



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES.**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“RESPUESTA DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN A LA
FERTILIZACIÓN NITROGENADA, EN LAS CONDICIONES
EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ARGELIA”**



**Tesis de grado previa a la
obtención del título de
Ingeniero Agrónomo.**

TESISTA: Stalin Yerobi Luzón Zumba.

DIRECTOR: Ing. Pablo Alvarez Figueroa. Mg. Sc.

LOJA- ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS


CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el Sr. **STALIN YEROBI LUZÓN ZUMBA**, egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja, realizo bajo mi dirección el trabajo investigativo titulado, "**RESPUESTA DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA, EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ARGELIA**"; el mismo que se realizó de acuerdo a los objetivos y metodología propuesta en el cronograma establecido, habiendo cumplido con las normas institucionales exigidas para el efecto. Sus resultados han sido analizados y discutidos desde el punto de vista científico-técnico en base a la naturaleza del trabajo, por lo que autorizo su presentación.

Loja, 11 de diciembre del 2015



Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad del Tribunal Calificador de la Tesis titulada: "**RESPUESTA DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA, EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ARGELIA**", de autoría del señor egresado **Stalin Yerobi Luzón Zumba** de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja, certifican que se han incorporado al trabajo final de tesis todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos la publicación y difusión de la tesis.

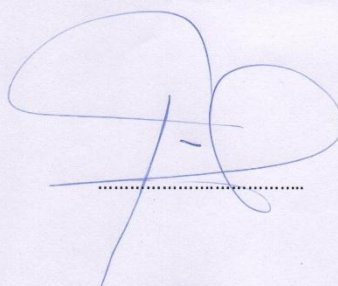
Loja, 04 de Enero del 2016

Atentamente,

Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Zoila Zaruma Hidalgo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Kléver Chamba Caillagua
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



AUTORÍA

AUTORÍA

Yo, Stalin Yerobi Luzón Zumba declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Autor: Stalin Yerobi Luzón Zumba

Firma:.....



Cedula: 1104908940

Fecha: Loja, 05 de enero del 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Stalin Yerobi Luzón Zumba declaro ser autor, de la tesis titulada **“RESPUESTA DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA, EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ARGELIA”**, como requisito para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para la constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 05 días del mes de enero, firma el autor.

Firma: .....

Autor: Stalin Yerobi Luzón Zumba

Número de cédula: 1104908940

Dirección: Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador

Correo electrónico: stanflaco@hotmail.com

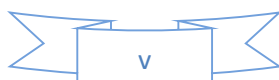
Teléfono: 0984482987

Director de Tesis: Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa

Tribunal de Grado: Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay (**PRESIDENTE**)

Ing. Zoila Zaruma Hidalgo (**VOCAL**)

Ing. Kléver Chamba Caillagua (**VOCAL**)



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Carrera de Ingeniería Agronómica, adscrita al Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, a todos los profesores y personal administrativo, quienes aportaron día a día con sus conocimientos y consejos para mi buena formación profesional.

Al Ing. Agr. Pablo Alvarez Figueroa Mg. Sc, catedrático de la misma en su calidad de director, por su apoyo constante y orientación en el desarrollo de esta investigación.

A sí mismo, al Ing. Teodoro Feijo Director de la Quinta Experimental “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, y al personal de la misma, quienes facilitaron el desarrollo de mi trabajo investigativo.

A los miembros del tribunal calificador: Ing. Edmigio Valdivieso Caraguay, Ing. Zoila Zaruma Hidalgo, Ing. Kléver Chamba Caillagua, por sus acertadas sugerencias permitiendo reforzar la presente tesis.

Stalin Yerobi Luzón Zumba

DEDICATORIA

A dios por brindarme la salud y la fuerza necesaria, para seguir adelante y guiándome por el buen camino.

A mis padres Graciela Zumba Correa y José Miguel Luzón por el gran apoyo, consejos y comprensión en los malos momentos.

A mis hermanos Víctor Hugo Luzón Zumba, Carlos Augusto Luzón Zumba y Jorge Luis Luzón Zumba, también a mis hermanas Karina Bejarano Zumba, María Dolores Luzón, Fabiola Luzón Zumba y Yeni Patricia Luzón Zumba, por sus consejos y apoyo en mi vida personal y universitaria.

También a todos mis compañeros y amigos que de una u otra manera me ayudaron en la culminación de mi carrera y tesis.

Stalin Yerobi Luzón Zumba

INDICE GENERAL

Contenido	Página
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS	v
DEDICATORIA	vii
INDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. CULTIVO DE QUINUA (CHENOPODIUM QUINUA WILD) VARIEDAD TUNKAHUAN	3
2.2. VARIEDADES	4
2.3. DESCRIPTORES DE INTERÉS MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN	5
2.3.1. SIEMBRA Y DENSIDAD DE SIEMBRA	6
2.3.2. EMERGENCIA	6
2.3.3. PANOJAMIENTO	6
2.3.4. TAMAÑO DE LA PANOJA	7
2.3.5. FLORACIÓN	7
2.3.6. ALTURA DE LA PLANTA DE QUINUA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA	7
2.3.7. MADUREZ FISIOLÓGICA	8
2.3.8. RENDIMIENTO	8
2.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA	9
2.5. CONDICIONES AMBIENTALES REQUERIDAS POR EL CULTIVO DE QUÍNUA	10
2.5.1. CLIMA	10
2.5.2. SUELO	10

2.5.3.	ALTITUD (MSNM)	11
2.6.	VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA	11
2.7.	FERTILIZACIÓN	12
2.7.1.	FUNCIÓN DEL NITRÓGENO Y FOSFORO EN LA PLANTA	12
2.6.2.	RELACIÓN NITRÓGENO-FOSFORO	12
2.6.3.	RESPUESTA DE LA QUINUA A LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1.	LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
3.1.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	15
3.1.2.	UBICACIÓN ECOLÓGICA	16
3.1.3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO	16
3.2.	MATERIALES.....	17
3.2.1.	MATERIAL DE OFICINA	17
3.2.2.	MATERIAL BIOLÓGICO	17
3.2.3.	MATERIAL DE CAMPO	17
3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
3.3.1.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	18
3.3.2.	HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.....	18
3.3.3.	MODELO MATEMÁTICO	19
3.3.4.	VARIABLES A EVALUAR	20
3.3.5.	ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
3.4.	METODOLOGÍA	23
3.4.1.	ACTIVIDADES PREVIAS A LA SIEMBRA	23
3.4.2.	METODOLOGÍA PARA EL PRIMER OBJETIVO	24
3.4.3.	METODOLOGÍA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO	26
3.4.4.	METODOLOGÍA PARA EL TERCER OBJETIVO.....	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	DÍAS A LA EMERGENCIA.....	33
4.2.	DÍAS AL PANOJAMIENTO	34
4.3.	DÍAS A LA FLORACIÓN.....	35
4.4.	DÍAS A LA COSECHA	36
4.5.	DIÁMETRO DEL TALLO A LA MADUREZ FISIOLÓGICA.....	37
4.6.	LONGITUD DE LA PANOJA	38

4.7.	DIÁMETRO DE LA PANOJA.....	40
4.8.	ALTURA DE LA PLANTA.....	41
4.9.	RENDIMIENTO DEL CULTIVO EN GR/PLANTA/TRATAMIENTO	43
4.10.	RENDIMIENTO DEL CULTIVO EN KG/HA	44
4.11.	DOSIS OPTIMA DEL NITRÓGENO EN LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN.....	46
4.12.	EFECTO SINÉRGICO DEL FOSFORO.....	47
4.13.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	48
5.	CONCLUSIONES.....	54
6.	RECOMENDACIONES.....	55
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	56
8.	ANEXOS	59

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Variedades de quinua.	5
Cuadro 2. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con granos básicos (%).	11
Cuadro 3. Análisis físico y químico del área experimental 2015.	16
Cuadro 4. Tratamientos que se estudiaron en el ensayo de tesis, en la quinta experimental “la argelia” de la universidad nacional de loja, sector los molinos.	18
Cuadro 5. El esquema del análisis de varianza adeva es el siguiente.	19
Cuadro 6. Características de la unidad experimental.	22
Cuadro 7. Cantidad de nitrógeno aplicado en forma de urea y fosfatodiamonico, en los respectivos tratamientos.	25
Cuadro 8. Cantidad de fosforo aplicada en forma de fosfato diamónico en los respectivos tratamientos.	26
Cuadro 9. Diámetro del tallo en el cultivo de quinua, Loja 2015.	38
Cuadro 10. Longitud de la panoja en el cultivo de quinua, Loja 2015.	39
Cuadro 11. Diámetro de la panoja en el cultivo de quinua, Loja 2015.	40
Cuadro 12. Altura de la planta en el cultivo de quinua, Loja 2015.	42
Cuadro 13. Cálculo de los costos variables de cada tratamiento por hectárea ..	49
Cuadro 14. Cálculo de los beneficios netos de cada tratamiento por hectárea..	50
Cuadro 15. Análisis de dominancia de los tratamientos.	51
Cuadro 16. Tasa de Retorno Marginal (TRM) entre tratamientos.	52
Cuadro 17. Ganancia neta de los tratamientos.	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cultivo de quinua (<i>Chenopodium quinua</i> wild) variedad tunkahuan.....	3
Figura 2. Mapa de ubicación del campo experimental, provincia de Loja, barrió la Argelia, sector los Molinos (UNL) (Cinfa, 2015).....	15
Figura 3. Croquis del diseño experimental	22
Figura 4. Área útil del diseño experimental	23
Figura 5. Días a la emergencia de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.	33
Figura 6. Días al panojamiento de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.	34
Figura 7. Días a la floración de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.....	35
Figura 8. Días a la cosecha de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.....	36
Figura 9. Rendimiento en el cultivo de quinua variedad tunkahuan en gr/planta/tratamiento, Loja 2015.	43
Figura 10. Rendimiento en el cultivo de quinua variedad tunkahuan en kg/ha, Loja 2015.	45
Figura 11. Dosis óptima de la fertilización nitrogenada en el cultivo de quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.	46
Figura 12. Efecto sinérgico del p frente al n en el cultivo de quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis químico y físico del área experimental.....	59
Anexo 2. Niveles de fertilidad del área experimental	60
Anexo 3. Peso de las dosis del fertilizante: a. Urea (46-00-00); b. Fosfato diamónico (18-46-00).....	61
Anexo 4. Preparación del terreno: a. Arado del terreno; b. Surcado.	61
Anexo 5. a. Instrumento de siembra a chorro continuo; b. Fertilización base.....	61
Anexo 6. Emergencia de la quinua (<i>Chenopodium quinua</i> wild) variedad tunkahuan.....	62
Anexo 7. Primera deshierba: a. Presencia de arvenses en los surcos; b. Plantas de quinua (<i>Chenopodium quinua</i> wild).....	62
Anexo 8. Colocación de letreros.....	62
Anexo 9. Primera visita de campo a cargo del ing. Pablo Alvarez	63
Anexo 10. Segunda fertilización en el inicio del panojamiento: a. Panojamiento; b. Fertilización.....	63
Anexo 11. Deshierba y aporque	63
Anexo 12. Segunda visita de campo en estado de floración a cargo del ing. Pablo Alvarez	64
Anexo 13. Inundación del área del ensayo.....	64
Anexo 14. Elaboración de drenes para el desalajo del agua.....	64
Anexo 15. Medición de los diferentes parámetros	65
Anexo 16. Tercera visita y día de campo: a. Exposición; b. Asistentes; c. Asistentes reconociendo el cultivo; d. Cultivo listo para la cosecha	65
Anexo 17. Cosecha de la quinua	66
Anexo 18. Trillado y limpieza manual de la quinua	66
Anexo 19. Peso del grano limpio.....	66
Anexo 20. Variables evaluadas para análisis de varianza.	67

Anexo 21.	Análisis de varianza para días a la emergencia	68
Anexo 22.	Análisis de varianza para días al panojamiento	68
Anexo 23.	Análisis de varianza para días a la floración	68
Anexo 24.	Análisis de varianza para días a la cosecha	69
Anexo 25.	Análisis de varianza para diámetro del tallo a la madurez fisiológica	69
Anexo 26.	Análisis de varianza para longitud de panoja	70
Anexo 27.	Análisis de varianza para diámetro de panoja.....	70
Anexo 28.	Análisis de varianza para altura de la planta	71
Anexo 29.	Análisis de varianza para la producción en gr/planta/tratamiento.....	72
Anexo 30.	Análisis de varianza para la producción en kg/ha	72
Anexo 31.	Efecto sinérgico del fosforo.	73
Anexo 32.	Dosis optima del nitrógeno en la quinua variedad tunkahuan.....	73
Anexo 33.	Costos de comercialización entre tratamientos	73
Anexo 34.	Estimación del precio de campo del producto en pie.....	74
Anexo 35.	Corrección del rendimiento experimental.....	75
Anexo 36.	Costo de producción del tratamiento T8.....	76
Anexo 37.	Formulario para recoger datos generales de la quinua.....	77
Anexo 38.	Formulario para las características productivas de la quinua	78
Anexo 39.	Formulario para monitorear la sanidad vegetal en la quinua	79
Anexo 40.	Formulario para monitorear el riego en la quinua.....	80
Anexo 41.	Formulario para monitorear la cosecha y post cosecha en la quinua	81
Anexo 42.	Formulario para monitorear los costos en la quinua	82

**“RESPUESTA DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN A LA
FERTILIZACIÓN NITROGENADA, EN LAS CONDICIONES
EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ARGELIA”**

RESUMEN

Actualmente el cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Wild) ha adquirido gran importancia por ser un cultivo tradicional andino y por su alto valor nutricional. Esta investigación evaluó la respuesta de la quinua variedad tunkahuan a la fertilización nitrogenada (FN), en las condiciones edafoclimáticas de la Argelia, cantón Loja. Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con un testigo absoluto, diez tratamientos y con tres repeticiones; la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Los tratamientos incluyeron seis niveles de FN 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg/ha y dos de fertilización fosforada (FP) 0 y 50 kg/ha para evaluar el efecto sinérgico de este elemento con respecto al N, utilizando urea y fosfato diamónico como fertilizantes. También se realizó un análisis económico mediante la metodología de Perrin (1988). Resultando un efecto sinérgico positivo de la FP (50 kg/ha) frente a la FN (200 kg/ha), obteniendo la mejor respuesta agronómica en diámetro del tallo 3,77 cm, panoja 28,17 cm; longitud de panoja 47,67 cm; altura de planta 147 cm; rendimiento 79,6 gr/planta/tratamiento y 5689,3 kg/ha. La dosis óptima de la FN (230 kg/ha) con un rendimiento de 5450 kg/ha. Además, el ensayo obtuvo una media de 3,24 días a la emergencia, 77,58 días al panojamiento, 95,45 días a la floración y 158,33 días a la cosecha. Concluyendo que la FN (200 kg/ha) con la FP (00 kg/ha), resultó económicamente rentable, con una tasa de retorno marginal de 381,5 %, pero la mayor ganancia neta es de 6783,2 dólares/ha, mediante la FN (200 kg/ha) y FP (50 kg/ha), por lo que se recomienda su aplicación.

Palabras claves: Fertilización nitrogenada, efecto sinérgico, dosis, tasa de retorno marginal, dosis óptima.

Abreviaciones: Fertilización nitrogenada (FN); Fertilización fosforada (FP)

SUMMARY

Currently the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) has acquired great importance as a traditional Andean culture and its high nutritional value. This study evaluated the response of quinoa variety tunkahuan to nitrogen fertilization (FN) in the soil and climate of Argelia, Canton Loja. The design of randomized complete block (BCA) was used with an absolute control, with ten treatments and three repetitions; comparison of means was performed by Tukey test at 5% significance. Treatments included six levels of FN 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg/ha and two phosphorus fertilization (FP) 0 to 50 kg/ha to evaluate the synergistic effect of this element with respect to N, using urea and diammonium phosphate as fertilizer. An economic analysis was also performed using the methodology of Perrin (1988). Resulting in a positive synergistic effect of FP (50 kg/ha) compared with the FN (200 kg/ha), obtaining the best agronomic response in stem diameter 3.77 cm, 28.17 cm panicle; panicle length of 47.67 cm; plant height of 147 cm; yield 79.6 g / plant / treatment and 5689.3 kg/ha. The optimal dose of FN (230 kg/ha) with a yield of 5450 kg/ha. Besides the test scored an average of 3.24 days to the emergency, the panicle 77.58 days, 95.45 days to flowering and harvest 158.33 days. Concluding that the FN (200 kg/ha) with FP (00 kg/ha), was economically viable, with a marginal rate of return of 381.5%, but the increase in net income is 6783.2 \$/ha, by FN (200 kg/ha) and FP (50 kg/ha), so its application is recommended.

Keywords: Nitrogen fertilization, synergistic effect, dosage, marginal rate of return, optimal dose.

Abbreviations: Nitrogen fertilization (FN); Phosphorus fertilization (FP)

1. INTRODUCCIÓN

La quinua es uno de los granos más importantes de la Región Andina, cuyo origen se remonta a más de 5000 años, donde fue alimento básico de los Incas. Con la llegada de los conquistadores su cultivo fue sustituido por maíz y papa, convirtiéndose a través del tiempo en un cultivo secundario, no solamente por la superficie cultivada, también por su trabajo y el bajo interés de la población para incrementar su consumo (Cuadrado, 2012).

Actualmente hay gran interés sobre el cultivo y consumo de la quinua, por tal razón, se realizó el IV Congreso Mundial de la Quinua en el año 2013, en la Universidad Técnica del Norte del Ecuador, donde se trató temas como recursos fitogenéticos, agronomía, fitomejoramiento, sistemas de producción de semillas, nutrición y calidad, agroindustria, comercialización y mercados, gastronomía y socio-antropología de la quinua, así como de otros granos andinos.

El área sembrada en Ecuador en el año 2010, se estima que son 2000 ha de quinua, de las cuales aproximadamente el 70% están sembradas con la variedad INIAP Tunkahuan. Actualmente se cultiva la variedad desde Carchi hasta Cañar y se pretende fomentar su cultivo en el Azuay y Loja, ya que tienen áreas con suelo y clima relativamente aptas (Peralta, 2010).

En la hoya de Loja, el cultivo de quinua variedad tunkahuan se adapta muy bien a las condiciones edafoclimáticas, es por ello que se debe explotar dichas áreas con un sistema de producción económicamente rentable. En la zona rural, es indispensable explotar su potencial productivo a través del uso eficiente y racional de los fertilizantes, ya que la práctica de fertilización es una herramienta muy efectiva para incrementar la cantidad y la calidad del cultivo en áreas deficientes en nutrientes.

En la provincia de Loja, en especial en la zona rural no tienen la cultura de cultivar quinua, es por ello que el MAGAP y la Universidad Nacional de Loja (UNL), a través de esta investigación se ha ido incentivando a las zonas rurales para que cultiven la quinua, ya que este producto se ha convertido una fuente de alimentación importante para el Ecuador y la población andina.

La presente investigación aporta información sobre el manejo racional de la fertilidad del suelo a través de la aplicación de fertilizantes evaluados bajo condiciones experimentales, con la finalidad de mejorar la productividad y por ende los ingresos de los pequeños productores.

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Determinar el potencial máximo de producción de la quinua con la fertilización nitrogenada.
- Identificar si la fertilización con fosforo afecta la respuesta a la fertilización nitrogenada.
- Realizar análisis económico para la determinación de la rentabilidad en los tratamientos aplicados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinua* Wild) VARIEDAD TUNKAHUAN



Figura 1. Cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Wild) variedad tunkahuan

Fuente: El autor, 2015.

Según Lescano 1994, la región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas, y dentro de ella se encuentran diferentes sub centros. En el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes.

La quinua (*Chenopodium quinua* Wild) variedad INIAP Tunkahuan, fue obtenida por selección de una población de germoplasma recolectada en la provincia del Carchi (Ecuador) en 1985. En 1986 se identificó como línea promisoría y se introdujo al Banco de Germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos del INIAP con el código ECU 0621. Del año 1996 fue evaluada en diferentes ambiente de la sierra ecuatoriana por el programa de

cultivos andinos, demostrando su gran adaptabilidad en áreas comprendidas entre 2200 y 3200 metros de altura (Peralta, 2010).

La quinua tiene una amplia área potencial para el cultivo. En Ecuador, 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 ganar espacio en el mercado mundial, especialmente como producto orgánico. Francia, Alemania, Holanda y Estados Unidos, lideran el consumo a nivel mundial. Además en los últimos años la quinua se ha integrado en los programas de alimentación, impulsados por el Gobierno Nacional del Ecuador (Villacrés *et al.*, 2011).

2.2. VARIEDADES

En 1986, el Programa de Cultivos Andinos del INIAP entregó las primeras variedades mejoradas de quinua: INIAP-Imbaya e INIAP- Cochasquí, consideradas amargas por su alto contenido de saponina (superior al 0,1%). El posterior interés en obtener variedades con menor contenido de saponina hizo que luego de ocho años de investigación se entregue dos variedades dulces (contenido de saponina inferior a 0,1%): INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuan (Nieto *et ál.*, 1992).

En el año 2008 el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos desarrolló la variedad INIAP-Pata de Venado, precoz y también con bajo contenido de saponinas. Las variedades vigentes en el mercado actual son INIAP-Tunkahuan e INIAP-Pata de Venado debido a su adaptabilidad, menor uso de agua en el des amargado, vía húmeda y escarificado rápido (vía seca) (Peralta, 2010).

Cuadro 1. Variedades de quinua.

Variedad	Origen	Altitud (msnm)	Ciclo vegetativo	Color planta	Grano		
					Color	Tamaño	Saponina
INIAP-Imbaya	Imbabura	2400-3200	Precoz	Verde	Blanco	Mediano	Amargo
INIAP-Cochasqui		2500-3200	Tardío	Verde	Blanco	Mediano	Amargo
INIAP-Ingapirca	Perú	3000-3600	Precoz	Verde	Blanco	Mediano	Dulce
INIAP-Tunkahuan	Carchi	2400-3400	Mediano	Verde	Blanco	Mediano	Dulce
INIAP-Pata de venado	Bolivia	2800-3800	Precoz	Verde	Blanco	Mediano	Dulce

Fuente: Cuadrado, 2012.

2.3. DESCRIPTORES DE INTERÉS MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS DE LA QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN

La duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenta en cada campaña agrícola por ejemplo; si se presenta precipitación pluvial larga de 4 meses continuas (enero, febrero, marzo y abril), sin presentar veranillos las fases fenológicas se alarga por lo tanto el periodo vegetativo es largo y el rendimiento disminuye. Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo también es corto y el rendimiento es óptimo. También influye la duración de la humedad del suelo, por ejemplo en un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad en el suelo o alta capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario (León, 2003).

2.3.1. Siembra y densidad de siembra

- **Época de siembra:** Noviembre a Febrero
- **Cantidad de semilla por ha:** 12 a 16 kg
- **Distancia entre surcos:** 60 a 80 cm
- **Sistema de siembra:** chorro continuo o golpes pequeños cada 20 cm a un costado del surco.

Fuente: Peralta, 2010.

2.3.2. Emergencia

Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledóneas, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto depende de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. (León, 2003).

La emergencia de la quinua se presenta por lo general a los 3 a 5 días de la siembra (Gaibor, 1997).

2.3.3. Panojamiento

Los días de panojamiento están comprendidos de 70 a 110 días después de la siembra (Peralta, 2010).

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor (León, 2003).

2.3.4. Tamaño de la panoja

El tamaño de la panoja de la quinua variedad tunkahuan está de 20 cm a 60 cm, esto depende de la eficiencia de la fertilización, manejo del cultivo, tipo de suelo y agua (Peralta, 2010).

2.3.5. Floración

Esta fase es muy sensible a las heladas y granizadas, debe observarse la floración a medio día cuando hay intensa luminosidad solar, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentra cerradas (León, 2003).

Es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal (cuando existan las inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra (Mullo, 2011).

Esta fase de floración surge a los 90 a 130 días después de la siembra (Peralta, 2010).

2.3.6. Altura de la planta de quinua a la madurez fisiológica

Según Nieto *et al.*, (1992) manifiestan que la altura de la planta de quinua variedad tunkahuan varía entre 90 cm a 185 cm de acuerdo a la nutrición, suelo, altitud y agua.

Según Mullo (2011), los resultados obtenidos por medio de la prueba de Tukey al 5% en la altura de la planta están entre 140,6 cm hasta 148,5 cm, en la Provincia de Chimborazo (Ecuador) a una altura de 3319 msnm.

La altura de planta de quinua a la madurez fisiológica varía de 90 a 180 cm (Peralta, 2010).

2.3.7. Madures fisiológica

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a más después de la siembra, el contenido de humedad del grano varia de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano (León, 2003).

Esta fase de días a la cosecha en seco cuando presenta amarillamiento total de la planta está entre 150 a 210 días después de la siembra (Peralta, 2010).

2.3.8. Rendimiento

Quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su período vegetativo, comparados a la zona andina, observándose que el mayor potencial productivo se obtiene al nivel del mar habiendo obtenido hasta 6,000 Kg/ha, con riego y buena fertilización. (Mujica *et al.*, 2001).

Según Vargas (2002), el rendimiento por planta se ve influenciado por la dosis del fertilizante aplicado, esto se debe porque a medida que se incrementa la dosis del fertilizante la producción por planta también se incrementa.

Mientras que León (2003) afirma que los rendimientos varían en función a la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo en el proceso productivo, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, obteniéndose entre 800 Kg /ha a 1400 Kg/ha en años buenos. Sin embargo según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3000 Kg /ha.

Peralta (2010) indica que el rendimiento en grano seco esta entre 1500 a 3000 kg/ha, dando así de 33 a 66 qq/ha.

Nishikawa (2012) dice que los rendimientos tienen relación con el nivel de fertilidad del suelo, la época de siembra, la variedad empleada, el uso de abonos, el control de plagas enfermedades y la ocurrencia de heladas. Generalmente se obtiene menos de 1000 kg/ha de grano en cultivos tradicionales y condiciones de secano. Con el empleo de niveles adecuados de abonamiento, desinfección de la semilla, siembra en surcos, control de malezas, la variedad Sajama ha producido hasta 3000 kg/ha, siendo el promedio comercial 1500-2500 kg/ha.

Cuadrado (2012), manifiesta que el promedio del rendimiento de la Quinoa variedad Tunkahuan es de 2200 kg/ha.

Según Peralta *et al.*, (2012), el rendimiento en los suelos volcánicos de la sierra ecuatoriana está en un promedio de 2000 kg/ha en la quinoa variedad Tunkahuan.

2.4. Costos de producción por hectárea

El costo de producción de una hectárea de quinoa Tunkahuan, estimado es de 1330 dólares con un rendimiento promedio de 2000 kg/ha (44 qq/ha) (Peralta, 2010).

Según Bojanic (2011), los costos de producción de una hectárea de quinoa orgánica no llegan a los mil dólares (US\$ 910) pues no requiere inversiones mayores en labores culturales, los costos de los productos orgánicos de control y el abonado son de bajo costo. Considerando una producción media de 760 kg/ha y un precio de venta de US\$ 120 por quintal, el ingreso bruto es de US\$ 2040.00, generando un Beneficio total de US\$ 1130.00 por Ha/año. Sin embargo, es importante notar que para el caso de productores asociados que pueden articularse horizontalmente con los comercializadores, los precios de

venta del grano de quinua pueden ser mayores con rangos que fluctúan entre los US\$ 120 y 180 el quintal.

2.5. CONDICIONES AMBIENTALES REQUERIDAS POR EL CULTIVO DE QUÍNUA

2.5.1. Clima

- **Lluvia:** 500 a 800 mm de precipitación en el ciclo.
- **Temperatura:** 7 a 17

Fuente: Peralta *et al.*, 2012.

- **Humedad:** en lo referente a la humedad relativa, la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40% en el altiplano hasta el 100% de humedad relativa en la costa (Mujica. et al., 2001).
- **Fotoperiodo:** La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo, adaptándose fácilmente a las condiciones de luminosidad (Frere *et al.*, 1975).

2.5.2. Suelo

Se desarrolla muy bien en suelos francos, franco arenoso, negro andino con un buen drenaje y pH entre 5,5 a 8.

En lo referente al suelo la quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco de potasio. También puede adaptarse a suelos franco arenosos, arenosos o franco arcillosos, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento del agua, puesto que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estados pH del suelo, de 4.5 hasta 9 de pH (Mujica *et al.*, 2001).

2.5.3. Altitud (msnm)

La quinua variedad Tunkahuan crece desde los 2200 hasta los 3200 msnm siendo la altitud optima de 2600 a 3200 msnm (Peralta *et al.*, 2012).

La quinua variedad Tunkahuan, se adapta a las condiciones edafoclimáticas que presenta la hoya de Loja a una altura de 2147 msnm (El autor, 2015).

2.6. VALOR NUTRICIONAL DE LA QUINUA

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% dependiendo de la variedad.

Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO. Al respecto Risi (1991), acota que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche.

Cuadro 2. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con granos básicos (%).

Cultivo	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra cruda	Cenizas	Kcal/100 grs.
Quinua	16,5	6,3	69	3,8	3,8	399
Arroz	7,6	2,2	80,4	6,4	3,4	372
Cebada	10,8	1,9	80,7	4,4	2,2	383
Maíz	10,2	4,7	81,1	2,3	1,7	408
Trigo	14,2	2,3	78,4	2,8	2,2	392

Fuente: Mosquera, 2009.

2.7. FERTILIZACIÓN

2.7.1. Función del nitrógeno y fosforo en la planta

➤ Nitrógeno (N)

El nitrógeno fomenta el crecimiento vegetativo y aumenta la producción de hojas (Cultivos tradicionales, 2010).

El Nitrógeno, «motor del crecimiento de la planta», normalmente mostrará su eficiencia poco después de su aplicación: las plantas desarrollarán un color verde oscuro y crecerán más vigorosamente. Sin embargo, el nitrógeno excesivo, desequilibrado en cereales/arroz puede resultar en vuelco, mayor competencia de malas hierbas y ataques de plagas, con pérdidas sustanciales de producción de cereal o de arroz (en otros cultivos decrecerá la calidad, particularmente la capacidad de almacenamiento). Además, el nitrógeno no absorbido por el cultivo posiblemente se pierda en el ambiente (FAO, 2002).

➤ El Fósforo (P)

Suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta; es absorbido del suelo como iones HPO_4^{2-} y $H_2PO_4^-$. Juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químicos fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación celular y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos (Nishikawa, 2012).

2.6.2. Relación nitrógeno-fosforo

La investigación del Instituto Internacional de Investigación sobre el arroz sugiere que bajo sistemas intensivos de cultivo de arroz tras arroz, la demanda de fósforo y de potasio aumente en el tiempo. La investigación mostró que, sin la aplicación de fósforo y de potasio, la eficiencia del nitrógeno declina,

mientras que cuando todos los nutrientes son aplicados conjuntamente la eficiencia del potasio y del fósforo aumenta sostenidamente, indicando interacciones entre estos nutrientes (Datta, 1994).

De este modo, en todos los suelos agotados, que han sido cultivados por períodos prolongados, además de las inevitables pérdidas, una fertilización desequilibrada en favor del nitrógeno es no sólo contraria a las buenas prácticas agrícolas, es también una pérdida de trabajo y de capital, es dañina para el medio ambiente y no es sostenible (FAO, 2002).

En el caso del abono sintético la cantidad de Ca y K suministrados vía abonamiento aprovechado por el cultivo puede llegar hasta 70%; mientras que para el N hasta 55%, cuando el abonamiento es adecuado hasta 90-75-60 de (N-P₂O₅-K₂O). Con dosis mayores la eficiencia de uso de los nutrientes disminuye significativamente, debido a que la capacidad metabólica del cultivo tiene sus límites. Tendencia similar ocurre con los nutrientes provenientes del guano de islas; sólo en el caso de N el mayor aprovechamiento ocurre cuando se utiliza entre 2 a 3 t/ha (Nishikawa, 2012).

2.6.3. Respuesta de la quinua a la aplicación de fertilizantes

Antes de aplicar fertilizantes siempre es recomendable hacer un análisis de suelo previo a la siembra para poder determinar la cantidad de nutrientes disponibles para el cultivo. Se fertiliza en dos partes: La primera parte en un 50% y la segunda parte antes del aporque lo que queda. En Puno (Perú) la formulación recomendada es de 80-40-00 de N, P₂O₅ y K₂O, para lo cual se utiliza nitrato de amonio (NA) de 33.5% de riqueza de N, súper fosfato triple de calcio (STC) 46.0% de P y fosfato diamónico 18% N, 46% 0% P₂O₅ (León, 2003).

Se requiere análisis de suelo pero si no se dispone, una recomendación general es aplicar 80-52-00 de nitrógeno y fosforo por hectárea, que se cubre con 100 kg de 11-52-00 y 150 kg de urea. Se recomienda aplicar el fertilizante

completo a la siembra, a chorro continuo, al fondo del surco y la urea a la deshierba. En suelos fértiles o después del cultivo de papa, no se recomienda usar fertilizante completo a la siembra, pero si aplicar 100 kg de urea o 200 kg de nitrato de amonio por hectárea al aporque (Peralta, 2010)

Estudios sobre la respuesta de la quinua al abonamiento orgánico y mineral (sintético), indican que se encontró respuestas significativas sobre todo al nitrógeno y fósforo. Se realizó un estudio con la variedad Blanca de Junín, en la localidad de Manallasq (pH: 4.9; P disponible: 7 ppm; K disponible: 230 ppm; M.O: 5.6%), sin encontrar diferencias entre los niveles de N: con 80 kg(N)/ha alcanzó un rendimiento de 1639 kg/ha , y utilizando 160 kg(N)/ha el rendimiento fue de 1665 kg/ha ;este resultado sugiere que no conviene utilizar altos niveles de N (por encima de 120 kg/ha) porque el exceso produce una disminución de los rendimientos. Utilizando 60 kg (P₂O₅)/ha se obtuvo un rendimiento de 1188 kg/ha, y con 120 kg (P₂O₅)/ha el rendimiento fue de 2117 kg/ha. Además existe una buena respuesta a la aplicación fraccionada del nitrógeno, la mitad a la siembra y la mitad al aporque (Nishikawa, 2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se efectuó en la Quinta Experimental “la Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, sector Moraspamba, a 6 Km al sur de la ciudad de Loja, parroquia Sucre, cantón y provincia de Loja, en un suelo de naturaleza franco limoso, con un pH de 5,24, con 30 ppm de nitrógeno y 9,7 ppm de fósforo, desde el 27 de octubre del 2014 al 20 de abril del 2015.



Figura 2. Mapa de ubicación del campo experimental, provincia de Loja, barrió la Argelia, sector los Molinos (UNL) (CINFA, 2015).

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El sector “Los Molinos” está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas.

- Latitud: 4° 2'25.64"S
- Longitud: 79°11'57.77"O
- Altitud: 2135 msnm

3.1.2. UBICACIÓN ECOLÓGICA

Según Holdridge (1967), ecológicamente la Estación Experimental “La Argelia-Loja”, corresponde a una Zona de vida conocida como bosque seco montano bajo (bs-Mb).

La clasificación climática según la estación meteorológica “La Argelia”, 2015; en un registro de 42 años, las condiciones climáticas son las siguientes: una precipitación anual de 906,9 mm/año, temperatura media anual de 15,5 °C, temperatura máxima de 27,8 °C, temperatura mínima 3°C, humedad relativa máxima de 78 %, humedad relativa mínima de 72 %, humedad relativa media 74 % y una velocidad del viento media 3,1 m/s

3.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Cuadro 3. Análisis físico y químico del área experimental 2015.

PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACIÓN
N	30.0	ppm	MEDIO
P	9.7	ppm	BAJO
S	12.0	ppm	MEDIO
K	0.21	meq/100 ml	MEDIO
Ca	1.7	meq/100 ml	BAJO
Mg	0.73	meq/100 ml	BAJO
Zn	0.9	ppm	BAJO
Cu	5.8	ppm	ALTO
Fe	321.0	ppm	ALTO
Mn	13.9	ppm	MEDIO
B	0.7	ppm	BAJO
MO	1.5	%	BAJO
pH	5.24		ACIDO
Textura			Franco Limoso
Topografía	1.5 %		Plana

Fuente: Estación experimental “Santa Catalina”, laboratorio de suelos y aguas, INIAP, 2014.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material de oficina

- Computadora
- Programa estadístico Infostat
- Libreta de registro
- Cámara fotográfica
- Etiquetas de identificación
- Material bibliográfico
- Programa Microsoft Excel

3.2.2. Material biológico

- Semilla de Quinoa variedad Tunkahuan (MAGAP)

3.2.3. Material de campo

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| ➤ Maquinaria | ➤ Lampas |
| ➤ Rastrillo | ➤ Bolsas de plástico |
| ➤ Estacas | ➤ Marcador |
| ➤ Piola | ➤ Letreros |
| ➤ Altímetro | ➤ Flexómetro |
| ➤ Cámara digital | ➤ Azadones |
| ➤ GPS | ➤ Urea (46-00-00) |
| ➤ Balanza digital | ➤ Fosfato Diamónico (18-46-00) |
| ➤ Libreta de campo | ➤ Sacos |

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (BCA), con tres réplicas.

3.3.1. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes:

Cuadro 4. Tratamientos que se estudiaron en el ensayo de tesis, en la quinta experimental “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, sector los Molinos.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>CANTIDAD (kg/ha)</i>	
	N	P
T0	0	0
T1	50	0
T2	50	50
T3	100	0
T4	100	50
T5	150	0
T6	150	50
T7	200	0
T8	200	50
T9	250	0
T10	250	50

Fuente: El autor, 2015.

3.3.2. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Para tratamientos:

H0: El rendimiento de quinua con fertilización nitrogenada es estadísticamente igual entre sí, al nivel de significancia del 5% de probabilidad.

H1: El rendimiento de quinua con fertilización nitrogenada es estadísticamente diferente entre sí, al nivel de significancia del 5% de probabilidad.

3.3.3. MODELO MATEMÁTICO

El modelo matemático del BCA es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es el gran total del ensayo

μ = Es la gran media de los tratamientos

α_i = Es el efecto del i-esimo tratamiento

β_j = Es el efecto de j-esimo bloques o réplicas

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

$i= 1,2,\dots,n$ (tratamientos)

$j= 1,2,\dots,n$ (replicas)

Cuadro 5. El esquema del análisis de varianza ADEVA es el siguiente.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F
Tratamientos	t-1	S _{Ct}	CM _t	CM _t /CM _e
Replicas (Bloques)	r-1	S _{Cb}	CM _b	CM _r /CM _e
Error experimental	(r-1)(t-1)rt-1	S _{Ce}	CM _e	
Total	n-1	SCT		

Dónde:

GL = Grados de libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrados medios

Para los datos obtenidos de las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.3.4. VARIABLES A EVALUAR

➤ **Días a la emergencia**

El momento en que el tratamiento presentó el 50% de emergencia, se procedió a registrar el número de días que han pasado desde la siembra hasta la emergencia (Anexo 6).

➤ **Días al panojamiento**

El momento en que el tratamiento presentó el 50% de panojamiento, se procedió a registrar el número de días que han pasado desde la siembra hasta el inicio del panojamiento (Anexo 10).

➤ **Días a la floración**

Se registró el número de días desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de las plantas de cada tratamiento presentaron dicha característica (Anexo 12).

➤ **Diámetro de la base del tallo a la madurez fisiológica.**

Se midió a 10 cm de altura desde la base de la planta con la ayuda de un calibrador, el número de plantas fueron 10 de cada tratamiento y de cada bloque (Anexo 15).

➤ **Altura de la planta a la madurez fisiológica**

Se midió la altura de 10 plantas (cm) en cada tratamiento de los tres bloques, desde la base hasta el ápice (Anexo 15).

➤ **Tamaño de la panoja a la madurez fisiológica**

Se midió el largo y ancho de la panoja en 10 plantas (cm) de cada tratamiento y en los tres bloques (Anexo 15).

➤ **Días a la cosecha**

Se anotó los días transcurridos, desde la fecha de siembra hasta la cosecha, esto es considerando hojas secas en la base y amarillas hacia el ápice de la planta y grano seco en la panoja (Anexo 17).

➤ **Rendimiento de grano en gr/planta/tratamiento y kg/ha**

El rendimiento en gramos se tomó en las 10 plantas de cada tratamiento y de cada bloque, estas plantas fueron las mismas donde se tomaron los datos de la diámetro del tallo, altura de planta, diámetro de la panoja y longitud de la panoja.

La cosecha de cada tratamiento se trilló manualmente, para luego proceder a pesar en gramos, determinando así el rendimiento en gramos por planta y por tratamiento, después estos datos se transformaron en kilogramos por hectárea (Anexo 18 y 19).

➤ **Análisis económico**

Se realizó el cálculo de los costos variables de los tratamientos por hectárea y se identificó el tratamiento más rentable de acuerdo a la metodología de Perrin *et al.*, 1988.

3.3.5. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

Cuadro 6. Características de la unidad experimental.

Descripción	Característica	Unidad de medida
Número de repeticiones	3	
Número de tratamientos	11	
Número total de unidades experimentales	33	
Ancho del tratamiento	5,6	m
Longitud del tratamiento	6	m
Área por tratamiento	33,6	m ²
Número de plantas por tratamiento	240	
Número de plantas por bloque	2640	
Número total de plantas	7920	
Número de hileras por parcela	8	
Número de hileras útiles por parcelas	6	
Distancia entre repeticiones	1,5	m
Distancia entre hileras	0.80	m
Distancia entre plantas	0.20 (chorro continuo)	m
Longitud del experimento	71,6	m
Ancho del experimenta	21	m
Área útil del Ensayo	1108,8	m ²
Área total del ensayo	1503,6	m ²

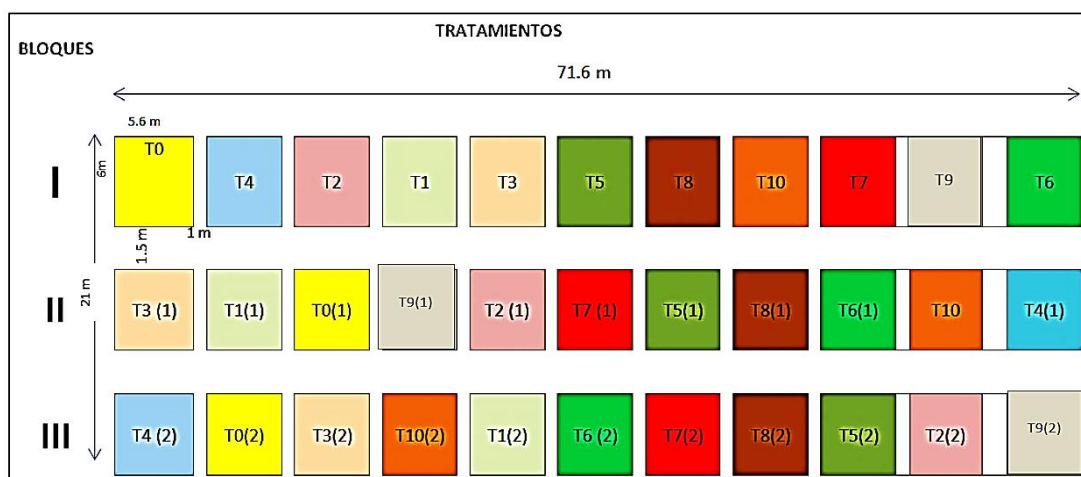


Figura 3. Croquis del diseño experimental

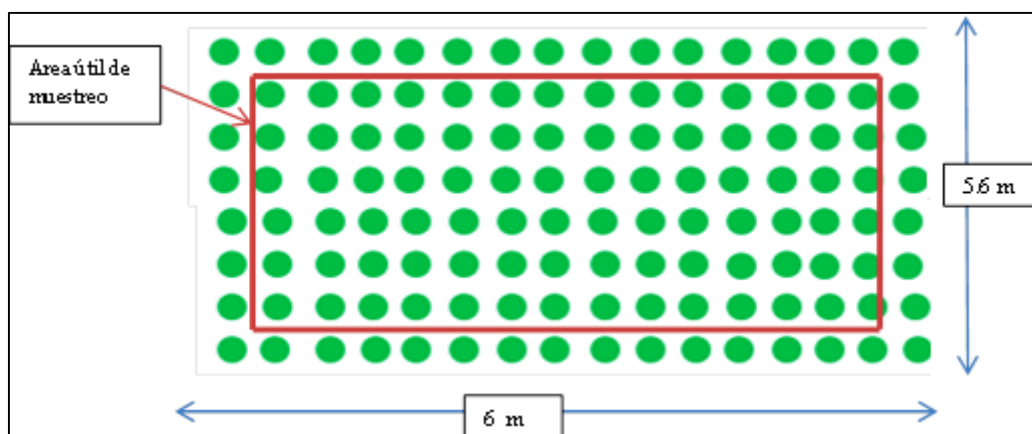


Figura 4. Área útil del diseño experimental

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Actividades previas a la siembra

➤ Realización de análisis de suelo

Se recogieron 3 sub muestras de cada bloque, en zigzag a una profundidad de 20-30 cm, con la ayuda de una pala. Una vez terminada la toma de muestras se secó, trituró, tamizó y se mezcló tomando 1 kg de suelo para realizar un análisis químico en el laboratorio del INIAP en Santa Catalina ubicado en la ciudad de Quito (Anexo 1 y 2).

➤ Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó con maquinaria, la misma que consto de un pase arado, dos de rastra y la surcada se efectuó de forma manual con ayuda de una piola como guía y un azadón a una distancia de 80 cm entre surco para cada tratamiento (Anexo 4).

➤ **Trazado de parcelas**

Se realizó mediante la triangulación 3, 4 y 5, luego se colocó estacas en cada esquina de límite del ensayo, en estas estacas se amarró una piola para utilizarla como guía.

Después se colocó estacas a lo largo a una distancia de 6 m dejando un espacio de 1 m entre tratamiento y a lo ancho se colocó estacas a 5.6 m dejando 1.5 m entre tratamiento. En las estacas puestas tanto a lo largo y ancho del ensayo se le templo una piola, en seguida se puso estacas donde se cruza la piola dando unas parcelas bien uniformes (Anexo 4).

3.4.2. Metodología para el primer objetivo

“Determinar el potencial máximo de producción de la quinua con la fertilización nitrogenada”

➤ **Siembra**

Esta se efectuó de forma manual, depositando la semilla a chorro continuo con la ayuda de una botella a la misma se le hizo agujeros para que haya una mejor uniformidad y no se gaste mucha semilla, dejando la semilla a una profundidad de 1 cm y cubriendo con una capa fina de suelo (Anexo 5).

➤ **Fertilización nitrogenada**

Para el cálculo de las dosis por tratamiento se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Cantidad de fertilizante/parcela} = \frac{\text{Dosis} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times \text{Área de la parcela} (m^2)}{\% \text{ nutrientes de fertilizante} \times 100}$$

Cuadro 7. Cantidad de nitrógeno aplicado en forma de urea y fosfatodiamónico, en los respectivos tratamientos.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>CANTIDAD (kg/ha)</i>	<i>CANTIDAD TOTAL (gr/parcela)</i>	<i>CANTIDAD TOTAL (gr/surco)</i>	
			<i>N (50%)</i>	<i>N (25%)</i>
<i>T0</i>	0	00	00	00,0
<i>T1</i>	50	365	23	11,5
<i>T2</i>	50	365	23	11,5
<i>T3</i>	100	730	46	23,0
<i>T4</i>	100	730	46	23,0
<i>T5</i>	150	1096	68	34,0
<i>T6</i>	150	1096	68	34,0
<i>T7</i>	200	1461	91	45,5
<i>T8</i>	200	1461	91	45,5
<i>T9</i>	250	1826	114	57,0
<i>T10</i>	250	1826	114	57,0

Fuente: El autor, 2015.

En base a las diferentes dosis que presentan cada tratamiento se realizó el respectivo cálculo para determinar la cantidad de gramos de nitrógeno que necesita cada surco (Anexo 3).

La fertilización se la realizó de forma manual mediante la aplicación se la realizó antes de la siembra mediante la aplicación de urea y parte en fosfato diamónico en los tratamientos q contenían fosforo, poniendo el 50 % de nitrógeno en cada surco como fertilización base (Anexo 5).

El 25% más de nitrógeno fue aplicado a los 84 días, cuando más del 50% del ensayo presentó el panojamiento y el otro 25% de nitrógeno fue aplicado a los 112 días, cuando el ensayo presentó más del 50% de la floración, en forma de urea (Anexo 10).

➤ **Raleo**

El raleo se lo realizo cuando las plantas tenían 20 a 30 cm de altura dejando una distancia de 25 cm entre planta (Anexo 11).

➤ **Control de malezas**

Se realizó controles manuales en el surco y entre surco con la ayuda del azadón o lampa, al notarse la presencia de malezas (Anexo 11).

➤ **Aporque**

Se efectuó al momento de la deshierba para favorecer la oxigenación del suelo y la formación de raíces adventicias (Anexo 11).

3.4.3. Metodología para el segundo objetivo

“Identificar si la fertilización con fosforo afecta la respuesta a la fertilización nitrogenada”

Con la ayuda de la fórmula que se calculó las dosis de nitrógeno, también se obtuvo las dosis de fosforo para cada tratamiento.

Cuadro 8. Cantidad de fosforo aplicada en forma de fosfatodiamonico en los respectivos tratamientos.

TRATAMIENTO	CANTIDAD (kg/ha)	CANTIDAD (gr/parcela)	CANTIDAD (gr/surco)
T0	00	00	00
T1	00	00	00
T2	50	365	46
T3	00	00	00
T4	50	365	46
T5	00	00	00
T6	50	365	46
T7	00	00	00
T8	50	365	46
T9	00	00	00
T10	50	365	46

Fuente: El autor, 2015.

En base a las diferentes dosis que presentan cada tratamiento se realizó el respectivo cálculo para determinar la cantidad de gramos de fosforo que necesita cada surco (Anexo 3).

La fertilización se la realizo de forma manual antes de la siembra, poniendo el 100 % de fosforo en cada surco como fertilización base.

3.4.4. Metodología para el tercer objetivo

“Realizar análisis económico para la determinación de la rentabilidad en los tratamientos aplicados”

Primero se realizó:

➤ Cosecha

Se la realizo de manera manual a los 5 meses con 20 días. Tomando como indicadores, cuando el grano ofrece resistencia a la presión entre las uñas y presente amarillamiento de la parte baja del follaje (Anexo 17).

➤ Post cosecha del cultivo de quinua

- **Secado del grano en la planta**

Se lo hizo bajo invernadero para evitar que le se moje, ya que si la semilla se moja germina a las 48 horas.

- **Trillado**

Se efectuó a las 10 plantas de cada tratamiento de forma manual para favorecer la obtención integral de la semilla evitando el daño mecánico. La limpieza de la semilla se realizó utilizando la corriente de aire natural quitando así la basura, cortezas e impurezas (Anexo 18).

- **Secado del grano**

Se realizó bajo invernadero sobre lonas de plástico limpias para que no dañen el producto final.

- **Pesado, ensacado y almacenamiento**

El grano limpio y seco se metió en sacos de plásticos limpios y secos. Estos a su vez se pusieron en sacos normales limpios (Anexo 19).

El almacenamiento del grano se realizó en un lugar seco y protegido del ataque de roedores e insectos.

Luego se realizó el cálculo de los costos variables de cada tratamiento por hectárea:

El cálculo del tratamiento más rentable, se realizó de acuerdo a la metodología de Perrin. *et al.*, 1988.

1. Identificación de los rubros de costos relevantes: Esto no es más que identificar las fuentes de costos que varían. Para cada experimento, el investigador debe hacer un ejercicio para identificar los costos relevantes antes de analizar económicamente el experimento (Cuadro 17).

2. Estimación de los precios de campo de los insumos: El precio de campo de un insumo es aquel precio que alcanza puesto en el terreno donde se usará. Por tanto, el precio de campo de un insumo cualquiera, es igual a su precio en el mercado más los costos incurridos para llevarlo al campo. Estos son aquellos costos como transporte al terreno y almacenamiento, si debe comprarse con suficiente antelación. Entonces, el precio de campo para el j-ésimo insumo se puede plantear (Anexo 34).

$$PCI_j = PMI_j + CUC_j$$

En donde:

PCI_j: es el precio de campo del j-ésimo insumo

PMI_j: es el precio de mercado del j-ésimo insumo

CUC_j: son los costos unitarios de llevar el j-ésimo insumo al campo de cultivo

3. Estimación de los costos que varían: Esto se logra multiplicando los precios de campo de los insumos relevantes por sus niveles de uso en cada tratamiento y luego sumando un total (Cuadro 13). Para el i-ésimo tratamiento, esto es,

$$CV_i = \sum_{j=1}^n PCI_{ij} NI_{ij}$$

En donde:

CV_i: es el costo que varía del i-ésimo tratamiento

PCI_{ij}: es el precio del j-ésimo insumo empleado en el i-ésimo tratamiento

NI_{ij}: el nivel de empleo del j-ésimo insumo en el i-ésimo tratamiento

4. Estimación de los precios de campo del producto: El precio del producto a nivel de campo es aquel a que el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla. Esto se conoce como venta de la producción en pie. Para estimar los precios de campo del producto es necesario sustraer del precio de mercado, todos los costos unitarios de cosecha y comercialización (Anexo 33 y 34). Entonces, el precio de campo del producto se obtiene de la manera siguiente:

$$PCQ = PMQ - CUCYC$$

En donde:

PCQ: es el precio de campo del producto

PMQ: es el precio de mercado del producto

CUCYC: son los costos unitarios de cosecha y comercialización

Este mecanismo facilita el análisis posterior, pues de no hacerse así, en la estimación de los costos que varían deberían adicionarse los costos de cosecha y comercialización.

5. Estimación de los rendimientos ajustados: Los rendimientos experimentales tienen cuatro fuentes que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores. Primero, el manejo del experimento lo hace un técnico, lo cual le provee mayores elementos científicos para obtener niveles más altos de rendimiento. Segundo, las parcelas netas de los experimentos usualmente son pequeñas, lo cual puede sobreestimarlos, no sólo por las mayores facilidades de manejo que ofrecen parcelas pequeñas, sino por la mayor uniformidad observada en el suelo en áreas chicas. Esto se hace más evidente cuando se refieren los datos de kilos por unos cuantos metros cuadrados a kilos por hectárea. Tercero, mayor exactitud en la fecha de cosecha; y cuarto, mayor eficiencia en la cosecha de áreas chicas. Por estas razones, para los experimentos se recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores. Siguiendo estas recomendaciones, los rendimientos ajustados, son:

$$\text{Rend Ajustado}_i = \text{Rendimiento Experimental}_i * (1 - \text{tasa de ajuste})$$

En este paso no se debe olvidar representar con la misma media a aquellos tratamientos que no registren diferencias significativas entre sus medias de rendimiento. La ausencia de significancia autoriza emplear el mismo promedio en estos tratamientos, pues la no significancia de las diferencias entre las medias de estos tratamientos indica que son nulas (cero), en otras palabras,

indica que estos tratamientos tienen el mismo promedio. Estos rendimientos pueden denominarse “rendimientos experimentales corregidos” (Anexo 35).

6. Estimación de los beneficios brutos de campo: Como beneficio bruto de campo se conoce el valor bruto de producción, el cual se calcula multiplicando el precio de campo del producto (1,58 dolares/kg) por el rendimiento ajustado (Cuadro 14), esto es:

$$\mathbf{BBi = PCQ * Rend Ajustadoi}$$

En donde:

BB_i: es el beneficio bruto de campo del i-ésimo tratamiento

Las otras dos ya fueron definidas en las fórmulas anteriores

7. Estimación de los beneficios netos de campo: Estos se obtienen de sustraer de los beneficios brutos de campo (Cuadro 14), los costos que varían, esto es:

$$\mathbf{BNi = BBi - CVi}$$

En donde:

BN_i: es el beneficio neto de campo del i-ésimo tratamiento

Las otras dos ya fueron definidas en las fórmulas anteriores

8. Realización del análisis de dominancia: Este análisis es una simplificación del análisis de dominancia estocástica, y se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores.

Se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios. Para realizar este análisis, se deben organizar los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, y luego comparar si al aumentar los costos ocurre un incremento en los

beneficios netos, si esto ocurre, el tratamiento es no dominado, si ocurre lo contrario es dominado y no debe tomarse en cuenta en los análisis posteriores (Cuadro 15).

9. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM): Con los tratamientos no dominados, siempre organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento.

Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.

La fórmula de la TRM es: **$TRM = (\Delta BN / \Delta CV) * 100$**

La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de un tratamiento al otro (Cuadro 6).

Sin citar a nadie en particular, algunos usuarios del enfoque dudan que la TRM esté medida en términos de ganancias totales, por lo que se hace necesario probar que aunque el análisis de costos es parcial, el análisis del cambio de ganancias y costos, es desde la perspectiva de valores totales.

Hasta este momento, todavía no se sabe cuál es el tratamiento más rentable, solamente se tienen las tasas de retorno marginal.

Para determinar la ganancia neta se registraron los siguientes costos (Cuadro 17) (Anexo 36):

- ✓ Costos directos (CD)
- ✓ Costos indirectos (CI)
- ✓ Costos totales (CT)
- ✓ Venta bruta (VB)
- ✓ Ganancia neta (VB-CT)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Días a la emergencia

De acuerdo con el análisis de varianza para los días a la emergencia (Anexo 20 y 21) muestra que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, germinado a los 3 días, excepto el tratamiento T6 que germino a los 4 días. La media general es de 3,24 días y con un coeficiente de variación de 14,8%.

En la Figura 5 se muestra la diferencia numérica y estadística de los tratamientos, por el motivo que no existe diferencias significativas en los tratamientos, pero si existe diferencia numérica.

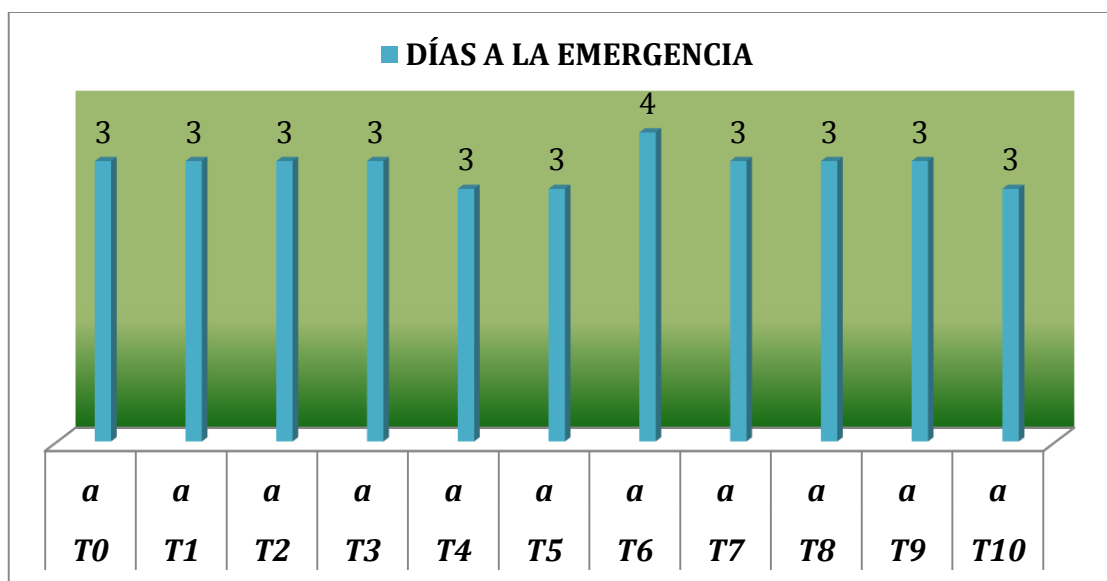


Figura 5. Días a la emergencia de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.

León (2003) indica que la emergencia de la quinua es al cuarto día o sexto día de la siembra, cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales. En cambio Gaibor (1997) declara que la emergencia de la quinua se presenta por lo general a los 3 a 5 días de la siembra, con lo que se corrobora

con los resultados obtenidos en esta investigación es de 3 a 4 días a la emergencia.

4.2. Días al panojamiento

De acuerdo con el análisis de varianza para los días al panojamiento (Anexo 20 y 22) muestra que no existen diferencias estadísticas para los tratamientos, ocurriendo el panojamiento a los 75 días el T8, a los 77 días el T1, T4, T7, T9; a los 78 días el T0, T2, T3, T5, T6; y a los 80 días el T10. La media general es de 77,58 días y con un coeficiente de variación de 3,17 %.

En la Figura 6 se muestra la diferencia numérica y estadística de los tratamientos, por el motivo que no existe diferencias significativas en los tratamientos, pero si existe diferencia numérica.

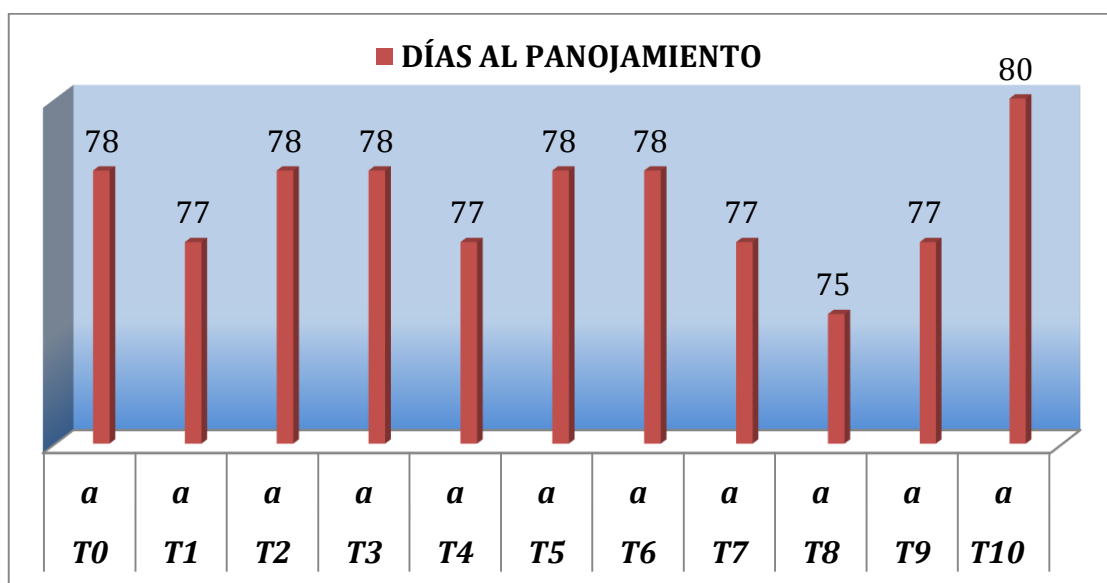


Figura 6. Días al panojamiento de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.

León (2003) manifiesta que la fase de panojamiento puede ocurrir aproximadamente entre los 65 a 75 días después de la siembra, lo cual no concuerdan los resultados obtenidos en esta investigación de 77,58 días, por el motivo que en este estadio, el cultivo acogió fuertes precipitaciones, pero el resultado obtenido es pertinentes ya que no hay mayor discrepancia.

Mientras que Peralta (2010) indica que los días al panojamiento están entre 70 a 110 días, concordando así con el resultado obtenido de 77,58 días.

4.3. Días a la floración

De acuerdo con el análisis de varianza para los días a la floración (Anexo 20 y 23) muestra que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos, presentándose la floración a los 93 días el T2, T3, T4; a los 95 días el T0, T5, T7, T8; a los 97 días el T1, T6, T10; y a los 100 días el T9. La media general es de 95,45 días y con un coeficiente de variación de 4,0 %.

En la Figura 7 se muestra la diferencia numérica y estadística de los tratamientos, por el motivo que no existe diferencias significativas en los tratamientos, pero existe diferencia numérica.

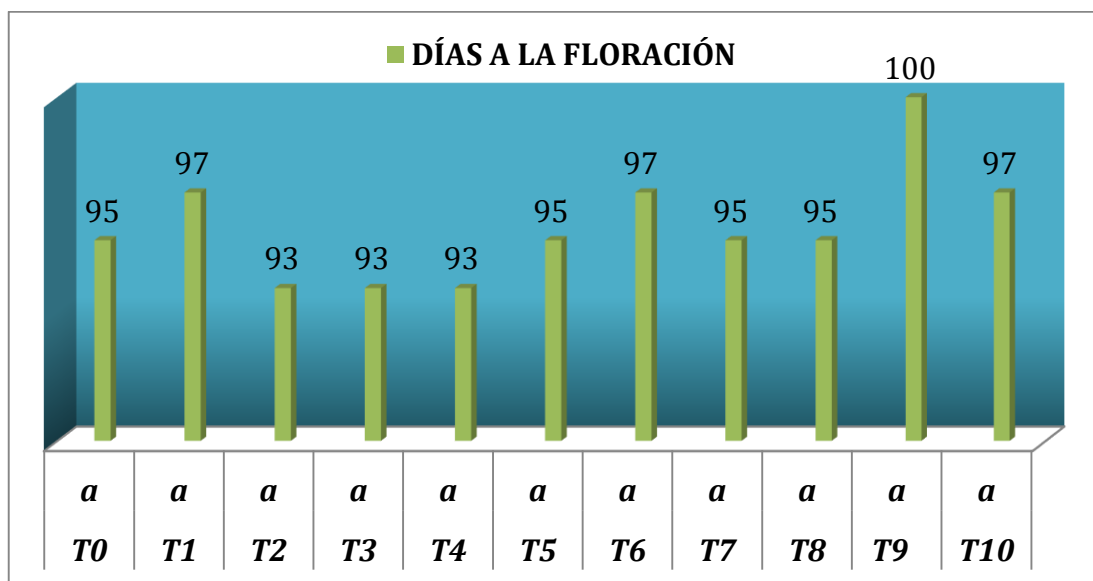


Figura 7. Días a la floración de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.

Mullo (2011) manifiesta que la floración es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal (cuando existan las inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra, mientras que Peralta (2010) indica que la floración esta entre 90 a 130 días dependiendo de la altura, es por ello que los resultados obtenidos en esta

investigación son de 95,45 días, lo cual son pertinentes ya que están dentro del rango descrito por Mullo y Peralta.

4.4. Días a la cosecha

De acuerdo con el análisis de varianza para los días a la cosecha (Anexo 20 y 24) muestra que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos, presentándose la cosecha a los 157 días el T2, T3, T4; a los 158 días el T0, T1, T5, T7, T8; y a los 160 días el T6, T9, T10. La media general es de 158,3 días y con un coeficiente de variación de 1,56 %.

En la Figura 8 se puede evidenciar que existe diferencia numérica en cuanto a los días de cosecha, pero estadísticamente no existen diferencias significativas en los tratamientos.

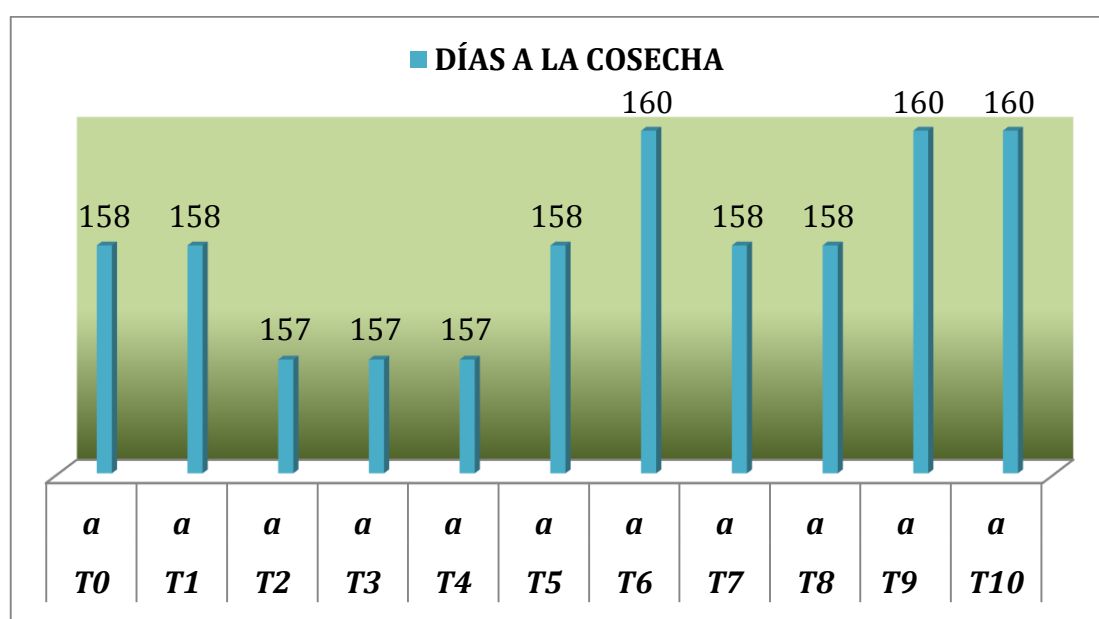


Figura 8. Días a la cosecha de la quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.

Mujica *et al.*, (2001) manifiesta que las quinuas sembradas al nivel del mar disminuyen su período vegetativo comparados a la zona andina, es por ello que el resultado obtenido en esta investigación es de 158,3 días, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos por León (2003), que indica que la

quinua está apto para la cosecha aproximadamente a los 160 a 180 días después de la siembra.

Peralta (2010) dice que la adaptación de la quinua variedad tunkahuan, esta entre 2200 a 3200 msnm y los días de cosecha en seco esta entre 150 a 210 días, discrepando así en la altura ya que esta investigación se llevó a cabo a una altura de 2135 msnm, pero concordando con los días de cosecha, ya que se obtuvo un resultado de 158,3 días a la cosecha, el cual está dentro de lo antes mencionado por Peralta.

4.5. Diámetro del tallo a la madurez fisiológica

Elaborado el análisis de varianza para el diámetro del tallo (Anexo 20 y 25) muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La media general es de 2,52 cm y con un coeficiente de variación de 14,43%.

Según la prueba de Tukey al 5 % entre tratamientos para el diámetro del tallo a la madurez fisiológica en el cultivo de quinua (Cuadro 9), muestra 5 niveles de significancia para el diámetro del tallo, el cultivo T8 con la dosis de 200 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fosforo, alcanzó el mayor diámetro con 3,77 cm ubicándose en el nivel "a", en tanto los cultivos con la dosis 00-00 kg/ha (T0) y la dosis de N-P de 50-00 kg/ha (T1), obtuvieron el menor diámetro con 0,6 cm y 1,23 cm respectivamente, ubicándose en el nivel "d", mientras tanto las demás dosis obtuvieron valores entre 1,57 cm a 3,23 cm, situándose desde el nivel "cd" hasta el "ab".

Cuadro 9. Diámetro del tallo en el cultivo de quinua, Loja 2015

CANTIDAD N-P (kg/ha)	TRATAMIENTO	Altura media del tallo (cm)	Nivel de significancia de Tukey al 5%
200-50	T8	3,77	<i>a</i>
200-00	T7	3,23	<i>ab</i>
250-00	T9	3,20	<i>ab</i>
250-50	T10	3,17	<i>ab</i>
150-00	T5	2,93	<i>ab</i>
150-50	T6	2,83	<i>ab</i>
100-50	T4	2,73	<i>ab</i>
100-00	T3	2,40	<i>bc</i>
50-50	T2	1,57	<i>cd</i>
50-00	T1	1,23	<i>d</i>
00-00	T0	0,60	<i>d</i>

Nishikawa (2012) dice que el nitrógeno está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y el fosforo juega un papel importante en el desarrollo de los tejidos, por lo que concuerda con esta investigación, ya que el mayor diámetro del tallo es de 3,77 que corresponde a la dosis de N-P con 200-50 kg/ha (T8).

También menciona que con dosis mayores de nitrógeno la eficiencia de uso de los nutrientes disminuye significativamente, debido a que la capacidad metabólica del cultivo tiene sus límites, es por ello que el diámetro de los tratamientos T9 y T10 con dosis de 250-00 kg/ha y 250-50 kg/ha respectivamente, se encuentran por debajo de los tratamientos T7 y T8.

4.6. Longitud de la panoja

Realizado el análisis de varianza para la longitud de la panoja (Anexo 20 y 26) muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La media general es de 39,70 cm y con un coeficiente de variación de 5,56 %.

Según la prueba de Tukey al 5 % entre tratamientos para la longitud de la panoja a la madurez fisiológica en el cultivo de quinua (Cuadro 10), muestra 7 niveles de significancia, el cultivo con la dosis 200-50 kg/ha (T8) alcanzó el mayor longitud con 47,67 cm ubicándose en el nivel “a”, en tanto el cultivo con la dosis 00-00 kg/ha (T0) obtuvo la menor longitud con 28,23 cm ubicándose en el nivel “g”, mientras tanto las demás dosis alcanzaron valores intermedios entre 31,93 cm hasta 46,33 cm, ubicándose del nivel “fg” hasta el “ab”.

Cuadro 10. Longitud de la panoja en el cultivo de quinua, Loja 2015.

CANTIDAD N-P (kg/ha)	TRATAMIENTO	Altura media del tallo (cm)	Nivel de significancia de Tukey al 5%
200-50	T8	47,67	<i>a</i>
250-50	T10	46,33	<i>ab</i>
250-00	T9	45,43	<i>ab</i>
200-00	T7	43,63	<i>abc</i>
150-50	T6	42,60	<i>abcd</i>
150-00	T5	40,17	<i>bcde</i>
100-50	T4	38,67	<i>cde</i>
100-00	T3	36,67	<i>def</i>
50-50	T2	35,40	<i>ef</i>
50-00	T1	31,93	<i>fg</i>
00-00	T0	28,23	<i>g</i>

Según Datta (1994), manifiesta que la quinua tiene respuestas significativas a la interacción nitrógeno-fósforo, lo que se corrobora en esta investigación con la dosis 200-50 kg/ha (T8) es superior a los demás tratamientos, en especial al T9 y T10 con dosis 250-00 kg/ha y 250-50 kg/ha respectivamente.

Los tratamientos T9 y T10 se encuentra por debajo del tratamiento T8, por el motivo que el exceso de N causa deficiencia en el desarrollo de la planta.

Peralta (2010) indica que el tamaño de la panoja de la quinua variedad Tunkahuan está de 20 cm a 60 cm, esto depende de la eficiencia de la fertilización, manejo del cultivo, tipo de suelo y agua, por lo que se corrobora en esta investigación, ya que las medias sobre la longitud de la panoja de tratamientos, están dentro del rango descrito por Peralta.

4.7. Diámetro de la panoja

El análisis de varianza para el diámetro de la panoja (Anexo 20 y 27) muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La media general es de 21,09 cm y con un coeficiente de variación de 10,61 %.

Según la prueba de Tukey al 5 % entre los tratamientos para el diámetro de la panoja a la madurez fisiológica en el cultivo de quinua (Cuadro 11), muestra 5 niveles de significancia, el cultivo con la dosis 200-50 kg/ha (T8) alcanzó el mayor diámetro con 28,17 cm ubicándose en el nivel “a”, en tanto los cultivos con la dosis de 00-00 kg/ha (T0) y 50-00 kg/ha (T1) obtuvieron el menor diámetro con 12,80 cm y 14,47 cm respectivamente ubicándose en el nivel “e”, mientras que las demás dosis lograron valores intermedios entre 17,30 cm a 25,90 cm, ubicándose entre los niveles “de” hasta el “ab”.

Cuadro 11. Diámetro de la panoja en el cultivo de quinua, Loja 2015

CANTIDAD N-P (kg/ha)	TRATAMIENTO	Altura media del tallo (cm)	Nivel de significancia de Tukey al 5%
200-50	T8	28,17	a
250-00	T9	25,90	ab
250-50	T10	25,50	ab
150-50	T6	23,90	abc
200-00	T7	23,00	abcd
100-50	T4	22,00	abcd
150-00	T5	21,07	bcd
50-50	T2	17,90	cde
100-00	T3	17,30	de
50-00	T1	14,47	e
00-00	T0	12,80	e

Nishikawa (2012) manifiesta que la quinua tiene respuestas significativas a la interacción nitrógeno-fósforo, lo que se corrobora en esta investigación con la dosis 200-50 kg/ha (T8) el diámetro de panoja es superior a los demás tratamientos, en especial al (T9) y (T10) con dosis 250-00 kg/ha y 250-50 kg/ha respectivamente, por el motivo que las plantas tienen un punto máximo en el metabolismo de crecimiento.

Mujica *et al* (2001) indica la quinua es afectada cuando se encuentra encharcada en estado de crecimiento, lo que se corrobora en esta investigación, es por ello que el T10 del tercer bloque tienen un menor diámetro de la panoja ya que se encontraron 6 días en encharcamiento (Anexo 13 y 14).

4.8. Altura de la planta

El análisis de varianza para la altura de la planta (Anexo 20 y 28) muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La media general es de 125,52 cm y con un coeficiente de variación de 4,14 %.

Realizado la prueba de Tukey al 5 % entre los tratamientos para la altura de la planta a la madurez fisiológica en el cultivo de quinua (Cuadro 12), muestra 8 niveles de significancia, el cultivo con la dosis 200-50 kg/ha (T8) alcanzó la mayor altura con 147,00 cm ubicándose en el nivel "a", en tanto los cultivo con la dosis de 00-00 kg/ha (T0) obtuvo la menor altura con 91,27 cm ubicándose en el nivel "h", en cambio los demás cultivos obtuvieron valores intermedios de 104,93 cm hasta 144,77 cm, ubicándose entre los niveles "gh" hasta el "ab".

Cuadro 12. Altura de la planta en el cultivo de quinua, Loja 2015

CANTIDAD N-P (kg/ha)	TRATAMIENTO	Altura media del tallo (cm)	Nivel de significancia de Tukey al 5%
200-50	T8	147,00	<i>a</i>
250-50	T10	144,77	<i>ab</i>
250-00	T9	142,10	<i>abc</i>
200-00	T7	137,10	<i>abcd</i>
150-50	T6	131,57	<i>bcde</i>
150-00	T5	127,00	<i>cdef</i>
100-50	T4	122,93	<i>def</i>
100-00	T3	118,33	<i>efg</i>
50-50	T2	113,77	<i>fg</i>
50-00	T1	104,93	<i>gh</i>
00-00	T0	91,27	<i>h</i>

Para Cultivos tradicionales (2010), el nitrógeno fomenta el crecimiento vegetativo y aumenta la producción de hojas, lo que se corrobora en esta investigación con la dosis de N-P con 200-50 kg/ha (T8) es superior a los demás tratamientos, en especial al T9 y T10 con dosis de N-P con 250-00 kg/ha y 250-50 kg/ha, por el motivo que el T8 presenta la dosis que tuvo mayor aprovechamiento en el metabolismo de la planta.

Según Nieto *et. al.*, (1992) y Peralta (2010) manifiestan que la altura de la planta de quinua variedad tunkahuan varía entre 90 cm a 185 cm de acuerdo a la nutrición, suelo, altitud y agua, por lo que en esta investigación presenta alturas que están entre 91,27cm a 147 cm, lo que se corrobora en esta investigación.

Según Mullo (2011), los resultados obtenidos en la provincia de Chimborazo (Ecuador) a una altura de 3319 msnm, por medio de la prueba de Tukey al 5% en la altura de la planta están entre 140,6 cm hasta 148,5 cm con una fertilización de N de 54,9 kg/ha y 193,2 kg/ha respectivamente, mientras que en esta investigación se desarrolló a una altura de 2135 msnm, obteniendo

alturas de 91,27 cm a 147 cm con fertilización de N-P de 200-50 kg/ha (T8) y 00-00 kg/ha (T0) respectivamente, no concordando así con la menor altura de planta (T0), por el motivo que la investigación se desarrolló en un suelo medio en nitrógeno y bajo en fosforo (Cuadro 3), en comparación de los suelos volcánicos del Chimborazo que son ricos en nutrientes.

4.9. Rendimiento del cultivo en gr/planta/tratamiento

Realizado el análisis de varianza para el rendimiento en gr/planta/tratamiento (Anexo 20 y 29) determina que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La media general es de 55,71 gr y con un coeficiente de variación de 2,01 %.

La prueba de Tukey al 5 % entre los tratamientos para el rendimiento del cultivo de quinua en gr/planta/tratamiento (Figura 7), muestra 8 niveles de significancia, el cultivo con la dosis de N-P de 200-50 kg/ha (T8) alcanzó el mayor rendimiento con 79,6 gr/planta/tratamiento, ubicándose en el nivel “a”, mientras que el cultivo con la dosis de N-P de 00-00 kg/ha (T0) obtuvo el menor rendimiento con 15,4 gr/planta/tratamiento, ubicándose en el nivel “h”, en cambio los demás cultivos lograron valores intermedios de 24,7 hasta 76,6 gr/planta/tratamiento, ubicándose entre los niveles “g” hasta el “ab”.

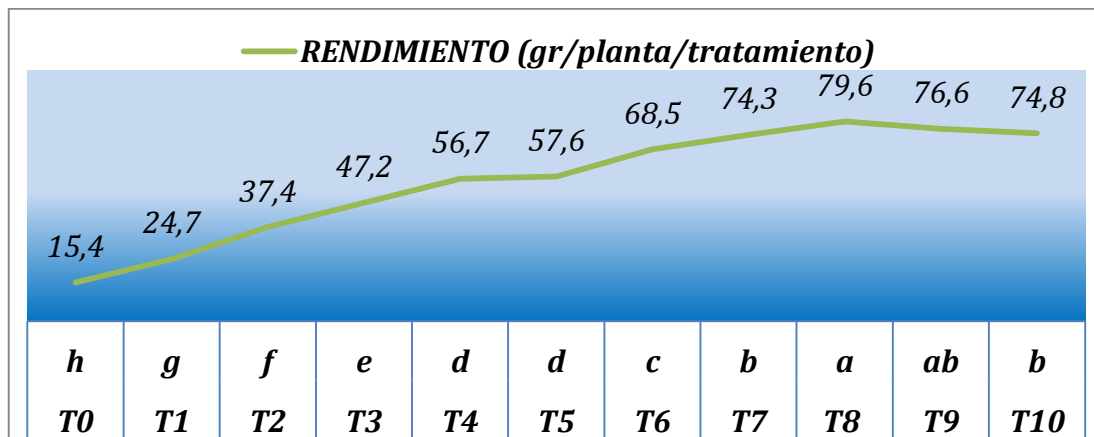


Figura 9. Rendimiento en el cultivo de quinua variedad tunkahuan en gr/planta/tratamiento, Loja 2015.

Según Vargas (2002), el rendimiento por planta se ve influenciado por la dosis del fertilizante aplicado, lo que concuerda con la investigación, esto se debe porque, a medida que se incrementa la dosis del fertilizante la producción por planta también se incrementa.

El T8 con la dosis de N-P de 200-50 kg/ha, supera en un 416,8 % al testigo (T0), mientras que a las dosis de N-P con 250-00 kg/ha (T9) y 250-50 kg/ha (T10) los supera en un 3,9 % y 6,4 % respectivamente.

Nishikawa (2012) manifiesta que en el caso del abono sintético la cantidad de N suministrados vía abonamiento el cultivo puede aprovechar hasta 55%, cuando el abonamiento es adecuado (hasta 90-75-60 de N-P₂O-K₂O), con lo que concuerda con esta investigación ya que la dosis de N-P de 100-00 kg/ha (T3) tiene un disminución del 68,6 % en el aprovechamiento del N frente al tratamiento T8 con una dosis de N-P de 200-50 kg/ha, esto puede ser a la aplicación parcial del fertilizante (Cuadro 7).

4.10. Rendimiento del cultivo en kg/ha

De acuerdo al análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha (Anexo 20 y 30) determina que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. La media general es de 3979,34 kg y con un coeficiente de variación de 2 %.

Según la prueba de Tukey al 5 % entre los tratamientos para el rendimiento del cultivo de quinua en kg/ha (Figura 8), muestra 8 niveles de significancia, el cultivo con la dosis de N-P de 200-50 kg/ha (T8) alcanzó el mayor rendimiento con 5689,3 kg/ha ubicándose en el nivel "a", en tanto el cultivo con la dosis de N-P de 00-00 kg/ha (T0) obtuvo el menor rendimiento con 1098,3 kg/ha ubicándose en el nivel "h", mientras tanto los demás cultivos lograron rendimientos intermedios de 1765,3 hasta 5470,0 kg/ha, ubicándose entre los niveles "g" hasta el "ab".

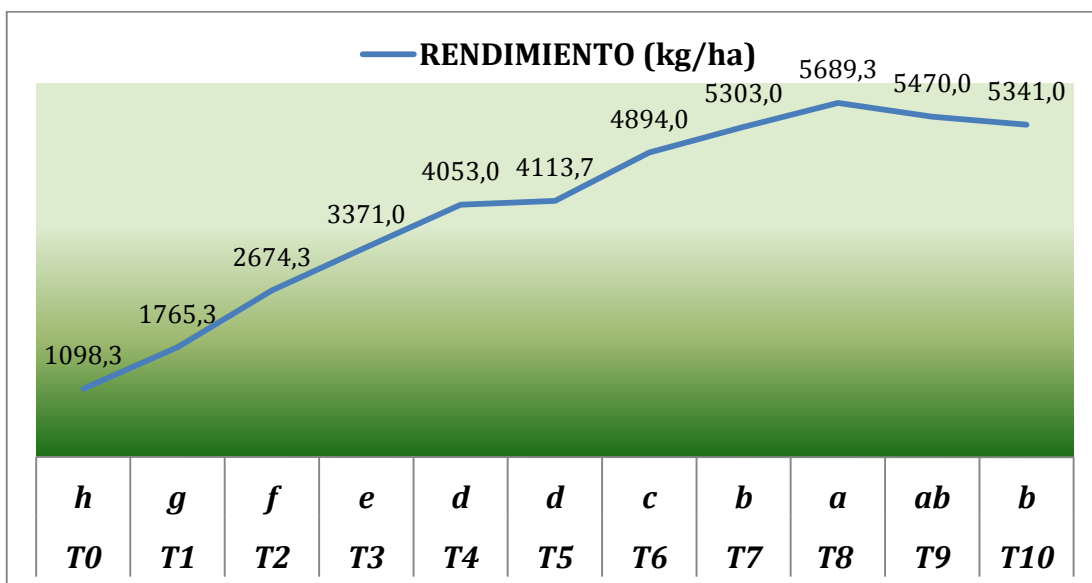


Figura 10. Rendimiento en el cultivo de quinua variedad tunkahuan en kg/ha, Loja 2015.

Según León (2003) y Nishikawa (2012) manifiestan que los rendimientos tienen relación con el nivel de fertilidad del suelo, la época de siembra, el uso de abonos, el control de plagas enfermedades y la ocurrencia de heladas, obteniendo de 1000 a 3000 kg/ha, lo que discrepa con esta investigación ya que se aplicó diferentes nivel de fertilización (Cuadro 4), teniendo en cuenta la fertilidad de N-P del área experimental (Cuadro 3), el mismo que no presentó afectación de plagas, enfermedades y heladas, es por ello que se obtuvo resultados de 1098,3 hasta 5689,3 kg/ha.

Nishikawa (2012) manifiesta que con 80 kg N/ha alcanzó un rendimiento de 1639 kg/ha , y utilizando 160 kg N/ha el rendimiento fue de 1665 kg/ha; lo que no conviene utilizar altos niveles de N porque el exceso produce una disminución de los rendimientos, por el motivo que el metabolismo de la planta tiene un límite, es por ello que los rendimientos de las dosis de N-P con 250-00 kg/ha (T9) y 250-50 kg/ha (T10) se encuentran por debajo de la dosis de N-P con 200-50 kg/ha (T8).

También indica que utilizando 60 kg (P₂O₅)/ha se obtuvo un rendimiento de 1188 kg/ha, y con 120 kg (P₂O₅)/ha el rendimiento fue de 2117 kg/ha incrementado un 78,2 %, lo que discrepa con esta investigación ya que para los tratamientos T2, T4, T6, T8 y T10 se aplicó 50 kg/ha de P, en los cuales se obtuvo un incremento en la producción de 51,49 %; 20,23 %; 18,96 %; 7,28 % y -2,36 % respectivamente, el porcentaje negativo del T10 se debe al exceso de nitrógeno el cual disminuye la eficiencia de uso de los nutrientes, debido a que la capacidad metabólica del cultivo tiene sus límites.

Según Cuadrado (2012) declara que el promedio del rendimiento de la Quinoa variedad Tunkahuan es de 2200 kg/ha, lo que no concuerda con el promedio de rendimiento general de esta investigación que es 3979,34 kg/ha, por el motivo que se aplicó diferentes dosis de nitrógeno y fosforo, superando así en un 180,87 %.

4.11. Dosis óptima del nitrógeno en la quinoa variedad tunkahuan

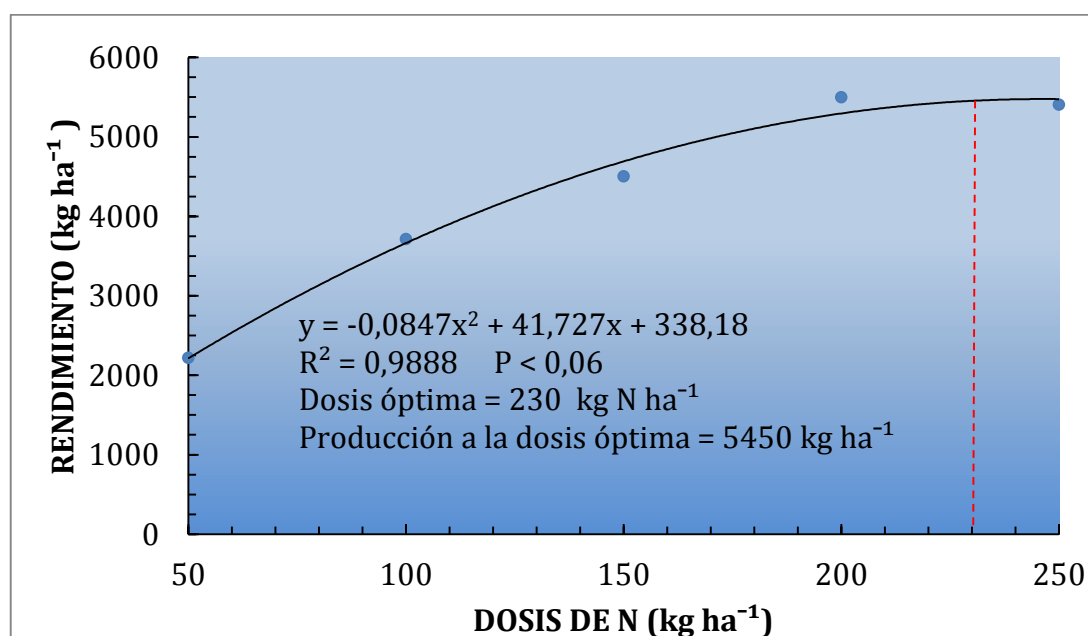


Figura 11. Dosis óptima de la fertilización nitrogenada en el cultivo de quinoa variedad tunkahuan, Loja 2015.

La dosis óptima fue de 230 kg de N/ha, y la producción del grano con la dosis óptima de nitrógeno fue de 5450 kg/ha, estos resultados no concuerda con lo que reporto León (2003) en Puno (Perú) y Peralta (2010), donde recomiendan 80 kg de N/ha. Se recomienda aplicar el fertilizante completo a la siembra, a chorro continuo, al fondo del surco y la urea a la deshierba Peralta (2010), mientras que en esta investigación se aplicó el 50 % de nitrógeno antes de la siembra, 25 % al ponojamiento y 25 % a la floración, esto podría ser una de las razones por lo que se alcanzó buenos rendimiento en la quinua.

4.12. Efecto sinérgico del fósforo

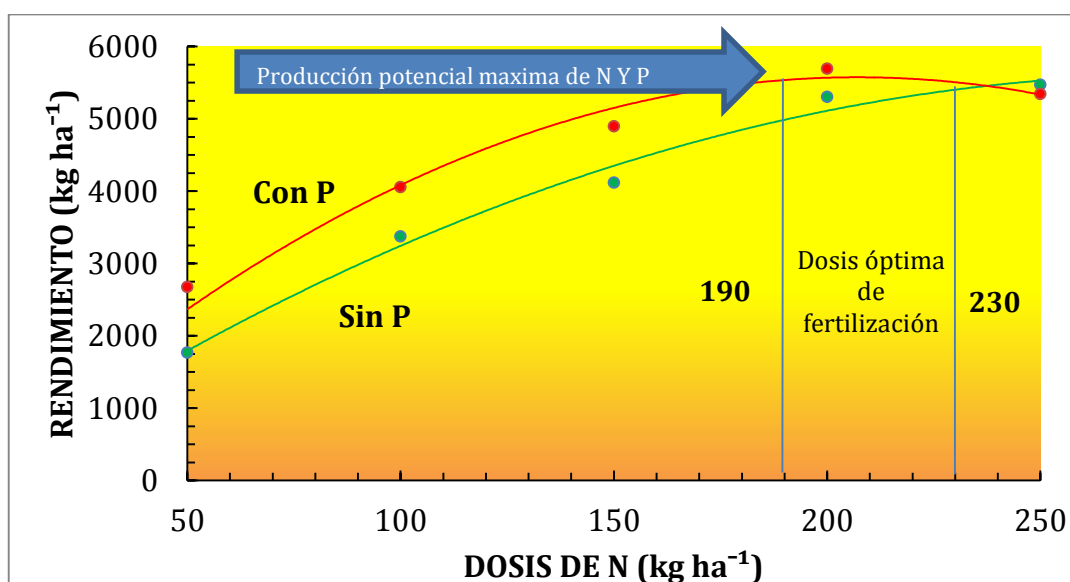


Figura 12. Efecto sinérgico del P frente al N en el cultivo de quinua variedad tunkahuan, Loja 2015.

De acuerdo a la Figura 12, la fertilización fosforada afecto el nivel de producción de la quinua (Anexo 31) y la respuesta a la fertilización nitrogenada. Esto se debe a que la cantidad de fósforo en el suelo estaba en niveles bajos al momento de establecer el cultivo (Cuadro 3), por lo que el cultivo lo fue tomando paulatinamente para sus procesos metabólicos (crecimiento, fotosíntesis, etc), esto concuerda con lo que reporto Datta (1994), que sin la aplicación de fósforo la eficiencia del nitrógeno declina, mientras que cuando

todos los nutrientes son aplicados conjuntamente la eficiencia del fósforo aumenta sostenidamente, indicando interacciones entre estos nutrientes.

Mientras que Nishikawa (2012), declara que el fosforo juega un papel importante en la transferencia de energía, esencial para la fotosíntesis, procesos químicos fisiológicos, diferenciación celular, desarrollo de tejidos y formación de los puntos de crecimiento en la planta, también menciona que con dosis mayores la eficiencia de uso de los nutrientes disminuye significativamente, debido a que la capacidad metabólica del cultivo tiene sus límites, concordando así con esta investigación, ya que los tratamientos con fosforo aumentaron el 13 % en su rendimiento (Anexo 31) frente a los que no tienen, y hay disminución del rendimiento en los tratamientos T9 y T10 frente al T8 por el exceso de nitrógeno.

4.13. Análisis económico

Se realizó mediante las ideas básicas sobre el enfoque de presupuestos parciales, expresados en los documentos provenientes de dos ediciones del manual del CIMMYT (Perrin *et al*, 1988), considerando únicamente los costos que varían, para determinar el presupuesto parcial (Cuadro 13).

Cuadro 13. Cálculo de los costos variables de cada tratamiento por hectárea

TRATAMIENTO	CANTIDAD (qq)		COSTO (USD/qq)		COSTO DE FERTILIZANTES (USD/ha)		COSTO DE LOS FERTILIZANTES (USD/ha)	MANO DE OBRA (jornal)	COSTO JORNAL (USD/jornal)	COSTO DE APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE (USD/ha)	COSTOS TOTALES QUE VARIAN (USD/ha)
	UREA	FOSFATO DIAMONICO	UREA	FOSFATO DIAMONICO	UREA	FOSFATO DIAMONICO					
T0	0,0	0,0	30,00	45,00	0,00	0,00	0,0	18	15	270	270,0
T1	2,0	0,0	30,00	45,00	60,00	0,00	60,0	20	15	300	360,0
T2	2,0	2,0	30,00	45,00	60,00	90,00	150,0	20	15	300	450,0
T3	3,0	0,0	30,00	45,00	90,00	0,00	90,0	22	15	330	420,0
T4	3,0	2,0	30,00	45,00	90,00	90,00	180,0	22	15	330	510,0
T5	4,0	0,0	30,00	45,00	120,00	0,00	120,0	23	15	345	465,0
T6	4,0	2,0	30,00	45,00	120,00	90,00	210,0	23	15	345	555,0
T7	5,0	0,0	30,00	45,00	150,00	0,00	150,0	24	15	360	510,0
T8	5,0	2,0	30,00	45,00	150,00	90,00	240,0	24	15	360	600,0
T9	6,0	0,0	30,00	45,00	180,00	0,00	180,0	25	15	375	555,0
T10	6,0	2,0	30,00	45,00	180,00	90,00	270,0	25	15	375	645,0

En esta investigación, para obtener los costos que varían, se identificó los costos más relevantes que cambian debido al uso de otra tecnología, sumando así el costo de los fertilizantes químicos de acuerdo a las dosis de N y P que necesita cada tratamiento, más la mano de obra que se necesita para poner el fertilizante en el suelo.

Cuadro 14. Cálculo de los beneficios netos de cada tratamiento por hectárea

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/ha)	RENDIMIENTO AJUSTADO (kg/ha)	BENEFICIOS BRUTOS EN CAMPO (Dólares/ha)	COSTOS TOTALES QUE VARÍAN (Dólares/ha)	BENEFICIO NETO (Dólares/ha)
T0	1098,3	988,5	1561,8	270,0	1291,8
T1	1765,3	1588,8	2510,3	360,0	2150,3
T2	2674,3	2406,9	3802,9	450,0	3352,9
T3	3371,0	3033,9	4793,6	420,0	4373,6
T4	4083,0	3674,7	5806,0	510,0	5296,0
T5	4083,0	3674,7	5806,0	465,0	5341,0
T6	4894,0	4404,6	6959,3	555,0	6404,3
T7	5322,0	4789,8	7567,9	510,0	7057,9
T8	5689,3	5120,4	8090,2	600,0	7490,2
T9	5470,0	4923,0	7778,3	555,0	7223,3
T10	5322,0	4789,8	7567,9	645,0	6922,9

El Cuadro 14, incluye el rendimiento de cada uno de los tratamientos en kg/ha, el rendimiento ajustado representa una fracción (0.9) del rendimiento promedio, este ajuste se hace porque el agricultor al cambiar de tecnología no utiliza la misma precisión y puntualidad del investigador. Para obtener los beneficios brutos en campo y beneficios netos; multiplicamos el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto (1,58 dólares/kg) obteniendo así el beneficio bruto de campo, y luego se sustrae de este último los costos que varían y se obtiene el beneficio neto.

En esta investigación se alcanzaron beneficios netos grandiosos, por la eficiencia de los fertilizantes sintéticos y a las dosis empleadas, teniendo así una producción sumamente alta, también porque el precio en campo en pie del cultivo adquirió un valor de 1,58 dólares/Kg, todo ello ayuda que las opciones tecnológicas sean altas económicamente (Anexo 34).

Cabe recalcar que el beneficio neto no es igual que la ganancia neta, ya que el beneficio neto solo toma en consideración los costos que varían cuando se cambia de una tecnología a otra.

Cuadro 15. Análisis de dominancia de los tratamientos

TRATAMIENTO	DOSIS	COSTOS TOTALES QUE VARIAN (USD/ha)	BENEFICIOS NETOS (USD/ha)	ANALISIS DE DOMINANCIA
T0	00-00	270,0	1291,8	ND
T1	50-00	360,0	2150,3	ND
T3	100-00	420,0	4373,6	ND
T2	50-50	450,0	3352,9	D
T5	150-00	465,0	5341,0	ND
T4	100-50	510,0	5296,0	D
T7	200-00	510,0	7057,9	ND
T6	150-50	555,0	6404,3	D
T9	250-00	555,0	7223,3	D (automática)
T8	200-50	600,0	7490,2	ND
T10	250-50	645,0	6922,9	D

De acuerdo al Cuadro 15, sobre el análisis de dominancia, se deben organizar los datos de costos que varían y beneficios netos de acuerdo con un orden creciente con respecto a los costos que varían. Moviéndose de la tecnología de menor a la de mayor costo, la tecnología que cueste más que la anterior, pero rinda un menor beneficio neto es dominada y se la excluye del análisis. Los tratamientos dominados no presentan una alternativa económica para el agricultor, mientras que las no dominadas si presentan un alternativa económica para el agricultor. La tecnología T9 se la domino automáticamente por el motivo que hay un derroche del fertilizante, teniendo beneficios netos menores que la tecnología T8, este motivo se da porque la planta tiene un límite en el metabolismo para la absorción de los nutrientes.

Cuadro 16. Tasa de Retorno Marginal (TRM) entre tratamientos

TRAT.	DOSIS	COSTOS TOTALES QUE VARIAN (USD/ha)	INCREMENTO DE COSTOS VARIABLES (USD/ha)	BENEFICIOS NETOS (USD/ha)	BENEFICIO MARGINAL (USD/cambio)	TASA DE RETORNO MARGINAL (T.R.M) (%)
T0	00-00	270,00		1291,78		
			90,00		858,47	95,4
T1	50-00	360,00		2150,26		
			60,00		2223,31	370,6
T3	100-00	420,00		4373,56		
			45,00		967,46	215,9
T5	150-00	465,00		5341,03		
			45,00		1716,86	381,5
T7	200-00	510,00		7057,88		
			90,00		432,30	48,0
T8	200-50	600,00		7490,18		

Según el Cuadro 16, acerca de la TRM, es interesante obtener tasas marginales altas como: 95,4 % con la aplicación de 50-00 kg/ha de N-P (T1), 370,6 % con la aplicación de 100-00 kg/ha de N-P (T3), 215,9 % con la aplicación de 150-00 kg/ha de N-P (T5), 381,5 % con la aplicación de 200-00 kg/ha de N-P (T7) y 48,0 % con la aplicación de 200-50 kg/ha de N-P (T8).

La TRM mas alta es 381,5 % con la aplicación de 200-00 kg/ha de N-P (T7), se la obtiene al cambiar de tecnología T5 a la tecnología T7, pero esto no implica que necesariamente esta tecnología deba ser recomendada, por el motivo que el ingreso neto del productor puede mejorar con una inversión adicional de 90 dólares, para adquirir la tecnología T8, y tener un beneficio marginal de 432,30 dólares.

Cuadro 17. Ganancia neta de los tratamientos

TECNOLOGÍA	DOSIS DE N-P (kg/ha)	RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/ha)	RENDIMIENTO AJUSTADO (kg/ha)	PRECIO DE VENTA POR kg	VENTA BRUTA (USD)	COSTOS DE PRODUCCIÓN (USD/ha)	GANANCIA NETA (USD/ha)
T0	00-00	1098,30	988,47	1,76	1739,88	1306,44	433,44
T1	50-00	1765,30	1588,77	1,76	2796,51	1478,27	1318,24
T2	50-50	2674,30	2406,87	1,76	4236,51	1691,35	2545,17
T3	100-00	3371,00	3033,90	1,76	5340,20	1738,36	3601,84
T4	100-50	4083,00	3674,70	1,76	6468,12	1932,83	4535,29
T5	150-00	4083,00	3674,70	1,76	6468,12	1877,93	4590,19
T6	150-50	4894,00	4404,60	1,76	7752,87	2063,55	5689,32
T7	200-00	5322,00	4789,80	1,76	8430,89	2067,09	6363,80
T8	200-50	5689,30	5120,37	1,76	9012,75	2229,55	6783,20
T9	250-00	5470,00	4923,00	1,76	8665,35	2135,77	6529,57
T10	250-50	5322,00	4789,80	1,76	8430,89	2195,19	6235,70

Según los costos de producción y las ganancias netas que muestra el Cuadro 17, la menor ganancia neta la tiene el T0 con 433,44 USD/ha, mientras que la mayor ganancia neta la tiene el T8 con 6783,20 USD/ha. Mientras que los demás tratamientos tienen ganancias netas que van de 1318,24 USD/ha a 6529,57 USD/ha. Con respecto a las tecnologías T9 y T10 se descarta su recomendación, por el motivo que tienen menores ganancias netas que el T8.

Según Peralta (2010) y Bojanic (2011), manifiestan que el costo de producción de una hectárea de quinua variedad tunkahuan es de 1330 y 910 dólares, con un rendimientos promedios de 2000 kg/ha y 760 kg/ha respectivamente, lo que discrepa con esta investigación tanto en el rendimiento como en los costos de producción, esto se debe a que los costos de producción son referenciales lo que pueden cambiar con la época, la localidad, la variedad, enfoque, tipo de suelo, riego, factores climáticos, bióticos, mano de obra, maquinaria, tradiciones, labores culturales en otras.

5. CONCLUSIONES

Luego de la culminación de la presente investigación y de analizar los resultados obtenidos, se pudieron establecer las siguientes conclusiones:

- El potencial máximo de producción es de 5689,3 kg/ha, obtenido con la aplicación de 200 kg/ha de nitrógeno. Mientras que la dosis óptima de N fue de 230 kg/ha, alcanzando un rendimiento de 5450 kg/ha, mediante una respuesta cuadrática a la fertilización nitrogenada en la quinua variedad tunkahuan.
- La fertilización fosforada de 50 kg/ha, afectó la respuesta de la fertilización nitrogenada en el cultivo de quinua, aumentando su producción en un 13 %.
- La aplicación de 200 kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha de fósforo originó la mejor respuesta agronómica, alcanzando la mayor: altura, diámetro de la panoja, longitud de la panoja, diámetro del tallo y mejor rendimiento, con una ganancia neta de 6783,20 dólares/ha.
- El tratamiento con 200 kg/ha de nitrógeno y 00 kg/ha de fósforo, alcanzó la mejor tasa de retorno marginal con 381,5 %.

6. RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones que se han podido identificar después de haber culminado la presente investigación se mencionan las siguientes:

- En las condiciones edafoclimáticas similares a la hoya de Loja, se recomienda agrónomicamente la aplicación de 200kg/ha de nitrógeno y 50 kg/ha fosforo, en el cultivo de quinua variedad tunkahuan, para obtener rendimientos entre 5120,37 a 5689,30 kg/ha.
- El cultivo de quinua es muy susceptible a suelos saturados, por lo que se recomienda realizar drenes al contorno del cultivo, para así obtener un buen rendimiento.

7. BIBLIOGRAFÍA

BOJANIC, A. 2011. La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. FAO. pp 3-26-27.

CINFA, 2015. Mapa Topográfico del Área Predial de la Universidad Nacional de Loja. Sistema de Información Geográfica UNL.

CUADRADO ALVEAR, S. A. (2012). *La quinua en el Ecuador situación actual y su industrialización* (Doctoral dissertation). pags. 11, 46.

CULTIVOS TRADICIONALES. 2010. Manejo del cultivo de quinua. Disponible en: http://www.conpe.gov.ec/Ecuaterritorial/paginas/Apoyo_Agro/Tecnologia_innovacion/Agricola/Cultivos_tradicionales/Manuales/Marroz_quinua/Manual_Quinua.htm

DATTA, S.K. 1994. *Sustainable rice production: challenges and opportunities In: International Rice Commission Newsletter, Progress assessment and orientation in the 1990s*, FAO, Roma.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA “La Argelia”, 2015. Datos meteorológicos de Loja, sector Argelia.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL “Santa Catalina”, INIAP, 2014. Análisis químico y físico del área experimental.

FAO. ROMA. 2002. Los fertilizantes y su uso. Cuarta edición. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

FRERE, M., J.REA Y J.Q.RIJKS. 1975. Estudio Agro climatológico de la Zona Andina (Informe Técnico). Proyecto Interinstitucional, FAO/UNESCO/OMM. Roma, Italia. pp:29-51. Citado por Mujica, A. et al., 2001.

- GAIBOR, N. 1997. "Evaluación agronómica y potencial proteico de 4 variedades de quinua (*Chenopodium Quinoa Will*), con uno y dos aporques". Tesis de grado. pag 35.
- HOLDRIDGE, L. R. 1967. Ecología basada en zona de vida. 1 ed. IICA. San José, C.R.
- LEÓN, J. 2003. Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú. Descripción, manejo y producción. pp, 13,14, 15, 27-31. Tesis. Consultado el 3 de Septiembre de 2015.
- LESCANO, J.L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos andinos. Programa Interinstitucional de waru waru, Puno, Perú. 459 p.
- MOSQUERA MOSQUERA, H. F. (2009). Efecto de la inclusión de harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa wild*) en la elaboración de galletas/Adding effect of quinoa flour (*Chenopodium wild quinoa*) on cookies preparation (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). pp. 21-23. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2378/1/107325.2009-.pdf>
- MUJICA, A. ANAHUA, A y SARAVIA, R. 2001. Capitulo I. Agronomía del cultivo de la quinua. FAO. Disponible en: www.rlc.fao.org/es/agricultura/produccion/cdrom/contenido/libro03/home03.htm.
- MULLO, A. 2011. "Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa Wild*) 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. pgs 12, 18.
- NISHIKAWA, J.2012. CARE-PERÚ. Manual de Nutrición y Fertilización de la Quinoa. Primera edición. pgs. 7-14, 28. Disponible en: coin.fao.org/coin-static/cms/media/16/13709771404480/manual-de-fertilizacion-de-la-quinua-def.pdf

- PERALTA, E. 2010. INIAP Tunkahuan variedad mejorada. Estación Experimental Santa Catalina. Plegable Divulgativo N0 345. INIAP. Disponible en: coin.fao.org/coinstatic/cms/media/16/13709687510440/6.quinua_iniap_tunkahuan_2010.pdf
- PERALTA, E., MURILLO, Á., RIVERA, M., RODRÍGUEZ, D., LOMAS, L., & MONAR, C. (2012). CHOCHO, QUINUA, AMARANTO Y ATACO. pg. 42.
- PERRIN, RICHARD, JOCK ANDERSON, DONALD WINKELMANN, AND EDGARDO MOSCARDI. 1988. *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada.* México D.F., México: CIMMYT. . Disponible en: <http://www.cimmyt.org>.
- RISI, J. 1991. La Investigación de la quinua en Puno. In: L. Arguelles y R. Estrada (eds) *Perspectivas de la investigación agropecuaria para el Altiplano.* Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Proyecto de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Convenio ACDI-CIID-INIAA. Lima, Perú. pp 209-258. Citado por Bojanic, A. 2011.
- VARGAS, T. 2002. “Fertilización orgánica con estiércol de bovino, bocashi, humus de lombriz y la aplicación de un bioestimulante (Te de humus) en la producción de quinua (*Chenopodium Quinoa Will*) en el canton Guano provincia de Chimborazo”. Tesis de grado código 13T043. pg 53. Citado por Mullo Alfonso en 20011.
- VILLACRÉS, E., PERALTA, E., EGAS, L., & MAZÓN, N. (2011). Potencial agroindustrial de la quinua. Boletín Divulgativo No. 146, INIAP. Disponible en: [www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Potencial%20Agroindustrial%20de%20la%20quinua%20\(1\).pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Potencial%20Agroindustrial%20de%20la%20quinua%20(1).pdf)

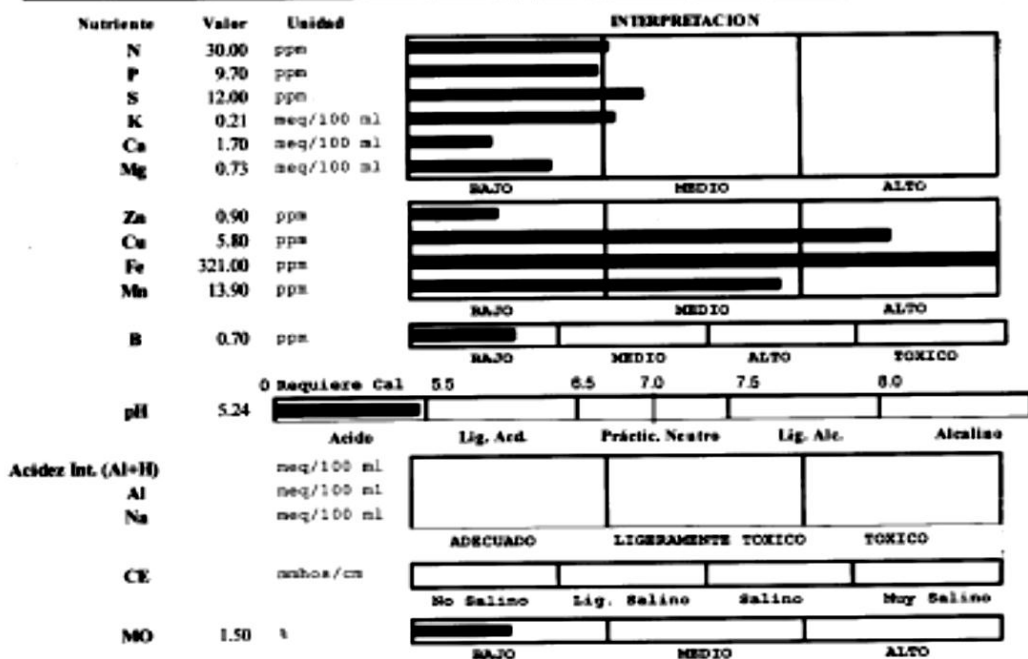
8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis químico y físico del área experimental

	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Dirección : LOJA Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Provincia : LOJA Cantón : Parroquia : Ubicación :
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : Cultivo Anterior : Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : MUESTRA 1	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 37.245 N° Muestra Lab. : 99610 Fecha de Muestreo : 24/09/2014 Fecha de Ingreso : 03/10/2014 Fecha de Salida : 16/10/2014




Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	%			Clase Textural
						Arena	Limo	Arcilla	
2,3	3,5	11,6	2,6			32	50	18	Franco-Limoso



 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 2. Niveles de fertilidad del área experimental



ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
 Km 1 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Telf. -Fax 2690694
QUITO – ECUADOR



NOMBRE DEL PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA **FECHA DE MUESTREO :**
NOMBRE DEL REMITENTE: ING. STALIN LUZÓN **FECHA INGRESO AL LABORATORIO:** 24/09/2014
NOMBRE DE LA GRANJA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA **FECHA DE SALIDA DE RESULTADOS:** 15/10/2014
LOCALIZACIÓN: _____

PARROQUIA **CANTÓN** **PROVINCIA**

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

No. de Laboratorio	IDENTIFICACIÓN	Miliequivalentes / 100 g. de suelo				% Saturación Bases	CIC Meq/100g suelo
		K	Ca	Mg	Na		
99610	Muestra 1	0.19	2.1	0.58	0.25	56.4	5.5
Suma de Bases							
						3.1	

MÉTODO: EXTRACCIÓN CON CLORURO DE BARIO

[Signature]

RESPONSABLE DE LABORATORIO

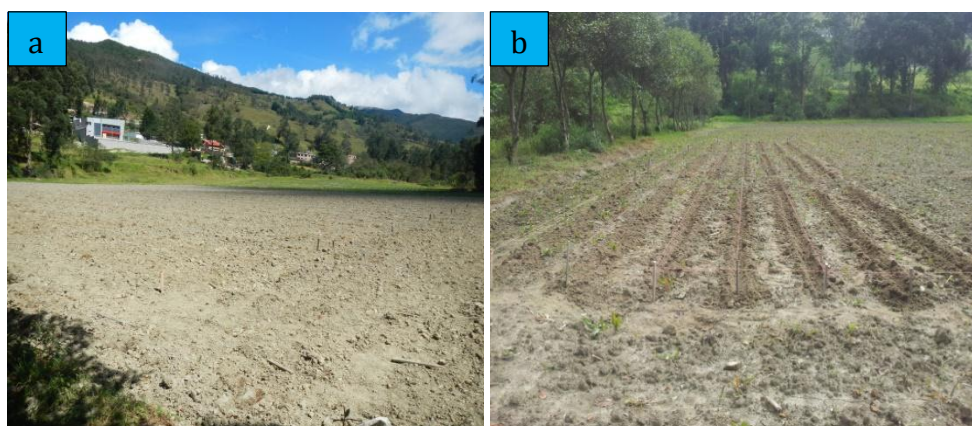
[Signature]

LABORATORISTA

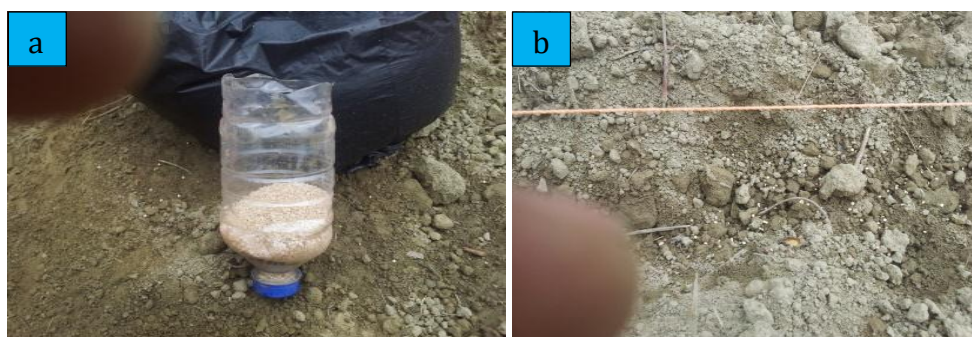
Anexo 3. Peso de las dosis del fertilizante: a. Urea (46-00-00); b. Fosfato diamónico (18-46-00)



Anexo 4. Preparación del terreno: a. Arado del terreno; b. Surcado.



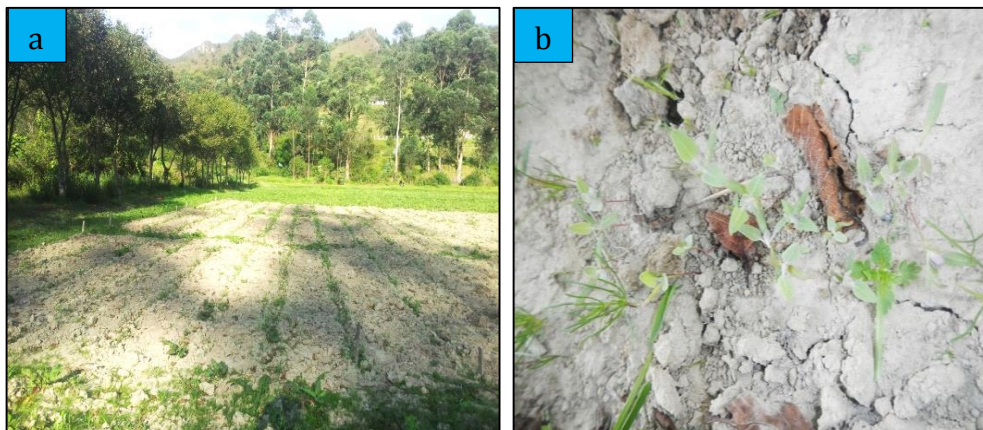
Anexo 5. a. Instrumento de siembra a chorro continuo; b. Fertilización base



Anexo 6. Emergencia de la Quinua (*Chenopodium quinua* Wild) variedad Tunkahuan



Anexo 7. Primera deshierba: a. Presencia de arvenses en los surcos; b. plantas de quinua (*Chenopodium quinua* Wild)



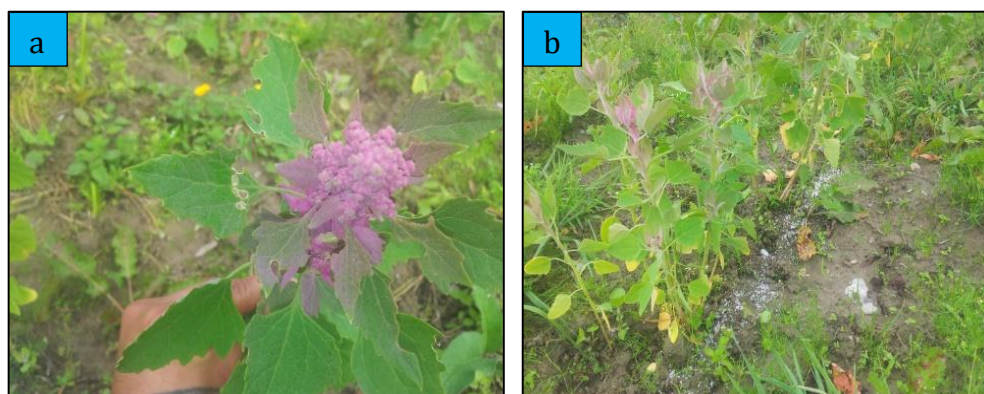
Anexo 8. Colocación de letreros



Anexo 9. Primera visita de campo a cargo del Ing. Pablo Álvarez



Anexo 10. Segunda fertilización en el inicio del panojamiento: a. Panojamiento; b. Fertilización



Anexo 11. Deshierba y aporque



Anexo 12. Segunda visita de campo en estado de floración a cargo del Ing. Pablo Álvarez



Anexo 13. Inundación del área del ensayo.



Anexo 14. Elaboración de drenes para el desalojo del agua



Anexo 15. Medición de los diferentes parámetros



Anexo 16. Tercera visita y día de campo: a. Exposición; b. Asistentes; c. Asistentes reconociendo el cultivo; d. Cultivo listo para la cosecha



Anexo 17. Cosecha de la quinua



Anexo 18. Trillado y limpieza manual de la quinua



Anexo 19. Peso del grano limpio



Anexo 20. Variables evaluadas para análisis de varianza.

TRAT.	BLOQUE	ALTURA DE LA PLANTA	LONGITUD DE LA PANOJA	DIAMETRO DE LA PANOJA	DÍAS A LA EMERGENCIA	DÍAS AL PANOJAMIENTO	DÍAS A LA FLORACIÓN	DIAMETRO DE TALLO	DÍAS A LA COSECHA	PRODUCCIÓN gr/planta/tratamiento	PRODUCCIÓN kg/ha
T0	1	102,3	31,4	20,3	3	75	90	0,5	160	17,5	1250
T0	2	83	28,2	9,7	3	80	100	0,5	160	12,7	909
T0	3	88,5	25,1	8,4	4	80	95	0,8	160	15,9	1136
T1	1	104,3	35,2	22,5	3	75	95	1	160	25,5	1818
T1	2	99,8	32,4	10	3	75	95	1,5	155	23,9	1705
T1	3	110,7	28,2	10,9	4	80	100	1,2	160	24,8	1773
T2	1	110,3	40,6	23,3	4	75	95	2	155	36,6	2614
T2	2	110,5	35,3	15,1	3	80	90	1,7	160	38,2	2727
T2	3	120,5	30,3	15,3	3	80	95	1	160	37,5	2682
T3	1	113,5	42,3	24,5	4	80	90	2	155	47,7	3409
T3	2	115,7	36,3	13,6	3	75	95	2,7	155	46,1	3295
T3	3	125,8	31,4	13,8	3	80	95	2,5	160	47,7	3409
T4	1	117,8	44,3	26,5	3	80	90	3	160	57,3	4091
T4	2	120,9	37,0	20,6	3	75	100	2,5	155	56,6	4045
T4	3	130,1	34,7	18,9	3	75	90	2,7	155	56,3	4023
T5	1	120,8	43,6	25,8	3	80	90	3,2	160	57,9	4136
T5	2	125,1	39,3	21,1	3	75	100	2,9	155	57,3	4091
T5	3	135,1	37,6	16,3	3	80	95	2,7	160	57,6	4114
T6	1	125,7	45,5	25,8	4	80	95	3,3	160	68,4	4886
T6	2	130,5	42,0	23,5	4	75	100	2,3	160	69,0	4932
T6	3	138,5	40,3	22,4	3	80	95	2,9	160	68,1	4864
T7	1	135,8	44,7	26,9	3	75	90	3,5	155	73,2	5227
T7	2	135,1	44,3	22,4	4	75	100	3	160	76,4	5455
T7	3	140,4	41,9	19,7	3	80	95	3,2	155	73,2	5227
T8	1	150,1	50,0	30,3	3	75	95	3,7	160	79,5	5682
T8	2	145,4	47,3	26,3	3	75	90	3,7	160	80,5	5750
T8	3	145,5	45,7	27,9	4	75	100	3,9	160	78,9	5636
T9	1	145,6	44,8	27,4	3	80	100	3,8	160	77,0	5500
T9	2	140,4	45,3	25	3	75	100	2,8	155	76,4	5455
T9	3	140,3	46,2	25,3	3	75	100	3	160	76,4	5455
T10	1	148,6	45,9	28	3	80	100	3,5	155	74,8	5341
T10	2	143,3	45,4	24	3	80	95	3,5	160	74,5	5318
T10	3	142,4	47,7	24,5	3	80	95	2,5	160	75,1	5364
MEDIA GENERAL		125,52	39,70	21,09	3,24	77,58	95,45	2,52	158,33	55,71	3979,34

Anexo 21. Análisis de varianza para días a la emergencia

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS A LA EMERGENCIA	33	0,24	0,00	14,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	1,39	0,14	0,61ns	0,7914
Replicas (Bloques)	2	0,06	0,03	0,13ns	0,8775
Error experimental	20	4,61	0,23		
Total	32	6,06			

- **CV %: 14,80**
- **\bar{X} General: 3,24**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 22. Análisis de varianza para días al panojamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS AL PANOJAMIENTO	33	0,41	0,06	3,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	56,06	5,61	0,93 ns	0,5310
Replicas (Bloques)	2	28,79	14,39	2,38 ns	0,1187
Error experimental	20	121,21	6,06		
Total	32	206,06			

- **CV %: 3,17**
- **\bar{X} General: 77,58**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 23. Análisis de varianza para días a la floración

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS A LA FLORACIÓN	33	0,38	0,01	4,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	118,18	11,82	0,81 ns	0,6204
Replicas (Bloques)	2	59,09	29,55	2,03 ns	0,1574
Error experimental	20	290,91	14,55		
Total	32	468,18			

- **CV %: 4,0**
- **\bar{X} General: 95,45**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 24. Análisis de varianza para días a la cosecha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DÍAS A LA COSECHA	33	0,33	0,00	1,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	50,00	5,00	0,81 ns	0,6185
Replicas (Bloques)	2	10,61	5,30	0,86 ns	0,4365
Error experimental	20	122,73	6,14		
Total	32	183,33			

- **CV %: 1,56**
- **\bar{X} General: 158,33**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 25. Análisis de varianza para diámetro del tallo a la madurez fisiológica

Variable N R² R² Aj CV
 DIAMETRO DE TALLO 33 0,92 0,87 14,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	28,57	2,86	21,70 **	<0,0001
Replicas (Bloques)	2	0,48	0,24	1,83 ns	0,1870
Error experimental	20	2,63	0,13		
Total	32	31,68			

- **CV %: 14,43**
- **\bar{X} General: 2,52**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 26. Análisis de varianza para longitud de panoja

Variable N R² R² Aj CV
 LONGITUD DE LA PANOJA 33 0,93 0,89 5,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	1155,01	115,50	23,73**	<0,0001
Replicas (Bloques)	2	161,41	80,71	16,58	0,0001
Error experimental	20	97,33	4,87		
Total	32	1413,75			

- **CV %: 5,56**
- **\bar{X} General: 39,7**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 27. Análisis de varianza para diámetro de panoja

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DE LA PANOJA	33	0,91	0,86	10,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	726,51	72,65	14,51**	<0,0001
Replicas (Bloques)	2	334,27	167,13	33,38**	<0,0001
Error experimental	20	100,15	5,01		
Total	32	1160,93			

- **CV %: 10,61**
- **\bar{X} General: 21,09**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 28. Análisis de varianza para altura de la planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE LA PLANTA	33	0,95	0,91	4,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	9219,45	921,95	34,08**	<0,0001
Replicas (Bloques)	2	215,66	107,83	3,99	0,0349
Error experimental	20	541,11	27,06		
Total	32	9976,22			

- **CV %: 4,14**
- **\bar{X} General: 125,52**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 29. Análisis de varianza para la producción en gr/planta/tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PRODUCCIÓN gr/planta/trata..	33	1,00	1,00	2,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	14639,59	1463,96	1170,80 **	<0,0001
Replicas (Bloques)	2	0,9	0,45	0,36 ns	0,7025
Error experimental	20	25,01	1,25		
Total	32	14665,5			

- **CV %: 2,01**
- **\bar{X} General: 55,71**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 30. Análisis de varianza para la producción en kg/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PRODUCCIÓN kg/ha	33	1,00	1,00	2,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Relación F	p-valor
Tratamientos	10	74662666,3	7466266,63	1176,88 **	<0,0001
Replicas (Bloques)	2	4467,45	2233,73	0,35 ns	0,1458
Error experimental	20	126881,88	6344,09		
Total	32	74794015,64			

- **CV %: 2,0**
- **\bar{X} General: 3979,34**
- *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)*

Anexo 31. Efecto sinérgico del fosforo.

DOSIS	RENDIMIENTO (kg/ha)		AUMENTO DE PRODUCCIÓN (%)
	SIN P	CON P	
50	1765	2674	52
100	3371	4053	20
150	4114	4894	19
200	5303	5689	7
250	5470	5341	-2
PROMEDIO	4005	4530	13

Anexo 32. Dosis optima del nitrógeno en la quinua variedad tunkahuan

DOSIS	RENDIMIENTO (kg/ha)
50	2220
100	3712
150	4504
200	5496
250	5406

Anexo 33. Costos de comercialización entre tratamientos

TRATAMIENTO	DOSIS DE N-P (Kg/ha)	RENDIMIENTO EXPERIMENTAL CORREGIDO (qq/ha)	TRANSPORTE (0,7 USD/qq)	COSTO TOTAL DE SACOS (0,3/costal)	TRILLADO (0.05 USD/kg)	JORNALES	COSTO DE JORNALES (15 SD/Jornal)	TOTAL
T0	00-00	1098,3	22,0	7,25	54,92	3	45	129,13
T1	50-00	1765,3	35,3	11,65	88,27	3	45	180,22
T2	50-50	2674,3	53,5	17,65	133,72	3	45	249,85
T3	100-00	3371,0	67,4	22,25	168,55	3	45	303,22
T4	100-50	4083,0	81,7	26,95	204,15	3	45	357,76
T5	150-00	4083,0	81,7	26,95	204,15	3	45	357,76
T6	150-50	4894,0	97,9	32,30	244,70	3	45	419,88
T7	200-00	5322,0	106,4	35,13	266,10	3	45	452,67
T8	200-50	5689,3	113,8	37,55	284,47	3	45	480,80
T9	250-00	5470,0	109,4	36,11	273,50	3	45	464,01
T10	250-50	5322,0	106,4	35,13	266,10	3	45	452,67

Anexo 34. Estimación del precio de campo del producto en pie

TRATAMIENTO	DOSIS de N-P (kg/ha)	RENDIMIENTO EXPERIMENTAL CORREGIDO (kg/ha)	COSTO DE JONAL (USD)	COSECHA (jornal)	COMERCIALIZACIÓN				PRECIO DE MERCADO (USD/kg)	VENTA BRUTA (USD/ha)	COSTO TOTAL DE COSECHA (USD)	COSTO TOTAL DE COMERCIALIZACIÓN (USD)	COSTOS TOTALES (USD)	ESTIMACION DEL PRECIO DE CAMPO EN PIE (USD/ha)	ESTIMACION DEL PRECIO DE CAMPO EN PIE (USD/kg)
					TRANSPORTE (0,02 USD/kg)	COSTO TOTAL DE SACOS (0,3/costal)	TRILLADO (0.05 USD/kg)	COSTO DE JORNAL (15 USD/jornal)							
T0	00-00	1098,3	15	10	22,0	7,2	54,9	45,0	1,76	1933,01	150,00	129,13	279,1	1653,9	1,51
T1	50-00	1765,3	15	10	35,3	11,7	88,3	45,0	1,76	3106,93	150,00	180,22	330,2	2776,7	1,57
T2	50-50	2674,3	15	11	53,5	17,7	133,7	45,0	1,76	4706,77	165,00	249,85	414,9	4291,9	1,60
T3	100-00	3371,0	15	12	67,4	22,3	168,6	45,0	1,76	5932,96	180,00	303,22	483,2	5449,7	1,62
T4	100-50	4083,0	15	13	81,7	27,0	204,2	45,0	1,76	7186,08	195,00	357,76	552,8	6633,3	1,62
T5	150-00	4083,0	15	13	81,7	27,0	204,2	45,0	1,76	7186,08	195,00	357,76	552,8	6633,3	1,62
T6	150-50	4894,0	15	13	97,9	32,3	244,7	45,0	1,76	8613,44	195,00	419,88	614,9	7998,6	1,63
T7	200-00	5322,0	15	14	106,4	35,1	266,1	45,0	1,76	9366,72	210,00	452,67	662,7	8704,1	1,64
T8	200-50	5689,3	15	15	113,8	37,6	284,5	45,0	1,76	10013,17	225,00	480,80	705,8	9307,4	1,64
T9	250-00	5470,0	15	14	109,4	36,1	273,5	45,0	1,76	9627,20	210,00	464,01	674,0	8953,2	1,64
T10	250-50	5322,0	15	12	106,4	35,1	266,1	45,0	1,76	9366,72	180,00	452,67	632,7	8734,1	1,64
PROMEDIO		3979,29	15,00	12,45	79,59	26,27	198,96	45,00	1,76	7003,55	186,82	349,82	536,63	6466,92	1,58

Anexo 35. Corrección del rendimiento experimental

CANTIDAD N-P (kg/ha)	TRATAMIENTO	MEDIAS (Kg)	NIVELES DE SIGNIFICANCIA	RENDIMIENTO EXPERIMENTAL CORREGIDO
200-50	T8	1098	<i>h</i>	Permanece el mismo valor
250-00	T9	1765	<i>g</i>	Permanece el mismo valor
250-50	T10	2674	<i>f</i>	Permanece el mismo valor
200-00	T7	3371	<i>e</i>	Permanece el mismo valor
150-50	T6	4053	<i>d</i>	Se cambia por el valor de 4083,0 kg
150-00	T5	4114	<i>d</i>	
100-50	T4	4894	<i>c</i>	Permanece el mismo valor
100-00	T3	5303	<i>b</i>	Se cambia por el valor de 5322,0 kg
50-50	T2	5689	<i>a</i>	Permanece el mismo valor
50-00	T1	5470	<i>ab</i>	Permanece el mismo valor
00-00	T0	5341	<i>b</i>	Se cambia por el valor de 5322,0 kg

Anexo 36. Costo de producción del tratamiento T8

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE UNA HECTAREA DE QUINUA VARIEDAD TUNKAHUAN EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SECTOR LOS MOLINOS, CON UNA DOSIS DE 200-50 Kg/ha DE N-P: los costos de producción son referenciales lo que pueden cambiar con la época, la localidad, la variedad, enfoque, tipo de suelo, riego, factores climáticos, bióticos, mano de obra, maquinaria, tradiciones, labores culturales en otras.					
Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (Dólares)	Total (Dólares)	%
A. COSTOS DIRECTOS (CD)					
1. Preparación del terreno					
Arado y cruza	horas/tractor	6	25	150	
Surcado	horas/tractor	2	25	50	
Subtotal preparación del terreno				200	9,0
2. Mano de obra					
Siembra	jornal	5	15	75	
Fertilización	jornal	6	15	90	
Deshierba y Aporque	jornal	18	15	270	
Cosecha	jornal	15	15	225	
Trilla	jornal	3	15	45	
Trilla	kg	5689,3	0,05	284,5	
Subtotal mano de obra				989,5	44,4
3. Insumos					
Semilla	kg	15	2,5	37,5	
Urea (46-00-00)	qq	5	30	150	
Fosfato Diamónico (18-46-00)	qq	2	45	90	
costales	costal	126	0,3	37,8	
Subtotal insumos				315,3	14,1
4. Comercialización					
Transporte	viajes	1	113,8	113,8	
Cargar	jornal	3	15	45	
Sub total de comercialización				158,8	7,1
SUBTOTAL (COSTOS DIRECTOS)				1663,6	
B. COSTOS INDIRECTOS (CI)					
Imprevistos (5% sub total de CD)				83,17825	
Administración (5% sub total de CD)				83,17825	
Interés (12 % sub total de CD)				199,6	
Arriendo por ciclo	ha	1	200	200,0	
SUBTOTAL (COSTOS INDIRECTOS)				566,0	25,4
TOTAL DE COSTOS (CD+CI)				2229,5	100,0
Promedio ajustado de la cosecha	kg	5120,37		5120,4	
costo de cada kg	kg	1	1,76	1,76	
VENTA TOTAL				9012,75	
GANANCIA NETA (VENTA TOTAL- COSTOS TOTALES)				6783,20	

Anexo 37. Formulario para recoger datos generales de la quinua



ÁREA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 ESTACION EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA

FORMATO DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE CAMPO

Fecha:..... Colector:.....

Programa:..... Cultivo:..... Variedad:.....

1. DATOS GENERALES DE LA ESPECIE

Nombre		Fecha de entrega de la semilla	Procedencia de la semilla	Ecología de procedencia				
Común	Científico			Altitud	Zona Ecológica	Humedad	Precipitación	Temperatura

Anexo 38. Formulario para las características productivas de la quinua



ESTACION EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA

Fecha:.....


Tratamiento:.....Bloque:..... Cultivo:..... Responsable:.....

3. CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS

Muestra	Panoja			Semilla		Producción (Kg/ha)	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso	Color	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Anexo 39. Formulario para monitorear la sanidad vegetal en la quinua

ESTACION EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA



Fecha:.....

Tratamiento:..... Bloque:..... Cultivo:..... Responsable:.....

5. LABORES DEL SUELO Y SIEMBRA

Muestra	Labores del suelo					Siembra			
	Preparacion del suelo		fertilizacion		Enmiendas		Fecha	Semilla/ha.	Densidad de siembra
	Labranza cero	Arado	Quimica	Organica	Encalado	Minerales de rocas			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Muestra	Labores del cultivo								
	Fecha	Aporques	Controles fitosanitarios	Control de malezas			Cosecha	Post-cosecha	Comercializacion
				Manual	Quimico	Maquina			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Anexo 40. Formulario para monitorear el riego en la quinua

ESTACION EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA



Fecha:.....

Tratamiento:.....Bloque:.....


Cultivo:.....

Responsable:.....

7. FERTILIZACION

No.	Fecha de aplicacion	Fertilizante		
		Tipo	Dosis	Forma de aplicación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Anexo 41. Formulario para monitorear la cosecha y post cosecha en la quinua

ESTACION EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA								
Fecha:.....								
Tratamiento:.....			Bloque:.....		Cultivo:.....		Responsable:.....	
8.COSECHA Y POSTCOSECHA								
No.	COSECHA				POSTCOSECHA			
	Fecha	Manual	Mecanizada	Madurez fisiológica	Selección	Clasificación	Tratamiento	Empacado y Etiquetado
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Anexo 42. Formulario para monitorear los costos en la quinua

ESTACION EXPERIMENTAL DOCENTE LA ARGELIA



Fecha:.....

Programa:..... Cultivo:..... Responsable:.....

9. COSTOS DE PRODUCCION

No.	Fecha	Labores	Mano de obra			Tracción				Agroquímicos			
			Nro. Jornales	Costo Unitario	Total	Manual, Mecanica o Animal	Tiempo empleado	Costo Unitario	Total	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													