33
3.7.2	Materiales de campo.	33
3.7.3	Materiales y equipo de oficina	34
3.7.4	Manejo del experimento.	34
CAPÍTULO IV		36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		36
4.1.	Resultados	37
CAPÍTULO V		44
CAPÍTULO VI.....		46
BIBLIOGRAFÍA.....		46
6.1.	Bibliografía.....	47
CAPÍTULO VII		54
ANEXOS.....		54
7.1.	Anexos de análisis de varianza.....	55
7.2.	Fotografías de la investigación.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Taxonomía de la quinua</i>	10
Tabla 2. <i>Características agrometeorológicas del Campus “La María” UTEQ – Mocache</i>	29
Tabla 3. <i>Descripción de los tratamientos</i>	30
Tabla 4. <i>Características de las unidades experimentales</i>	31
Tabla 5. <i>Esquema del análisis de varianza (ANDEVA)</i>	32
Tabla 6. <i>Promedio de biomasa total y rendimiento de grano de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”</i>	38
Tabla 7. <i>Promedios del índice de cosecha y peso de 1000 semillas de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	40
Tabla 8. <i>Promedios de diámetro de tallo a los 45 y 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	41
Tabla 9. <i>Promedios de altura de planta a los 45 y 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 45 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	55
Anexo 2. <i>Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) a los 45 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	55
Anexo 3. <i>Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	55
Anexo 4. <i>Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) a los 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	55
Anexo 5. <i>Análisis de varianza para la variable biomasa (g) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	55
Anexo 6. <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano (g) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	56
Anexo 7. <i>Análisis de varianza para la variable índice de cosecha (IC) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	56
Anexo 8. <i>Análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas (g7.) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”</i>	56
Anexo 9. <i>Preparación del terreno con azadón</i>	57
Anexo 10. <i>Pasada de motocultor para desintegrar terrones de suelo</i>	57
Anexo 11. <i>Aplicación de fungicida previo a la siembra</i>	58
Anexo 12. <i>Riego por aspersión en el área de investigación</i>	58
Anexo 13. <i>Plantas de C. quinoa sembrado a chorro continuo</i>	59
Anexo 14. <i>Mecanismo de competencia por espacio y radiación</i>	59
Anexo 15. <i>Toma de datos a los 45 días después de la siembra</i>	60
Anexo 16. <i>Cosecha de genotipos de quinua</i>	60
Anexo 17. <i>Trillado y limpieza de los granos de quinua</i>	61
Anexo 18. <i>Reducción de humedad en el grano de quinua</i>	61
Anexo 19. <i>Genotipos de quinua sembrados a chorro continuo en el Campus “La María”</i> -.	62
Anexo 20. <i>Granos de quinua conservadas para próximas investigaciones</i> -.	62
Anexo 21. <i>Toma satelital del área de investigación</i>	63

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Rendimiento de grano de genotipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) sembrado a chorro continuo, en el Campus “La María”				
Autor:	Santana Chávez José Rafael				
Palabras clave:	Grano andino	Producción	Biomasa	Siembra tradicional	Semillas
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	La investigación se desarrolló en el Campus “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, situada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se utilizó diez genotipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) sembrado a chorro continuo, el tiempo utilizado para el desarrollo de este trabajo fue de cuatro meses desde junio hasta septiembre del año 2019. Las variables estudiadas en esta investigación fueron: biomasa (g), rendimiento de grano (g), índice de cosecha (IC), peso de 1000 semillas (g), diámetro de tallo (cm) a los 45 y 90 días después de la siembra (dds) y altura de planta (cm) a los 45 y 90 días después de la siembra (dds). Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con diez tratamientos y tres repeticiones, cada parcela tenía un área de 2,5 m² con una separación de 1 m entre ellas, se realizó la siembra a una distancia de 0,05 m entre plantas y 0,30 m entre hileras. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (p<0,05). Dentro de los resultados obtenidos se destaca que: la acumulación de biomasa el T8 con 1204,67 g m⁻²; rendimiento de grano el T4 con 372,33, T6 con 349,67 y T7 con 348 g m⁻²; índice de cosecha el T7 con 0,47; peso de 1000 semillas el T9 con 3,53 g; diámetro de tallo a los 90 dds el T8 con 0,94 cm; altura de planta a los 90 dds los tratamientos T8, T4, T7 con 119,50, 114,67 y 110 cm respectivamente. Con esta investigación				

	se demuestra que la producción de quinua sembrada de manera comercial es factible en la zona norte de la provincia de Los Ríos.
Abstract:	The research was carried out in the Campus "La María" properties of the State Technical University of Quevedo, located at kilometer 7,5 of the Quevedo – El Empalme road, Canton Mocache, province of Los Ríos. Ten quinoa genotypes (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) planted continuously used, the time used for the development of this work was four months from June to September 2019. The variables studied in this research were: plant height (cm) at 45 and 90 days after planting (dds), stem diameter (cm) at 45 and 90 days after planting, biomass (g), grain yield (g), harvest rate (IC) and weight of 1000 seeds (g). A completely random design (DCA) was applied with ten treatments and three repetitions, each plot had an area of 2,5 m² with a separation of 1 m between them, the planting was carried out at a distance of 0.05 m between plants and 0,30 m between rows. The Tukey test (p<0,05) was used for the comparison of means. Among the results obtained it is highlighted that: the accumulation of biomass the T8 with 1204,67 g m⁻²; grain yield the T4 with 372,33, T6 with 349,67 and T7 with 348 g m⁻²; T7 harvest rate with 0,47; weight of 1000 seeds the T9 with 3,53 g; stem diameter at 90 dds the T8 with 0,94 cm; 90 dds treatments T8, T4, T7 with 119,50, 114,67 and 110 cm respectively. This research shows that commercially sown quinoa production is feasible in the northern part of Los Ríos province.
Descripción:	80 hojas: dimensiones, 29 x 21cm + CD-ROM
Uri:	

INTRODUCCIÓN

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) pertenece a la familia Amaranaceae, subfamilia Chenopodioideae. Este género consiste en alrededor de 250 especies incluyendo especies herbáceas, leñosas y arbustivas, siendo la mayoría de ellas anuales **(1)**. La quinoa fue adaptada para las diferentes zonas iniciales de siembra, destacando una amplia posibilidad de desarrollo en los Andes peruanos extendiéndose a Colombia y al sur, hasta Chile. Alrededor de 3000 y 5000 años antes de Cristo se pudo afirmar su domesticación debido a hallazgos arqueológicos en el norte de Chile y en Ayacucho – Perú **(2)**.

Es un alimento básico de las antiguas civilizaciones de los Andes de América del Sur que se cultiva principalmente en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia, caracterizada por las comunidades ancestrales como símbolo de cultura, religiosidad y abundancia **(3)**. Recibe la calificación de pseudocereal debido a su apariencia semejante a un grano, y otras veces, de pseudosemilla oleaginosa por su alto contenido de grasa. En virtud de su alto valor nutritivo, los pueblos indígenas y los investigadores se refieren a ella a menudo como el grano de oro de los Andes **(4)**. Este grano sería el único alimento vegetal que proporcionaría los diez aminoácidos esenciales para la alimentación humana (leucina, arginina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, tirosina, triptófano, treonina, valina e histidina). Esto hace que su proteína sea equivalente a la de la leche **(5)**.

La gran variabilidad y el relativamente alto contenido nutricional, lo convierten en un cultivo importante con el potencial de contribuir a la seguridad alimentaria en todo el mundo **(6)**.

La quinoa es considerada como un cultivo marginal, subutilizado dentro de la agricultura; pese a estar relacionado con varios cultivos agrícolas importantes como la remolacha (*Beta vulgaris*), espinaca (*Spinacia oleracea*) y el amaranto (*Amaranthus* spp). En las últimas décadas el interés por la quinoa fuera de Sudamérica ha crecido enérgicamente. Esto, debido a su riqueza nutricional, así como también a su habilidad para adaptarse a un amplio rango de condiciones agroecológicas y su alto nivel de resistencia en ambientes marginales **(1)**. En comparación con otros cereales, la quinua no ha sido objeto de un mejoramiento genético sistemático y exhibe una gran variedad de entradas con las características más diversas **(7)**.

Ecuador ocupa el tercer lugar como país exportador de quinua. Sin embargo, su volumen de producción y exportación es muy inferior con respecto a Perú y Bolivia. A pesar de que existen iniciativas para promover el cultivo de quinua, encaminadas a abastecer la demanda generada en Estados Unidos y la Unión Europea, la exportación en este país tiene un máximo de 1100 toneladas, frente a las 30000 de Perú y Bolivia. En consecuencia, las exportaciones de Ecuador cubren apenas un 2% de la oferta mundial **(8)**.

La adaptabilidad y resistencia en muchos estreses abióticos permiten que se convierta en un cultivo sembrado en todo el mundo **(6)**. En Ecuador, en el año 2001 se sembraron solo 650 ha de este cultivo, y para el 2014 la superficie sembrada se incrementó a 1230 ha **(9)**. Aprovechando las características de adaptación a cualquier medio ambiente, esta investigación se realizó para determinar el rendimiento de grano sembrado a chorro continuo, simulando una condición que se asemeja a la realidad, de cómo se siembra de manera comercial.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El litoral ecuatoriano es una región de gran diversidad agrícola donde se explota una amplia variedad de cultivos. Algunos como el banano, cacao y café son de mucha tradición y representan una importante fuente de divisas para el país. Otros como el arroz, maíz, soya, etc., tienen importancia por su volumen para comercialización interno, ya sea para consumo directo o abastecimiento a la agroindustria **(10)**.

En la provincia de Los Ríos durante el período seco que es de junio a noviembre, las precipitaciones registradas en la Estación Meteorológicas del INAMHI ubicadas en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP presentaron un acumulado de 27,5 mm, representando un decremento de -88% respecto a su normal climática de 234,5 mm **(11)**.

Debido a estos cambios climáticos, la humedad remanente presente en el suelo durante la época seca del litoral ecuatoriano no satisface las necesidades hídricas de los cultivos tradicionales, sometiendo a la producción a sufrir condiciones que afectarían su rendimiento, desencadenando un sin número de problemas siendo el más importante la economía del agricultor.

La rentabilidad en los cultivos tradicionales es baja, mientras que los precios obtenidos en el cultivo de quinua son mucho más rentables (USD 100 quintal), con tendencia a seguir aumentando debido al gran valor nutritivo y el interés en el mercado nacional e internacional. Aprovechando la gran adaptabilidad que ha demostrado este cultivo se planteó la presente investigación, basado en el rendimiento de grano de genotipos de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrados a chorro continuo, en el campus “La María”, con la finalidad de obtener el genotipo con mayor rendimiento, por ende, mejores ganancias para de esta manera realizar un aporte transcendental en la diversificación de cultivos en la costa ecuatoriana.

1.1.2. Diagnóstico.

Debido a la poca humedad en el suelo en época seca y las pérdidas económicas para el agricultor, se pone a disposición una alternativa de producción rentable con un mercado demandante de Quinua gracias a sus características nutritivas.

1.1.3. Pronóstico.

Los resultados obtenidos en la investigación realizada en el campus “La María” basado en el rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrado a chorro continuo, se espera obtener buen rendimiento de grano y poder iniciar la siembra masiva de los genotipos que se adaptó mejor a la costa ecuatoriana.

1.1.4 Formulación del problema.

Determinar el rendimiento de grano de quinua sembrado a chorro continuo, durante la época seca, donde la humedad en el suelo es limitada, para observar el genotipo que mejor se adapte a estas condiciones.

1.1.5. Sistematización del problema.

¿Cuál será el genotipo de quinua con mayor biomasa y rendimiento de grano en el campus “La María”?

¿Cuál de los genotipos de quinua obtendrá el mayor índice de cosecha y peso de 1000 semillas?

¿Qué genotipo de quinua obtendrá el mejor diámetro de tallo y altura de planta?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar el rendimiento de grano de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar la producción de biomasa y el rendimiento de grano de los genotipos de quinua, sembrado en el campus “La María”

- Establecer el índice de cosecha y peso de 1000 semillas de los genotipos de quinua, sembrado en el campus “La María”
- Determinar el diámetro del tallo y altura de planta de los genotipos de quinua, sembrado en el campus “La María”

1.3. Justificación.

La quinua la tiene característica de producir granos con alto valor nutritivo bajo condiciones de cultivo extremadamente hostiles como las experimentadas en el altiplano **(12)**. Los niveles de proteína se acentúan en variaciones que van entre 13,81 y 21,9% esto se encuentra ligada específicamente a la variedad, gracias a estas exuberantes características nutritivas la quinua es considerada como el único en el reino vegetal con la capacidad de suministrar todos los aminoácidos esenciales para el ser humano **(13)**.

Por su elevado contenido de lisina y su balance de aminoácidos esenciales, resulta comparable a la proteína de origen animal. Se usa ampliamente, tanto en la alimentación humana, como animal, empleándose sus hojas y tallos tiernos como verdura de hojas, hasta la fase del inicio del panojamiento, luego se consumen las panojas tiernas en reemplazo de verduras de inflorescencia, y el grano maduro, directamente o procesado **(14)**.

Ecuador posee las características geográficas y climáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo. Sin embargo, la mayoría de los agricultores siembran de manera tradicional con sus prácticas ancestrales, como complemento al huerto familiar y en asociación con otros cultivos como papa, chocho, maíz, mellocos, habas, entre otros **(15)**.

Por ello, se desarrolló esta investigación para determinar el genotipo de quinua con mayor rendimiento de grano, sembrado a chorro continuo en el campus “La María” para así aportar al desarrollo agropecuario de la zona litoral del Ecuador, poniendo a disposición un cultivo alternativo, rentable y con un gran potencial nutritivo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1 Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

La quinua es una especie andina que pertenece a la familia Amaranthaceae. Alimento elemental en varios pueblos de Suramérica, existen muestras arqueológicas que designan que fueron domesticadas entre los 3000 y 5000 antes de Cristo (2).

2.1.2 Biomasa.

Cantidad de materia viva que acumula un organismo, 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 (16).

2.1.3 Rendimiento.

El rendimiento es una medida que se obtiene de la cantidad producida de semillas y dividida para la superficie que se dedica a determinado cultivo (17).

2.1.4 Índice de Cosecha.

Esto se encuentra identificado como la capacidad que tiene la planta para traslocar los nutrientes de su biomasa excluyendo las raíces y las hojas caídas, hacia el órgano de interés de cosecha, esto será determinado entre la división de la panoja y la biomasa.

2.1.5 Genotipo.

Genotipo es considerado como la recopilación de genes el cual enuncia información codificada por el ADN del gen que lo manipula para hacer proteínas y moléculas de ARN. La expresión del genotipo ayuda a los rasgos visibles de un individuo llamado fenotipo (18).

2.1.6 Grano o semillas.

Semilla y frutos de los cereales, leguminosas y otras plantas. Las semillas son la parte del fruto (también llamada pepita) que dan origen a una nueva planta. Al crecer, una semilla produce una planta adulta igual a la que le dio su origen **(19)**.

2.1.7 Chorro continuo.

Es un método en el cual se siembra la semilla en forma continua y rala dejando caer la semilla en el fondo de un pequeño surco a 1 o 5 centímetros de profundidad. Posteriormente se ralea dejando las plantas a la distancia adecuada **(20)**.

2.2. Marco referencial.

4.4.1 Origen.

Procedente concretamente en los entornos del lago Titicaca, el botánico Willdenow fue quien describió por primera vez a la quinua como oriunda de América del sur, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú **(21)**.

Es un producto originario de Los Andes y se cultiva ampliamente en el Altiplano Norte, Sur y Centro de Bolivia. En cada una de estas zonas se encuentra una gran diversidad genética de tamaños, colores y sabores. Tiene su origen de tiempos prehistóricos 500 años antes de Cristo donde las culturas labraban este cultivo en los declives de cordilleras cercanas a los salares de Uyuni y Coipasa. El cual fue el principal alimento de nuestras culturas **(21)**.

4.4.2 Taxonomía.

La taxonomía de la quinua *C. quinoa* Willd se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. *Taxonomía de la quinua.*

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnolipsida
ORDEN	Caryophyllales
FAMILIA	Amaranthaceae
GÉNERO	Chenopodium
ESPECIE	<i>Quinoa</i>

FUENTE:(6)

4.4.3 Descripción botánica.

2.2.3.1 Planta.

Es una planta erguida alcanza alturas variables desde 0,30 m a 3 m dependiendo del tipo, genotipo y condiciones ambientales que se desarrolla la planta. Su desarrollo y crecimiento está determinado por el genotipo y los tipos de suelos, nutrición y humedad (21).

2.2.3.2 Raíz.

La quinua presenta una raíz principal de donde nace muchas raíces laterales muy ramificadas debido a esta característica es considerada pivotante. Raíces con diferentes longitudes que van desde los 0,8 a 1,5 m. Su progreso y aumento está ligado por la variedad, superficie de desarrollo y ambiente entre varios elementos (22).

2.2.3.3 Tallo.

el tallo que presenta es cilindrado en el cuello de la planta y anguloso a partir de la ramificación. El grosor del tallo varía desde la base hasta el ápice (21).

El tallo en la etapa de formación de flores presenta diferentes coloraciones que van desde verde, verde-amarillo, naranja, rosado, rojo y púrpura. según las variedades manifiestan

canales con coloraciones mudables como el verde, amarillo, rosado y púrpura, de la misma manera manifiesta axilas de color rosado, rojo y púrpura. La característica antes señalada servirá para asemejar a la variedad que pertenece. Cuando el tallo alcanza su madurez fisiológica el color se convierte en crema o rosado con distintas intensidades (22).

2.2.3.4 Hojas.

Las hojas son de diversas formas, alternas, básicas y de color que van desde verde a rojo. Debido a sus excelentes características nutritivas pueden ser utilizadas para la alimentación como vegetales, se las puede usar antes que lleguen al punto de floración (23). Posee dos partes especiales: peciolo y la lámina. El peciolo es extenso y estriado, su longitud estará designada por su lugar de inicio; son más extensos los peciolo que nacen indudablemente del tallo y menos largos los que nacen de las ramas. La coloración del peciolo es verde, rosado, rojo y púrpura (22).

2.2.3.5 Inflorescencia.

Su panoja presenta una extensión diversa que miden desde 15 cm hasta 70 cm. Ubicadas en el ápice de la planta y de las ramas. Posee un eje primordial, ejes suplementarios y eje tercio. Tomando en cuenta la forma y posición de los grupos de flores se catalogan en amarantiformes, glomerulatas e intermedias (22).

Las amarantiforme sus glomérulos están ligados en el eje suplementario y se caracterizan por ser casi rectangular como los dedos. En el tipo glomerulata los glomérulos se posicionan en el eje tercio que nace del eje suplementario de forma redonda como una cadena de rezar. En el ejemplar intermedio los glomérulos no constan de especifica. La distancia de los ejes suplementarios y tercio son los responsables de que la inflorescencia sea laxa, intermedia o compacta; la del final se relaciona al porte de los granos, siendo de menos tamaño, los desarrolladas en panojas unidas (22).

2.2.3.6 Flores.

Este órgano puede o no tener pedúnculos y se encuentran en forma de glomérulos. El lugar del glomérulo en la etapa de inflorescencia y de las flores van a establecer la dimensión y cantidad de granos (22).

Logran medidas que logran hasta 3 mm, donde representan hasta la cantidad de tres ejemplos de flores; hermafroditas están en el lado superior del glomérulo, en la zona inferior del glomérulo se hallan las pistiladas (23). La quinua se considera autógama con un porcentaje de cruzamiento de 17%, aproximadamente (22).

2.2.3.7 Fruto.

Nuez con semillas de diverso color, de uno a dos milímetros de diámetro (24). El fruto que presenta es único que nace de un órgano reproductor femenino unicelular y con proporción dorsiventral, se relaciona con un círculo lenticular un poco dilatado en el punto centro. Con un diámetro de 1,5 a 4 mm. Dependiendo de la madurez del grano (21).

2.2.3.8 Semilla.

La semilla es el resultado del fruto sin su envoltura, de estructura convexo, elipsoidal o de forma de esfera, el cual presenta tres partes bien definidas: episperma, embrión y perisperma (25).

La semilla muestra tres fragmentos bien determinados: epispermo, embrión y perisperma. El epispermo, se halla junto al pericarpio envolviendo a la semilla. El embrión, rodeando al perispermo con una desviación de 320 grados, compone alrededor del 30% de cuerpo de la semilla, está conformado por dos cotiledones y la radícula. La radícula presenta una coloración pigmentada castaño oscuro. El perispermo sustituye al endospermo y su estructura está formado fundamentalmente por almidón, es de color blanquecino figurando el 60% de la semilla, considerado un tejido de gran acopio (22).

4.4.4 Fenología del cultivo de quinua.

2.2.4.1 Germinación.

Es cuando la plántula sale del suelo y comienza a extender sus dos hojas cotiledonares protegido por el epispermo, varía de 7 a 10 días después de la siembra (26).

La semilla recibiendo circunstancias adecuadas de temperatura, oxígeno y humedad germinan rápidamente. Las temperaturas de la superficie son significativas para el comienzo

del proceso. El agua es de vital fundamento para la iniciación del asunto y conservación del metabolismo. La primera estructura en surgir a la parte inferior del suelo e inicia la formación del sistema radicular es la radícula. El hipocótilo brota de la semillas atravesando el suelo donde divide los cotiledones volviéndolos verdes y de esta manera comienza el proceso de la fotosíntesis (22).

2.2.4.2 Hojas cotiledonales.

la quinua ha mostrado tener mayor tolerancia en esta fase, sin embargo, heladas fuertes causan doblamiento del talluelo, quemadura de cotiledones o la muerte de la plántula. Si la plántula no tiene afectado el meristemo, la planta puede recuperarse con alguna deformación de las hojas. En general, en esta etapa la plántula es tolerante a heladas, pero si es afectada no tiene muchas posibilidades de recuperación (27).

2.2.4.3 Dos hojas verdaderas.

Estas hojas se extienden debido a su estructura de romboide donde se unen la secuencia de hojas. Ocurre entre los 15 y los 20 días de la siembra y coincide con el desarrollo prolongado del sistema radicular. Los cortadores atacan en esta etapa por ser una planta joven (28).

2.2.4.4 Cuatro hojas verdaderas.

Es cuando se descifra cuando existen dos pares de hojas verdaderas longitudinal y que no se han movido de las hojas cotiledonales con coloración verde, donde se halla el brote foliar las hojas del ápice. Esta etapa sucede después de los 25 a 30 días después de la siembra, y es una fase donde la planta joven demuestra firmeza al climas con temperaturas bajas y estrés hídrico (28).

2.2.4.5 Seis hojas verdaderas.

Manifiesta tres pares de hojas verdaderas que se localizan de forma extendida y las hojas cotiledonales cambian de verde a color amarillento, se notan hojas axilares (26). Aparece después de 35 a 45 días después de la siembra cuando presenta tres hojas verdaderas y cuando los cotiledones empiezan a marchitarse (21).

2.2.4.6 Ramificación.

La ramificación es el que da paso al progreso vegetativo y perfeccionamiento de retoño floral debe existir plantas con cinco pares de hojas verdaderas. Las yemas se impulsan en forma secuencial; iniciándose con la yema axilar de la primera hoja y así continuamente. Se manifiesta con claridad la aparición de cristales de oxalato de calcio en las hojas con un aspecto cristalino e inclusive de colores que identifican genotipos; por la cuantía de hojas es el período donde se consume sus hojas como hortalizas. El follaje aumenta bruscamente y se puede presentar dificultades con insecto de hoja y enfermedades foliares como el mildiu (22).

2.2.4.7 Desarrollo del botón floral.

Se observa como una distribución compacta resguardada por hojas y revestida por la pubertad de granos gustosas en oxalato de calcio. Es incuestionable, cerca del estado de 5 pares de hojas. Se relata tomando en cuenta el tamaño del primordial estado floral desde su aparición hasta la formación de una colocación piramidal que puntea la inflorescencia (22).

2.2.4.8 Desarrollo de la inflorescencia o panoja.

Ocurre a los 55 a 60 días. Cuando la inflorescencia comienza a ser visible rodeada por pequeñas hojas y se manifiesta el tono amarillento en el inicio del par de hojas verdaderas y es cuando se produce la elongación del tallo y el engrosamiento del tallo (21).

2.2.4.9 Panojamiento.

El panojamiento resalta con claridad sobre las hojas, dando a notar botones florales específicos naciendo en los glomérulos. Ello sucede entre los 65 y 70 días de la siembra (28).

2.2.4.10 Inicio de floración.

Esta fase es muy sensible a las heladas y sequías, ocurre cuando a flor hermafrodita expone los estambres con espacio. Sucede alrededor de los 75 y 80 días de la siembra (28).

2.2.4.11 Floración o Antesis.

La floración acontece desde los 90 a 100 días después de la siembra cuando el 50% de las flores se hallan abiertas, esta etapa de observa a medio días, porque en las mañanas y al atardecer se localizan cerradas. Esta fase es muy sensible a las condiciones climáticas especialmente a las heladas, pudiendo resistir solo hasta -2 °C, y pueden ocurrir abortos de las flores con temperaturas mayores a 38 °C, en invernaderos o zonas desérticas y calurosas (25).

2.2.4.12 Fruto, crecimiento, estado acuoso.

Los frutos empiezan a progresar y desplegarse. Su desarrollo se ajusta dependiendo del tamaño y la porción ocupada adentro del área formado por el perigonio sepaloide en 25, 50, 75 y 100%. Durante esta etapa de evolución del grano, se repletan de una sustancia acuosa por lo que se designa como estado acuoso. Se forman las porciones nutritivas del fruto, especialmente de los cotiledones. El medio ambiente y la variedad son quienes mudan el tiempo (22).

2.2.4.13 Fruto en estado lechoso.

En este estado los frutos al ser forzados con los dedos estallan y dejan surgir un líquido lechoso, esto sucede entre los 100 a 130 días después de la siembra. En esta fase el déficit de agua es sumamente dañino (26).

2.2.4.14 Fruto en estado pastoso.

Ocorre se 130 a 160 días, cuando el fruto es presionado por las uñas presentan una consistencia acuosa pastosa de color blanco. En esta fase el ataque de la polilla de la quinua y ataque de KconaKcona (*Eurysaca* sp), Chinchas (*Liorrhysus hyalinus*) (21).

2.2.4.15 Madurez fisiológica.

Se puede determinar cuándo se estruja con las uñas y muestra aguante a la penetración, ocurre a los 160 a 180 días después de la siembra y donde el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, y se presenta un amarillamiento completo de la planta y una gran defoliación (25).

2.2.5 Manejo del cultivo.

2.2.5.1 Preparación de terreno.

Una buena preparación del suelo en el cultivo de quinua garantizará mejores resultados en rendimiento, tolerancia a estrés y el ataque de plagas y enfermedades. La incorporación de abonos orgánicos, el uso de distintos fertilizantes, asimismo como la rotación adecuada de cultivos como maíz, leguminosas y algunos cereales antes de la siembra de quinua son algunos de los factores que garantizaran un buen desarrollo de las plantas de quinua **(15)**.

Consisten en voltear la tierra para lograr la descomposición de los residuos de cosecha convertidos en materia orgánica, facilitar la aireación del suelo a través de un buen mullido y conseguir un suelo parejo con la nivelación **(29)**.

2.2.5.2 Siembra y método de siembra.

La siembra se puede realizar en forma manual (al voleo o en líneas a chorro continuo) a una profundidad de 2 a 5 cm, o en forma mecanizada (con sembradora) con un distanciamiento entre surcos de 40 a 60 cm y de 35 – 40 cm con yunta. Se destacan los siguientes métodos de siembra: a) siembra al voleo, se vierte la semilla en todo el terreno; b) Se siembra en zanjas, a una distancia de 30 a 50 cm, se esparce la semilla a chorro continuo en las hileras y rápidamente se efectúa un leve tapado; c) siembra en hoyos, consiste en la apertura de hoyos (hasta encontrar tierra húmeda) a una distancia de 50 a 100 cm, de 10 a 20 cm de profundidad, con un diámetro de 40 cm, se deposita de 15 a 40 semillas por hoyo **(25)**.

2.2.5.3 Época de siembra.

La época de siembra es el tiempo en que se debe instalar el cultivo, para garantizar que la planta cumpla con su ciclo de vida. Varía de acuerdo a la zona y al cultivar, en función del periodo vegetativo; para el caso de la zona de Ancash la siembra se debe realizar en los meses de septiembre hasta quincenas de noviembre, cuidando de no pasarnos de esta época, caso contrario se corre el riesgo de no tener una buena cosecha **(29)**.

Generalmente son diferentes épocas de siembra, ya que el agricultor lo considera como un cultivo de subsistencia, donde prepara el suelo para sembrar otros cultivos, como papas,

cebada, habas, maíz, etc. Encontrándose cultivos de subsistencia en diferentes periodos vegetativos. En cultivos comerciales se recomienda sembrar en octubre a enero que coincide con la época de lluvias y con riego hasta abril **(30)**.

2.2.5.4 Fertilización.

En suelos con una fertilización baja se pide usar 80-40 kg por hectáreas de N y P_2O_5 respectivamente; que se envuelve con 100 kg por hectáreas de 18 – 46 – 00 aplicados al momento de la siembra, más 150 kg de urea o 200 kg de nitrato de amonio por hectárea a la deshierba y aporque **(31)**.

La fertilización de la quinoa, es el componente primordial en la obtención del rendimiento, y más cuando persigan una rotación no recomendada en suelos con una fertilidad muy baja; la aplicación de fertilizantes dependerá del estudio del suelo y evidentemente de la fortuna o escasez de reservas de nutrientes del mismo y así mismo de las cuantías de nutrientes que extrae la quinua para una explícita producción de grano y biomasa **(32)**.

2.2.6 Labores culturales.

2.2.6.1 Deshierbe.

Es recomendable realizar el primer deshierbe cuando las plantas de quinua alcancen un aproximado de 20 cm, esto sucederá a los 50 días después de la siembra. La frecuencia dependerá del contagio de plantas, habiendo el mayor problema en suelos con permanente humedad **(32)**.

2.2.6.2 Raleo.

Es una labor que complementa la depuración, y consiste en ajustar la distancia entre plantas, donde independientemente al sistema de siembra, se recomienda un distanciamiento de 8 a 10 cm entre plantas **(15)**.

Es el entresaque de las plántulas, se realiza cuando se tiene alta densidad de plantas por metro lineal o área de cultivo, en esta labor se descartan las plantas: más pequeñas, raquíticas,

débiles y enfermas. Se realiza aproximadamente a los 30 a 45 días después de la germinación, antes de que las plantas alcancen una altura de 15 cm **(29)**.

2.2.6.3 Aporque.

Ejecutar el aporque antes de la etapa fenológico de panojamiento, conjuntamente con el deshierbe. En variedades nativas no se practica esta labor, debido a que poseen buen sistema radicular que sostiene perfectamente la parte aérea de la planta **(25)**.

2.2.6.4 Purificación varietal.

Consiste en eliminar plantas de quinua que no reúnen características varietales del cultivo, comprende generalmente plantas de quinua ajenas a la variedad y quinuas silvestres (ajaras). Esta labor debe realizarse antes de la floración, cuando hay una buena diferenciación entre otras variedades y el cultivo **(25)**.

2.2.6.5 Riego.

El cultivo de quinua es de temporal o seco. Si se dispone de riego, se puede aplicar cada 20 días, con énfasis en floración y llenado del grano; se recomienda regar por gravedad, aspersión o goteo **(33)**.

2.2.6.6 Cosecha.

La cosecha de la quinua se da cuando la planta toma un color amarillo pálido, dependiendo de la variedad que se haya sembrado. Las plantas están listas para ser cosechadas cuando casi el total de sus hojas se han caído y las panojas y tallos estén relativamente secos **(15)**.

Esto dependerá estrictamente de la variedad, puede ser a los 5 o 8 meses. Las hojas de la parte inferior cambian su coloración y se caen, el grano ofrece rechazo de penetración al ejercer presión sobre ellos **(32)**.

2.2.6.7 Corte o siega.

Se debe realizar este trabajo cuando se obtenga la madurez fisiológica, cortar la planta a la altura del cuello, efectuarlo en las mañanas para aprovechar la humedad presente y de esta manera conservar los granos en el interior de los glomérulos, así evitamos pérdidas de semillas (32).

2.2.6.8 Emparvado.

Se realiza para lograr una mayor uniformidad en la maduración del grano y el oreado de las panojas, facilitando la trilla (desgrane) luego para evitar que las lluvias, nevadas o granizadas, malogren las panojas se procede a cubrir las parvas con paja en forma de techo, hasta el momento de la trilla (34).

2.2.6.9 Trilla o golpeo.

Consiste en la separación del grano de la planta, la cual manualmente se puede realizar, por golpes utilizando varios métodos, o mecánicamente utilizando una trilladora, previamente regulada con el tamaño del grano (15).

El objetivo es obtener granos íntegros con el embrión completo. El lugar de trilla debe ser plano, firme y un poco elevado. Sobre las eras se usa material disponible de la zona como mantas, lonas o tolderas llamadas sekas o llicllas (35).

2.2.6.10 Prelimpieza o venteado.

Consiste en separar el grano de las impurezas orgánicas e inorgánicas posteriormente de la trilla. Evitando la presencia de semillas de maleza, granos partidos, pedazos de tallos, hojas pequeñas, cáscara de quinua y larvas de insecto. Entre los materiales inorgánicos contamos con piedrecillas, arena y otros. El mejor momento para realizar el venteo es por las tardes, debido a las fuertes corrientes de aire. Se usan platos o zarandas y a determinada altura se sacuden para hacer caer los granos sobre la lona, el viento separa las impurezas. No es recomendable guardar el grano con impurezas porque se torna amarillento (35).

2.2.6.11 Secado de grano.

Una vez realizado el venteo o limpiado de granos se debe realizar el secado de los mismos, exponiéndolos a la radiación solar, ya que los granos húmedos pueden fermentar y adquirir una coloración amarillenta, desmejorando la calidad. Existe una relación directa entre el porcentaje de humedad y tiempo de secado del grano, con el poder y energía germinativa. Se hace secar los granos de quinua, hasta que tengan una humedad aproximada de 10 a 12% (34).

2.2.6.12 Almacenamiento del grano.

La quinoa una vez sin humedad y clasificada debe ser acopiada en espacios con aireación, secos y a temperaturas bajas, por ser delicado, para la conservación se debe menorar la humedad y temperatura del grano ayudando a su viabilidad (32).

2.2.7 Plagas y enfermedades.

Para lograr excelentes resultados en el rendimiento de quinua al final del ciclo vegetativo el productor debe implementar un eficaz control de plagas y enfermedades, protegiendo el medio ambiente y su salud. Para aplicar un acertado plan de control se deben caracterizar las plagas y enfermedades de la quinoa (36).

2.2.7.1 Plagas

Durante el ciclo vegetativo de la quinua se presentan plagas que producen perjuicios de manera directa como picando, raspando, masticando defoliando hojas, minando hojas y barrenando tallos, eliminando panojas y grano, dando lugar a infecciones secundarias causadas por microorganismos patógenos (29).

a) Gusano cortador.

El gusano cortador (*Agrotis ipsilon*) son gusanos de acción crepuscular y nocturna. Al inicio de sus estadios se alimentan de las hojas inferiores de la planta. Durante el día duran refugiadas en la superficie (37).

b) Defoliadores.

Spodoptera frugiperda, este defoliador cuando es adulto tiene una actividad nocturna y con una gran capacidad de vuelo y dispersión. La hembra coloca sus posturas en masas de hasta 150 huevos cubiertos con escamas. Las larvas inicialmente consumen el tejido foliar raspando la epidermis de uno de los lados, dejando la capa epidermal opuesta intacta. En el segundo o tercer instar, las larvas comienzan a realizar orificios en las hojas. Larvas desarrolladas pueden causar una defoliación intensa en la planta. Se ha apreciado que las larvas pueden subir a la panoja de la quinua para alimentarse de las flores y los granos en desarrollo (9).

c) Pulgones.

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 (veranillo) (38).

d) Aves (pájaros).

Esta plaga compone la principal causa de daños en el cultivo. Comen granos de la panoja y con ello dan lugar al desplome de semillas. Las variedades dulces son más evidentes el ataque. Lo grave del ataque por aves es que sucede en las etapas finales de la planta. A parte del daño a nivel del grano también se ha podido observar daños a nivel de plántulas en las primeras etapas del cultivo donde comen los cotiledones con ello causan la muerte de las plantas, lo cual conlleva a realizar una resiembra (29).

e) Trips o llajas.

Dañan los tejidos tiernos de la planta al chuparles la savia, hasta producir un vacío. Ello produce la formación de heridas o lesiones por donde fácilmente se introducen agentes patógenos, causantes de enfermedades (38).

f) KconaKcona.

Se expresa cada campaña agrícola en términos de pérdidas de rendimiento en grano, las larvas cuando son pequeñas minan, pegan hojas y brotes tiernos, las adultas destruyen inflorescencias, granos lechosos, pastosos y maduros. Las arremetidas son muy agudos en periodo de déficit de agua y altas temperaturas, habiéndose registrado de 15 a 20 larvas en una planta (panoja), disminuyendo la calidad y cantidad del grano en un 50% **(34)**.

2.2.7.2 Enfermedades.

Europa, Sudamérica y Norteamérica están desarrollando cuantiosamente las hectáreas labradas con quinua, las enfermedades embisten a este cultivo que recaba mayor interés; no obstante, son ineficientes los estudios realizados sobre la colocación, tipificación y determinación de las enfermedades, plantas hospederas, causas, epidemiología de los patógenos y ciclo de vida, mecanismos de resistencia y estrategias de prevención o de control **(38)**.

a) Mildiu (*Peronospora effusa*).

Es la enfermedad más importante y común, en cosecha ocasiona pérdidas que varía entre 20 a 25%, la capacidad de desarrollo, propagación y adaptación del hongo es admirable en los diferentes lugares donde se cultiva quinua, sin embargo, la infección es mayor en condiciones ambientales con alta humedad. Ataca principalmente a las hojas, aunque también se puede encontrar la enfermedad en los tallos, ramas e inflorescencias en variedades muy susceptibles **(34)**.

b) Mancha foliar (*Cercospora* sp).

Las sintomatologías primeras son manchas necróticas en las hojas, de forma más o menos redonda a anormal. Con agresiones severas da nacimiento a una defoliación y de esta manera somete drásticamente la capacidad fotosintetizar, y si la panoja está en evolución afecta la calidad del grano **(37)**.

c) Pudrición radicular (*Fusarium* sp).

Marchitez, lesiones de color marrón oscuro en raíces y raicillas. Epidemiología Distribución. Patógeno polífago transmitido por el suelo, se presenta con mayor frecuencia en campos con problemas de drenaje. No tiene mayor importancia en las zonas con pendiente o laderas y en climas fríos (29).

d) Chupadera fungosa o marchitez a la emergencia (*Rhizoctonia solani*).

Pudrición del tallo de la plántula, chupadera fungosa o marchitez a la emergencia es una enfermedad que afecta en pre y post emergencia. Puede ser importante en muchas zonas donde se cultiva quinua, aunque por desconocimiento está siendo subestimada por los productores. Esta enfermedad es causada por patógenos del suelo, que pueden constituirse en un importante factor limitante del cultivo en zonas con suelos pesados y húmedos, en años con alta precipitación, en sistemas de producción donde se incluyen hortalizas y en suelos con alto contenido de materia orgánica (9).

e) Virosis.

Se presenta con una coloración amarillento parcial o extendido. Estas sintomatologías, por el virus, se manifiestan desde etapas tempranas y se acentúan a medida de las plantas desplieguen. Estos síntomas están unidos de hojas coriáceas y en varios casos se observa una reducción entrenudos (37).

2.2.8 Factores edafoclimáticos.

2.2.8.1 Suelo.

La quinua es planta que vegeta en suelos de muy variada textura, prefiriendo sin embargo los arenosos, limosos, areno-limosos, areno-arcillosos y limo-arcillosos y no prospera en buenas condiciones en terrenos francamente arcillosos, húmedos y mal drenados (24).

En lo referente al suelo la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con profundidad promedia, un contenido medio de nutrientes, buen drenaje y pendientes moderadas. La quinoa se adecúa muy bien a suelos de tipo desigual (34).

2.2.8.2 pH.

La quinua tiene una extensa categoría de desarrollo y producción a diferentes pH del suelo de 6,5 – 8,5 **(34)**. Estudios desarrollados entorno al pH en el suelo descifra que la quinua se manifiesta favorablemente en suelos con un pH cerca de la neutralidad; no obstante, es provechoso reiterar que existen genotipos apropiados para cada una de las situaciones extremas de salinidad o alcalinidad, esto se debe a la extensa viabilidad genética de esta planta **(39)**.

2.2.8.3 Clima.

Por ser una planta con gran adaptabilidad y tener amplia variabilidad genética, la quinua se adapta a diferentes climas, desde el desértico y el caloroso en la costa, hasta el frío y el seco en el altiplano. Asimismo, se encuentra en valles interandinos templados y lluviosos, y alcanza inclusive los principios de la ceja de bosque con mayor humedad relativa, así como a la puna y a las cordilleras de grandes altitudes **(35)**.

2.2.8.4 Agua.

La quinoa es un organismo eficaz en la utilización de agua, a pesar que es C3, tiene mecanismos morfológicos, fenológicos, anatómicos y bioquímicos que le admiten no solo soportar al déficit hídrico, sino soportar y resistir la ausencia de humedad del suelo, la quinua crece y genera producciones tolerables con lluvias mínimas de 200-250 mm anuales **(39)**.

2.2.8.5 Temperatura.

La temperatura ideal para la quinua se sitúa en rangos alrededor de 8 – 15 °C, puede soportar hasta -4°C, en explícitas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano **(34)**.

La presencia de temperaturas elevadas afectan notoriamente el normal desarrollo fisiológico de la planta, haciendo que la planta apesque el proceso de producción de grano para asegurar la vida **(29)**.

2.2.8.6 Radiación.

Regula la colocación de los cultivos sabiendo la superficie e influye en las posibilidades agrícolas de cada región. La quinua resiste radiaciones sumamente fuertes en zonas altas de los andes, es por eso, que radiaciones elevadas sustituyen las horas de calor para cumplir el normal desarrollo vegetal. La franja con mayor producción de quinua del Perú (Puno), el media anual de la radiación global (RG) que toma la superficie del suelo, asciende a $462 \text{ cal cm}^{-2}\text{día}^{-1}$, y en la costa (Arequipa), logra a $510 \text{ cal cm}^{-2}\text{día}^{-1}$; mientras que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación logra a $489 \text{ cal cm}^{-2}\text{día}^{-1}$ y en La Paz es de $433 \text{ cal cm}^{-2}\text{día}^{-1}$, sin embargo el promedio de radiación neta (RN) aceptada por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Puno, Perú a 176 y en Arequipa, Perú a 175, mientras que en Oruro, Bolivia a 154 y en La Paz, Bolivia a 164, solamente, debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo. En 1998 fijaron que los escenarios radiactivos en el Altiplano de Perú y Bolivia, surgen muy propicios para la agricultura. Aluden que una RG sublime ayuda una fotosíntesis intensa y una producción vegetal importante, y además una RN baja induce pocas necesidades en agua para los cultivos (39).

2.2.8.7 Fotoperiodo.

La quinua, presenta genotipos para cada fotoperiodo existente, esto es gracias a su amplia gran plasticidad y variabilidad genética, adaptándose fácilmente a estas condiciones de luminosidad, este cultivo prospera favorablemente con 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sur América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz progresa en forma conveniente, como lo que sucede en las áreas nórdicas de Europa. En la latitud sur a 15° , cerca del cual se tiene las zonas de mayor producción de quinua, el promedio de horas de luz diaria es de 12,19, con un acopiado de 146,3 horas al año (39).

2.2.8.8 Altura.

La quinua a nivel del mar provoca el periodo vegetativo breve con rendimientos altos (4000 kg ha^{-1}) y a los 4000 m.s.n.m. se efectúa el periodo vegetativo largo. Con variedades como la blanca de Junín, la elevación óptima es de 2800-3500 m.s.n.m (35).

2.2.8.9 Heladas.

Al generar cristales de hielo en las partes intercelulares de la quinua estas ocasionan rompimientos del plasma. Las heladas se dan por temperaturas bajas que van de $< - 4^{\circ}\text{C}$ acontecen esencialmente en alturas elevadas, cuando hay cielo dispuesto, abandono de viento y en las horas de madrugada **(34)**.

2.2.8.10 Sequía.

La quinua resiste tiempos de ausencia de agua hasta 60 días, menos en los estados fenológicos de:

- Germinación hasta 4 hojas verdaderas.
- Floración.
- Madurez de estado lechoso **(34)**.

2.2.8.11 Humedad.

Un exceso de humedad es dañino en las épocas de:

- Floración (polen se convierte inviable)
- Madurez de estado pastoso y completo (la quinua puede germinar en la panoja)
- Cosecha (altos costos de secado) **(34)**.

2.2.8.12 El viento.

Cuando las lluvias vienen acompañadas de fuertes vientos, producen el volcamiento o “acame” de la quinua, lo que incide posteriormente en la baja de los rendimientos, por la interrupción que sufre el desarrollo normal de la planta **(34)**.

2.2.9 Producción de quinua

2.2.9.1 Quinua en Ecuador.

Históricamente Ecuador es el tercer país en realizar actividades de investigación y desarrollo para el rescate, promoción y uso de la quinua en la zona andina, de manera sistemática y

dinámica; 30 años aproximadamente después de que inició Bolivia y Perú. Para este objeto se contó con el apoyo del INIAP, de la FAO, IBPGR y el Gobierno de Canadá (CIID) **(40)**.

En Ecuador, el rescate de este grano andino junto al ataco (amaranto) y al chocho se inició en el año 1983, con la recolección de la variabilidad nacional y la formación del banco de germoplasma del INIAP. El ex Programa de Cultivos Andinos de la Estación Experimental Santa Catalina, inició las primeras investigaciones y después de algunos años de trabajo en fitomejoramiento, manejo agronómico y calidad nutricional, liberó dos variedades de alto rendimiento, pero altas en contenido de saponinas (sustancia amarga). En 1992, liberó las primeras variedades de bajo contenido de saponina “dulces”, de las cuales la variedad INIAP Tunkahuan continua vigente, las otras ya no se mantienen ni se cultivan **(33)**.

2.2.9.2 Rendimiento de quinua en Ecuador.

El Ecuador ha crecido significativamente por su alta productividad, obteniendo en promedio 2000 kg ha⁻¹ frente a Perú con 860 kg ha⁻¹ y Bolivia con 644 kg ha⁻¹, lo cual incide en que sus costos de producción sean menores **(14)**.

2.2.9.3 Índice de cosecha.

Índice de cosecha (IC) refleja la partición de fotoasimilados hacia los granos. Se lo define como la proporción del peso seco total que se acumula en los órganos cosechados y puede variar con el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo por ambiente. Por extensión, se puede definir también el índice de cosecha de nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.), el cual refleja la proporción nutriente que es exportada en los granos **(25)**.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se llevó a cabo en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, tuvo una duración de 4 meses, iniciando en el mes de junio y terminando en septiembre del 2019, las características agrometeorológicas del campus “La María”, se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Características agrometeorológicas del campus “La María” UTEQ – Mocache.

Temperatura promedio °C	26
Humedad relativa (%)	87,71
Heliofanía horas luz/año	915,56
Precipitación anual mm	2274,29
Evaporación, promedio anual (mm)	1018,3
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh – T)

Fuente: Estación Meteorológicas del INAMHI ubicadas en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (41).

3.2. Tipo de investigación.

El presente trabajo se basó en una investigación experimental, contribuyendo positivamente a investigaciones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), enmarcándose en la línea de investigación (a) Agricultura, Silvicultura y Producción animal y sublínea (1) Desarrollo y manejo de variedades e híbridos en cultivo de interés estratégico para el Ecuador.

3.3. Métodos de investigación.

El método de investigación utilizada fue la observación que permitió el monitoreo del cultivo en sus diferentes etapas fisiológicas, ayudando a descifrar el comportamiento agronómico de cada genotipo de quinua; el método analítico determinará el rendimiento de los genotipos de quinua, luego el método experimental se aplicó para dar resultados confiables sobre las variables a estudiar, aplicando un análisis de varianza y la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.4. Fuentes de recopilación de información.

La recopilación de información provino de un monitoreo sistemático directamente en el cultivo y de fuentes secundarias como revistas científicas, artículos científicos, libros, documentales, entre otros.

3.5. Diseño de la investigación.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con 10 tratamientos, tres repeticiones, dando un total de 30 parcelas para el estudio esto se detallada en la tabla 3. Las condiciones donde se desarrolló la investigación son homogéneas lo cual permite la aplicación de este diseño.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos.

N°	Tratamientos (genotipos)	Repeticiones	Plantas evaluadas	Total
1	26	3	3	9
2	54	3	3	9
3	O-2	3	3	9
4	O-3	3	3	9
5	O-7	3	3	9
6	O-10	3	3	9
7	J4	3	3	9
8	Pata de venado	3	3	9
9	J4*O-10	3	3	9
10	X4	3	3	9
Total			30	90

UE: Unidades Experimentales

Elaborado: Autor

En la tabla 4 se describe las características del ensayo establecido en el campo.

Tabla 4. *Características generales del ensayo.*

Características	Cantidad
Plantas Evaluadas	30
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	3
Tamaño de parcelas	2,5 m ²
Número de hileras	4
Distancia entre plantas	0,05 m
Distancia entre hileras	0,30 m
Distancia entre repeticiones	1 m
Separación entre parcelas	1 m
Área total del ensayo	200 m ²

Elaborado: Autor

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1 Variables estudiadas.

3.6.1.1 Biomasa total (g m⁻²).

Se determinó al final de la investigación cuando las plantas terminaron la etapa reproductiva estando aptas para ser cosechadas. Se separó la raíz, hojas, ramas y panojas sin trillar para ser pesadas y realizar la sumatoria determinando la biomasa total. Esto se realizó en 1m² por cada tratamiento.

3.6.1.2 Rendimiento de grano (g m⁻²).

Se determinó una vez que las plantas de quinua completen su madurez fisiológica, cuando se cosechó se trillaron las panojas permitiendo determinar el rendimiento de grano de cada genotipo en estudio.

3.6.1.3 Índice de cosecha (g).

Es la capacidad de traslocar al grano todos los nutrientes acumulados en los órganos vegetativos de la planta, esto permitió identificar que genotipo de quinua presentó el mejor índice de cosecha.

3.6.1.4 Peso de 1000 semillas (g).

Se contaron las 1000 semillas y se pesó en la balanza para determinar cuántos gramos existen.

3.6.1.5 Diámetro de tallo (cm).

Con ayuda de un calibrador se procedió a medir la parte del tercio inferior de la planta, esto se realizó a los 45 y 90 días después de la siembra.

3.6.1.6 Altura de planta (cm).

Esta variable se evaluó con una cinta métrica, se tomó la medida desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja, se realizó dos veces mientras duró la investigación a los 45 y 90 días respectivamente, se escogió tres plantas al azar por cada parcela.

3.6.2 Tratamiento de los datos.

3.6.2.1 Análisis de Varianza

El esquema del análisis de varianza detallada en la tabla 5.

Tabla 5. *Esquema del análisis de varianza (ANDEVA)*

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	$t-1$	9
Error experimental	$t(r-1)$	20
Total	$t*r-1$	29

Elaborado: Autor.

3.6.2.2 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.

3.7. Recursos humanos y materiales.

3.7.1 Recursos Humanos

Para desarrollar esta investigación participaron como tutor el Dr. Camilo Mestanza, el investigador José Santana así mismo el Ing. Luis Franco, Katuska Campos y Bryan Chávez como colaboradores.

3.7.2 Materiales de campo.

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ✓ Semillas de quinua | ✓ Regaderas |
| ✓ Azadón | ✓ Manguera |
| ✓ Surcador | ✓ Botas |
| ✓ Piola | ✓ Pala |
| ✓ Martillo | ✓ Baldes |
| ✓ Cañas | ✓ Tarrinas plásticas |
| ✓ Sembradora manual | ✓ Cinta métrica |
| ✓ Machetes | ✓ Calibrador |
| ✓ Alambre | ✓ Sacos de plásticos |
| ✓ Rastrillo | |

3.7.3 Materiales y equipo de oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Celular
- ✓ Lapiceros
- ✓ Cuaderno
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufa
- ✓ Marcador permanente
- ✓ Hojas A4
- ✓ Fundas de papel

3.7.4 Manejo del experimento.

3.7.4.1 Selección del sitio o localidad.

Se estableció la investigación en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que presenta las condiciones agrometeorológicas adecuadas para el desarrollo del cultivo de quinua, con suelos fértiles, topografía plana, de fácil acceso para el manejo del cultivo.

3.7.4.2 Preparación del terreno.

Se balizó el terreno a utilizar para determinar el área de las parcelas necesaria para la investigación, se realizó dos pases de rastra y uno de arado, luego se colocó estacas de cañas para delimitar las 30 parcelas, una vez establecidas las parcelas se utilizó un motocultivador para romper las agregaciones del suelo y de esta manera facilitar el desarrollo normal de las raíces del cultivo.

3.7.4.3 Siembra.

Para realizar la siembra se regó las 30 parcelas en estudio; luego se colocaron las semillas mezcladas con arena en las sembradoras manuales, se procedió a colocar en forma de chorro continuo sobre las cuatro hileras a sembrar con aproximadamente una semilla por cada 3-5 cm.

3.7.4.4 Manejo.

Una vez establecido el cultivo, se regó tres veces a la semana con regaderas. En relación al control de malezas se aplicó un herbicida para combatir plantas de hoja angosta y las malezas de hoja ancha, se complementó con un control manual. La fertilización se efectuó con dos aplicaciones de abono completo N P₂O₅ K₂O (10-30-10).

3.7.4.5 Cosecha y postcosecha.

La cosecha se realizó una vez que las plantas completaron su madurez fisiológica, se cosechó 1 m² de cada parcela, una vez realizada esta operación se procedió a separar las panojas para trillarlas, ya trilladas se las expuso al sol para disminuir la humedad, se precauteló realizar todas estas actividades en el menor tiempo posible para evitar la pérdida de viabilidad de las semillas. Finalmente se pesó el metro cuadrado cosechado para determinar el rendimiento de grano por cada tratamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1 Biomasa total (g m^{-2})

Para la variable biomasa, el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) el genotipo con mayor promedio es el T8 (Pata de venado) con $1204,67 \text{ g m}^{-2}$, estadísticamente diferente del T2 (54) con 438 g m^{-2} que presentar menor promedio, (Tabla 6).

Pinargote (16), en su investigación basada en producción de biomasa y determinación del índice de cosecha en quinua registra una acumulación de 4636 g m^{-2} datos tomados en 3 plantas por parcela donde hay una distancia de siembra de 0,25 m entre plantas y 0,30 m entre hilera, mientras que Franco (41), expresa que la eficiencia de utilización del nitrógeno en el rendimiento de quinua, esta alcanza una biomasa de $1584,2 \text{ g m}^{-2}$ utilizando una fertilización de 150 kg N ha^{-1} . Sin embargo, Mamani (28), obtuvo una mayor producción de biomasa $62,12 \text{ g m}^{-2}$ con riego completo, pero no mayor a plantas con estrés inicial (T1 y T2) ($65,76$ y $61,21$) g m^{-2} .

Respecto a esto, Núñez (48), establece que las respuestas al incremento de la población de plantas generan que el patrón de acumulación de biomasa se modifica notoriamente por cambios en la densidad. El índice de área foliar, la intercepción de la luz y la tasa de producción son características de la comunidad de plantas en conjunto. Dentro de la comunidad las plantas se aglomeran y entre ellas se establecen interacciones muy fuertes. El cierre de estomas reduce el ingreso de anhídrido carbónico reduciendo los niveles de fotosíntesis.

4.1.2 Rendimiento de grano (g m^{-2}).

Para la variable rendimiento de grano, el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) los genotipos con mayores promedios fueron el T4 (O-3), T6 (O-10) y T7 (J4) con $372,33$, $349,67$, 348 g m^{-2} , respectivamente, estadísticamente diferente del T2 (54) con 147 g m^{-2} que presenta menor promedio, (Tabla 6).

Chuquimarca (49), en su ensayo sobre la evaluación de adaptación y rendimiento de diez líneas de quinua, reporta mayor promedio en el T9 (LQEP8) de 115 g m⁻², de la misma manera Chino *et al* (43), expresa un mayor rendimiento en su T5 con 208 g m⁻² en la variedad Jacha Grano con una aplicación de 20 t ha⁻¹ de estiércol de llama. Mientras Delgado (50), evaluó 16 genotipos en Nariño-Colombia donde un grupo de tunkahuan (S20, S39, S44) alcanzando rendimientos de 170 a 270 g m⁻², sin embargo datos inferiores obtuvo García (42), con la variedad dulce de Soracá con una densidad de siembra de 10 kg ha⁻¹ en el T2 y T3 da rendimientos de 210 y 228 g m⁻², respectivamente.

Núñez (48) manifiesta que estos aspectos son de gran importancia para entender la productividad de los cultivos y en especial para evaluar el efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento. Además, la dinámica de poblaciones nos ayuda a entender la competencia del complejo malas hierbas-cultivo y el proceso de mortalidad de las plantas.

Tabla 6. Promedio de biomasa total y rendimiento de grano de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”

Tratamientos	Genotipos	Biomasa total				g m ⁻²	Rendimiento de grano		
1	26	584,00		b	c		245,00	a	b
2	54	438,00			c		147,00		b
3	O-2	742,00	a	b	c		298,00	a	b
4	O-3	937,33	a	b			372,33	a	
5	O-7	609,33		b	c		205,67	a	b
6	O-10	851,67	a	b	c		349,67	a	
7	J4	739,67	a	b	c		348,00	a	
8	P.V	1204,67	a				254,00	a	b
9	J4*O-10	596,67		b	c		232,00	a	b
10	X4	753,33	a	b	c		310,00	a	b
CV (%)		21,60					21,75		
Probabilidad (p<0,05)		0,0008**					0,0032**		

Columna con letras distintas difieren estadísticamente (p<0,05); ns: No significativo,

*Significativo, **Alta significancia

4.1.3 Índice de cosecha IC

Para la variable índice de cosecha (IC), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) el genotipo con mayor promedio es el T7 (J4) con 0,47, estadísticamente diferente del T8 (Pata de venado) con 0,21 que presentar menor promedio, (Tabla 7).

Estos valores difieren de aquellos reportados por Pinargote **(16)** quien registró un promedio en la variable índice de cosecha de 0,56 en el genotipo O-7 lo cual se asocia con el rendimiento y la densidad de siembra; mientras que Cruz **(46)** reportó promedios de 0,42 en la investigación relacionado a la caracterización agronómica de la colección de germoplasma de quinua en Bolivia; valores similares obtuvo Franco **(41)**, en su investigación sobre eficiencia del nitrógeno en el genotipo 0-3 con una translocación de 0,43.

4.1.4 Peso de 1000 semillas (g).

Para la variable peso de 1000 semillas, el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) el genotipo con mayor promedio es el T9 (J4*O-10) con 3,53 g, estadísticamente diferente del T2 (52) con 2,04 g que presenta menor promedio, (Tabla 7).

Valores inferiores determina Delgado *et al* **(50)**, en la evaluación de 16 genotipos de quinua en Nariño-Colombia donde registra un peso de 2,52 y 3,45 g., mientras que Cruz **(46)**, en su trabajo de investigación expresa un valor de 2,7 g en 1000 semillas, lo cual se opone Quispe **(51)**, cuando evaluó el potencial de rendimiento y calidad de 81 genotipos de quinuas mutantes donde reportó un peso de 4,2 g.

Tabla 7. Promedios del índice de cosecha y peso de 1000 semillas de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”

Tratamientos	Genotipos	Índice de cosecha		Peso de 1000 semillas (g)		
1	26	0,42	a b	2,34		i
2	54	0,33	b c	2,04		j
3	O-2	0,40	a b	2,70	d	
4	O-3	0,40	a b	2,45		h
5	O-7	0,35	a b	2,55		f
6	O-10	0,41	a b	2,51		g
7	J4	0,47	a	2,61	e	
8	P.V	0,21	c	2,71	c	
9	J4*O-10	0,38	a b	3,53	a	
10	X4	0,41	a b	3,34	b	
CV (%)		12,15		1,70E-07		
Probabilidad (p<0,05)		0,0001**		0,0001**		

Columna con letras distintas difieren estadísticamente (p<0,05); ns: No significativo,

*Significativo, **Alta significancia

4.1.5 Diámetro de tallo (45 días después de la siembra).

Para la variable diámetro de tallo a los 45 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas (p<0,01). Según la prueba Tukey (p<0,05); el genotipo con mayor promedio es el T1 (26) con 0,58 cm, estadísticamente diferente con los genotipos T2 (54) y T6 (O-10) que registraron menores promedios con 0,32 y 0,30 cm, respectivamente (Tabla 8).

Valores superiores expresa Chino *et al.*, (43), en su investigación del comportamiento agronómico con aplicaciones de estiércol camélido realizado en el altiplano Boliviano determina que la variedad Jacho Grano en la etapa de emergencia (30 dds) alcanzó un diámetro de tallo de 0,7 cm; sin embargo, valores inferiores reportó Pérez *et al.*, (45), en su ensayo en diferentes variedades de quinua donde las variedades CICA y Faro roja obtuvo 0,15 cm en el diámetro de tallo.

4.1.6 Diámetro de tallo (90 días después de la siembra).

Para la variable diámetro de tallo a los 90 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p<0,01$). Según la prueba Tukey ($p<0,05$); el genotipo con mayor promedio es el T8 (Pata de venado) con 0,94 cm, estadísticamente diferente con los genotipos T9 (J4*O-10) y T10 (X4) con 0,48 y 0,46 cm, respectivamente, que presentaron menores promedios, (Tabla 8).

Estos valores son corroborados por Franco (41), registró valores inferiores en su investigación sobre eficiencia de utilización del nitrógeno en el rendimiento de quinua donde el genotipo O-3 obtuvo un diámetro de 0,11 cm; mientras que Cruz, (46), difiere en sus resultados sobre la caracterización agronómica de 310 accesiones de quinoa, obteniendo un valor de 2,06 cm.

Tabla 8. Promedios de diámetro de tallo a los 45 y 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus "La María"

Tratamientos	Genotipos	Diámetro (cm/planta)							
		45 días				90 días			
1	26	0,58	a			0,57	b	c	d
2	54	0,32		c		0,53	b	c	d
3	O-2	0,39		b	c	0,79	a	b	
4	O-3	0,42	a	b	c	0,49			c
5	O-7	0,41	a	b	c	0,71	a	b	c
6	O-10	0,30			c	0,69	a	b	c
7	J4	0,33		b	c	0,77	a	b	c
8	P.V	0,33		b	c	0,94	a		
9	J4*O-10	0,50	a	b		0,48			d
10	X4	0,45	a	b	c	0,46			d
CV (%)		15,20				15,58			
Probabilidad (p<0,05)		0,0003**				0,0001**			

Columna con letras distintas difieren estadísticamente ($p<0,05$); ns: No significativo, *Significativo, **Alta significancia

4.1.7 Altura de planta (45 días después de la siembra).

Para la variable altura a los 45 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p<0,01$). Según la prueba Tukey ($p<0,05$); el genotipo con mayor promedio es el T9 (J4*O-10) con 52,65 cm, estadísticamente diferente al T2 (54) y T3 (O-

2) que registraron los menores promedios con 8,80 cm y 10,42 cm, respectivamente (Tabla 9).

Valores inferiores a los que registra García *et al.*, (42), en su investigación sobre respuesta agronómica de quinua de la variedad dulce, donde refleja una altura de 40 cm a los 48 días después de la germinación. De la misma manera Chino *et al.*, (43), con aplicaciones de niveles de estiércol camélido alcanza una altura de planta en la variedad Jacha grano de 44,73 cm a los 30 días después de la siembra. Sin embargo, Viza (44), a los 60 dds en parcelas de 5 m² determina una altura de planta de 29,96 cm aplicando de manera foliar guano de islas para saber el efecto en los rendimientos de biomasa en el cultivo de quinua.

4.1.8 Altura de planta (90 días después de la siembra).

Para la variable altura de planta a los 90 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$); los genotipos con mayores promedios son el T8 (Pata de venado), T4 (O-3) y T7 (J4) con 119,50, 114,67 y 110 cm, respectivamente, estadísticamente diferente al genotipo T2 (54) con 77,17 cm que presentó un menor promedio, (Tabla 9).

Estos valores difieren de aquellos reportados por Viza (44), quien registró un promedio de 58,16 cm para esta variable a los 90 dds con fertilización de guano de isla, mientras que Cruz (46), es su estudio de caracterización agronómicamente 310 accesiones de quinua, reportó 106,8 cm de altura de planta; variación fenotípica que se presume está controlada por la genética, factores ambientales y edáficos. Sin embargo Porras (13), a los 94 dds evaluando dos sistemas de riego goteo y exudación se halló una altura promedio de 101,87 cm.

Mientras que Sevilla *et al.*, (47) en su análisis manifiesta que la quinua modifica su morfología, con el fin de sobrevivir, disminuyendo o aumentando el tamaño de planta y hojas, presenta menor número de hojas en la planta, reduce el área foliar mediante la eliminación de hojas hasta su completa defoliación, lo cual disminuye drásticamente su área transpiratoria. Las variedades de quinoa responden a las diferentes condiciones ambientales debido a su plasticidad fenotípica. Uno de ellos puede ser que presenta mayor concentración de cristales de oxalato de calcio alrededor de las estomas. La gran cantidad de estos cristales sobre las hojas dan apariencia de un espejo que refleja la radiación solar recibida,

reduciéndola en forma considerable y además permite absorber humedad relativa del ambiente.

Tabla 9. Promedios de altura de planta a los 45 y 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”

Tratamientos	Genotipos	Altura (cm/planta)					
		45 días			90 días		
1	26	23,24	b	c	100,39	a	b
2	54	8,80		c	77,17		b
3	O-2	10,41		c	102,89	a	b
4	O-3	39,41	a	b	114,67	a	
5	O-7	33,79		b	94,45	a	b
6	O-10	33,67		b	99,22	a	b
7	J4	37,58	a	b	110,00	a	
8	P.V	32,13		b	119,50	a	
9	J4*O-10	52,65	a		94,00	a	b
10	X4	39,72	a	b	92,89	a	b
CV (%)		19,64			10,27		
Probabilidad (p<0,05)		0,0001**			0,0037**		

Columna con letras distintas difieren estadísticamente (p<0,05); ns: No significativo,

*Significativo, **Alta significancia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- La mayor producción de biomasa la obtuvo el genotipo Pata de Venado y en rendimiento de grano los genotipos O-3, O-10 y J4, esto equivale a una producción promedio de 3.72 t ha⁻¹ (74 quintales).
- En la variable índice de cosecha, el genotipo J4 expresó una mejor traslocación de nutrientes y peso de 1000 semillas el genotipo J4*O-10.
- Al determinar diámetro de tallo el mayor promedio se reportó en el genotipo Pata de Venado, mientras que en altura de planta los de mayor promedio fueron los genotipos O-3 y J4.

7.2. Recomendaciones.

- Producir quinua utilizando el genotipo O-3 por su desempeño destacado en rendimiento y el precio del mercado.
- Establecer la fecha optima de siembra para obtener el máximo desarrollo vegetativo.
- Seguir realizando investigaciones como: cruzamientos para conservar quinuas de la costa central, mejorar sus producciones y someterlas a estrés hídrico con el fin de adaptarlas a los diferentes sistemas de producciones.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Mestanza C, Riegel R, Véliz D, Vásquez S, Canchignia H, Vera J, et al. Caracterización molecular del gen psbA en *Chenopodium quinoa* Willd. *Idesia* [Internet]. 2017;35:125–32. Available from: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v35n3/0718-3429-idesia-00304.pdf>
2. Torres J, Vargas H, Corredor G, Luz RM. Caracterización morfoagronómica de diecinueve cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la sabana de Bogota. *Agron Colomb* [Internet]. 2000;17:60–8. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21547>
3. Garcia - Parra M, Carvajal DC, García J. Evaluación del efecto de la fertilización química y orgánica en la composición bromatológica de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Boyacá – Colombia. *Rev Investig Agrar y Ambient* [Internet]. 2018;9(2):0–12. Available from: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2282/2569>
4. Bongianino F, Julián I. Evaluación del rendimiento y características agronómicas de cuatro materiales de quinua en la región semiárida pampeana [Internet]. Universidad Nacional de La Pampa; 2015. Available from: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/semiarida/article/view/3504/3478>
5. Miranda R, Carlesso R, Huanca M, Mamani P, Borda A. Rendimiento y acumulación de nitrógeno en la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) producida con estiércol y riego suplementario. *Venesuelos* [Internet]. 2013;20:21–9. Available from: [https://www.academia.edu/28805682/Rendimiento y acumulación de nitrógeno en la quinua \(*Chenopodium quinoa* Willd\) producida con estiércol y riego suplementario](https://www.academia.edu/28805682/Rendimiento_y_acumulaci%C3%B3n_de_nitr%C3%B3geno_en_la_quinua_(Chenopodium_quinoa_Willd)_producida_con_esti%C3%A9rcol_y_riego_suplementario)
6. Wang K, Li L, Li S, Sun H, Zhao M, Zhang M, et al. Characterization of the complete chloroplast genome of *Chenopodium quinoa* Willd. *Mitochondrial DNA Part B Resour* [Internet]. 2017;2(2):812–3. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23802359.2017.1403866>
7. Adriana I., Delgado P., Jaime H., Palacios C. y CBG. quinua Willd.) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia) Willd.) in the municipality of Iles, Nariño (Colombia). 2009;27(2):159–67.

8. Valenzuela D. Nuevos productos alimenticios en el comercio mundial: situación y perspectivas actuales para el cultivo y exportación de quinua por parte del Ecuador [Internet]. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; 2016. Available from: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5121/1/T2038-MRI-Valenzuela-Nuevos.pdf>
9. Callohuari-Quispe YT, Cruces-Navarro LM. Plagas insectiles y sus enemigos naturales [Internet]. Quinua: Manejo Integrado de Plagas. 2016. 8–10 p. Available from: <http://www.fao.org/publications/card/es/c/0336fc7c-a013-410d-9dec-ee8d0d0438f0/>
10. INIAP INA de IA. Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral ecuatoriano. 1992;47. Available from: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1631>
11. Palacios, Juan; Rosero D. Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador continental en el año 2013 y su impacto en el sector agrícola. [Internet]. Quito, Ecuador; 2014. Available from: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/2014/01/Informe2014SNGR.pdf>
12. Provincia L, Noroeste E. para Salta y problemática. 2013;2013.
13. PORRA Z. Evaluación del sistema de riego por goteo y exudación en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el INIA –LA MOLINA [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2015. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1841>
14. Fao, Indda. QUINUA Operaciones de Poscosecha-Compendio de Poscosecha. 2011;
15. Guerrón F. Evaluación de la productividad y calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) a partir de dos orígenes de material de siembra en la sierra central del Ecuador. Universidad De Las Américas; 2016.
16. Pinargote Alava JJ. “Producción de biomasa y determinación del índice de cosecha en genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en la finca experimental La María”. Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2018.
17. Monteros A, Sumba E, Salvador S. Productividad Agrícola en el Ecuador [Internet]. Magap. Quito, Ecuador; 2014. Available from:

http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/indice_productividad.pdf

18. Greco KE, Tinley S, Seibert D. Essential Genetic and Genomic Competencies [Internet]. United States: American Nurses Association and International Society of Nurses in Genetics. All rights reserved; 2012. 31 p. Available from: <https://www.nursingworld.org/practice-policy/nursing-excellence/ethics/>
19. Cases MV, Hens AG. Técnicas de Siembra [Internet]. 2004. Available from: <https://books.google.com/books?id=WPYYF75dejsC&pgis=1>
20. Alcazar J. Manual Básico “Producción de Hortalizas.” Vol. 90, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017.
21. Choque Estrada R. Influencia de tres bacterias fijadoras de nitrógeno con y sin abonamiento en suelos degradados, en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la estación experimental de patacamaya [Internet]. Universidad Mayor de San Andrés; 2017. Available from: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/13346>
22. Gómez, Luz; Aguilar E. Guía de cultivo de la quinua [Internet]. Segunda Ed. Proceedings of the 2017 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering, JCSSE 2017. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016. 130 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>
23. Calla JC. Manejo agronómico del cultivo de la quinua [Internet]. Vol. 91. Perú: Agrobanco; 2017. 399–404 p. Available from: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-b-quinua.pdf>
24. Portilla A. La quinua. [Internet]. Vol. XXIII, La quinua. 1955. Available from: <http://www.monografias.com/trabajos58/quinua/quinua2.shtml>
25. Patti A. Comportamiento agronómico y evaluación del periodo de maduración de granos en diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la estación experimental de choquenaira [Internet]. Universidad Mayor de San Andrés; 2010. Available from: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5152>
26. Mamani W. Aptitud productiva de doce variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en dos agroecosistemas del municipio de corocoro [Internet]. Universidad

- Mayor de San Andrés; 2009. Available from: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5013>
27. Chino E. Comportamiento agronómico del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con la aplicación de niveles de estiércol camélido – altiplano central de Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés; 2015.
 28. Mamani R. partición de biomasa y evapotranspiración del cultivo(*Chenopodium quinoa* Willd.), sometidas a estrés hídrico en diferentes etapas de crecimiento [Internet]. Universidad Mayor de San Andrés; 2007. Available from: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers18-02/010043268.pdf
 29. Aguilar Alvarez C. Cultivo de la quinua en Áncash [Internet]. Vol. 1, Una alternativa nutritiva para el mundo. Áncash, Perú; 2016. 24 p. Available from: <https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/06/libro-quinua.pdf>
 30. Basantes E. Manejo de cultivos andinos en Ecuador. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 2015. 66–80 p.
 31. Peralta E, Mazón N, Murillo Á, Rodríguez D. INIAP -Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito-Ecuador; 1998. p. 35.
 32. Apaza R. Evaluación comparativa del comportamiento agronómico de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano norte [Internet]. Universidad Mayor de San Andrés; 2006. Available from: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-11/010039277.pdf
 33. INIAP. INIAP -Estación Experimental Santa Catalina. Variedades papa Cultiv en el Ecuador. 1998;35.
 34. León J. Cultivo de la Quinua en Puno-Perú [Internet]. Ciencia Agraria. Perú; 2003. 63 p. Available from: <https://www.academia.edu/9349028/Cultivo-quinua-puno-peru>
 35. Nasyunal I, Idintidad RN. Especial del cultivo de quinua Préstamos innovadores. 2012;20. Available from: www.agrobanco.com.pe
 36. Guerrero E. Respuesta a la aplicación de tres bioestimulantes en dos variedad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el cantón Espejo, provincia del Carchi

- [Internet]. Universidad Técnica de Babahoyo; 2015. Available from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/990>
37. Cruces LM, Callohauri Y. Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina [Internet]. Cruces LM, Santivañez Y, editors. 2016. 92 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i5519s.pdf>
 38. Juan Victor Flores M, artínez, Santiago MDCMGEC, Salvatierra GP, Centeno YEACVC, Mendoza RJSPAR. Tecnología productiva de la quinua. Primera. Perú;
 39. sesan. LA QUINUA O QUINOA *Chenopodium Quinoa*. Guatemala; 2013.
 40. BAZILE D et al. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013 [Internet]. Vol. 16, Biochemical Pharmacology. 2014. 1691–1702 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i4042s.pdf>
 41. Franco Alvarado LA. Eficiencia de utilización del nitrógeno en el rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) adaptada a la zona norte de la Provincia de Los Rios [Internet]. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2019. Available from: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3243>.
 42. García, J. Melo, D. & Deaquiz Y. Respuesta agronómica de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) variedad dulce de Soracá a la fertilización en Ventaquemada-Boyacá [Internet]. Cultura científica. 15. 2017. 66–77 p. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322406140_respuesta_agronomica_de_la_quinua_Chenopodium_quinoa_Willd_variedad_dulce_de_soraca_a_la_fertilizacion_en_ventaquemada_-_boyaca
 43. Chino Nicolas, Elizabeth; Miranda Casas, Roberto; Del Castillo Gutiérrez CR. Agronomic behavior of the quinoa crop (*Chenopodium quinoa* willd .) with the application of levels of camelid manure. Rev Investig e Innovación Agropecu y Recur Nat [Internet]. 2019;6(2518–6868):41–9. Available from: http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v6n1/v6n1_a07.pdf
 44. Viza Ramos T. “aplicación foliar de niveles de guano de islas y su efecto en los rendimientos de biomasa en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)” [Internet]. Universidad Nacional de Huancavelica; 2014. Available from: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/176>

45. Prado MLPJAGFE. Efectos de la radiación ultravioleta B(UVB) sobre diferentes variedad de quinoa. I. Efecto sobre la morfología en condiciones controladas. Bol Soc Argent Bot [Internet]. 2015;3:12. Available from: https://www.researchgate.net/publication/292335210_Efectos_de_la_radiacion_UV_B_sobre_diferentes_variedades_de_quinoa_Iefectos_sobre_la_morfologia_en_condiciones_controladas
46. Cruz Paco MY. Caracterización agronómica de la colección de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del banco nacional de granos altoandinos, del altiplano centro en la estación experimental de patacamaya [Internet]. Universidad Mayor de San Andrés; 2016. Available from: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7604/T-2233.pdf?sequence=1&isAllowed=y42>
47. Sevilla R. Primer congreso peruano de mejoramiento genético y biotecnología agrícola [Internet]. Lima, Perú; 2010. Available from: <http://www.lamolina.edu.pe/institutos/ibt/congreso/assets/images/ICONGRESO.pdf>
48. Núñez N. “Influencia del distanciamiento y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)” [Internet]. Universidad Nacional Jorde Basadre Grohmann; 2017. Available from: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1609>
49. Chuquimarca Cuñas JC. “evaluación de la adaptación y rendimiento de diez líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* W), en la parroquia calpi cantón riobamba provincia de chimborazo” [Internet]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2019. Available from: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10731/1/13T0874.pdf>
50. Delgado, Adriana; Palacios, Jaime; Betcancourt C. Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa* Willd) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia). Agron Colomb [Internet]. 2009;27(2):159–67. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180316234004>

51. Quispe Gómez L. Evaluación del potencial de redimiento y calidad de líneas mutantes de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Var. Pasankalla en condiciones de costa central [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2015. Available from: [http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/ UNALM/1642/](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1642/)

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos de análisis de varianza.

Anexo 1. *Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 45 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4955,41	9	550,60	14,72	<0,0001
Tratamientos	4955,41	9	550,60	14,72	<0,0001
Error	748,20	20	37,41		
Total	5703,61	29			

Anexo 2. *Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) a los 45 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,21	9	0,02	6,36	<0,0003
Tratamientos	0,21	9	0,02	6,36	<0,0003
Error	0,08	20	3,8E-03		
Total	0,29	29			

Anexo 3. *Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4021,27	9	446,81	4,19	<0,0037
Tratamientos	4021,27	9	446,81	4,19	<0,0037
Error	2131,20	20	106,56		
Total	6152,47	29			

Anexo 4. *Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) a los 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,71	9	0,08	7,83	<0,0001
Tratamientos	0,71	9	0,08	7,83	<0,0001
Error	0,20	20	0,01		
Total	0,91	29			

Anexo 5. *Análisis de varianza para la variable biomasa (g) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1261032,00	9	140114,67	5,40	<0,0008
Tratamientos	1261032,00	9	140114,67	5,40	<0,0008
Error	518782,67	20	225939,13		
Total	1779814,67	29			

Anexo 6. *Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano (g) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	139498,17	9	15499,80	4,30	<0,0032
Tratamientos	139498,17	9	15499,80	4,30	<0,00
Error	72142,00	20	3607,10		
Total	211640,17	29			

Anexo 7. *Análisis de varianza para la variable índice de cosecha (IC) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	9	0,02	7,10	<0,0001
Tratamientos	0,14	9	0,02	7,10	<0,0001
Error	0,04	20	2,1E-03		
Total	0,18	29			

Anexo 8. *Análisis de varianza para la variable peso de 1000 semillas (g7.) de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,20	9	0,80	3928966669497910,00	<0,0001
Tratamientos	7,20	9	0,80	sd	Sd
Error	0,00	20	0,00		
Total	7,20	29			

7.2. Fotografías de la investigación.



Anexo 9. *Preparación del terreno con azadón.*



Anexo 10. *Pasada de motocultor para desintegrar terrones de suelo.*



Anexo 11. *Aplicación de fungicida previo a la siembra.*



Anexo 12. *Riego por aspersión en el área de investigación.*



Anexo 13. *Plantas de C. quinoa sembrado a chorro continuo.*



Anexo 14. *Mecanismo de competencia por espacio y radiación.*



Anexo 15. Toma de datos a los 45 días después de la siembra.



Anexo 16. Cosecha de genotipos de quinua



Anexo 17. *Trillado y limpieza de los granos de quinua.*



Anexo 18. *Reducción de humedad en el grano de quinua.*



Anexo 19. *Genotipos de quinua sembrados a chorro continuo en el Campus “La María”-.*



Anexo 20. *Granos de quinua conservadas para próximas investigaciones-.*



Anexo 21. Toma satelital del área de investigación.