



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

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación:

**“PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE
COSECHA EN GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), EN LA
FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA”**

Autor:

John Jairo Pinargote Alava

Director del Proyecto de Investigación:

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **John Jairo Pinargote Alava**, 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.

John Jairo Pinargote Alava
C.I. 120491688-4
AUTOR



Acreditada

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

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

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

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 **John Jairo Pinargote Alava**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE COSECHA EN GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), EN LA FINCA EXPERIMENTAL 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,

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Quevedo, 12 de Noviembre del 2018

Ingeniero
Gerardo Segovia Freire
COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que el proyecto de investigación titulado **“PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE COSECHA EN GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA”**, de autoría del señor **John Jairo Pinargote Alava**, estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROPECUARIA, del cual fui designado Profesor Tutor de Trabajo de investigación. 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 **John Jairo Pinargote Alava**.

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

The screenshot displays the URKUND interface. On the left, a sidebar shows document metadata: 'Documento: TESIS_JOHN_PINARGOTE.docx (D43880512)', 'Presentado: 2018-11-12 10:01 (-05:00)', 'Presentado por: Camilo (cmestanza@uteq.edu.ec)', 'Recibido: cmestanza.uteq@analysis.arkund.com', and 'Mensaje: Revisión de Tesis de John. Mostrar el mensaje completo'. A yellow highlight indicates '7% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 14 fuentes.' The main area on the right is titled 'Lista de fuentes' and 'Bloques', showing a list of 14 sources with checkboxes. The sources include various URLs and document titles related to quinoa research and agricultural projects.

Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas
DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE
COSECHA EN GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd), EN LA
FINCA EXPERIMENTAL LA MARÍA”**

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

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jehová Dios por haberme sostenido a lo largo del arduo camino de la vida, por nunca desampararme y siempre ser ese faro luz en los momentos difíciles, toda la gloria y honra sea para El por siempre.

A mi familia por su apoyo incondicional, por el ánimo y todo el amor que me transmiten diariamente, especialmente a mis padres, ya que sin ellos nada de esto sería posible, siento que no me alcanzará la vida para demostrarles lo agradecido que me siento de tenerlos. Espero algún día llegar lejos y llenarlos inmensamente de orgullo, todo será por ustedes.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, particularmente a la Facultad de Ciencias Pecuarias y Escuela de Ingeniería Agropecuaria, que junto todo el personal docente, administrativo y trabajadores supieron demostrar a lo largo de estos años un excelente desempeño laboral, y más allá de eso calidad y calidez humana para con los estudiantes. La verdad me siento orgulloso de haber pertenecido a esta institución.

Agradezco a mi mentor, el DR. CAMILO MESTANZA UQUILLAS, quien con sus conocimientos y su experiencia, paciencia y su motivación ha logrado que pueda finalizar mis estudios con éxito, agradezco además la amistad, respeto y estima que me ha brindado, lo cual es muy valioso para mí.

Sin dejar a un lado personas que han sido trascendentales durante este camino, en especial a usted Andry Alvarez, por la paciencia y apoyo moral en todo momento. A la Ing. Diana Veliz por toda la ayuda brindada. Así mismo a mi compañera de tesis Katuska Zambrano. A mis amigos Anthony Alava, Ronald Cox, Diego Molina, Victor Chiriguaya y Fernando Salazar que de una u otra manera aportaron en esta investigación, de verdad siempre les quedaré agradecido. A TODOS MUCHAS GRACIAS.

Pinargote Alava John Jairo.

DEDICATORIA

Esta dedicatoria la realizo con mucho cariño para todas aquellas personas que ocupan y ocuparon un lugar en mi vida.

Esta investigación es dedicada a mi madre Nancy Alava y padre Luis Pinargote, gracias a ustedes he alcanzado este valioso logro en mi vida, ya que siempre me han guiado con la dirección y bendición de Dios, encaminándome por el camino correcto, gracias por su amor y apoyo. Son los mejores padres del mundo y no saben lo afortunado que me siento de tenerlos.

A si mismo esta investigación es dedicada para mis hermanos Luis Enrique y Génesis Denisse, chicos muchas gracias por todo, por estar en los buenos y malos momentos, muchos éxitos de mi parte y todo mi apoyo siempre.

A mis abuelitos Angela Sabando y Aarón Alava; Beatriz Quintana y Misael Pinargote, y sin lugar a duda a mi tío Washington Alava Sabando que siempre vivirá en nuestros corazones, esta investigación es para ustedes, muchas gracias por todo el cariño que me han dado. Los quiero mucho a todos. Bendiciones, nunca los olvidare.

Resumen

La investigación se realizó en el Campus de la Finca Experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo - El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Para lo cual se emplearon veintiún genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones agroclimáticas de la zona de Mocache, durante un periodo de cinco meses (agosto-diciembre) en el año 2017, los cuales fueron evaluados a los 60 días después de la siembra y al alcanzar la madurez fisiológica. Los objetivos del trabajo fueron: Determinar el índice de cosecha y la producción y particionamiento de biomasa. Se implementó un diseño completamente al azar (DCA) con veintiún tratamientos y tres repeticiones, cada unidad experimental estuvo dispuesta por una parcela de 1 m², sumando un total de 63 parcelas separadas equidistantemente a 3 m entre ellas, y estas a su vez conformadas por 20 plantas cada una, las mismas que estuvieron distribuidas a una distancia de siembra de 0,25 m x 0,30 m; para la comparación de medias entre tratamientos se aplicó el test de Tukey ($p \leq 0,05$). El índice de cosecha fue estadísticamente diferente ($p \leq 0,05$), lográndose destacar con valores superiores el T15, T18 y T3 con 0,56; 0,55 y 0,54 respectivamente. Los resultados más bajos se registraron en el T7 y T20 con 0,06 y 0,24 respectivamente. La variable producción de biomasa mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). El tratamiento que mayor producción de biomasa obtuvo fue el T13 con 347,45 gramos por planta, mientras la menor producción fue la del T7 con 12,41 gramos. Estos resultados demuestran la factibilidad de la producción de quinua en la región central del litoral del Ecuador.

Palabras claves: Quinua, Genotipos, Biomasa, Particionamiento, Índice de cosecha.

Abstract

The research was conducted on the Campus of the Finca Experimental "La Maria", belonging to the State Technical University of Quevedo, located in the 7,5 kilometer of the Quevedo - El Empalme, canton Mocache, province of Los Ríos. For which used twenty-one genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in agro-climatic conditions of the area of Mocache, for a period of five months (august-december) in the year 2017, which were evaluated at 60 days after sowing and the reach physiological maturity. The objectives of the study were: determine the production, harvest index and biomass partitioning. Each experimental unit was prepared by a plot of 1 m², a total of 63 plots separated equidistantly to 3 m between them, and these in turn formed, was implemented a completely random (DCA) with twenty-one treatments and three replications design for 20 plants each, which were distributed at a distance of 0,25 m x 0,30 m planting; the test of Tukey ($p \leq 0,05$) was applied to the comparison of averages between treatments. Harvest index was statistically different ($p \leq 0,05$), achieving highlight values above the T15, T18 and T3 with 0,56; 0,55 and 0,54 respectively. The lower results were recorded in the T7 and T20 with 0,06 and 0,24 respectively. The variable production of biomass showed significant statistical differences ($p \leq 0,05$). The treatment increased biomass production obtained was the T13 with 347,45 grams per plant, while lower production was that of the T7 with 12,41 grams. These results demonstrate the feasibility of the production of quinoa in the central region of the Ecuador coast.

Key words: Quinoa, Genotypes, Biomass, Partitioning, Harvest index.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	viii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema.....	6
1.1.3. Sistematización del problema.....	6
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.	7
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial	10
2.2.1. Origen.	10
2.2.2. Taxonomía.....	10
2.2.3. Descripción morfológica.	11
2.2.4. Descripción fenológica.....	13
2.2.5. Características fisiológicas.	17
2.2.6. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	17
2.2.7. Labores culturales.....	19
2.2.8. Situación de la quinua en el Ecuador.....	21
2.2.9. Variedades de quinua más usadas en el Ecuador	21
2.2.10. Biomasa.	22

2.2.11. Índice de cosecha.....	25
2.2.12. Rendimiento de granos (g/m ²).....	25
CAPÍTULO III	10
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	10
3.1. Localización y duración de la investigación.....	29
3.2. Tipo de investigación.....	29
3.1.1. De campo.....	29
3.3. Métodos de investigación.....	29
3.3.1. Método de observación.....	29
3.3.2. Método comparativo.....	30
3.3.3. Método experimental.....	30
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 a estudiar.....	31
3.7. Tratamientos de los datos.....	35
3.7.1. Análisis de la varianza.....	35
3.8. Recursos humanos y materiales.....	36
3.8.1. Humanos.....	36
3.8.2. Materiales y equipos.....	36
3.8.2.1. Materiales de campo.....	36
3.8.2.2. Materiales y equipos de oficina.....	37
3.9. Manejo del experimento.....	37
3.9.1. Selección del sitio o localidad.....	37
3.9.2. Preparación del terreno.....	37
3.9.3. Siembra.....	38
3.9.4. Manejo.....	38

3.9.5.	Cosecha y postcosecha.	39
3.9.6.	Evaluaciones.	39
CAPÍTULO IV		26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		26
4.1.	Peso fresco a los 60 días	42
4.1.1.	Peso fresco de las hojas (g).....	42
4.1.2.	Peso fresco de las panojas (g).....	42
4.1.3.	Peso fresco de las raíces (g).....	42
4.1.4.	Peso fresco de los tallos (g).....	42
4.1.5.	Peso fresco total (g).	42
4.2.	Peso seco a los 60 días	45
4.2.1.	Peso seco de las hojas (g).	45
4.2.2.	Peso seco de las panojas (g).	45
4.2.3.	Peso seco de las raíces (g).	46
4.2.4.	Peso seco de los tallos (g).....	46
4.2.5.	Peso seco total (g).....	46
4.3.	Biomasa final	48
4.3.1.	Hojas (g).	48
4.3.2.	Panojas (g).	48
4.3.3.	Raíces (g).....	48
4.3.4.	Tallos (g).	48
4.3.5.	Semillas (g).....	49
4.3.6.	Biomasa total (g).	49
4.4.	Rendimiento de granos (g/m ²)	51
4.5.	Índice de cosecha.	52
CAPÍTULO V		53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53

5.1. Conclusiones.....	54
5.2. Recomendaciones.....	55
CAPÍTULO VI.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	49
6.1. Bibliografía.....	57
CAPÍTULO VII.....	57
ANEXOS.....	57
7.1. Anexos.....	65
7.1.1. Análisis de varianza de las variables en estudio.....	65
Anexo 1. Peso fresco de las hojas (g).....	65
Anexo 2. Peso fresco de las panojas (g).....	65
Anexo 3. Peso fresco de las raíces (g).....	65
Anexo 4. Peso fresco de los tallos (g).....	65
Anexo 5. Peso fresco total (g).....	66
Anexo 6. Peso seco de las hojas (g).....	66
Anexo 7. Peso seco de las panojas (g).....	66
Anexo 8. Peso seco de las raíces (g).....	66
Anexo 9. Peso seco de los tallos (g).....	66
Anexo 10. Peso seco total (g).....	67
Anexo 11. Hojas (g).....	67
Anexo 12. Panojas (g).....	67
Anexo 13. Raíces (g).....	67
Anexo 14. Tallos (g).....	67
Anexo 15. Semillas (g).....	68
Anexo 16. Biomasa total (g).....	68
Anexo 17. Rendimiento de granos (g/m ²).....	68
Anexo 18. Índice de Cosecha.....	68

Anexo 19. Esquema del experimento.	69
Anexo 20. Toma de muestras de suelo para análisis físico y químico.	69
Anexo 21. Análisis del suelo del lote experimental.....	70
Anexo 22. Toma satelital del terreno de la investigación.....	71
Anexo 23. Llenado de bandejas germinadoras y posterior siembra.	71
Anexo 24. Desarrollo de las plántulas de quinua durante los primeros 15 días en bandejas germinadoras.....	72
Anexo 25. Preparación del terreno para el posterior trasplante.	73
Anexo 26. Genotipos de quinua con las condiciones agroclimáticas de la Finca Experimental “La María”.....	74
Anexo 27. Determinación de la biomasa y particionamiento a los 60 días.	75
Anexo 28. Determinación de la biomasa e índice de cosecha al alcanzar la madurez fisiológica.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la quinua.	11
Tabla 2. Requerimientos de precipitación y temperatura, según los grupos agroecológicos de quinua.	18
Tabla 3. Comparación de las variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).	22
Tabla 4. Características agrometeorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ - Mocache.....	29
Tabla 5. Esquema del experimento.....	31
Tabla 6. Características de las unidades experimentales.....	31
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza	35
Tabla 8. Peso fresco a los 60 días de los genotipos de quinua evaluados en la Finca Experimental “La María”.	44
Tabla 9. Peso seco a los 60 días de los genotipos de quinua evaluados en la Finca Experimental “La María”.	47
Tabla 10. Biomasa final de los genotipos de quinua evaluados en la Finca Experimental “La María”.	50
Tabla 11. Rendimiento de granos de los genotipos de quinua.	51
Tabla 12. Índice de cosecha de los genotipos de quinua.	52

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	36
Ecuación 2	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos meteorológicos de los meses de agosto hasta diciembre del 2017. 40

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Producción de biomasa y determinación del índice de cosecha en genotipos de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd), en la Finca Experimental La María				
Autor:	Pinargote Alava John Jairo				
Palabras clave:	Quinua	Genotipos	Biomasa	Particionamiento	Índice de Cosecha
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	<p>La investigación se realizó en el Campus de la Finca Experimental “La María”. Para lo cual se emplearon veintiún genotipos de quinua en condiciones agroclimáticas de la zona de Mocache. Los objetivos del trabajo fueron: Determinar el índice de cosecha y la producción y particionamiento de biomasa. Se implementó un diseño completamente al azar, con veintiún tratamientos y tres repeticiones; para la comparación de medias se aplicó el test de Tukey. El índice de cosecha fue estadísticamente diferente ($p \leq 0,05$), lográndose destacar con valores superiores el T15 y T18 con 0,56; 0,55 respectivamente. Los resultados más bajos se registraron en el T7 y T20 con 0,06 y 0,24 respectivamente. La variable biomasa mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), el tratamiento que obtuvo el mayor registro fue el T13 con 347,45 gramos por planta. Estos resultados demuestran la factibilidad de la producción de quinua en la costa central del Ecuador.</p>				
	<p>The research was conducted on the Campus of the Experimental "La Maria" farm. To which twenty-one genotypes of quinoa used in agro-climatic conditions of the area of Mocache. The objectives of the study were: determine the production, harvest index and biomass partitioning. We implemented a completely random, with twenty-one treatments and three replications design; the Tukey test was applied to the comparison of means. Harvest index was statistically different ($p \leq 0,05$), achieving</p>				

Abstract:	highlight values above the T15 and T18 with 0,56; 0,55 respectively. The lower results were recorded in the T7 and T20 with 0,06 0,24 respectively. Variable biomass showed significant statistical differences ($p \leq 0,05$), which obtained the largest registry was the T13 with 347,45 grams per plant. These results demonstrate the feasibility of the production of quinoa on the central coast of the Ecuador.
Descripción:	100 hojas : dimensiones, 29 x 21cm + CD-ROM
Uri:	

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo andino domesticado en Sudamérica hace miles de años por las antiguas culturas de la Región Andina. Por muchos siglos la quinua fue alimento de auto subsistencia humana y animal, existen antecedentes que demuestran lo trascendental que fue este alimento para las poblaciones pre-hispánicas hasta la época de la conquista. La inserción y esparcimiento de cultivos como el trigo, avena, habas, cebada y arvejas, excluyó el cultivo de la quinua a territorios marginales de la sierra del Perú, Ecuador y Bolivia; reduciéndose en forma significativa el área cultivada (1).

La variabilidad de los hábitos alimenticios y la predilección por alimentos orgánicos y nutritivos a nivel global, impulsaron el reacomodamiento de la quinua, dando lugar al acrecentamiento de su producción (1). La quinua brinda cualidades nutricionales preponderantes, contiene entre el 13,8 y 21,9% de proteínas y más aún la calidad de estas son del tipo albúmina y globulina. El alto valor alimenticio que se le reconoce se debe al contenido de aminoácidos, que se encuentran en el interior del grano, ventaja significativa sobre el arroz y trigo que los tienen en su exosperma. Además es considerada como un alimento vegetal exclusivo, debido a que puede proporcionar todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, oligoelementos y a su vez no contener gluten (2).

Recientemente, se ha revalorizado en el mercado nacional e internacional y motivado por las iniciativas relacionadas a la promoción en el Año Internacional de la Quinua en el 2013, lo ha conllevado a un incremento extraordinario en el área sembrada en los principales países de producción. En el Perú, el área sembrada creció de 25601 hectáreas en el año 2001 a 68037 hectáreas en el 2014. Así mismo, su producción tradicionalmente en los Andes, se ha expandido a nuevas áreas de producción, siendo actualmente producida en la costa. En Bolivia la superficie cultivada pasó de 37223 hectáreas en el 2001 a 173960 hectáreas en el año 2014. Mientras que en Ecuador, en el año 2001 se sembraban solo 650 hectáreas de este cultivo, para el 2014 la superficie sembrada se incrementó a 1230 hectáreas (3).

El Ecuador posee excelentes condiciones para la agricultura, las cuales son desaprovechadas en gran medida; En la última década, su quinua ha llegado a ser de las más cotizadas y deseadas en el mundo, especialmente en Asia y Europa. Para constatar lo mencionado, a partir del 2009 se ha triplicado la demanda de quinua ecuatoriana y las autoridades estatales proyectaron que para el 2016 representaría una sexta parte de la producción mundial de quinua. Pocos años atrás, las exportaciones de quinua eran únicamente andinas, pero se ha registrado que a partir del 2012, 51 países exportan quinua al mundo, según información de Trademap. (4).

El rendimiento promedio de la quinua en el Ecuador es de aproximadamente 1t/ha (5). Estos bajos rendimientos están determinados por una baja adopción de nuevas tecnologías en el cultivo, así como también de un inexistente programa de mejoramiento genético que permita seleccionar o generar nuevas variedades comerciales. Variedades que pueden ser generadas a partir de material local o que puede ser introducido de otros países. Por lo expuesto anteriormente, en esta investigación se contribuirá con la selección de genotipos con potencial para la producción de grano, así como también de genotipos para la producción de forraje (6), mediante la evaluación de la producción de biomasa e índice de cosecha, basado en las condiciones agroclimáticas presentes en la Finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Profundas consecuencias ha generado el cambio climático a lo largo de las últimas décadas incidiendo directa y proporcionalmente de forma negativa en la producción, disponibilidad, incremento del precio y el comercio de alimentos (7), generando un crecimiento de la inseguridad alimentaria global.

La agricultura es muy dependiente de las condiciones climáticas, y por ello puede ser muy susceptible al cambio sucesivo del mismo. La temperatura está aumentando, las precipitaciones están disminuyendo, las olas de calor se repiten año a año con mayor frecuencia e intensidad, la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y por último la sequía de los suelos (8), son factores que están agotando la producción de recursos agrícolas. A esto se le añade el rápido aumento de la demanda mundial de alimentos para hacer frente al desenfrenado crecimiento de la población en el mundo.

Ante estas amenazas, surgen nuevas alternativas que permitirán enmendar en gran medida el déficit alimentario. Una de ellas es la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (9), dado que por su gran diversidad genética y plasticidad fenotípica es capaz de crecer y desarrollar en variadas condiciones ecológicas. Puede prosperar en climas desérticos, calurosos y secos, como en aquellos muy fríos, en otros menos rigurosos como los valles interandinos, o condiciones de clima subtropical; de manera que se le puede cultivar en la mayoría de zonas de vida natural, las que se encuentran entre el nivel del mar y los 4000 m.s.n.m. (2).

Por ello la quinua, no solo se constituye en un cultivo de gran valor para las poblaciones donde se le cultiva tradicionalmente, sino también para todas aquellas zonas agrícolas por excelencia, localizadas alrededor del mundo. Siendo el Ecuador un país netamente agropecuario, la quinua emerge como una vía que permitirá diversificar las opciones del agricultor al momento de establecer un cultivo en el litoral ecuatoriano y demás regiones, inclusive en zonas desérticas o escasamente aptas para la agricultura como lo son: Palmira, El Oro, Santa Elena (10), etc. Donde los principales obstáculos para producir alimentos, son

la escasez y difícil acceso al agua, como también los niveles de salinidad e infertilidad en los suelos.

En este contexto se plantea la presente investigación, mediante la cual se darán a conocer los genotipos de quinua más óptimos y adecuados para la explotación en la costa del Ecuador, lo cual se logró mediante el análisis de la producción de biomasa e índice de cosecha, lo que permitió medir el comportamiento agronómico y a su vez demostrar el potencial para la producción de semilla que poseen estos genotipos, con las condiciones agroclimáticas presentes en la Finca Experimental “La María”, para de esta manera promover esta alternativa, que podrá ser adoptada y difundida por los agricultores, con la finalidad de generar un aporte al desarrollo de la seguridad y soberanía alimentaria sostenible para las futuras generaciones del país y el mundo.

Diagnóstico.

La elección de un genotipo o variedad de quinua es una decisión difícil para el agricultor ecuatoriano al momento de establecer un cultivo, principalmente en la costa. Debido a que no existen estudios que indiquen cuales son los genotipos que se adaptan más a las condiciones agroclimáticas de la región.

Pronóstico.

Al demostrarse que al menos un grupo seleccionado de los 21 genotipos de quinua evaluados, demostraran adaptabilidad y rendimientos óptimos en la producción de biomasa e índice de cosecha al interactuar con las condiciones agroclimáticas de la zona, permitirá la diversificación en la producciones agrícolas de la región costa, brindando así una alternativa de producción a más de las tradicionales (cacao, banano, arroz), para lograr un verdadero cambio en la matriz productiva.

1.1.2. Formulación del problema.

Los 21 genotipos de Quinoa obtuvieron diferencias sustanciosas en relación a la producción de biomasa y el índice de cosecha, demostrando el nivel adaptabilidad que experimentaron con las condiciones agroclimáticas de la zona, demostrando a su vez potencial para la producción de granos, como de forraje.

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál será la producción de biomasa e índice de cosecha de los 21 genotipos de Quinoa?

¿Qué efecto tendrán las condiciones agroclimáticas presentes en la Finca Experimental “La María” sobre los 21 genotipos de Quinoa?

¿Cuál será el genotipo de Quinoa que se destaque más en las variables producción de biomasa e índice de cosecha?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la producción de biomasa y el índice de cosecha de genotipos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la Finca Experimental “La María”.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar el peso fresco y biomasa de cada genotipo de quinoa sembrado en la Finca Experimental “La María”.
- Definir el rendimiento de granos en g/m² con cada uno de los genotipos de quinoa sembrados en la Finca Experimental “La María”.
- Evaluar el índice de cosecha de cada genotipo de quinoa sembrado en la Finca Experimental “La María”.

1.3. Justificación.

En la actualidad, la quinua ha llegado a considerarse como un producto extraordinario debido a que presenta características sobresalientes, tanto medicinales como nutritivas. Con distintas variedades de especies, es un exclusivo pseudocereal debido a que posee todos los aminoácidos, además de ser una alternativa única entre los alimentos de origen vegetal para sustituir de manera viable la proteína animal (7). En este sentido, en gran medida, el incremento de su producción y exportación es atribuible a tales cualidades.

La quinua en Ecuador, en relación entre el consumo *per cápita* y la superficie sembrada, es un cultivo secundario; pero fundamental para sostener la seguridad alimentaria, principalmente para los campesinos productores de la región Sierra. Ante la gran perspectiva que existe en el mundo y por los elevados precios presentes en los mercados, muchas empresas y organizaciones apuntan su interés en el incremento de la producción nacional de la quinua (11).

A diferencia de Bolivia y Perú, el Ecuador produce una cantidad muy reducida de quinua; no obstante, el país posee un promedio de rendimiento de entre el 30 al 50% más alto en relación a estos países. La competitividad futura del Ecuador podrá depender no solo de la disposición de aumentar la superficie bajo producción, sino más bien de incrementar el rendimiento, calidad y reconocimiento de esta producción (11).

Ecuador podría responder a esta demanda, considerando que las condiciones agroclimáticas y las tecnologías desarrolladas en el país (manejo del cultivo, cosecha, postcosecha, generación de valor agregado) permitirían incrementar el área sembrada y mejorar la productividad, siendo más competitivos en los mercados locales, regionales e internacionales. Sin embargo, es necesario resolver ciertas problemáticas tales como: el acceso a capacitación en el manejo integrado del cultivo y a semilla de óptima calidad, haciendo énfasis en la elección de los genotipos propicios y adecuados para cada piso agroclimático presente en las distintas regiones del país (11).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco conceptual.

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.).

Pertenciente a la familia Chenopodiaceae, genero *Chenopodium*, y de nombre científico *Chenopodium quinoa* Willd. Este cultivo milenario de los Andes posee un centro de origen extenso, llegándose a considerar las orillas del lago Titicaca ubicado entre Perú y Bolivia, como la mayor zona de variación y diversidad genética. Se distribuye geográficamente desde el sur de Colombia- 5° latitud norte, hasta la décima región de Chile- 43° Latitud Sur (12).

Genotipo.

Es el conjunto de genes en formato de ADN característico de cada organismo, conformado de las dos dotaciones de cromosomas que recibe por herencia de sus dos antecesores, padre y madre (13).

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 (14).

Particionamiento de biomasa.

Demuestra cómo se distribuyen los asimilados en la planta a lo largo del ciclo biológico del cultivo (15).

Índice de cosecha.

Es la correlación existente entre la biomasa que se cosecha (rendimiento de grano), y la biomasa aérea total del cultivo (rastreo más rendimiento) (16).

2.2.Marco referencial

2.2.1. Origen.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta andina, cuyo principal sitio de origen y preservación es el Altiplano alrededor de la cuenca del lago Titicaca, entre Perú y Bolivia sobre los 3800 m.s.n.m. (17).

Implementada por civilizaciones prehispánica andinas, fue un cultivo predilecto y a pesar de que en ese entonces llegó a ser considerado como alimento básico para las culturas andinas de antaño, llegó a ser desplazada por demás cereales y leguminosas posterior a la colonización.

Los antecedentes históricos indican que la domesticación del cultivo tuvo lugar entre los 3000 y 5000 años a.C. por parte de los pueblos de América Latina. En tanto, hallazgos arqueológicos han constatado la presencia de quinua en tumbas de distintas culturas alrededor de Chile, tales como en Calama, Arica y Tarapacá; así mismo en distintas regiones a lo largo y ancho de territorio peruano (18). Gracias a su gran adaptabilidad a condiciones climáticas adversas, la quinua fue cultivada en todo el imperio como fuente alimenticia primaria junto a la papa y el maíz.

Por tanto, la quinua ha sido una de las bases más importantes sobre la cual se asentaron las grandes culturas precolombinas. Luego de su domesticación inicial, la quinua fue probablemente adaptada en muchos lugares de Ecuador y Colombia (19).

2.2.2. Taxonomía.

La quinua es una especie que se clasifica en la división Magonoliophyta, clase Magnoliopsida, subclase Caryophyllidae, orden Caryophyllales, familia Amaranthaceae, género *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección *Cellulata*. El género *Chenopodium* es el principal dentro de la familia Amaranthaceae y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies.

Dentro del género *Chenopodium* existen especies cultivadas como plantas alimenticias: como productoras de grano, *Chenopodium quinoa* Willd. y *Chenopodium pallidicaule* Aellen, en Sudamérica; como verduras *Chenopodium nuttalliae* Safford y *Chenopodium ambrosioides* L. en México; como verduras o medicinales *Chenopodium carnosolum* Moq. y *Chenopodium ambrosioides* L. en Sudamérica (20).

Por lo tanto, Forest (21) expone la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 1. *Taxonomía de la quinua.*

Taxonomía	Categoría
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnolipsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Subfamilia	Chenopodioideae
Genero	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Quinoa</i>

FUENTE: (21)

ELABORADO: AUTOR

2.2.3. Descripción morfológica.

Es una planta herbácea anual, de amplia diseminación geográfica, presenta características particulares en su morfología, pigmentación y comportamiento en distintas zonas agroclimáticas donde se cultiva (22), puede alcanzar una altura de entre 0,90 hasta 3,00 m de altura (23). La quinua es erguida, dependiendo del genotipo, como así también de las condiciones edáficas y ambientales (20).

Por lo general, las plantas de quinua que emergen en el valle poseen una altura superior que las que crecen por sobre los 4000 m.s.n.m. y las de zonas frías, la coloración tanto de la

panoja como la del grano varía con los genotipos y fases fenológicas, es importante resaltar que la quinua está clasificada como planta C3 (24).

Su raíz es pivotante, profunda, vigorosa, ramificada y de consistencia fibrosa. La raíz principal tiene un sinnúmero de raíces secundarias y terciarias. Al brotar, inicialmente se prolonga la radícula, continua su desarrollo y finalmente origina la raíz principal, la misma que en casos de sequía se puede llegar a anclar a profundidades de hasta 1,8 m. Los pelos absorbentes laterales emergen a diferentes alturas. La altura de la planta guarda un estrecho vínculo con la profundidad en la que se desarrolla la raíz en el suelo (25).

El tallo es cilíndrico en el cuello de la planta y anguloso a partir de las ramificaciones, puesto que las hojas son alternas. El tallo posee una epidermis cutinizada, de corteza sólida, compacta con membranas celulósicas. En su interior se encuentra provista de una medula que al alcanzar la madurez fisiológica desaparece, quedando vacía, seca y esponjosa.

De acuerdo al genotipo, el tallo puede llegar a alcanzar distintas alturas y termina en inflorescencia. Existen variedades bajas y altas, alcanzando entre 0,50 y 2,00 m de longitud (26).

Las hojas están dispuestas de un peciolo delgado, acanalado en su parte superior y largo. La lámina foliar es polimorfa en la misma planta. Las hojas que se encuentran en la parte inferior generalmente son de forma triangular o romboidal, mientras las superiores, son triangulares o lanceoladas (27).

Su fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se aprecia una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está conformado por el perigonio cuya función es la de cubrir una sola semilla de manera completa, y cuya coloración puede variar dependiendo del genotipo, pudiendo alcanzar un diámetro de entre 1,5 a 4 mm.

La cual se separa con simplicidad a la madurez fisiológica y en algunos ocasiones mantenerse ligado al grano incluso posterior al trillado, haciendo más laboriosa la selección, el porcentaje de humedad de la quinua a la cosecha es de 14,5% (28).

Las flores son minúsculas, femeninas y hermafroditas, lo que produce una gran variación sexual según las distintas variedades y ecotipos (29).

Finalmente la semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma elipsoidal, lenticular, esferoidal o cónica, presentando tres partes bien definidas que son:

a) Episperma: En ella se alberga la saponina, la cual otorga un sabor amargo al grano y cuya adhesión a la semilla varía de acuerdo al genotipo.

b) Embrión: Se encuentra conformado por dos cotiledones y la radícula, constituyendo el 30% del volumen total de la semilla, este cubre al perisperma a manera de anillo, con una curvatura de 320°, de color amarillo, mide 0,36 mm de ancho y 3,54 mm de longitud.

c) Perisperma: Es el tejido de almacenamiento principal, que está constituido esencialmente por granos de almidón, su color es blanquecino, representando aproximadamente el 60% de la superficie de la semilla (20).

2.2.4. Descripción fenológica.

La quinua presenta fases fenológicas diferenciadas y bien marcada, las mismas que permiten apreciar los cambios durante todo el desarrollo de la planta, determinada específicamente por trece fases fenológicas (24).

2.2.4.1. Emergencia.

Los cotiledones manteniéndose unidos, brotan del suelo a manera de una cabeza de fosforo, fácilmente distinguible apreciándose al nivel del suelo, es muy suspicaz al ataque de aves durante esta etapa, la misma que ocurre entro los 5-6 días posterior a la siembra, en condiciones propicias de humedad (30).

2.2.4.2. Hojas cotiledonales.

Los cotiledones emergidos se separan entre los 7-10 días posteriores a la siembra, mostrando dos hojas cotiledones desplegados de manera lanceolada angosta. En esta fase ya son apreciables las plántulas en el surco (30).

2.2.4.3. Dos hojas verdaderas.

Aparecen dos hojas verdaderas, fuera de las hojas cotiledonales. Estas están dispuestas de forma romboidal y de manera desplegada; y en el siguiente par de hojas dispuestas en botón. Esta fase ocurre entre los 15-20 días posteriores a la siembra, coincidiendo con un acelerado crecimiento de las raíces. Ocurren ataques de cortadores a plantas tiernas con mayor regularidad durante esta fase (26).

2.2.4.4. Cuatro hojas verdaderas.

Los dos pares de hojas verdaderas son más apreciables y desplegadas, y aun son notables las hojas cotiledonales de color verde durante esta fase, las siguientes hojas del ápice de la plántula se encuentran en botón foliar, por otro lado se inicia la formación de botones en las axilas del primer par de hojas; esto sucede entre los 25-30 días posteriores a la siembra, finalmente en esta fase la planta posee mayor resistencia a condiciones adversas de sequía y frio (30).

2.2.4.5. Seis hojas verdaderas.

Existen tres pares de hojas verdaderas extendidas, mientras las hojas cotiledonales cambian de color verde a amarillo. Por otro lado, se observa la presencia de hojas axilares desde el estado de formación de botones hasta inicio de apertura de botones del ápice a la base. Esta fase ocurre alrededor de los 35-45 días posteriores a la siembra, precisamente se nota la protección del ápice vegetativo por parte de las hojas más adultas, especialmente cuando existen temperaturas bajas (31).

2.2.4.6. Ramificación.

La planta posee cuatro pares de hojas verdaderas desplegadas, y extendidas sus hojas axilares hasta la tercera fila de hojas en el tallo, por otro lado las hojas cotiledonales caen dejando cicatrices notables en el tallo. Existe también la presencia de la inflorescencia, protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45-50 días posteriores a la siembra (26).

2.2.4.7. Inicio de panojamiento.

La inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, se observa alrededor una acumulación de pequeñas hojas, las mismas que descubren en sus tres cuartas partes a la panoja. Esta fase tiene lugar alrededor de los 55-60 días posteriores a la siembra, finalmente se puede apreciar el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (estas hojas pierden su capacidad fotosintética) (26).

2.2.4.8. Panojamiento.

Por encima de las hojas sobresale con claridad la inflorescencia, apreciándose los glomérulos que la conforman, así mismo se pueden presenciar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, esto ocurre entre los 65-70 días posteriores a la siembra, a partir de esta fase son consumibles las panojas tiernas a manera de verdura (32).

2.2.4.9. Floración.

Es cuando en la panoja principal el 50% de flores se encuentran abiertas, ello tiene lugar aproximadamente entre 90-100 días posteriores a la siembra. Durante esta fase pueden las flores ser muy frágiles ante las heladas, pudiendo resistir hasta 2°C bajo cero, debiendo observarse al medio día, dado que durante la mañana y tarde se encuentran cerradas. El tiempo que dura la floración oscila de entre 12-15 días (32).

2.2.4.10. Grano acuoso.

En esta fase el 50% de granos de la panoja contiene líquido de apariencia acuosa (32).

2.2.4.11. Grano lechoso.

Se visualiza esta fase, en el momento en que los frutos se encuentran en los glomérulos de la panoja, y el 50% de los granos contiene líquido blanquecino con aspecto lechoso, esto ocurre entre los 100-130 días posteriores a la siembra. En esta fase la ausencia de humedad incidirá negativamente en la producción (32).

2.2.4.12. Grano pastoso.

Ocurre alrededor de los 130-160 días posteriores a la siembra y se detecta al momento de presionar los frutos, puesto que estos deberán presentar una consistencia pastosa de color blanco. Al igual que la fase de grano lechoso el déficit de humedad afectara negativamente a la producción (33).

2.2.4.13. Madurez fisiológica.

Se diferencia de la anterior etapa, al momento de ejercer presión con las uñas al grano formado, estas presentaran resistencia a la penetración, ocurre entre 160-180 días posteriores a la siembra, el contenido de humedad del grano varia de 14% a 16%, así mismo en esta etapa ocurre un resecamiento completo de la planta y defoliación (22).

2.2.5. Características fisiológicas.

La quinua al ser una planta de tipo C3, es ineficiente entre aquellas que fijan el CO₂ a través de la enzima RuDP-carboxilasa, y que forman un primer compuesto estable tricarbonatado. Esta determinación se efectuó en base al tipo anatómico de hojas, fundamentalmente por la ausencia de la vaina de los haces, la presencia bien definida del parénquima clorofiliano de empalizada (34).

2.2.6. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.

2.2.6.1. Fotoperiodo.

Presenta distintos fotoperiodos, pudiendo ser requerimientos de días cortos para el florecimiento, como también la insensibilidad a la luz para el desarrollo, por lo general en países más sureños (35).

2.2.6.2. Radiación.

Este factor se encarga de compensar las horas de calor requeridas, lo cual permitirle a la planta desarrollarse agrónomicamente de forma óptima, especialmente en zonas que se localizan a mayores metros sobre el nivel del mar, donde por lo general se encuentra en condiciones frías y las radiaciones golpean a la planta con mayor intensidad (36).

2.2.6.3. Altitud.

La quinua prospera desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. En el primero se produce el periodo vegetativo corto con rendimientos altos (4000 kg/ha) y en el segundo, se efectúa el periodo vegetativo largo (37).

2.2.6.4. Precipitación y Temperatura.

Según Manzaneda, F (35). Determina que de 300 a 1000 mm. Las condiciones pluviales varían según la especie y/o país de origen. Variedades de Bolivia y del Altiplano de Perú

requieren lluvia en limitadas cantidades, mientras que las variedades asentadas al sur de Chile requieren abundantes cantidades. En general, en forma eficiente con un nivel de lluvias durante su crecimiento y desarrollo, y condiciones de sequedad, especialmente durante su maduración y cosecha (35).

Según Patti (38), la precipitación óptima para el cultivo de la quinua va de entre 300 a 500 mm y como máximo 600 a 800 mm. A su vez, determina los requerimientos de temperatura y precipitación según los grupos agroecológicos de quinua.

Tabla 2. *Requerimientos de precipitación y temperatura, según los grupos agroecológicos de quinua.*

Grupo Agroecológico	Precipitación (mm)	Temperatura mínima promedio (°C)
Valle	700-1500	3
Altiplano	400-800	0
Salares	250-400	-1
Nivel del mar	800-1500	5
Yungas	1000-2000	7

FUENTE: (38)

ELABORADO: AUTOR

De acuerdo a la temperatura Patti (38), sostiene que para obtener producciones buenas de quinua se necesita un rango de temperatura promedio anual de 9°C a 16°C, y para una germinación aceptable una temperatura mínima de 5°C. A su vez Patti (38), describe los requerimientos de temperatura según las fases de desarrollo: fase de germinación con un requerimiento de 1 a 3 °C; fase de primeras hojas, de 5 a 8 °C; fase de ramificación, de 8 a 16°C; fase de floración de 16 a 22 °C y la fase de madurez con un requerimiento de 16 a 22 °C (38).

2.2.6.5. Suelo y pH de suelo.

La planta requiere de suelos francos o franco-arenosos, semiprofundos, con buen drenaje y con alto contenido de materia orgánica. La incorporación de este material mejora la estructura del suelo. En los arenosos, la incorporación de materia orgánica permite un buen anclaje de la planta. En suelos arcillosos evita que el agua se encharque, lo cual disminuye los daños por humedad excesiva. La materia orgánica también sirve como fuente de nitrógeno e incrementa las defensas naturales de la planta ante el daño de plagas y enfermedades.

La planta puede prosperar en suelos alcalinos hasta con pH 9, así como en suelos ácidos de hasta 4,5 de pH. Esto dependerá de la variedad de la quinua. El pH óptimo varía de 6,5 a 8,0 (37).

2.2.6.6. Humedad relativa.

La quinua crece en el altiplano desde 40% de humedad sin mayores inconvenientes, hasta el 100% de humedad relativa en la costa. La alta humedad relativa se presenta en los meses de mayor desarrollo de la planta (enero y febrero), lo que agiliza el desarrollo de las enfermedades fungosas, como en el caso del mildiu (38).

2.2.7. Labores culturales.

2.2.7.1. Preparación del suelo.

Previo a realizar la labor de siembra, como principal punto se procede a preparar el terreno con días de anticipación. Es recomendable emplear un tractor de discos o vertedera, posteriormente efectuar una rastra, y finalmente realizarse un nivelado para así mejorar topográficamente las condiciones del terreno (39).

2.2.7.2. Siembra.

Las experiencias han demostrado que al hacer uso de semillas de buena calidad y en óptimas condiciones de humedad de suelo (capacidad de campo), junto con la presencia de precipitaciones mínimo una vez por semana, lo recomendable sería emplear alrededor de 10 kilos de semillas por hectárea. Caso adverso, al no tener la presencia de estas condiciones, se deberá emplear entre 12 a 15 kilos por hectárea (40).

2.2.7.3. Raleo.

Consiste en el entresaque de plántulas, por lo general se procede a realizar la eliminación de la plántula que posea menos vigor, esto quiere decir que sean más pequeñas, débiles o enfermas (41).

2.2.7.4. Deshierba.

Se lleva a cabo cuando la planta de quinua alcanza una altura de hasta los 20 cm, con el objetivo de contrarrestar la competencia por espacio, luz, nutrientes y agua (42).

2.2.7.5. Aporques.

El aporque es un procedimiento necesario que permite evitar el tumbado o vuelco de las plantas, sobre todo en valles interandinos, donde la quinua crece en forma exuberante y requiere acumulación de tierra para mantenerse en pie y sostener las enormes panojas que desarrollan (43).

2.2.7.6. Riego.

Según García. *et al.* (2016) demostraron que cuanto mayor sea la proporción entre la evapotranspiración antes de la antesis y la misma después de la antesis, menor será la eficiencia de uso de agua en riego. La etapa fenológica que más agua requiere es la de grano lechoso (44).

2.2.7.7. Fertilización.

Antes de cualquier tipo de fertilización, lo más factible es realizar un análisis de suelo. Pero como recomendación general según Peralta (2010), es aplicar 80-52-00 de nitrógeno y fósforo kg/ha, que se cubre con 100 kg de 11-52-0 y 150 kg de urea (45).

2.2.7.8. Cosecha.

La calidad más óptima de la semilla de quinua, se alcanza en el punto de madurez fisiológica denominado macillado del grano, posterior a esto la semilla es muy propensa a deteriorarse, dependiendo de las condiciones en la que este expuesta, antes y durante la cosecha, también de las condiciones en las que se almacene (46).

2.2.8. Situación de la quinua en el Ecuador.

El rescate de este cultivo ha sido una tarea importante para el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, que ha promocionado no solo su cultivo, y el manejo postcosecha, sino también las alternativas de procesamiento industrial (47).

En el Ecuador se la cultiva entre los 2300 y 3700 metros sobre el nivel del mar, tiene una amplia área potencial para el cultivo, las provincias con mayor aptitud para cultivar quinua son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar y Cañar. La quinua como producto alimenticio e industrial empezó a tener lugar en el mercado mundial, especialmente como producto orgánico. Francia, Alemania, Holanda y Estados Unidos, lideran el consumo a nivel mundial. En los últimos años la quinua se ha integrado en los programas de alimentación, impulsados por el gobierno nacional (47).

2.2.9. Variedades de quinua más usadas en el Ecuador

Las variedades de la quinua que generalmente se producen en Ecuador son Tunkahuam y Pata de Venado. Las diferencias entre las dos variedades se pueden evidenciar en la tabla 3 (48).

Tabla 3. Comparación de las variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*).

Quinua en Ecuador							
Variedad	Altura planta(cm)	Días Florac.	Días Cosecha	Color Grano	Contenido de Saponina(%)	Rendimiento kg/ha (promedio)	Altitud Optima (msnm)
INIAP Tunkahuan	150	109	180	Blanco	Bajo (0,06%)	2000	2600-3200
INIAP Pata de Venado	75	73	150	Blanco Crema	Bajo (0,05%)	1400	3000-3600

FUENTE: (48)

ELABORADO: AUTOR

2.2.10. Biomasa.

La biomasa como concepto es la cantidad total de materia viviente, en un momento dado, en un área determinada o en uno de sus niveles trófico, y se expresa en gramos de carbono, o en calorías, por unidad de superficie (49).

En las plantas es el resultado de la transformación de la energía solar en energía química. El hombre a través de la historia la ha utilizado no solo para su alimentación sino también para la alimentación de los animales (49).

Existen tres grandes procesos que vinculan la producción de biomasa con el rendimiento: generación de la estructura de dosel, utilización de la radicación interceptada en la producción de biomasa a través del proceso de fotosíntesis y la partición de la biomasa (50).

2.2.10.1. Importancia de la Biomasa.

La biomasa puede ser útil directamente como materia orgánica en forma de abono y tratamiento de suelos (por ejemplo, el uso de coberturas vegetales). Y por supuesto no puede olvidarse su utilidad más común: servir de alimento a muy diversos organismos, la humanidad incluida (49).

a) La biomasa como alimento humano.

La vida en la tierra depende de las plantas. Los humanos, al igual que el resto de los animales, sin las plantas no se podrían alimentar. Directa o indirectamente lo que se consume procede de las plantas y su biomasa. Las plantas ricas en biomasa son las que proporcionan verduras y hortalizas, ricas en vitaminas y minerales, necesarios para el mantenimiento de la salud.

Lechugas, tomates, cebollas, acelgas, repollos y zanahorias, forman parte habitual de nuestras ensaladas. Espinacas, coles, alcachofas están también presentes en la dieta habitual de muchas personas y constituyen alimentos esenciales. La biomasa en vegetales constituye la principal fuente de vitaminas, minerales, antioxidantes y fitoquímicos en la dieta humana; y de todos los vegetales, los de hoja verde son los que tienen la composición más adecuada para las necesidades nutritivas del ser humano (49).

b) La biomasa como alimento animal.

Muchísimas especies de gramíneas son excelentes productoras de pasto para el ganado, tanto en pastizales naturales como en pasturas cultivadas. Así, se cultivan para este objetivo numerosas especies de pastos perennes, tanto en climas templados como en climas tropicales o subtropicales.

Deben aprovecharse alimentos fibrosos a partir de gramíneas destinadas primariamente a obtener otros productos, de las cuales resultan partes no utilizadas en esa producción (hojas), pero que constituyen una fuente de fibra alimentaria para la alimentación de los rumiantes. Las fabáceas (Fabaceae) o leguminosas (Leguminosae) son una familia del orden de las fabales. Reúne árboles, arbustos y hierbas perennes o anuales, fácilmente reconocibles por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas y estipuladas.

Es una familia de distribución cosmopolita con aproximadamente 730 géneros y unas 19400 especies, lo que la convierte en la tercera familia con mayor riqueza de especies después de las compuestas (Asteraceae) y las orquídeas (Orchidaceae).

En la alimentación del ganado bovino y ovino principalmente, las leguminosas por sí solas o en asociación con las gramíneas forrajeras presentan una serie de bondades que incrementan la producción de leche y carne y, además, tienden a mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños.

Algunas de tales características o ventajas son que constituyen una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas (49).

c) La biomasa como alimento del suelo.

No es común que los actores o productores consideren la biomasa como un alimento imprescindible para alimentar el suelo. Esas son las razones por las cuales se utiliza tanto la quema como práctica de manejo en la agricultura mundial.

La producción de biomasa vegetal derivados de la propia actividad agrícola es considerable. Una práctica que podría contribuir a paliar el déficit húmico de los suelos es la incorporación de estos subproductos, que podrían aumentar el nivel de materia orgánica del suelo y su fertilidad.

Se ha comprobado que la adición de estos residuos, produce efectos beneficiosos sobre otras propiedades del suelo como la capacidad de retención hídrica y de intercambio catiónico (49).

2.2.10.2. Particionamiento de Biomasa.

Permite estimar los montos de materia orgánica en cada uno de los componentes que conforman la estructura de la planta, tales como tallos, ramas, hojas, flores, raíces y frutos (51).

2.2.10.2.1. Coeficientes de partición de biomasa.

Los coeficientes de partición de biomasa son la razón de una parte de la planta entre el total de la misma. Cuando expresamos el crecimiento de una planta o cultivo como acumulación de materia seca, la proporción del crecimiento total del cultivo que corresponde a una determinada parte (hojas, tallos, raíces, frutos, semillas, etc.) es lo que llamamos partición de la materia seca.

La distribución de materia seca entre los diferentes órganos de una planta es el resultado final de un conjunto ordenado de procesos metabólicos y de transporte que gobiernan el flujo de asimilados a través de un sistema fuente-sumidero.

La distribución de materia seca puede cambiar durante el desarrollo de un cultivo, debido a cambios en la potencia de sumidero de un órgano individual y a alteraciones del número de sumideros creciendo en la planta.

El genotipo, la etapa de desarrollo de la planta, las condiciones ambientales para el crecimiento y la regulación interna de la planta también pueden afectar la partición de la masa seca (15).

2.2.11. Índice de cosecha.

El índice de cosecha se calcula con la relación entre el rendimiento (suma de los pesos secos de los frutos) y la biomasa total aérea de cada una de las plantas (50), siendo una parte proporcional de la biomasa neta (52).

A su vez, un índice de cosecha debe permitir establecer el momento en que un producto tendría que ser cosechado para un propósito en particular (53).

2.2.12. Rendimiento.

Es la materia seca económicamente aprovechable que pueden producir plantas sanas, con un suministro adecuado de agua y nutrientes (52).

2.2.12.1. Factores que afectan la estabilidad del rendimiento.

Calderini (54), menciona que los principales factores que afectan la estabilidad del rendimiento son cuatro: condiciones edafoclimáticas, manejo del cultivo, mejoramiento genético y condiciones socioeconómicas.

- **Condiciones edafoclimáticas.**

Con el empeoramiento de las condiciones edafoclimáticas actuales debido al cambio climático, una enorme superficie del planeta se encuentra amenazada por los problemas de escasez de agua y de salinización de los suelos. Estos fenómenos se han recrudecido en muchas áreas agrícolas, en particular en las zonas semiáridas del mundo (55).

- **Manejo del cultivo.**

En lo concerniente al manejo del cultivo, la preparación de suelos debe ser mejorada especialmente en la nivelación o emparejado, densidades de siembra apropiadas, utilizar variedades de hábito de crecimiento simple, maduración homogénea del cultivo, plantas con panoja única. Por otra parte, las maquinas también requieren ajustes en el sistema de corte, puesto que tienen alto porcentaje de pérdida por desgrane y caída de panojas cortadas que quedan en el suelo (55).

- **Mejoramiento genético.**

Debido a que podría ser usado para obtener variedades cuyo desarrollo pudiera ajustarse de manera de evitar exponer los períodos más sensibles a heladas y sequías, dos de los factores más importantes que afectan la producción del cultivo de quinua (55).

- **Condiciones socioeconómicas.**

Bajo el concepto de economía social y solidaria, los procesos organizativos y el control de la cadena siguen en mano de actores externos, no de los propios productores, limitando así el impacto esperado en cuanto a empoderamiento y desarrollo de oportunidades para las

familias campesinas, principios en la médula de la propuesta de comercio justo que se ven reflejadas en la productividad del cultivo (55).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y duración de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo en la Finca Experimental “La María” predios 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, cuya ubicación geográfica es de 1^o 6’ 28’’ de latitud sur y 70^o 27’ 13’’ de longitud oeste, a una altura de 72 metros sobre el nivel del mar. La investigación se la realizó a inicios del mes agosto y finalizó en diciembre, la duración del experimento fue de 143 días, las condiciones meteorológicas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Características agrometeorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ - Mocache.

Temperatura promedio °C	26
Humedad relativa (%)	87,7
Heliofanía horas luz/año	915,6
Precipitación anual mm	2274,3
Evaporación, promedio mensual (mm)	89,5
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (bh – T)

FUENTE: ESTACIÓN METEOROLÓGICAS DEL INAMHI UBICADA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE DEL INIAP (2017).

ELABORADO: AUTOR

3.2. Tipo de investigación.

3.1.1. De campo.

La investigación se realizó en el campo y fue de carácter agronómico, con la finalidad de obtener resultados de adaptabilidad y potencial productivo de los genotipos de quinua en las condiciones de la zona.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método de observación.

Mediante el uso del método de observación se analizó el particionamiento de biomasa de los distintos genotipos de quinua en distintas etapas fenológicas.

3.3.2. Método comparativo.

De igual forma a través del método comparativo se analizó el efecto de las condiciones agroclimáticas de la Finca Experimental “La María” en los 21 genotipos de quinua, con la finalidad de obtener similitudes o diferencias en las variables evaluadas.

3.3.3. Método experimental.

El método experimental es el que dio la pauta de estudiar cada una de las variables evaluadas, y se determinaron los mejores tratamientos con la aplicación del análisis de varianza y las pruebas de TUKEY.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Primarias: La información primaria se obtuvo a través de la observación directa a los cultivos de quinua, que evidenciaron su desempeño en sus etapas fenológicas.

Secundarias: La información bibliográfica obtenida a través de revistas científicas, libros, tesis y buscadores académicos que proveyeron al investigador conocimientos importantes para llevar a cabo la presente investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

El ensayo correspondió a un diseño completamente al Azar (DCA), conformado por 21 tratamientos con tres repeticiones cada uno, para un total de 63 parcelas distribuidas al azar. Para la comparación de medias entre los tratamientos se implementó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabla 5. *Esquema del experimento.*

Tratamientos	Repeticiones	TUE (No Plantas / Parcela)	Plantas/Tratamiento
21	3	20	60
Total			1260

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

ELABORADO: AUTOR

Tabla 6. *Características de las unidades experimentales.*

Características	Cantidad
Unidades experimentales	63
Número de tratamientos	21
Número de repeticiones	3
Tamaño de parcelas	1 m ²
Número de hileras	4
Distancias entre plantas	0,25 m
Distancia entre hileras	0,30 m
Distancia entre repeticiones	3 m
Separación de parcelas	3 m
Área total del ensayo	2500 m ²

ELABORADO: AUTOR

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables a estudiar.

3.6.1.1. Peso fresco a los 60 días.

El peso fresco se evaluó a los 60 días después de la siembra, para lo cual se seleccionaron al azar 3 plantas por tratamiento, una por cada repetición, para estimar las siguientes variables: peso fresco de los tallos, peso fresco de las raíces, peso fresco de las panojas, peso fresco de las hojas y peso fresco total. Esto quiere decir, que se realizó la selección y separación de cada órgano de la planta, y luego con la ayuda de una balanza de precisión se procedieron a pesar las muestras por separado.

3.6.1.1.1. Peso fresco de las hojas (g).

Se procedió a separar de manera cautelosa, cada una de las hojas pertenecientes a las 3 plantas seleccionadas al azar, luego a la brevedad posible se procedió a realizar el pesaje, para así evitar que la pérdida de humedad altere el peso de las muestras.

3.6.1.1.2. Peso fresco de las panojas (g).

Para determinar el peso fresco se extrajeron las panojas de las 3 plantas seleccionadas al azar, donde se tomaron en cuenta tanto panojas principales como panojas de ramas florares, posterior a esto se realizó el pesaje.

3.6.1.1.3. Peso fresco de las raíces (g).

Para evaluar de manera más exacta el peso fresco de las raíces, fue necesario retirar los excesos de tierra (terrones) u otros excedentes, luego se realizó un enjuague con abundante agua, finalmente se realizó el secado de las raíces y posterior pesaje de las muestras.

3.6.1.1.4. Peso fresco de los tallos (g).

Para obtener el peso fresco de los tallos, se procedió a separar tanto tallos como ramas de cada una de las 3 plantas seleccionadas al azar de los distintos tratamientos, posterior a ello se realizó el recorte de los mismos, para de esta forma realizar el pesaje de manera más práctica.

3.6.1.1.5. Peso fresco total (g).

Para determinar el peso fresco total, se realizó la sumatoria de todos los pesos registrados de los distintos órganos de la planta, lo cual determinó la biomasa fresca que había alcanzado cada genotipo a los 60 días después de la siembra.

3.6.1.2. Peso seco a los 60 días (g).

Mediante la implementación de una estufa se realizó el secado de las muestras anteriormente evaluadas en fresco, las cuales fueron depositadas dentro de bolsas de papel a una temperatura de 70 °C durante un periodo de 72 horas. Una vez secas, las muestras debieron alcanzar una temperatura ambiente para realizar el pesaje correspondiente con la ayuda de la balanza de precisión.

3.6.1.2.1. Peso seco de las hojas (g).

Se extrajeron las hojas secas de las bolsas de papel, y se procedió a registrar el peso.

3.6.1.2.2. Peso seco de las panojas (g).

Se extrajeron las panojas secas de las bolsas de papel, y se procedió a registrar el peso

3.6.1.2.3. Peso seco de las raíces (g).

Se extrajeron las raíces secas de las bolsas de papel, y se procedió a registrar el peso.

3.6.1.2.4. Peso seco de los tallos (g).

Se extrajeron los tallos secos de las bolsas de papel, y se procedió a registrar el peso.

3.6.1.2.5. Peso seco total (g).

Para determinar el peso seco total, se realizó la sumatoria de todos los pesos registrados de distintos órganos de las plantas, lo cual determinó la biomasa seca que había alcanzado cada genotipo a los 60 días después de la siembra.

3.6.1.3. Biomasa Final (g).

Al llegar el estado de madurez fisiológica en cada genotipo, se procedió a recolectar nuevamente 3 plantas por cada tratamiento, una por cada repetición las cuales fueron seleccionadas al azar. Seguido a esto se realizó el particionamiento de la biomasa, separando

hojas, panojas, raíces, tallos, semillas; y se procedió a realizar el pesaje de los órganos secos por separado.

3.6.1.3.1. Hojas (g).

Se recolectaron las hojas de las 3 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, únicamente las que se encontraban sujetas a la planta, y se procedió a pesar con la ayuda de una balanza de precisión.

3.6.1.3.2. Panojas (g).

Para obtener el dato de panoja en los distintos tratamientos, se realizó la recolección y el pesado con semillas incluidas, posterior a la trilla se extrajo el dato de semillas, el cual se restó por el peso total de la panoja con semillas y así se obtuvo el peso correspondiente a panojas puras.

3.6.1.3.3. Raíces (g).

Se extrajeron las raíces de las plantas, se enjuagaron con abundante agua para eliminar partículas de suelo y se secaron, posterior a este proceso se realizó el pesaje.

3.6.1.3.4. Tallos (g).

Se seleccionaron los tallos y ramas, se recortaron con una tijera de poda y con la ayuda de la balanza se realizó el pesaje.

3.6.1.3.5. Semillas (g).

Para obtener el dato de semillas, fue necesario realizar una trilla manual a las panojas de los distintos tratamientos, y con la ayuda de una tamizadora despejar todo tipo de impurezas, finalmente se procedió a realizar el pesaje.

3.6.1.3.6. Biomasa total (g).

La biomasa total consistió en la sumatoria de todos los registros obtenidos en las variables: hojas, panojas, raíces, tallos y semillas de cada tratamiento en estudio.

3.6.1.4. Rendimiento de granos (g/m²)

En base al rendimiento de granos por planta (g) se procedió a calcular el rendimiento de granos por g/m² (datos del terreno estudiado).

3.6.1.5. Índice de cosecha (g).

Usualmente se define como la relación del peso total que se acumula en los órganos cosechados entre el total de biomasa producida en la parte aérea de la planta. En otras palabras, nos permite medir la eficacia que posee cada genotipo para traslocar los nutrientes que asimila la planta hacia el grano. Para ello se procedió a usar la siguiente formula:

(Ecuación 1)

$$IC = \text{Peso seco de grano (g)} / \text{peso seco de biomasa total (g)}$$

3.7. Tratamientos de los datos.

3.7.1. Análisis de la varianza.

Tabla 7. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamiento	t-1	20
Error experimental	t (r-1)	42
Total	t.r-1	62

ELABORADO: AUTOR

El modelo matemático del diseño experimental es:

(Ecuación 2)

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

Dónde:

Y_{ij} = Total de una observación.

μ = La media de la población de los datos del experimento.

T_i = Efecto del tratamiento i .

E_{ij} = Error experimental (56).

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Humanos.

Talento humano que contribuirá a la realización del presente proyecto de investigación:

Director del proyecto de investigación Dr. Camilo Alexander Mestanza Uquillas.

Estudiante y autor del Proyecto de Investigación John Jairo Pinargote Alava.

3.8.2. Materiales y equipos.

3.8.2.1. Materiales de campo.

- Semillas de quinua
- Azadones
- Surcadora manual
- Cinta métrica
- Estacas
- Alambre de púas
- Machetes
- Piola
- Rastrillos
- Regaderas

- Tijeras de poda
- Tamizadora

3.8.2.2. Materiales y equipos de oficina.

- Balanza de precisión
- Estufa
- Bolígrafo
- Calculadora
- Cámara digital
- Computadora
- Bolsas de papel
- Marcador permanente
- Hojas de papel boom
- Libreta de apuntes

3.9. Manejo del experimento.

3.9.1. Selección del sitio o localidad.

La localidad seleccionada fue la Finca Experimental “La María” por las condiciones propias y agroclimáticas aptas para manejar ensayos experimentales, con un suelo fértil y topográficamente plana, con fácil acceso a fuentes hídricas. Durante la preparación del terreno se tomaron muestras de suelo por medio de un muestreo en zigzag, conformado por cinco submuestras homogenizadas para formar una sola muestra, la misma que fue enviada al laboratorio de Suelos del INIAP para su análisis, los resultados se adjuntan en el anexo 21.

3.9.2. Preparación del terreno.

Para la preparación del terreno, se procedió a realizar un arado doble, para descompactar el suelo y evitar la formación de terrones de tierra, posterior a ello se realizó la balización del terreno, para de esta manera delimitar el área precisa a utilizarse y a su vez distribuir las 63 parcelas a lo largo del lote.

De manera consiguiente se realizó la fumigación de un herbicida pre-emergente para evitar la propagación de malezas, principalmente de hoja ancha, puesto a que no existen herbicidas sistémicos específicos para el cultivo de quinua en el mercado. Finalmente se colocó un cercado de alambre para una mejor protección al lote de la investigación.

3.9.3. Siembra.

Para la labor de siembra se procedió a preparar un sustrato a base de: humus, tamo de arroz, aserrín, musgo importado, arena y suelo tamizado, adicional a esto se añadió fungicida. Una vez listo el sustrato, se procedió al llenado de las bandejas germinadoras, cada bandeja correspondió a un genotipo distinto, para ello se aplicó un distintivo con el respectivo nombre de cada tratamiento, para la siembra se aplicaron tres semillas por hoyo a menos de 0,5 cm de profundidad, cubiertas por una delgada capa de sustrato, con la ayuda de un atomizador se procedió a realizar un ligero riego.

Una vez transcurridos los 15 días desde la siembra, con la preparación del lote de la investigación y la delimitación de las parcelas, se realizó el trasplante para lo cual se usó un distanciamiento de siembra de 0,25 m entre plantas y 0,30 m entre hileras.

3.9.4. Manejo.

El manejo se efectuó en dos etapas, la etapa de vivero y la etapa de cultivo. Durante la etapa de vivero se realizó el riego dos veces por día, con la ayuda del atomizador, en las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde, en lo que respecta al control de malezas, se realizó de forma manual, así mismo se realizó un raleo para evitar la sobrepoblación de plántulas de quinua por hoyo, es importante mencionar el uso estratégico del plástico sobre la mesa donde posaban las bandejas germinadoras, esto ayudó a proteger las plántulas contra condiciones climáticas adversas, es importante mencionar que también se realizó la aplicación de enraizante para mejorar el anclaje y darle mayor vigor a las raíces.

Por otro lado, en el manejo efectuado a partir del trasplante en la etapa de cultivo, se realizaron dos riegos semanales, se aporcaron manualmente las plantas, se realizaron fertilizaciones con 10-30-10 de N-P-K disuelto en agua (N80kg/ha, P50kg/ha, K30 kg/ha), y control de malezas dentro de las parcelas como en las calles.

3.9.5. Cosecha y postcosecha.

La cosecha se realizó de forma manual y de manera exclusiva en cada tratamiento, puesto a que cada genotipo alcanzó la madurez fisiológica en tiempos distintos en la mayoría de los casos (entre 90 y 143 días después de la siembra).

Para las labores de postcosecha se procedió a realizar el trillado de las panojas de manera manual, posterior a esto se realizó un tamizado para de esta manera obtener semillas libres de panoja u otras impurezas, finalmente se almacenaron en bolsas de papel, las cuales permanecieron en un lugar seco.

3.9.6. Evaluaciones.

Para la toma de datos, en lo que respecta a la variable biomasa se procedió a sustraer 3 plantas al azar por tratamiento (una por cada repetición) en dos tiempos: a los 60 días y al alcanzar la madurez fisiológica. Para ello se realizó la separación de las distintas partes de las plantas: tallos, hojas, panojas y raíces; mediante la implementación de la balanza de precisión se procedió a pesar en fresco y con la ayuda de la estufa obtener el peso seco, vale recalcar que este proceso se realizó únicamente a los 60 días, puesto que al alcanzar la madurez fisiológica se determinó únicamente el peso seco.

Finalmente, para obtener los datos de índice de cosecha se implementó la ecuación anteriormente mencionada, la cual es: $IC = \text{Peso seco de grano (g)} / \text{peso seco de biomasa total (g)}$.

3.9.7. Información de temperatura y precipitación.

Los datos de temperatura y precipitación se solicitaron al INIAP Estación Experimental Pichilingue- Quevedo.

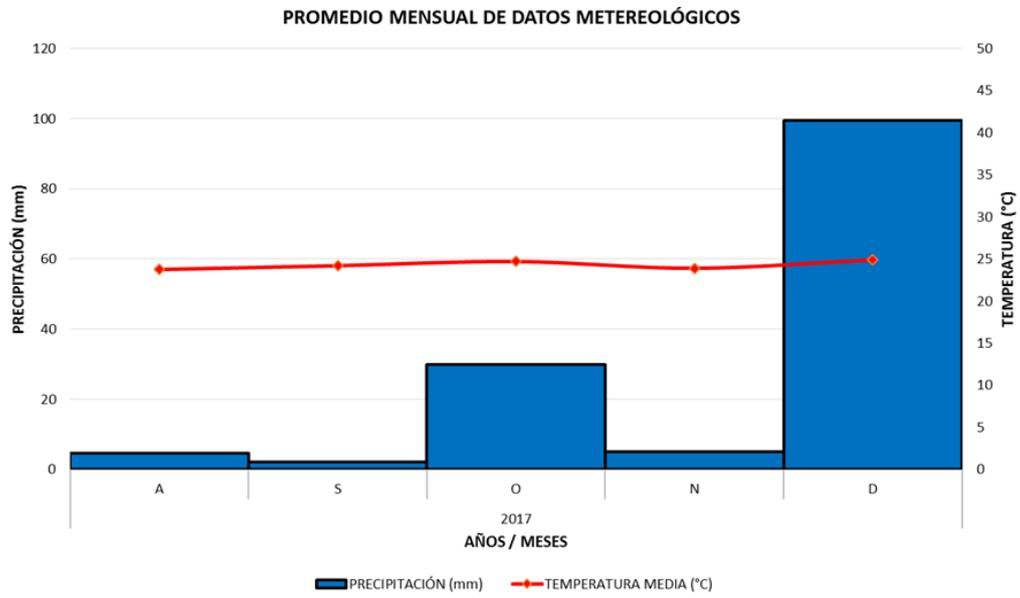


Figura 1. Datos meteorológicos de los meses de agosto hasta diciembre del 2017.

ELABORADO: AUTOR

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso fresco a los 60 días (analizado por planta)

4.1.1. Peso fresco de las hojas (g).

De acuerdo al análisis de la varianza, los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$). Siendo el T5, el genotipo más destacado en producción de hojas hasta los 60 días después de la siembra, con una producción promedio de 100,95 g de hojas por planta, seguido T2 con una media de 88,50 g, y del T4 con 72,43 g (Tabla 8).

4.1.2. Peso fresco de las panojas (g).

En la tabla 8, el análisis de la varianza para el peso fresco de las panojas evidencia que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0,05$), el valor del coeficiente de variabilidad fue 2,20 lo cual demuestra que existió un buen manejo del ensayo, por tanto, el genotipo que obtuvo mayor producción de panojas a los 60 días fue el T4 con 50,63 g, seguido de T15 y T2 con valores de 41,25 y 27,93 g respectivamente.

4.1.3. Peso fresco de las raíces (g).

Los datos analizados según la tabla 8 para el peso fresco de las raíces, demuestran diferencias estadísticas entre los promedios ($p \leq 0,05$). Donde sobresalieron los genotipos T16 con 14,50 g y T5 con 12,80 g.

4.1.4. Peso fresco de los tallos (g).

El análisis de varianza para peso fresco de los tallos presenta diferencias significativas entre tratamientos como se muestra en la tabla 8, los valores medios que destacaron corresponden al T5 y al T16 con 125,60 y 81,50 g respectivamente.

4.1.5. Peso fresco total (g).

La prueba de Tukey según la tabla 8, muestra los valores del peso fresco total, donde T5 obtuvo el mayor promedio con 259,55 g superando significativamente al resto ($p \leq 0,05$). Le

siguen T4 y T2 con valores promedios de 200,16 y 178,50 g, superando estadísticamente a los genotipos T6 y T14 que registraron los promedios más bajos con 54,45 y 25,00 g respectivamente. Mahmoud (57), en su investigación, evaluó al genotipo RGG (T20), empleando un distanciamiento de siembra de 0,50 m entre hileras y 0,30 m entre plantas, obteniendo registros muy eficientes en la acumulación de biomasa fresca con $2330.5 \pm (235.2) \text{ g/m}^2$, quiere decir que en promedio una planta produjo $349.58 \pm (35,28) \text{ g}$, lo cual es mucho mayor en comparación a lo obtenido por T5 en la presente investigación.

Tabla 8. *Peso fresco a los 60 días de los genotipos de quinua evaluados en la Finca Experimental "La María".*

Tratamientos	Genotipos	Peso fresco a los 60 días (g)									
		Hojas (g)		Panojas (g)		Raíces (g)		Tallos (g)		Peso fresco total (g)	
1	26	33,25	i	24,50	d	9,25	b c	54,25	d e f g	121,25	
2	36	88,50	b	15,00	h	10,50	b	64,50	c d	178,50	c
3	41	22,83		24,00	d	5,66	f	10,50		62,99	j k
4	42	72,43	c	50,63	a	10,30	b	66,80	c	200,16	b
5	48	100,95	a	20,20	e f	12,80	a	125,60	a	259,55	a
6	49	27,45		9,65	j	2,45	g h	14,90	i j k	54,45	k
7	52	24,00		21,16	e	3,33	g	24,50	i	72,99	i j
8	54	19,70		19,65	f	2,00	g h i	17,00	i j k	58,35	k
9	O - 1	40,25	g h	6,25		8,00	c d e	47,45	g h	101,95	h
10	O - 2	31,25	i	3,25		5,75	f	38,25	h	78,50	i
11	O - 3	33,26	i	16,76	g	9,20	b c	58,86	c d e f	117,98	e f g
12	O - 4	46,23	f	27,93	c	8,66	b c d	47,96	f g h	130,78	e
13	O - 5	54,40	d	4,65		7,40	c d e f	62,25		128,70	e f
14	O - 6	12,00		4,00	n	1,00	h i	8,00	c d e	25,00	k l
15	O - 7	32,05	i	41,25	b	6,15	e f	37,70	h	117,15	f g
16	O - 8	51,50	e	12,50	i	14,50	a	81,50	b	160,00	d
17	O - 9	39,73	h	6,46		6,80	d e f	51,50	e f g	104,49	h
18	O - 10	20,66		16,33	l m	2,66	g h	19,36	i j	59,01	k
19	J4 - O10	42,80	g	11,40		6,70	d e f	48,10	f g h	109,00	g h
20	RGG	-		ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
21	Faro 2	-		ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
C.V (%)		2,15		2,23		10,41		8,18		3,69	
(p<0,05)		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **	

Promedios en cada columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variación; NS= No significativo; *Significativo, **Alta significancia, ND= No determinado.

4.2. Peso seco a los 60 días (analizado por planta)

4.2.1. Peso seco de las hojas (g).

De acuerdo al análisis de la varianza, los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$). Siendo el T5, el genotipo más destacado en cuanto a contenido de materia seca en las hojas, con un peso seco promedio de 11,92 g, seguido del T2 con 10,43 y T4 con 9,76 g (Tabla 9). Datos similares registrados por Hirich *et al.* (58), en su investigación realizada en Marruecos, donde aplicaron distintas fechas de siembra a un mismo genotipo, lo cual arrojó diferentes resultados en pesos secos de las hojas, que fluctuaron entre 11,28 y 0,85 g por planta. Esto indica que la época de siembra incide directamente en la producción de biomasa (hojas) que puede alcanzar un determinado genotipo, lo cual concuerda con lo mencionado por Soares *et al.* (59) quienes determinaron que las fechas de siembra tuvieron una respuesta significativa sobre el desarrollo y productividad de los genotipos evaluados, sin embargo demostraron que otros factores tuvieron interferencia en ese proceso, como la temperatura y la disponibilidad de agua en el suelo.

4.2.2. Peso seco de las panojas (g).

En la tabla 9 se detallan los resultados obtenidos en el estudio de la variable peso seco de las panojas. Donde mediante el análisis de varianza se comprobó una alta significancia estadística. La prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) demostró que el genotipo que alcanzó el mayor peso seco de panojas fue el T4 con 8,76 g, mientras que el genotipo que obtuvo el menor registro fue T10 con 0,51 g. Caso contrario ocurrió con la investigación anteriormente mencionada, donde Hirich *et al.* (58) alcanzaron registros de hasta 57,47 g por planta. Sin embargo, cabe recalcar que en la etapa en la que se realizó la recolección de las muestras fue al final de la etapa de llenado, mientras en la presente investigación se llevó a cabo en la etapa de grano lechoso (a los 60 días). Por otra parte, González *et al.* (60) obtuvo como mayor registro la producción alcanzada por la variedad de quinua roja, con un promedio de 13,2 g de panojas secas por planta, y como menor registro lo obtenido por la variedad Samaranti con 1,4 g de panojas secas por planta, estos datos muestran el potencial de las plantas de quinua para la producción forrajera.

4.2.3. Peso seco de las raíces (g).

El análisis de la varianza de la variable peso seco de las raíces mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$), siendo el T2, el tratamiento con el mayor registro con un promedio de 7,56 g; mientras que T14 obtuvo el registro más bajo con 0,45 g (Tabla 9).

4.2.4. Peso seco de los tallos (g).

Los datos analizados según la tabla 9 para el peso seco de los tallos, demuestran diferencias estadísticas entre los promedios ($p \leq 0,05$). Donde sobresalieron los genotipos T5 con 14,61 g y T1 con 10,23 g, lo cual se acerca a los valores obtenidos por Hirich *et al.* (58), donde el genotipo llegó a alcanzar pesos de: 20,96, 15,64 y 14,07 g por planta. Estos resultados tienden a ser positivos, según lo mencionado por Cayoja (61), quien en su investigación concluye que los cultivares de quinua con mayor contenido de tallos y ramas tienden a obtener un mayor rendimiento en la producción de grano.

4.2.5. Peso seco total (g).

Según el ANDEVA para la variable peso seco total se registraron promedios con diferencias estadísticas altamente significativas, siendo 33,51 g el promedio más alto el registrado por T5, le sigue muy de cerca el promedio alcanzado por el T4 con 32,39 g. Por otro lado, T6 y T14 consiguieron los promedios más bajos con 8,97 g y 4,41g respectivamente (Tabla 9). Estos valores contrastan con los pesos totales obtenidos por Hirich *et al.* (58), siendo el más alto 95,62 g por planta y el más bajo 12,97 g por planta en un mismo genotipo pero con distintas fechas de siembra, una de las razones podría estar en el tiempo termal, cuanto mayor sea el tiempo térmico hasta el desarrollo, mayor será la acumulación total de biomasa (62).

Tabla 9. *Peso seco a los 60 días de los genotipos de quinua evaluados en la Finca Experimental "La María".*

Tratamientos	Genotipos	Peso seco a los 60 días (g)									
		Hojas (g)		Panojas (g)		Raíces (g)		Tallos (g)		Peso seco total (g)	
1	26	6,42	d	4,27	d	4,01	b	10,23	b	24,93	b
2	36	10,43	b	2,18	g	7,56	a	3,30	j k	23,47	c d
3	41	3,93	j k	4,84	c	2,38	d e	4,27	h i	15,42	g h
4	42	9,76	b	8,76	a	3,86	b	10,01	b	32,39	a
5	48	11,92	a	2,86	f	4,12	b	14,61	a	33,51	a
6	49	4,05	i j k	1,53	h	0,91	h i	2,48	l	8,97	l
7	52	4,06	i j k	3,48	e	1,30	f g	4,90	g h	13,74	i
8	54	2,72	l	2,89	f	0,73	i j	2,72	k l	9,06	k l
9	O - 1	6,38	d e	1,05	i	3,02	c	6,26	e	16,71	f g
10	O - 2	4,40	h i j	0,51	k	1,57	f	3,81	i j	10,29	k
11	O - 3	4,71	g h i	2,40	g	2,93	c	7,31	d	17,35	f
12	O - 4	6,54	d	4,60	c d	2,98	c	8,09	c	22,21	d e
13	O - 5	6,86	d	0,68	j k	2,08	e	5,66	e f	15,28	h
14	O - 6	1,90	m	0,73	i j k	0,45	j	1,33	m	4,41	m
15	O - 7	5,12	f g h	7,40	b	2,36	d e	7,15	d	22,03	e
16	O - 8	8,56	c	2,13	g	4,06	b	9,73	b	24,48	b c
17	O - 9	5,35	f g	0,93	i j	2,33	d e	6,20	e	14,81	h i
18	O - 10	3,61	k	2,92	f	1,17	g h	4,16	i	11,86	j
19	J4 - O10	5,64	e f	1,60	h	2,65	c d	5,06	f g	14,95	h i
20	RGG	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
21	Faro 2	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND
C.V (%)		4,26		4,09		4,74		3,54		2,43	
(p<0,05)		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **	

Promedios en cada columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variación; NS= No significativo; *Significativo, **Alta significancia, ND= No determinado.

4.3. Biomasa final (analizado por planta)

4.3.1. Hojas (g).

En la tabla 10 se observa el peso seco de las hojas, que registraron los distintos tratamientos al alcanzar la madurez fisiológica, donde mediante el análisis de la varianza se determinó que existieron diferencias estadísticas altamente significativas, destacándose en primera instancia el T13 con una producción de 14,28 g, consecutivamente le sigue el T17 con 12,00 g y T2 con 5,66 g.

4.3.2. Panojas (g).

Mediante el análisis de la varianza, se determinó que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos respecto al contenido de panojas que acumularon los genotipos hasta alcanzar la madurez, los datos fluctuaron entre 98,25 g (T13) y 3,72 g (T7), Siendo el T13 el genotipo con el mejor registro y T7 con el registro más bajo (Tabla 10).

4.3.3. Raíces (g).

Para la variable raíces se evidenció diferencias altamente significativas, según la prueba de Tukey el promedio que destacó por sobre los demás fue el obtenido por T10 con 21,59 g, seguido del T13 con 19,57 g, los cuales contrastan con el promedio obtenido por el T3 con 1,23 g (Tabla 10).

4.3.4. Tallos (g).

La acumulación de tallos y ramas, mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, donde el T13 mostró el mayor registro con 72,20 g, le siguió T10 con 70,03 g y T5 con 66,50 g, caso contrario ocurrió con T3 que alcanzó un registro de 3,61 g (Tabla 10).

4.3.5. Semillas (g).

En la presente variable existió significancia estadística, obteniendo T13 el mayor registro de semillas con 143,15 g seguido del T10 con 95,87 g. Contrario a esto, el valor más bajo lo obtuvo T7 con 0,67 g (Tabla 10).

4.3.6. Biomasa total (g).

En cuanto a la biomasa total, se reflejaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, de modo que el genotipo que alcanzó mayor acumulación de biomasa hasta llegar al estado de madurez fisiológica fue el T13 con un registro de 347,45 g, lo cual equivaldría a 4636 g/m², seguido de T10 con 240,87 g (3211,6 g/m²) y T5 con 221,17 g (2948,93 g/m²) (Tabla 10). Mientras Sephar y de Barros, (63) obtuvieron datos más bajos en su investigación realizada en la sabana brasileña, donde evaluaron distintos híbridos de quinua, que al alcanzar la madurez fisiológica registraron valores tales como: 603,7 g/m² y 636 g/m² hasta 0,0324 g/m². Sin embargo, Bertero y Ruiz, (64) registraron valores muy similares en la producción de biomasa del genotipo Faro, con 637,4 g/m², en relación al registrado en la presente investigación, donde T21 (Faro 2) registró un peso promedio por planta de 47,83 g, que equivaldría 637,73 g/m².

Tabla 10. Biomasa final de los genotipos de quinua evaluados en la Finca Experimental "La María".

Tratamientos	Genotipos	Biomasa final (g)												
		Hojas (g)	Panojas (g)	Raíces (g)	Tallos (g)	Semillas (g)	Biomasa total (g)							
1	26	1,37	h i	24,37	e f	5,74	g	21,69	f	35,70	g h	88,87	g	
2	36	5,66	c	40,86	d	11,90	d	29,75	e	52,38	e	140,55	e	
3	41	0,32		k l	7,50	h i	1,23	k	3,61	l	13,27	k l	25,93	k l
4	42	0,24		k l	11,59	g h	2,18	j k	5,34	k l	17,17	j k	36,53	i j k
5	48	2,83	f	59,93	b	8,53	e f	66,50	b	83,37	c	221,17	c	
6	49	4,28	d	25,17	e	3,33	h i	12,83	g h	41,50	f g	87,12	g	
7	52	0,49		j k l	3,72	i	1,93	j k	5,60	j k l	0,67	m	12,41	l
8	54	1,00		i j	17,09	f g	2,14	j k	7,80	j k	13,93	k l	41,95	h i j k
9	O - 1	2,08	g	22,53	e f	8,50	e f	30,43	e	49,17	e f	112,71	f	
10	O - 2	3,29	e f	50,10	c	21,59	a	70,03	a b	95,87	b	240,87	b	
11	O - 3	0,58		j k l	17,10	f g	8,00	f	26,80	e	35,63	g h	88,11	g
12	O - 4	3,42	e	18,27	e f g	9,58	e	16,83	g	44,27	f	92,37	g	
13	O - 5	14,28	a	98,25	a	19,57	b	72,20	a	143,15	a	347,45	a	
14	O - 6	0,40		k l	11,17	g h i	5,59	g	9,05	h i j k	19,70	j k	45,91	h i j
15	O - 7	0,48		j k l	8,90	h i	2,60	i j	8,99	h i j k	23,73	i j	44,70	h i j
16	O - 8	1,58	g h	53,87	b c	12,46	d	50,33	d	83,93	c	202,18	d	
17	O - 9	12,00	b	48,87	c	17,96	c	59,30	c	70,00	d	208,13	c d	
18	O - 10	0,78		j k	13,80	g h	3,59	h i	9,63	h i j	29,70	h i	57,51	h
19	J4 - O10	0,03		k l	8,45	h i	3,96	h	12,45	i j k	13,07	k l	37,95	i j k
20	RGG	0,31		l	8,77	h i	3,81	h	8,35	h i	6,87	l	28,10	j k l
21	Faro 2	2,05	g	17,29	f g	4,28	h	12,20	h i	12,00	k l	47,83	h i	
C.V (%)		6,67		9,22		4,67		5,15		5,93		5,49		
(p<0,05)		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		<0,0001 **		

Promedios en cada columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variación; NS= No significativo; *Significativo, **Alta significancia

4.4. Rendimiento de granos (g/m²)

En la tabla 11 perteneciente al rendimiento, se puede apreciar que el análisis de la varianza, indica que, a un nivel de significancia de 0,05, existen diferencias altamente significativas entre tratamientos. Destacándose el T13 con 1908,67 g/m², seguido de T10 con 1278,22 g/m², los cuales son valores relativamente altos en comparación a los registrados por los genotipos evaluados por Maliro *et al.* (65), donde bajo irrigación el genotipo que más destaco fue el Titicaca con 301,9 g/m². Caso contrario ocurrió con el T20 el cual obtuvo uno de los rendimientos más bajos del presente ensayo con 91,56 g/m², y lo cual contrasta con el valor obtenido por Garrido *et al.* (66) en el mismo genotipo, el cual obtuvo un rendimiento promedio de 157,8 g/m². Esto comprueba lo concluido por Del Castillo y Winkel (67), donde manifiestan que los rasgos morfo-fenológicos y cuantitativos, permiten evidenciar las relaciones entre limitaciones ambientales y capacidad de adaptación de las poblaciones.

Tabla 11. Rendimiento de granos de los genotipos de quinua.

Tratamientos	Genotipos	Rendimiento (g/m ²)	
1	26	476,00	g h
2	36	698,44	e
3	41	176,89	k l
4	42	228,89	j k
5	48	1111,56	c
6	49	553,33	f g
7	52	8,93	m
8	54	185,78	k l
9	O - 1	655,56	e f
10	O - 2	1278,22	b
11	O - 3	475,11	g h
12	O - 4	590,22	f
13	O - 5	1908,67	a
14	O - 6	262,67	j k
15	O - 7	316,44	i j
16	O - 8	1119,11	c
17	O - 9	933,33	d
18	O - 10	396,00	h i
19	J4 - O10	174,22	k l
20	RGG	91,56	k l
21	Faro 2	160,00	k l
C.V (%)		5,93	
(p<0,05)		<0,0001	**

Promedios en cada columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variación; NS= no significativo; *Significativo, **Alta significancia.

4.5. Índice de cosecha.

El análisis de la varianza mostró diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados, obteniendo los mayores índices el T15 con 0,56, T18 con 0,55 y T3 con 0,54 (Tabla 12). Valores que son relativamente altos y que podrían estar asociados a la variable rendimiento y distancia entre surco, a mayor valor de éstas variables, mayor el valor de índice de cosecha (61). Registros similares obtuvieron Szilagyi y Jørnsgård, (68) con genotipos que alcanzaron índices de cosecha muy eficientes en condiciones agroclimáticas de Rumania, como el Jacobsen 2 con 0,57, seguido del Jason Red con 0,50. Por otra parte, el T7, T20 y T21 alcanzaron los menores índices en el presente trabajo con 0,06, 0,24 y 0,25 respectivamente, lo cual se opone a los registros obtenidos por Lesjak y Calderini (69), donde evaluaron al genotipo RGG (T20), y este obtuvo un índice de cosecha de 0,56. Sin embargo, la solución al bajo índice de cosecha obtenido por T20 (0,24) en la presente investigación, pudiese estar en el estudio realizado por Gómez *et al.* (70), el cual demuestra que mediante el uso de Paclobutrazol, un inhibidor de la síntesis de ácido giberélico, se puede alterar el particionamiento de las plantas, y aumentar en gran medida el índice de cosecha, sin generar cambios en la acumulación de la biomasa, ni en el peso de las semillas.

Tabla 12. Índice de cosecha de los genotipos de quinua.

Tratamientos	Genotipos	Indice de cosecha	
1	26	0,43	d e
2	36	0,41	e f
3	41	0,54	a
4	42	0,50	b
5	48	0,39	f g
6	49	0,49	b
7	52	0,06	j
8	54	0,35	h
9	O - 1	0,47	b c
10	O - 2	0,44	d e
11	O - 3	0,44	c d
12	O - 4	0,53	a
13	O - 5	0,44	d e
14	O - 6	0,49	b
15	O - 7	0,56	a
16	O - 8	0,44	c d
17	O - 9	0,37	g h
18	O - 10	0,55	a
19	J4 - O10	0,38	f g
20	RGG	0,28	i
21	Faro 2	0,27	i
C.V (%)		2,47	
(p<0,05)		<0,0001**	

Promedios en cada columna con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$). CV: Coeficiente de variación; NS= no significativo; *Significativo, **Alta significancia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Los genotipos 48 y 42 obtuvieron los mayores registros de peso seco total a los 60 días, con promedios de 33,51 y 32,39 g/planta respectivamente, esto indica que alcanzaron mayor contenido de materia seca que los demás tratamientos.
- El genotipo O-5 obtuvo mayor acumulación de biomasa durante su ciclo biológico en comparación a los otros 20 genotipos evaluados, obteniendo una media de producción de 347,45 gramos de biomasa total por planta.
- En cuanto al rendimiento, O-5 alcanzó el registro más óptimo con una producción de 1908,67 g/m² que equivaldría a 19,09 t/ha, cifra que es muy significativa en relación a la producción promedio de líneas comerciales liberadas en la región sierra del Ecuador.
- Por otra parte, el genotipo con el índice de cosecha más eficiente fue el genotipo O-7, con una relación 0,56, lo que indica que independientemente del rendimiento por planta, la traslocación de nutrientes hacia la semilla fue muy eficaz.
- La producción del cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) demostró factibilidad al interactuar con las condiciones agroclimáticas del litoral ecuatoriano.

5.2. Recomendaciones.

- Los registros obtenidos en las variables correspondientes a peso seco a los 60 días podrían servir de referencia al momento de implementar el cultivo de quinua con propósito en la producción de forraje para el consumo animal.

- Los genotipos de quinua deberían ser evaluados en parcelas dispuestas a chorro continuo, para así determinar la acumulación de biomasa y el rendimiento que podrían tener de forma comercial.

- Se podría probar distintas fechas de siembra en los genotipos que sobresalieron, para así determinar que época del año resulta la propicia para establecer un cultivo.

- Realizar mejoramiento genético de los genotipos más sobresalientes, para así obtener a futuro líneas comerciales que permitan al agricultor del litoral ecuatoriano adoptar este cultivo como alternativa de diversificación.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Gómez L, Aguilar E. Guía del cultivo de quinua. 2nd ed. Molina UNAL, editor. Lima: SINCO Industria Gráfica; 2016.
2. Núñez N. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) alternativa de seguridad alimentaria para zonas desérticas. *Revista Ciencia & Desarrollo*. 2015; 19: 19-14.
3. Cruces L. Quinua manejo integrado de plagas. 1st ed. Santivañez T, Jara B, editors. Santiago: NEC Proyecto Sierra; 2016.
4. Valenzuela D. Nuevos productos alimenticios en el comercio mundial: situación y perspectivas actuales para el cultivo y exportación de quinua por parte de Ecuador. Programa de maestría en Relaciones Internacionales. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Area de Estudios Sociales y Globales; 2016.
5. Monteros A. Rendimientos de quinua en el Ecuador 2016. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Coordinación General del Sistema de Información Nacional; 2016.
6. INIAP. Desarrollo y evaluación de una formulación base para la elaboración de una sopa instantánea utilizando hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Fichero. Quito: INIAP, Laboratorio de Nutrición y calidad INIAP; 2011.
7. Hernández J. La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*. 2015; 26(3):304-312.
8. Nelson G, Rosegrant M, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, et al. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. *Política Alimentaria*. Washington, DC.: Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias ; 2009. Report No.: 978-0-89629-537-7.
9. Higuera N. Las familias productoras de quinua, sus capitales y la seguridad alimentaria. [Online]. Lima; 2013 [cited 2017 Julio. Available from: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/11/130-las-familias-productoras-de-quinua-sus-capitales-y-la-seguridad-alimentaria-en-la-provincia-centro-de-boyacc3a1-colombia.pdf>.

10. Barrios A. Scribd. [Online].; 2018 [cited 2018 Abril 13. Available from: <https://es.scribd.com/doc/56551439/ZONAS-DESERTICAS-DEL-ECUADOR>.
11. Peralta E, Mazón N. La quinua en Ecuador. In Bazile D, editor. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Quito: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD; 2014. p. 462-476.
12. Cogliatti M, Heter D. Perspectivas de producción de quinua en la región agrícola del centro de la provincia de Buenos Aires. 1st ed. Pachecho G, Martínez M, editors. Buenos Aires: UNCPBA; 2017.
13. Ucha F. Definición ABC. [Online].; 2010 [cited 2017 Julio. Available from: www.definicionabc.com/ciencia/genotipo.php.
14. Delgado R, Ramos P, Hernández A, Ceballos A, Peña R, Llanos A, et al. La biomasa como recurso energético: En energías y cambio climático. 1st ed. Salamanca EUd, editor. Salamanca: AQUILAFUENTE; 2014.
15. Rojas E. La radiación PAR y su efecto en los índices de crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de tomate. Tesis de posgrado. Saltillo: Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Programa de posgrado en agroplasticultura; 2015.
16. [publisher unknown]. SAP. [Online].; 2017 [cited 2017 Julio. Available from: http://www.sap.uchile.cl/descargas/prod_cultivos/Practica.pdf.
17. Soto E, Mercado W, Estrada R, Repo R, Díaz F, Díaz G. El mercado y la producción de quinua en el Perú. 1st ed. Soto E, editor. Lima: MGS Comercial Gráfica S.R.L.; 2015.
18. FAO. FAO. [Online].; 2013 [cited 2017 Julio. Available from: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/origin-and-history/es/>.
19. Mujica A. El origen de la quínoa y la historia de su domesticación. Fichero. Puno : Universidad Nacional del Altiplano ; 2017.
20. Apaza V, Cáceres G, Estrada R, Pinedo R. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. 1st ed. Tejada G, editor. Lima: JB Grafic E.I.R.L.; 2013.

21. Forest. Forest. [Online].; 2006 [cited 2017 Julio. Available from: <http://www.forest.ula.ve/herbariomer/especimenes4.htm>.
22. Melendez N. Evaluación del crecimiento y desarrollo de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de Tunusi altiplano norte, departamento de la Paz (Municipio de Achacachi). Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía; 2009.
23. Ramirez W. Resultado de dos sistemas de cultivo en el rendimiento, calidad y rentabilidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Costa Central. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía; 2016.
24. Palma G. Comparación agrofisiológica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y las consecuencias del raleo en los componentes del rendimiento y la calidad del grano, en el altiplano norte de bolivia. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía; 2007.
25. Burin Y. Rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo tres láminas de riego por goteo. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Agraria , Facultad de Agronomía; 2016.
26. Mamani R. Partición de biomasa y evapotranspiración del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), sometidas a estrés hídrico en diferentes etapas de crecimiento. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía; 2007.
27. León R. Respuesta del cultivo de quínua (*Chenopodium quinoa* Willd.) línea mutante 'LA MOLINA 89-77' a tres regimenes de riego, en condiciones de La Molina. Tesis de Grado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía; 2014.
28. Haro J. Efecto del laboreo sobre la calidad del suelo y la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), bajo dos sistemas de siembra en la parroquia Santiago de Quito, en la provincia de Chimborazo. Tesis de grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales; 2014.

29. Chacchi K. Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a nivel industrial. Tesis de post grado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Especialidad de Agronegocios; 2009.
30. Mina D. Evaluación agronómica de líneas F5 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en dos localidades de la serranía. Ecuador. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas; 2014.
31. Quillatupa C. Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en condiciones de La Molina. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía; 2009.
32. Tambo F. Evaluación del efecto de abonos orgánicos en variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el centro experimental de Quipaquipani, Viacha. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía; 2014.
33. Mullo A. Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a tres tipos de abonos orgánicos, con tres niveles de aplicación, bajo el sistema de labranza mínima, en la comunidad, Chacabamba Quishuar, provincia de Chimborazo. Tesis de grado. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales; 2011.
34. Flores L. Evaluación agronómica en la producción de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con participación de agricultores, en la comunidad Igachi del municipio de Batallas. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía; 2009.
35. Manzaneda F. Evaluación agronómica de diez variedades de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la Estación Experimental de Sapecho. Revista Apathapi. 2016 Enero-Junio; 1: p. 4-5.
36. Calla J. Agrobanco. [Online].; 2012 [cited 2017 Julio. Available from: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-b-quinua.pdf>.
37. Agrobanco. Especial del cultivo de quinua. Revista Técnica Agropecuaria 7. 2012;; p. 6-7.

38. Patti A. Comportamiento agronómico y evaluación del perío de maduración de granos en diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la Estacion Experimental de Choquenaira. Tesis de grado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía ; 2010.
39. Peralta E. Practicas agronómicas en el cultivo de la quinua. Folleto. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP, Estación Experimental Santa Catalina; 1985.
40. SENASA. [senasa.gob.pe](https://www.senasa.gob.pe). [Online].; 2014 [cited 2017 Julio. Available from: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf>.
41. Huaraca H. Manejo integrado de los Cultivos de Quinua, Amaranto y Ataco. Módulo de Capacitación para Capacitores. Módulo II ed. Quito: INIAP; 2011.
42. Morales L, Moniesdecca F. Comportamiento de dos lineas de quinua con diferentes densidades y sistemas de siembra en tres localidades de la sierra ecuatoriana. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas; 1986.
43. Jara L. Quintasur. [Online].; 2015 [cited 2017 Julio. Available from: <http://quintasur.blogspot.com/2015/01/aporque-de-la-planta.html>.
44. García M, Miranda R, Fajardo H. Quinoa.pe. [Online].; 2016 [cited 2017 Julio. Available from: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/01/quinua.pdf>.
45. Peralta E. INIAP Tunkahuan variedad mejorada de quinua de bajo contenido de saponina. Folleto. Quito: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina; 2010.
46. Nieto C. Reunión Nacional sobre producción uso y comercialización del cultivo de quinua. Folleto. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP, Programa de Cultivos Andinos; 1987.
47. Brito J, Larco V. Plan de marketing mix para la comercialización de cereal de quinua en hojuelas, realizado para la empresa incemar Cía.Ltda, de la ciudad de Quito. Tesis de grado. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Economicas; 2013.

48. Pinzón I. Estimación de la huella de carbono en los cultivos de quinua (*Chenopodium quinoa*) de los cantones Cayambe y Riobamba ubicados en los Andes ecuatorianos. Tesis de grado. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito; 2017.
49. Martínez A, Leyva A. La bioasa de los cultivos en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos. Scielo. 2014; 35(1): p. 11-20.
50. Néstor M. Crecimiento y desarrollo en tomate Platense (*Lycopersicon esculentum* Mill.): análisis del efecto de la nutrición mineral. Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de producción vegetal; 2010.
51. Villegas D, Rodríguez G, Velasco V, Ruiz J, Carrillo J, Ramírez S. Partición de biomasa aérea en procedencias de *Pinus greggi* plantadas en el sur de México. Revista Fitotec. 2013; Vol. 36 (4): p. 7.
52. Ortiz C, Ojeda E, Pájaro D. Estimación de rendimientos máximos de cultivos por el método de zonas agroecológicas. Revista Geográfica Agrícola. 2017.
53. Godoy C, Domé C, Monti C. Determinación de índices de cosecha y calidad en kiwi en el sudeste bonaerense (Argentina). Revista de Facultad de Ciencias Agrarias. 2010; 42(1): p. 53-72.
54. Calderini D. Presentación de Power point. [Online].; 2013 [cited 2017 Julio. Available from:
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Catedras/DptoProdVegetal/pdfJEMR/PDF%202.pdf>.
55. Bazile D. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. primera ed. Bazile D, Bertero D. , Nieto C, editors. Santiago de Chile: FAO; 2013.
56. Conceptos básicos de Inferencia Estadística. Conceptos básicos de Inferencia Estadística. [Online]. [cited 2018 Octubre. Available from:
http://dm.udc.es/asignaturas/estadistica2/sec3_2.html.
57. Mahmoud A. Production of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the marginal environments of south mediterranean region: Nile Delta, Egypt. Egyptian Journal of Soil Science. 2017; 57(3): p. 329-337.

58. Hirich A, Choukr-Allah R, Jacobsen S. Quinoa in Morocco-Effect of sowing dates on development and yield. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2014 Abril; 200(5).
59. Soares F, Soares E, Gonçalves M, Silvério L. Desenvolvimento e produtividade de quinoa semeada em diferentes datas no período safrinha. *Revista Ciência Agronômica*. 2012 Julio; 43(3).
60. González J, Martín G, Bruno M, Prado F. La “quinoa” (*Chenopodium quinoa*) como alternativa forrajera en la zona de los Valles Calchaquíes (Noroeste Argentino). *Lilloa*. 2016 Julio; 53(1).
61. Cayoja M. Distancia adecuada de siembra mecanizada de quinua para condiciones del Altiplano Central de Bolivia. *Info INIAF*. 2016; 1(8).
62. Bertero H, Ruiz R. Reproductive partitioning in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *Field Crops Research*. 2010 Julio; 118(1).
63. Spehar C, de Barros R. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian savannah. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2005 Junio; 40(6): p. 609-612.
64. Bertero H, Ruiz R. Reproductive partitioning in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *Field Crops Research*. 2010 Julio; 118(1).
65. Maliro M, Guwela V, Nyaika J, Murphy K. Preliminary studies of the performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under irrigated and ranfed conditions of central Malawi. *Frontiers in Plant Science*. 2017 Febrero; 8(227).
66. Garrido M, Silva P, Silva H, Muñoz R, Baginsky C, Acevedo E. Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo diferente disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo. *IDESIA*. 2013 Agosto; 31(2).
67. Del Castillo C, Winkel T. Variación fenotípica intra-e-inter poblaciones en siete poblaciones de quinua del altiplano boliviano. *RIIARn*. 2014; 1(1).
68. Szilagyi L, Jørnsgård B. Preliminary agronomic evaluation of *Chenopodium quinoa* Willd. Under climatic conditions of Romania. *Scientific Papers*. 2014; 57.

69. Lesjak J, Calderini D. Increased night temperature negatively affects grain yield, biomass and grain number in chilean quinoa. *Frontiers in Plant Science*. 2017 Marzo; 8(352).
70. Gómez M, Aguirre P, Mignone C, Bertero H. Can yield potential be increased by manipulation of reproductive partitioning in quinoa (*Chenopodium quinoa*)? Evidence from gibberellic acid synthesis inhibition using Paclobutrazol. *Functional Plant Biology*. 2011 Mayo; 38(5).
71. Pérez G. FENOTIPO.COM. [Online].; 2017 [cited 2017 Julio. Available from: http://www.fenotipo.com/plasticidad_fenotipica.
72. AEMet. AEMet. [Online].; 2016 [cited 2017 Julio. Available from: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/fenologia>.
73. Porto J, Merino M. Definicion.de. [Online].; 2015 [cited 2017 Julio. Available from: <http://definicion.de/albumina/>.
74. Ecured. Ecured. [Online].; 2011 [cited 2017 Julio. Available from: <https://www.ecured.cu/Globulina>.
75. FAO. FAO. [Online].; 2017 [cited 2017 Julio. Available from: <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/es/>.
76. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Información Agrometeorológica de la Finca Experimental La Maria. Quevedo, Ecuador: INAMHI, Estación Experimental Tropical Pichilingue; 2014.
77. Bio Scripts. Biodic. [Online].; 2017 [cited 2017 Julio. Available from: <https://www.biodic.net/palabra/ecotipo/#.WXGVtoSGPIU>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos.

7.1.1. Análisis de varianza de las variables en estudio.

Anexo 1. Peso fresco de las hojas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29874,01	18	1659,67	2057,70	<0,0001
Tratamientos	29874,01	18	1659,67	2057,70	<0,0001
Error	30,65	38	0,81		
Total	29904,66	56			

Anexo 2. Peso fresco de las panojas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8452,15	18	469,56	3035,42	<0,0001
Tratamientos	8452,15	18	469,56	3035,42	<0,0001
Error	5,88	38	0,15		
Total	8458,03	56			

Anexo 3. Peso fresco de las raíces (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	735,20	18	40,84	76,77	<0,0001
Tratamientos	735,20	18	40,84	76,77	<0,0001
Error	20,22	38			
Total	755,41	56			

Anexo 4. Peso fresco de los tallos (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	44164,37	18	2453,58	171,35	<0,0001
Tratamientos	44164,37	18	2453,58	171,35	<0,0001
Error	544,12	38	14,32		
Total	44708,49	56			

Anexo 5. Peso fresco total (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	176459,75	18	9803,32	566,28	<0,0001
Tratamientos	176459,75	18	9803,32	566,28	<0,0001
Error	657,85	38	17,31		
Total	177117,60	56			

Anexo 6. Peso seco de las hojas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	381,77	18	21,21	334,09	<0,0001
Tratamientos	381,77	18	21,21	334,09	<0,0001
Error	2,41	38	0,06		
Total	384,18	56			

Anexo 7. Peso seco de las panojas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	273,05	18	15,17	1054,98	<0,0001
Tratamientos	273,05	18	15,17	1054,98	<0,0001
Error	0,55	38	0,01		
Total	273,60	56			

Anexo 8. Peso seco de las raíces (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	147,64	18	8,20	518,08	<0,0001
Tratamientos	147,64	18	8,20	518,08	<0,0001
Error	0,60	38	0,02		
Total	148,24	56			

Anexo 9. Peso seco de los tallos (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	583,79	18	32,43	680,24	<0,0001
Tratamientos	583,79	18	32,43	680,24	<0,0001
Error	1,81	38	0,05		
Total	585,60	56			

Anexo 10. Peso seco total (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3289,86	18	182,77	994,22	<0,0001
Tratamientos	3289,86	18	182,77	994,22	<0,0001
Error	6,99	38	0,18		
Total	3296,84	56			

Anexo 11. Hojas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	861,97	20	43,10	1294,68	<0,0001
Tratamientos	861,97	20	43,10	1294,68	<0,0001
Error	1,40	42	0,03		
Total	863,36	62			

Anexo 12. Panojas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33217,77	20	1660,89	267,59	<0,0001
Tratamientos	33217,77	20	1660,89	267,59	<0,0001
Error	260,69	42	6,21		
Total	33478,45	62			

Anexo 13. Raíces (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2194,34	20	109,72	882,33	<0,0001
Tratamientos	2194,34	20	109,72	882,33	<0,0001
Error	5,22	42	0,12		
Total	2199,57	62			

Anexo 14. Tallos (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32786,29	20	1639,31	936,82	<0,0001
Tratamientos	32786,29	20	1639,31	936,82	<0,0001
Error	73,49	42	1,75		
Total	32859,79	62			

Anexo 15. Semillas (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	76568,49	20	3828,42	613,03	<0,0001
Tratamientos	76568,49	20	3828,42	613,03	<0,0001
Error	262,29	42	6,25		
Total	76830,78	62			

Anexo 16. Biomasa total (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	479152,56	20	23957,63	718,69	<0,0001
Tratamientos	479152,56	20	23957,63	718,69	<0,0001
Error	1400,08	42	33,34		
Total	480552,64	62			

Anexo 17. Rendimiento (g/m²).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	76568,49	20	3828,42	613,03	<0,0001
Tratamientos	76568,49	20	3828,42	613,03	<0,0001
Error	262,29	42	6,25		
Total	76830,78	62			

Anexo 18. Índice de Cosecha.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,79	20	0,04	613,03	<0,0001
Tratamientos	0,79	20	0,04	613,03	<0,0001
Error	4,SE-03	42	1,1E-04		
Total	0,79	62			

Anexo 19. Esquema del experimento.

Tratamiento	Genotipo	Repeticiones	TUE/Plantas	No Plantas/Tratamiento
1	26	3	20	60
2	36	3	20	60
3	41	3	20	60
4	42	3	20	60
5	48	3	20	60
6	49	3	20	60
7	52	3	20	60
8	54	3	20	60
9	0 – 1	3	20	60
10	0 – 2	3	20	60
11	0 – 3	3	20	60
12	0 – 4	3	20	60
13	0 – 5	3	20	60
14	0 – 6	3	20	60
15	0 – 7	3	20	60
16	0 – 8	3	20	60
17	0 – 9	3	20	60
18	0 – 10	3	20	60
19	RGG	3	20	60
20	J4 – 010	3	20	60
21	Faro 2	3	20	60
Total				1260

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

Anexo 20. Toma de muestras de suelo para análisis físico y químico.

a)



a). Extracción de submuestras de suelo.

b)



b). Homogenización de la muestra y llenado de funda.

Anexo 21. Análisis del suelo del lote experimental.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador; Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Pinargote Alava John Jairo	Nombre :	La María	Cultivo Actual :	2661
Dirección :		Provincia :	Los Ríos	N° Reporte :	24/07/2017
Ciudad :	Quevedo	Cantón :	Quevedo	Fecha de Muestreo :	24/07/2017
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	24/07/2017
Fax :		Ubicación :	Sitio La María	Fecha de Salida :	14/08/2017

N° Muest.	Datos del Lote		ppm			meq/100ml			ppm														
	Laborat.	Identificación	Area	pH	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B								
85656	Muestra 1		5,4	Ac	RC	22	M	14	M	0,66	A	12	A	1,2	M								



INTERPRETACION	METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
<p>pH</p> <p>M_{Ac} = Muy Acido L_{Ac} = Liger. Acido L_{Al} = Lige. Alcalino RC = Requiere Cal</p> <p>Ac = Acido PN = Prac. Nturo Me_{Al} = Media. Alcalino</p> <p>Me_{Ac} = Media. Acido N = Neutro Al = Alcalino</p>	<p>pH = Suelo agua (1:2,5)</p> <p>N,P,B = Colorimetria</p> <p>S = Turbidimetria</p> <p>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica</p>	<p>Olsen Modificado</p> <p>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</p> <p>Fosfato de Calcio Monobásico</p> <p>B,S</p>

x. W. Jairo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

+ @pedro

RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador; Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Pinargote Alava John Jairo	Nombre :	La María	Cultivo Actual :	2661
Dirección :		Provincia :	Los Ríos	N° de Reporte :	24/07/2017
Ciudad :	Quevedo	Cantón :	Quevedo	Fecha de Muestreo :	24/07/2017
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	24/07/2017
Fax :		Ubicación :	Sitio La María	Fecha de Salida :	14/08/2017

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)				
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
85656						10,0	1,82	20,0	13,8							



INTERPRETACION	ABREVIATURAS	METODOLOGIA USADA
<p>Al+H, Al y Na</p> <p>B = Bajo NS = No Salino S = Salino B = Bajo</p> <p>M = Medio LS = Lig. Salino MS = Muy Salino M = Medio</p> <p>T = Tóxico</p>	<p>C.E. = Conductividad Eléctrica</p> <p>M.O. = Materia Orgánica</p> <p>RAS = Relación de Adsorción de Sodio</p>	<p>C.E. = Conductímetro</p> <p>M.O. = Titulación de Weikley Black</p> <p>Al+H = Titulación con NaOH</p>

x. W. Jairo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

+ @pedro

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 22. Toma satelital del terreno de la investigación.



Anexo 23. Llenado de bandejas germinadoras y posterior siembra.

a)



a). Preparación del sustrato.

b)



b). Aplicación del sustrato a las bandejas germinadoras.

c)



c). Siembra de los 21 genotipos de quinua.

Anexo 24. Desarrollo de las plántulas de quinua durante los primeros 15 días en bandejas germinadoras.

a)



a). Emergencia de plántulas a dos días post-siembra.

b)



b). Desarrollo de hojas verdaderas.

c)



c). Plantas de quinua a los 12 días post-siembra.

d)



d). Plantas de quinua a los 15 días, listas para el trasplante.

Anexo 25. Preparación del terreno para el posterior trasplante.

a)



a). Aplicación de herbicida pre-emergente.

b)



b). Implementación de surcadora manual para la realización de las parcelas.

c)



c). Trasplante de las plantas de quinua al terreno de la investigación.

d)



d). Predisposición al azar de los distintos tratamientos y repeticiones.

e)



e). Cletodim.

f)



f). Control de malezas.

Anexo 26. Genotipos de quinua con las condiciones agroclimáticas de la Finca Experimental “La María”.



Anexo 27. Determinación de la biomasa y particionamiento a los 60 días.

a)



a). Particionamiento de biomasa.

b)



b). Recolección de hojas pertenecientes al genotipo 26.

c)



c). Recolección de panojas.

d)



d). Movilización de las muestras de los 21 genotipos.

e)



e). Preparación de equipos y muestras.

f)



f). Pesado de tallos frescos.

g)



g). Pesado de hojas frescas.

h)



h). Pesado de raíces frescas.

i)



i). Pesado de panojas frescas.

j)



j). Ubicación de las muestras en la estufa.

k)



k). Pesado de panojas secas.

l)



l). Pesado de hojas secas.

m)



m). Pesado de tallos secos.

n)



n). Pesado de raíces secas.

Anexo 28. Determinación de la biomasa e índice de cosecha al alcanzar la madurez fisiológica.

a)



a). Plantas de quinua en madurez fisiológica.

b)



b). Recolección de plantas en madurez fisiológica.

c)



c). Plantas listas para el particionamiento.

d)



d). Separación de panojas.

e)



e). Recorte de tallos.

f)



f). Pesado de tallos.

g)



g). Pesado de hojas.

h)



h). Pesado de panojas.

i)



i). Pesado de raíces.

j)



j). Panojas de los 21 genotipos.

k)



k) Trillado de panojas.

l)



l). Semillas de quinua.