

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CUATRO
VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) CON LA
APLICACIÓN DE MULCH DE COCA (*Erythroxylum coca*) EN LA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA UPEA**

Por:

Isaac Elias Condori Tinta

EL ALTO – BOLIVIA

Agosto, 2016

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CUATRO VARIEDADES DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) CON LA APLICACIÓN DE MULCH DE COCA
(*Erythroxylum coca*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA UPEA**

*Tesis de Grado presentado como requisito
para optar el Título de Ingeniero en
Ingeniería Agronómica*

Isaac Elias Condori Tinta

Asesores:

Ing. Ph. D. Victor Hugo Mendoza Condori

Ing. Ramiro Raul Ochoa Torrez

Ing. Pedro Mamani Mamani

Tribunal Revisor:

Ing. Laoreano Coronel Quispe

Ing. Gabriel Pari Flores

Ing. M. Sc. Víctor Paye Huaranca

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

A mis queridos padres Cirilo Condori y Agustina Tinta, por su gran amor, sacrificio, comprensión y confianza durante toda mi formación.

A mi querida esposa Bertha O. Bautista y mi hija Sarahi Liz Condori por su apoyo constante.

Para mis hermanos Angel, David, Mario, Juana y Rebeca Condori personas que siempre estuvieron apoyándome en momentos rígidios.

A mis padres políticos Teofilo Bautista y Natividad Tallacahua quienes me apoyaron para seguir y lograr todo este trabajo, que en mi vida nunca lo olvidare.

Isaac Elias Condori Tinta

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, quien condujo y me proveyó la sabiduría e inteligencia para alcanzar y plasmar este trabajo.

En segundo lugar doy mi más profundo agradecimiento a la Universidad Pública de El Alto al Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales y a la Carrera de Ingeniería Agronómica por acogerme en sus recintos.

Agradezco a Ing. PhD. Víctor Mendoza Condori por su orientación, colaboración y por guiarme durante el proceso de investigación del presente trabajo.

Mi más afectuoso agradecimiento a Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez por su apoyo, orientación y por guiarme durante todo el proceso de investigación del presente trabajo realizado.

Mi más sincero agradecimiento a Ing. Pedro Mamani Mamani por su colaboración, orientación y por pautas durante el proceso de investigación.

A mis tribunales revisores: Ing. Laoreano Coronel Quispe, Ing. M. Sc. Víctor Paye Huaranca e Ing. Gabriel Pari Flores por su colaboración, apoyo moral y por la inquietud del trabajo.

A Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal INIAF por llevar este trabajo a la Carrera y su apoyo para evaluar durante todo el ciclo del cultivo.

A la Dirección de carrera por conformar el convenio con el INIAF para llevar este presente trabajo.

A Vice Ministerio de Coca por proveer la materia orgánica bajo un convenio con la carrera de Ingeniería Agronómica.

A mis compañeros de quinto semestre del I-2014 por su colaboración y apoyo en la presente investigación.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
ABREVIATURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedente.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Características generales del cultivo de la quinua.....	4
2.1.1. Importancia de la quinua	4
2.1.2. Centro de origen de la quinua	5
2.1.3. Producción de la quinua en departamento de La Paz	5
2.1.4. Producción nacional de la quinua.....	6
2.1.5. Clasificación taxonómica y descripción botánica	6
2.1.6. Distribución	8

2.1.7.	Variedades de quinua	8
2.2.	Requerimientos edafoclimáticos de la quinua	8
2.2.1.	Suelo.....	9
2.2.2.	pH y salinidad	9
2.2.3.	Precipitación	9
2.2.4.	Humedad relativa	10
2.2.5.	Temperatura	10
2.2.6.	Radiación solar	11
2.2.7.	Fotoperiodo.....	11
2.2.8.	Sequia.....	11
2.2.9.	Heladas.....	12
2.2.10.	Altitud.....	12
2.2.11.	Granizo	12
2.2.12.	Viento.....	12
2.3.	Requerimientos nutricionales del cultivo	13
2.4.	Siembra	13
2.4.1.	Semilla	13
2.4.2.	Densidad de siembra	13
2.4.3.	Profundidad de siembra	13
2.4.4.	Épocas de siembra	13
2.4.5.	Preparación del suelo.....	14
2.4.6.	Características fenológicas de la quinua	14
2.5.	Labores culturales.....	15
2.5.1.	Raleo	15
2.5.2.	Control de malezas	15
2.5.3.	Aporque	15

2.5.4.	Control de plagas	15
2.5.4.1.	Qhuna qhuna	15
2.5.4.2.	Ticona	16
2.5.4.3.	Aves plaga	16
2.5.5.	Control de enfermedades.....	16
2.5.5.1.	Mildiu de la quinua	16
2.6.	Cosecha y rendimiento de grano	17
2.6.1.1.	Siega o corte	17
2.6.1.2.	Formación de arcos.....	17
2.6.1.3.	Golpeo o trilla	17
2.6.1.4.	Venteadado y limpieza	18
2.6.1.5.	Secado del grano	18
2.6.1.6.	Almacenamiento.....	18
2.6.1.7.	Rendimiento	18
2.6.2.	Producción de semilla de quinua.....	19
2.7.	Valor nutricional de la quinua.....	19
2.8.	Formas de uso de la quinua.....	20
2.9.	Características de coca.....	20
2.9.1.	Propiedades de la planta.....	21
2.9.2.	Clasificación botánica.....	21
2.9.3.	Propiedades químicas de la hoja de coca	21
2.10.	Mulch	22
2.11.	Tipos de mulch	22
2.11.1.	Ventajas de la utilización de mulch.....	22
2.11.2.	Desventajas de la utilización de mulch.....	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	24

3.1.	Localización	24
3.1.1.	Ubicación Geográfica	24
3.1.2.	Características Edafoclimáticas	24
3.1.2.1.	Clima.....	24
3.1.2.2.	Suelo.....	24
3.1.2.3.	Flora.....	25
3.2.	Materiales	25
3.2.1.	Material de estudio.....	25
3.2.2.	Material de escritorio.....	25
3.2.3.	Material de campo.....	25
3.2.4.	Material de laboratorio.....	26
3.3.	Metodología	26
3.3.1.	Desarrollo del ensayo.....	26
3.3.1.1.	Preparación del terreno.....	26
3.3.1.2.	Siembra.....	27
3.3.1.3.	Raleo.....	27
3.3.1.4.	Deshierbe.....	27
3.3.1.5.	Control fitosanitario	27
3.3.1.6.	Cosecha.....	27
3.3.2.	Diseño experimental	28
3.3.2.1.	Modelo lineal aditivo.....	28
3.3.3.	Factores de estudio.....	28
3.3.3.1.	Formulación de tratamientos	29
3.3.4.	Variables de respuesta.....	29
3.3.4.1.	Variables fenológicas	29
3.3.4.1.1.	Días a la emergencia (días)	29

3.3.4.1.2. Días al inicio de floración (días)	30
3.3.4.1.3. Días al fin de floración (días).....	30
3.3.4.1.4. Días a la madurez fisiológica (días)	30
3.3.4.2. Variables agronómicas	30
3.3.4.2.1. Diámetro de la panoja (cm).....	30
3.3.4.2.2. Longitud de la panoja (cm).....	30
3.3.4.2.3. Altura de planta (cm).....	30
3.3.4.2.4. Diámetro de tallo (mm).....	31
3.3.4.2.5. Peso de mil semillas (g).....	31
3.3.4.3. Rendimiento	31
3.3.4.3.1. Rendimiento de grano por planta (g).....	31
3.3.4.3.2. Rendimiento (kg/ha).....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Variables fenológicas.....	32
4.1.1. Días a la emergencia	32
4.1.2. Días al inicio de floración	34
4.1.3. Días al fin de floración.....	36
4.1.4. Días a la madurez fisiológica.....	38
4.2. Variables agronómicas.....	42
4.2.1. Diámetro de la panoja	42
4.2.2. Longitud de la panoja.....	44
4.2.3. Altura de planta	46
4.2.4. Diámetro de tallo	49
4.2.5. Peso de mil semillas	51
4.3. Rendimiento.....	53
4.3.1. Rendimiento de grano por planta	53

4.3.2. Rendimiento de grano	56
5. CONCLUSIONES.....	60
6. RECOMENDACIONES.....	61
7. BIBLIOGRAFÍA	62
8. ANEXOS	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características edafoclimáticas.....	8
Cuadro 2. Cuadro de tratamientos en estudio con diferentes variedades y diferentes aplicaciones de mulch.....	29
Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable días a la emergencia	32
Cuadro 4. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para días a la emergencia con la aplicación de mulch.....	33
Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable de días al inicio de floración.....	34
Cuadro 6. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para días al inicio de floración con la aplicación de mulch.....	34
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable días al fin de la floración	36
Cuadro 8. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para días al fin de floración con la aplicación de mulch.....	37
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable días a la madurez fisiológica.....	39
Cuadro 10. Análisis comparativo del rango múltiple para días a la madurez fisiológica con la aplicación de mulch.	39
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable del diámetro de la panoja.....	42
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable longitud de panoja	44
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable altura de planta	46
Cuadro 14. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para altura de planta de las variedades.....	47
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable del diámetro de tallo principal	49
Cuadro 16. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para diámetro de tallo principal de las variedades.....	50
Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable peso de mil semillas	51
Cuadro 18. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para peso de mil semillas.....	52
Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable del rendimiento de grano por planta.	53

Cuadro 20. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para rendimiento de grano por planta de las variedades.	55
Cuadro 21. Análisis de varianza para el variable rendimiento de grano por hectárea ..	56
Cuadro 22. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para rendimiento de grano por hectárea de las cuatro variedades	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de media para días al inicio de floración de las variedades	35
Figura 2.	Distribución de media para días al fin de la floración de las variedades	38
Figura 3.	Distribución de media para días a la madurez fisiológica de las variedades..	40
Figura 4.	Distribución de media para días a la madurez fisiológica de las variedades por mulch	41
Figura 5.	Distribución de media para diámetro de la panoja con la aplicación de mulch	43
Figura 6.	Distribución de media para longitud de la panoja con la aplicación de mulch	45
Figura 7.	Distribución de media para altura de planta con la aplicación de mulch	47
Figura 8.	Distribución de media para diámetro de tallo principal con la aplicación mulch	49
Figura 9.	Distribución de media para peso de mil semillas con la aplicación de mulch.	52
Figura 10.	Distribución de media para rendimiento de grano por planta con la aplicación de mulch	54
Figura 11.	Distribución de media para el rendimiento por hectárea con la aplicación de mulch	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis del experimento diseño jerárquico o anidado bifactorial con bloques anidados en el factor mulch	75
Anexo 2.	Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 0 t/ha	76
Anexo 3.	Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 20 t/ha	77
Anexo 4.	Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 30 t/ha	78
Anexo 5.	Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 40 t/ha	79
Anexo 6.	Registro campo variedad Blanquita.....	80
Anexo 7.	Registro campo variedad Kurmi	80
Anexo 8.	Registro campo variedad Chukapaca.....	81
Anexo 9.	Registro campo variedad Jacha Grano	81
Anexo 10.	Inicio de la preparación del terreno (roturado).....	82
Anexo 11.	Aplicación de mulch de coca.....	82
Anexo 12.	Rastreado y nivelacion del terreno	82
Anexo 13.	Marcacion con estacas.....	83
Anexo 14.	Pesado de las semillas.....	83
Anexo 15.	Siembra de las diferentes variedades de quinua	83
Anexo 16.	Vista de las parcelas de quinua el 1ro sin mulch y 2do con mulch de coca	84
Anexo 17.	Crecimiento de la variedad Kurmi (0 t/ha de mulch)	84
Anexo 18.	Crecimiento de la variedad Chucapaca (20 t/ha de mulch)	84
Anexo 19.	Crecimiento de la variedad Blanquita (30 t/ha de mulch).....	85
Anexo 20.	Crecimiento de la variedad Jacha Grano (40 t/ha de mulch)	85
Anexo 21.	Evaluación del diámetro de la panoja en la variedad Kurmi	85
Anexo 22.	Evaluación de diámetro de tallo en la variedad Chucapaca	86
Anexo 23.	Evaluación de altura de planta en la variedad Kurmi.....	86

Anexo 24.	Vista de las parcelas de quinua en la madurez fisiología (1ro sin mulch y 2do todos con mulch).....	86
Anexo 25.	Vista de panojas de la variedad Chucapaca y Kurmi.....	87
Anexo 26.	Vista de panojas de variedad Jacha Grano y Blanquita.....	87
Anexo 27.	Fin de la floración de la variedad Chucapaca (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch)	88
Anexo 28.	Fin de la floración de la variedad Chucapaca (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha de mulch)	88
Anexo 29.	Fin de la floración de la variedad Kurmi (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch).....	88
Anexo 30.	Fin de la floración de la variedad Kurmi (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha de mulch).....	89
Anexo 31.	Fin de la floración de la variedad Blanquita (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch)	89
Anexo 32.	Fin de la floración de la variedad Blanquita (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha de mulch)	89
Anexo 33.	Fin de la floración de la variedad Jacha Grano (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch de coca).....	90
Anexo 34.	Fin de la floración de la variedad Jacha Grano (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha mulch de coca).....	90
Anexo 35.	Observación de mulch de coca en el suelo (40 t/ha)	90
Anexo 36.	Toma de muestras de 10 plantas para cada unidad experimental con sus etiquetas	91
Anexo 37.	Cosecha de las parcelas experimentales de diferentes variedades de quinua	91
Anexo 38.	Recogido y cargado para el traslado de las plantas ya cosechadas.....	91
Anexo 39.	Secado de las plantas (1ro variedad Blanquita y 2do variedad Kurmi)	92
Anexo 40.	Secado de las plantas de quinua (1ro variedad Jacha Grano y 2do variedad Chucapaca)	92

Anexo 41.	Vista general del secado de diferentes variedades de quinua ya listo para el trillado	92
Anexo 42.	Venteado de las semillas de quinua de las diferentes variedades.....	93
Anexo 43.	Producto final semilla de quinua en grano y compartimiento de un plato de quinua con el director Nacional de Programa Quinua INIAF	93
Anexo 44.	Peso de mil semillas en laboratorio	93
Anexo 45.	Localización de las parcelas experimentales.....	94

ABREVIATURAS

t/ha	Toneladas por hectárea
cm	Centímetro
g	Gramos
CV	Coefficiente de variación
GPS	Global Positioning System
m	metros
ha	hectárea
km	Kilómetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
μm	Micrómetro
t	Toneladas
g/m^2	Gramo por metro cuadrado
pH	Porcentaje hídrico
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
qq/ha	Quintales por hectárea

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la campaña agrícola 2013 - 2014, en el Centro Experimental de Kallutaca de la Universidad Pública de El Alto en municipio de Laja - La Paz. El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de semilla de cuatro variedades de quinua con la aplicación de mulch de coca, considerando tres niveles de mulch más un testigo y cuatro variedades: T1 (testigo Kurmi), T2 (Kurmi y 20 t/ha de mulch), T3 (Kurmi y 30 t/ha de mulch), T4 (Kurmi y 40 t/ha de mulch), T5 (testigo Blanquita), T6 (Blanquita y 20 t/ha de mulch), T7 (Blanquita y 30 t/ha de mulch), T8 (Blanquita y 40 t/ha de mulch), T9 (testigo Jacha Grano), T10 (Jacha Grano y 20 t/ha de mulch), T11 (Jacha Grano y 30 t/ha de mulch), T12 (Jacha Grano y 40 t/ha de mulch), T13 (testigo Chucapaca), T14 (Chucapaca y 20 t/ha de mulch), T15 (Chucapaca y 20 t/ha de mulch) y T16 (Chucapaca y 20 t/ha de mulch). El diseño experimental fue diseño jerárquico bifactorial con bloques anidados en el factor mulch y con 4 repeticiones

Los resultados obtenidos para las variables fenológicas son: con mulch de 40 t/ha emergió del suelo en 9.06 días; para días al inicio de floración a corto tiempo fue con 40 t/ha de mulch en 75.12 días y la variedad Jacha Grano entró en inicio de floración a los 79.50 días; para días al fin de la floración fue con 40 t/ha de mulch, en 142.25 días y la variedad Jacha Grano fue resaltante en 141.12 días, el resultado en la madurez fisiológica fue con 30 t/ha de mulch a 159 días, con respecto a las variedades, la variedad Jacha Grano entró en 148.75 días.

Los resultados para las variables agronómicas son: diámetro de la panoja, el resultado sobresaliente fue con 20 t/ha de mulch con 7.48 cm de diámetro; en longitud de panoja con 40 t/ha de mulch alcanzó hasta 29.10 cm; en altura de planta con 40 t/ha de mulch, que llegó hasta 105.98 cm, la variedad Kurmi obtuvo 104.57 cm de altura; el diámetro de tallo obtenido con mulch de coca fue para 40 t/ha que adquirió 16.12 mm y la variedad Kurmi fue superior con 16.09 mm de diámetro; con respecto a la calidad de semilla, con 40 t/ha de mulch se llegó hasta 4.18 gr (peso de mil semillas) y para las variedades, la variedad Jacha Grano fue superior con 4.19 gr.

Los sobresalientes en variables de rendimiento son: rendimiento de grano por planta, fue con 40 t/ha de mulch con un rendimiento de 27.53 gr/planta, en la variedad blanquita con 26.25 gr/planta; en cuanto al rendimiento por hectárea el más sobresaliente, fue 40 t/ha de mulch, con 1926.4 kg/ha en la variedad Blanquita con 1837.85 kg/ha.

ABSTRACT

This work took place at the agricultural season 2013 - 2014, at the Experimental Center Kallutaca of the Public University of El Alto in the municipality of Laja - La Paz. The aim of this study was to evaluate the seed production of four varieties of quinoa with Mulching coca, considering three levels of mulch plus a witness and four varieties: T1 (control Kurmi), T2 (Kurmi and 20 t/ha mulch), T3 (Kurmi and 30 t/ha of mulch), T4 (Kurmi and 40 t/ha of mulch), T5 (control Blanquita), T6 (Blanquita and 20 t/ha of mulch), T7 (Blanquita and 30 t/ha of mulch), T8 (Blanquita and 40 t/ha of mulch), T9 (control Jacha Grano), T10 (Jacha Grano and 20 t/ha of mulch), T11 (Jacha Grano and 30 t/ha mulch), T12 (Jacha Grano and 40 t/ha of mulch), T13 (control Chucapaca), T14 (Chucapaca and 20 t/ha of mulch), T15 (Chucapaca and 20 t/ha of mulch) and T16 (Chucapaca and 20 t/ha of mulch). The experimental design was bivariate hierarchical design with nested blocks in the mulch factor and with 4 repetitions

The results obtained for the phenological variables are mulched of 40 t/ha soil emerged in 9.06 days; for days at the beginning of flowering short time was 40 t/ha of mulch in 75.12 days and the variety Jacha Grano entered the beginning of flowering to 79.50 days; for days to flowering was 40 t/ha of mulch in 142.25 days and variety Jacha Grano was resultante in 141.12 days, the result in physiological maturity was 30 t/ha of mulch to 159 days; regarding varieties, variety Jacha 148.75 Grain entered days.

The results for the agronomic variables are: diameter of the panicle, the result was outstanding with 20 t/ha of mulch with 7.48 cm in diameter; panicle length with 40 t/ha of mulch reached to 29.10 cm; in plant height with 40 t/ha of mulch, which reached 105.98 cm, the variety Kurmi scored 104.57 cm; stem diameter obtained with coca mulch was for 40 t/ha which acquired 16.12 mm and the variety Kurmi it was higher with 16.09 mm in diameter; regarding seed quality, with 40 t/ha of mulch it came to 4.18 gr (thousand seed weight) and for varieties, the variety Jacha grain was higher with 4.19 gr.

Outstanding in performance variables are: grain yield per plant was 40 t / ha of mulch with a yield of 27.53 g/plant in blanquita variety with 26.25 gr/plant; in terms of yield per hectare the most outstanding, it was 40 t/ha of mulch, with 1926.4 kg/ha in variety Blanquita to 1837.85 kg/ha.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de quinua en Bolivia está siendo situada en la prioridad a nivel exportación de forma orgánica ya que durante miles de años el principal alimento de las culturas antiguas del altiplano; que está distribuida en diferentes zonas agroecológicas de la región. En la actualidad, la quinua se encuentra en franco proceso de expansión y exportación porque representa un gran potencial para mejorar las condiciones de vida de la población del país, del altiplano y del mundo moderno (Rojas y Pinto, 2009).

La quinua se constituye en un alimento básico de los pueblos asentados en la región del altiplano, quienes la consumen de diferentes formas: pito, kispíña, quinua graneada, sopa de quinua, pan, galletas, etc. (Morales, 1988) citado por (Rodríguez, 2005). Este grano es un alimento que posee todos los aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores cercanos a los establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), que a su vez señala que se deben hacer todos los esfuerzos necesarios para poder aprovechar estos recursos y darle una mayor importancia (FAO, 2001).

La quinua se caracteriza por un alto valor nutritivo debido a su composición, cantidad y calidad de proteína (Rivera, 2006). Además, está compuesto de carbohidratos, vitaminas y minerales (calcio, fósforo, hierro y vitamina C entre otros). Debido a esto, es reconocida como uno de los alimentos de origen vegetal con mayor valor nutricional y es superior a muchos alimentos de origen animal –es superior a la carne, huevo y leche en 14 y 18 % - (ANAPQUI citados por el SICA, 2001).

1.1. Antecedente

En la campaña agrícola 2012-2013, se establecieron un total de 29,3 hectáreas (7,0 en La Paz; 10,0 en Oruro y 12,3 en Potosí). Para la siembra de estas parcelas se utilizarán dos variedades mejoradas de quinua (Jacha Grano y Kurmi) con categorías Básica y Certificada respectivamente, y seis ecotipos de quina real (Pizancalla, Puñete Blanca, Real Negra, Pandela Rosada, Toledo Rojo y Real Blanca) en categorías que van de Registrada a Certificada. Debido a factores climáticos adversos; sequías durante la siembra, exceso de precipitaciones durante el desarrollo del cultivo y heladas durante la floración, se perdió un total de 8.7 ha (Aguilera *et al.*, 2013).

Por su parte, INIAF (2015), menciona 19 semilleras existentes en La Paz entre ellos individuales y asociaciones ubicados en las provincias de Ingavi, Aroma, Pacajes, Omasuyos y Los Andes que producen las semillas de las variedades Jacha Grano y Kurmi.

1.2. Planteamiento del problema

Los terrenos donde se siembra la quinua no recuperan su fertilidad por falta de cobertura natural, también por un factor muy importante que es el componente agua ya que la mayoría de los agricultores siembran a secano. Por otro lado, en nuestro país la hoja de coca incautada no tiene un destino hacia la producción agrícola, menos para incorporar al suelo como mulch.

1.3. Justificación

Frente a esta situación nace la idea de incorporar la hoja de coca en forma de mulch, a lo que mencionamos que la hoja de coca absorbe y retiene la humedad impidiendo la pérdida de agua mediante la evaporación en el suelo; a la vez, la hoja de coca llega a la descomposición y aporta con nutrientes para el desarrollo de las plantas. Sin la cobertura natural, en el suelo pierde la humedad y a la vez es más vulnerable a la erosión del suelo, de ahí nace esta investigación que se ha realizado.

El presente trabajo de investigación muestra el rendimiento de la quinua en producción de la semilla con la aplicación de mulch de la hoja de coca como una cobertura natural; el mulch evita fundamentalmente la pérdida de agua, la erosión de suelo y otros factores que provocan la fragilidad al suelo. Posteriormente la hoja de coca se convierte en nutrientes para las plantas en el suelo. Por otro lado, este trabajo aportará una experiencia más para los productores de quinua en Bolivia.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar la producción de semilla de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) con la aplicación de mulch de coca (*Erythroxylum coca*) en la Estación Experimental de Kallutaca UPEA.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el tiempo en cuatro diferentes fases de crecimiento con los diferentes tratamientos de mulch de coca.
- Evaluar el comportamiento agronómico de las variedades de quinua con la aplicación de mulch de coca.
- Determinar la variedad en semilla de quinua con mejor comportamiento agronómico a las diferentes aplicaciones de much de coca para la producción de semilla.
- Determinar el nivel de aplicación de mulch que tiene mayor efecto en el rendimiento de las variedades de semilla de quinua.

1.5. Hipótesis

- No se presentan diferencias en el tiempo de cuatro diferentes fases de crecimiento con los diferentes tratamientos de mulch de coca.
- No presentan diferencias en el comportamiento agronómico de las variedades de quinua con la aplicación de mulch de coca.
- No se presentan diferencias en las variedades en semilla de quinua con mejor comportamiento agronómico a las diferentes aplicaciones de much de coca para la producción de semilla.
- No se presentan diferencias en el nivel de aplicación de mulch que tiene mayor efecto en el rendimiento de las variedades de semilla de quinua.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características generales del cultivo de la quinua

2.1.1. Importancia de la quinua

En los últimos años, la quinua se ha convertido en un alimento muy demandado, principalmente en Europa, Estados Unidos, Japón y en menor medida en ciertos países sudamericanos. El principal proveedor mundial de este grano es Bolivia (46% del mercado mundial), puesto que la variedad más conocida y demanda de quinua es la real, que crece únicamente en el Altiplano Sur de Bolivia, Este incremento de la demanda se ha traducido también en un incremento radical de los ingresos de los productores de la zona, que están entre los más pobres y desatendidos del país. Dándoles una oportunidad de empleo productivo y digno e impidiendo que recurran sistemáticamente a la migración (CAMEX, 2007 y ANAPQUI, 2005).

El grano de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas (Peña, 2007). Se caracterizan, más que por la cantidad, por la calidad por su proteína dada por sus aminoácidos esenciales que la constituyen como: Isoleucinas, leucinas, lisinas, metionina, fenilalanina, treomina, triftófano y valina. Es una de las principales fuentes de proteínas con un promedio de 12,5 a 18% comparada con los cereales; la quinua tiene mayor cantidad de fosforo, potasio, magnesio, hierro y calcio, sin mucho aporte de calorías, haciéndolas muy apetecible por los consumidores que vigilan su dieta (Peña, 2007; Tapia y Frías, 2006).

A pesar de su contenido alto de proteínas, los granos de quinua no poseen gluten, proteínas encontradas en el trigo que impide a mucha gente alérgica comer pan, fideo o galletas elaborados con harina de trigo, por lo que la quinua es un alimento indicado para estas personas. Por este motivo, la quinua puede encajar en cualquier tipo de mercados donde el consumo de producto orgánicos sea elevado (Peña, 2007).

Por su parte, Curi (2008), en el país hasta el año 2008, las exportaciones de grano de quinua con certificado de producción orgánica se exportaron más de 16000 t. y las expectativas de exportación de la quinua certificada a mercados internacionales para 2014 se esperan más de 90000 t/año. Sin embargo, la certificación orgánica es un requisito indispensable para realizar dicha exportaciones, actualmente, el cuello de la

botella para la exportaciones de la quinua ya no es la capacidad de beneficiado como era lo antes, si no la capacidad de producción de grano orgánico, cuya certificación requiere de apoyo tanto a nivel de tecnología agrícola y uso de pesticidas orgánicos, como de sistema de certificación y asistencia técnica para el manejo integrado de suelo.

2.1.2. Centro de origen de la quinua

Silveti *et al.* (2012), indica que el cultivo de la quinua es originaria de la zona andina de Bolivia y Perú, además, durante la época incario fue utilizada como uno de los alimentos principales para su nutrición de los pueblos precolombinos. Asimismo, Aitken (1986), enfatiza que el cultivo de la quinua es originario de los altiplanos andinos y principalmente de gran altiplano boliviano.

La quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética (Mujica, 1992).

2.1.3. Producción de la quinua en departamento de La Paz

Aroni *at al.* (2009), menciona que en el departamento de La Paz se cultiva la quinua en las comunidades campesinas asentadas alrededor del Lago Titicaca; al respecto, MDPEP (2010) y PNUD (2009), indican que en el departamento de La Paz la producción de quinua se concentra principalmente en las provincias Aroma, Gualberto Villarroel, Los Andes, Ingavi, Manco Kapac, Murillo y Pacajes.

También, Brenes (2001), menciona que en el Altiplano Norte y en el Central los pequeños productores destinan un buen porcentaje de su producción al autoconsumo; los excedentes son vendidos a rescatistas locales, en la cual las compras no se hacen bajo contrato; por lo general, estos rescatistas tienen transporte propio y fijan el precio y actúan en zonas alejadas donde los agricultores no tienen facilidades o disponibilidad de transporte para sus productos; asimismo, los agricultores se ven prácticamente obligados a vender, ya que la escasez de transporte coloca a los rescatistas en una posición ventajosa.

2.1.4. Producción nacional de la quinua

La FAO (2011), indica que en Bolivia se cultiva la quinua en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí y en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija; de la misma manera, Reyes (2006) y PROINPA (2005), mencionan que la mayor producción en Bolivia se concentra en departamento ya mencionadas anteriormente, pero principalmente en la región del Uyuni y en cercanías del lago Titicaca.

Por otro lado, Medrano y Torrico (2009), dan a conocer que ancestralmente la quinua se siembra en cerros y laderas con sistema manual. Asimismo, durante los años 1970 y 1980 se amplió la frontera agrícola por la mayor demanda de quinua. En ese sentido, se amplió a las planicies y se introdujo arado de discos e hiendo a un sistema extensivo.

De la misma manera CEDLA (2013), señala que por el aumento de precios en los últimos años, esto ha implicado que la superficie cultivada tenga un crecimiento acelerado, pasando de 46.316 ha en 2006 a 96.544 ha en 2012, por lo que la producción de este grano en este mismo periodo se incrementó de 27.735 t. a 50.566 t.

Al respecto, INIAF (2013), da a conocer que Oruro es el principal productor de la quinua en Bolivia, con el 41.54% de toda la producción nacional, Potosí es el segundo productor de la quinua con 39.18% del total registrado y en el tercer lugar está La Paz, con el 19%.

Por otro lado, MDRyT y CONACOPROQ (2009), mencionan que Bolivia logra a nivel mundial una producción de 46%, la mayor parte de esto es orgánica, las zonas de producción son Altiplano Norte, Central y Sur.

2.1.5. Clasificación taxonómica y descripción botánica

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 0,2 a 3,0 m. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos. El tallo principal puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas. Es más frecuente el hábito ramificado en las razas cultivadas en los valles interandinos del sur del Perú y Bolivia, en cambio el hábito simple se observa en pocas razas cultivadas en el altiplano y en una

buena parte de las razas del centro y norte del Perú y Ecuador (Tapia, 1990 y Mujica, 1992).

Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. Contienen además gránulos en su superficie dándoles la apariencia de estar cubiertas de arenilla. Estos gránulos contienen células ricas en oxalato de calcio y son capaces de retener una película de agua, lo que aumenta la humedad relativa de la atmósfera que rodea a la hoja y, consecuentemente, disminuye la transpiración (Dizes y Bonifacio, 1992; Rojas, 2003).

La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan los ejes secundarios y en algunos casos terciarios. Fue Cárdenas (1944), quien agrupó por primera vez a la quinua por su forma de panoja, en amarantiforme, glomerulada e intermedia, y designó el nombre amarantiforme por el parecido que tiene con la inflorescencia del género *Amaranthus*. Según Gandarillas (1968), la forma de panoja está determinada genéticamente por un par de genes, siendo totalmente dominante la forma glomerulada sobre la amarantiforme, razón por la cual parece dudoso clasificar panojas intermedias.

La panoja terminal puede ser definida (totalmente diferenciada del resto de la planta) o ramificada, cuando no existe una diferenciación clara a causa de que el eje principal tiene ramas relativamente largas que le dan a la panoja una forma cónica peculiar; asimismo, la panoja puede ser suelta o compacta, lo que está determinado por la longitud de los ejes secundarios y pedicelos, siendo compactos cuando ambos son cortos (Gandarillas, 1968).

Las flores son muy pequeñas y densas, lo cual hacen difícil la emasculación, se ubican en grupos formando glomérulos, son sésiles, de la misma coloración que los sépalos y pueden ser hermafroditas, pistiladas o androestériles. Los estambres, que son cinco, poseen filamentos cortos que sostienen anteras basifijas y se encuentran rodeando el ovario, cuyo estilo se caracteriza por tener 2 ó 3 estigmas plumosos. Las flores permanecen abiertas por un período que varía de 5 a 7 días, y como no se abren simultáneamente, se determinó que el tiempo de duración de la floración está entre 12 a 15 días (Mujica, 1992 y Lescano, 1994).

2.1.6. Distribución

Según Rojas (1998), la distribución geográfica de la quinua en la región se extiende desde los 5° Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° Latitud Sur en la Décima Región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia, existiendo así, quinuas de costa, valles, valles interandinos, puna y altiplano.

2.1.7. Variedades de quinua

Para las condiciones del Altiplano Central, Bonifacio (2002), sugiere las variedades Chucapaca, Sajama, Inti nayra, Jach'a grano, Surumi y Patacamaya. El mismo autor (2007), ha liberado nuevas variedades de mayor rendimiento aptas para el Altiplano Norte, siendo estas la Kurmi y Blanquita.

En el Altiplano Sur se cuenta con al menos 50 ecotipos de quinua Real (Toledo, Pandela, Cariquimeña, Café chullpa, Real Blanca, Phisanqalla, Q'illu, Achachino rojo, Rosa blanca, Q'illu Puñete entre otros), los mismos que se encuentran descritos en catálogos de ecotipos (Aroni et al. 2003 y Bonifacio et al. 2012).

2.2. Requerimientos edafoclimáticos de la quinua

Mújica *et al.* (2004), indica que los requerimientos importantes del cultivo para una buena producción son: el suelo, pH del suelo, clima, agua, precipitación, temperatura, radiación y altura sobre el nivel del mar.

Cuadro 1. Características edafoclimáticas

Características de la quinua	
Clima	Semiseco - frio
Precipitacion	250 – 500 mm
Temperatura optima	6 oC – 17 oC
Textura de suelo	Franco Franco - arenoso
pH	5.5 – 7.8
Salinidad	2 – 8 ds/m

Fuente: Quispe H. y Jacobsen (2005) Mujica (2001)

2.2.1. Suelo

La quinua prefiere un suelo franco, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica, con una pendiente moderada 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 fenológicos (Mújica *et al.*, 2004).

Mientras tanto, Aitken (1986) y MDPEP (2010), mencionan que este cultivo no es una planta exigente respecto a la calidad y consistencia del suelo, prospera eficazmente en lugares áridos y semiáridos, con poca materia orgánica. Sin embargo, da bien en toda clase de suelos y cuanto más rico mejor.

2.2.2. pH y salinidad

Estudios efectuados al respecto indican que pH de suelo alrededor de la neutralidad son ideales para la quinua; sin embargo es conveniente recalcar que existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH, y esto se debe también a la amplia variabilidad genética de la quinua (Mújica *et al.*, 2004).

2.2.3. Precipitación

PROINPA (2005), indica que el Altiplano Norte presenta una mayor precipitación de 500 mm/año, pero tiene reducidas extensiones de tierra para cultivos. El Altiplano Central con una precipitación de 350 a 400 mm/año, pero tiene más superficies para cultivos. Altiplano Sur presenta una precipitación de 200 a 300 mm/año, en estas zonas solo se cultiva la quinua y la erosión eólica y hídrica son fuertes.

Al respecto, Teran (2010), menciona que las precipitaciones anuales de 600 a 2600 mm/año, se encuentran entre las más apropiadas para el cultivo de la quinua. La mínima precipitación para obtener un buen rendimiento es de 400 mm. Se ha observado que la quinua es un cultivo capaz de soportar la sequía pero no en exceso.

Por el contrario, FAO (2011), señala que el cultivo es muy eficiente en el uso de agua, es tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm/año; Asimismo, UNSCH (2012), indica que en general se desarrolla bien con una buena distribución de lluvias durante su crecimiento y desarrollo. Asimismo, en condiciones de sequedad en la fase de maduración y cosecha.

2.2.4. Humedad relativa

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, esta alta humedad relativa se presenta en los meses de mayor desarrollo de la planta (enero y febrero), lo que causa que prosperen con mayor rapidez las enfermedades fungosas como es el caso de mildiu (*Peronospora farinosa*) (Mújica *et al.*, 2004).

Así mismo, FAO (2011) y (2013), destaca que el cultivo de quinua es eficiente en el uso de agua, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos fisiológicos que le permiten tolerar y resistir la falta de humedad. Asimismo, que este cultivo puede desarrollarse con humedades relativas desde 40% hasta 88%.

2.2.5. Temperatura

La temperatura media adecuada para un buen desarrollo de la quinua esta alrededor de 15 a 20° C. Sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10° C se desarrolla perfectamente el cultivo. Al respecto, se ha determinado que esta planta también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta -8° C en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano. También se ha observado que con temperaturas por encima de los 38° C produce aborto de flores, muerte de estigmas y estambres, imposibilitando la formación de polen y por lo tanto impidiendo la formación de grano. (Junta del acuerdo de Cartagena, 1990; citado por Mújica *et al.*, 2004).

Mientras tanto, León (2003), indica que la temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8-15 °C; en tal sentido, FAO (2011); Mujica y Jacobsen (2006), aseveran que el cultivo tiene una gama de adaptabilidad a diferentes pisos agroecológicos. Soporta temperaturas desde -4°C hasta 38°C y una temperatura media de 5 a 14°C.

Al respecto, UNSCH (2012) y Tapia (1990), mencionan que la quinua soporta una amplia diversidad de climas. Además, no se ve afectada por climas fríos en cualquier etapa de desarrollo, excepto en la floración. Las flores son sensibles al frío (esterilización del polen).

2.2.6. Radiación solar

Por otra parte, SEPHU (2010) y León (2003), destacan que la quinua soporta radiaciones extremas en las zonas altas de los andes, sin embargo estas altas radiaciones permiten compensar las horas calor necesarias para cumplir con su periodo vegetativo y productivo. Los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para el cultivo de la quinua, ya que ello contribuye a una mayor actividad fotosintética.

Frere *et al.*, (1975), indica que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a 489 cal/cm²/día y en La Paz 433 cal/cm²/día, con una radiación neta (RN) promedio de 154 y 164 respectivamente.

2.2.7. Fotoperiodo

Este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur sobre todo en los Andes de Sud América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas de luz prospera en forma adecuada (Frere 1975; citado por Mújica *et al.* 2004).

Al respecto, SEPHU (2010) y León (2003), mencionan que el fotoperiodismo de la quinua es variable y depende de las regiones donde se cultiva. Pero, el cultivo de la quínoa prospera adecuadamente con las 12 horas de luz por día del hemisferio sur, sobre todo en el altiplano de Bolivia y Perú.

2.2.8. Sequia

León (2003) y Dion (1954), mencionan que la quinua es muy resistente a las sequías prolongada hasta 60 días, excepto en los estados fenológicos de: germinación hasta 4 hojas verdaderas, floración y madurez de estado lechoso. Durante estas fases necesita casi 5 mm/día de agua para un abastecimiento óptima. Por otro lado, las plantas jóvenes son susceptibles a la sequía.

2.2.9. Heladas

SEPHU (2010) y León (2003), enfatizan que las heladas se dan por temperaturas inferiores a -4°C y pueden causar rupturas del plasma mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares, y se dan especialmente en cultivos a gran altura, con cielos despejados, ausencia de viento y en las horas de la madrugada. La quinua resiste sin problemas hasta -5°C constantes y por periodos de hasta 15 a 20 días, excepto en fases críticas de los primeros 60 días después de la siembra y en la floración y cuajado, e incluso existen variedades que resisten temperaturas de hasta -8°C sin sufrir daños.

2.2.10. Altitud

UNSCH (2012) y Hogares Juveniles Campesinos (2002), indican que el cultivo se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm de altitud. Por lo tanto, su mayor predominancia de este cultivo está entre los 2500 y 4000 msnm de altura. Así mismo, Soto (2010), menciona que el cultivo de quinua se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm aunque tiene un mejor desarrollo entre los 2800 a 3900 msnm.

2.2.11. Granizo

León (2003), menciona que los granizos causan daños en el follaje, reduciendo la fotosíntesis y el rendimiento. Además, en la fase de madurez del grano es desventajoso, porque causa un desgrane completo; Al respecto, Baudoin (2009), menciona que la quinua presenta también una cierta resistencia al granizo gracias a sus hojas enroscadas y a sus tallos y espigas sólidas.

2.2.12. Viento

León (2003), indica que cuando las lluvias vienen acompañadas de fuertes vientos, produce el acame de la quinua, lo que incide posteriormente en la baja de los rendimientos, por la interrupción que sufre al desarrollo normal de la planta.

Al respecto Teran (2010), menciona que los vientos secos y calientes pueden adelantar la maduración del grano si se presentan después de su formación, lo cual trae como consecuencia el adelgazamiento del mismo, y la pérdida de su calidad.

2.3. Requerimientos nutricionales del cultivo

Estudios realizados por Mateu, citado por UNSCH (2012), determinó un equilibrio fisiológico de 50-16-34 (N-P₂O₅-K₂O) para el cultivo de quinua. Además, el N es asimilado bajo forma de nitrato (NO₃⁻) o de amoníaco (NH₄⁺) para el crecimiento, este sufre de 1 a 4% de extracto seco de la planta; asimismo esta en todo los procesos vitales. El P sufre de 0.1 a 0.4% de extracto seco de la planta; esta es absorbida como iones del suelo H₂PO₄⁻ y HPO₄⁼, además es importante para la fotosíntesis. El K sufre de 1 a 4% de extracto seco de la planta y es absorbida como ion K⁺, además mejora el régimen hídrico y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad, y sufren menos enfermedades.

2.4. Siembra

2.4.1. Semilla

Estrada (2012) y MA (2012), indican que la calidad de semilla antes de la siembra se debe desinfectar, a fin de pérdidas por ataque de insectos y hongos del suelo, es la consideración técnica principal que garantiza la mayor productividad del cultivo. La semilla debe tener un valor cultural o poder germinativo mayor a 80%.

2.4.2. Densidad de siembra

La densidad de siembra está referida a la cantidad de semilla necesaria para un área determinada y depende de la zona, de la variedad y del poder germinativo de la semilla utilizada. Asimismo, Chambilla (2009), propone que la cantidad para la siembra debe ser 12 kg/ha en sistema tradicional y 8 a 10 kg/ha en sistema semi-mecanizada (Apaza 2006).

2.4.3. Profundidad de siembra

Aitken (1986) y León (2003), indican que la siembra se debe efectuar para su mejor germinación y emergencia a una profundidad de 2 a 3 cm, esto puede variar con la humedad de suelo.

2.4.4. Épocas de siembra

PROINPA (2005), menciona que existe variación en épocas de siembra de acuerdo al ecotipo a emplearse, con ecotipos precoces (140 a 148 días) en lugares donde existen heladas permanentes en la fase de floración, tomando en cuenta el ciclo de madurez

fisiológica se puede sembrar a partir de la primera quincena de septiembre. En los ecotipos de ciclo intermedio (160 a 170 días), la siembra es mejor realizarla desde fines de agosto hasta la primera quincena de octubre. En los ecotipos de ciclo tardío (161 a 205 días) se deben sembrar desde fines de agosto hasta la primera quincena del mes de septiembre. Para esta misma institución las épocas de siembra del cultivo de la quinua se realiza desde fines de agosto hasta mediados de noviembre en el Altiplano Sur.

2.4.5. Preparación del suelo

Chambilla (2009), menciona que el suelo se debe preparar con debida anticipación, porque esto ayuda la descomposición de materia verde y mantiene la fertilidad del suelo. Además, disminuye las malezas, garantiza una buena germinación y mayor capacidad del suelo para absorber agua de lluvia y retenerla por el mayor tiempo posible; Al mismo tiempo, Estrada (2012), las principales causas de los bajos rendimientos de producción es la mala preparación del suelo.

Flores *et al.* (2010), indican que la preparación del terreno es una labor netamente productiva que se realiza luego de haber elegido el terreno. Pero, lo más aconsejable para la siembra de quinua es donde se produjo la papa. Pero, lo señalado no es preciso, porque también se puede sembrar en terrenos que produjeron cereales y leguminosas.

2.4.6. Características fenológicas de la quinua

Por su parte Correa (2005), trabajando con quinuas altiplánicas, pudo distinguir diez etapas morfo-anatómicas claramente diferenciales que son las siguientes: Etapa de emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas, seis hojas verdaderas (diferenciación panicular), etapa de panojamiento, inicio de floración, floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica; ello ocurre entre los 160 y 180 días.

Camacho (2009) y MA (2012), dan a conocer que el ciclo de esta planta va de 90 a 220 días, dependiendo de las variedades. Por otra parte, Rojas y Pinto (2014), mencionan que en el país es posible encontrar accesiones que alcanzan la madurez fisiológica en 110 días hasta accesiones que maduran en 209 días.

2.5. Labores culturales

2.5.1. Raleo

Flores *et al.* (2010), mencionan que el desahije o raleo es una labor de mantenimiento de mucha importancia, porque permite eliminar las plantas más pequeñas y de malas condiciones que no permiten el desarrollo de las plantas de mejores condiciones.

De la misma manera, para Suquilanda (2010) y Tambo (2010), la labor de raleo es una actividad que consiste en la eliminación de plantas, para ajustar el número de plantas por área y por surco. Además, una excesiva de plántulas por unidad de superficie provocaría una competencia excesiva por nutrientes, agua, luz y tener una mala producción.

2.5.2. Control de malezas

Camacho (2009), menciona que las malezas ingresan al campo del cultivo en los primeros estados fenológicos. Estas malezas pueden eliminar al cultivo por asfixia, por la cual se debe realizar lo más temprano el deshierbe (40 a 45 días después de la siembra), será menor la competencia por sustancias nutritivas y agua; siendo recomendable realizar la misma hasta antes del inicio de panojamiento.

Flores *et al.* (2010), indican que no existen herbicidas aplicables al cultivo, se recomienda deshierbar dos veces durante su ciclo vegetativo. El primero, cuando las plántulas tengan un tamaño de 15 a 20 cm, el segundo antes de la floración.

2.5.3. Aporque

Teran (2010), explica que este labor de aporque es muy importante y a la vez sirve como segunda deshierba, permite facilitar un buen sostén y aireación a las plantas, lo que va a contribuir a dar mayor vigor al cultivo. Esta labor se debe hacer a los 45 días después de la siembra ya sea en forma manual, con yunta o en forma mecanizada.

2.5.4. Control de plagas

2.5.4.1. Qhuna qhuna

Chambilla (2009), indica que la *Qhuna qhuna* (*Eurysacca sp.*) ataca a los granos cuando estos se hallan en proceso de maduración. El control se hace monitoreando la población

de larvas, con extractos de plantas (Ajo, Muña, Coa, Tarwi) como repelentes, rotación de cultivos, preparación temprana de suelos, deshierbes y raleos.

En ese mismo sentido, Flores *et al.* (2010), la *Qhuna qhuna* esta categorizada como plaga clave y hay que tomar mayor interés en este aspecto. Los insectos adultos son mariposas de color gris parduzco o amarillo pajizo.

2.5.4.2. Ticona

Chambilla (2009) y Flores *et al.* (2010), indican que la Ticona (*Copitarcia turbata*) ataca al cultivo de quinua en determinadas ocasiones y además esta categorizada como plaga ocasional.

2.5.4.3. Aves plaga

Estrada (2012), indica que las aves granívoras son llamadas como aves plaga, son consideradas como potenciales amenazas en la producción de alimentos a nivel mundial, especialmente los cereales y no se dispone de estrategias preventivas.

Asimismo, León (2003) y Tapia (1990), las aves atacan en las últimas fases fenológicas, especialmente cuando el grano está en estado lechoso, pastoso o en plena madurez, estas ocasionan la caída del grano de la panoja, este ataque es más notorio en variedades dulces, el nivel de daño puede llegar de 30 a 40% de producción. Se recomienda el control mediante la colocación de espantapájaros, águilas disecadas, plásticos de colores.

2.5.5. Control de enfermedades

2.5.5.1. Mildiu de la quinua

Camacho (2009) y Estrada (2012), indican que el Mildiu (*Peronospora farinosa*) se presenta como pelusilla ploma en el envés y una mancha amarillenta en la cara superior, causa caída de flores y retrasa el desarrollo. Además, es un hongo que se disemina en el campo y se conserva de una campaña agrícola a la siguiente.

Flores *et al.* (2010), menciona que la enfermedad ataca a hojas, ramas, tallos e inflorescencias o panojas, infecta durante cualquier estado fenológico del cultivo. Los daños son mayores en plantas jóvenes.

De la misma manera, Chambilla (2009), el Mildiu se presenta cuando existe exceso de humedad por abundancia lluvia. Su control: eliminación de plantas enfermas y uso de variedades resistentes. También, León (2003), señala que es la enfermedad más significativa y común, en la cosecha ocasiona pérdidas que varía entre 20 a 25%.

2.6. Cosecha y rendimiento de grano

Tapia y Fries (2007), indican que la cosecha se efectúa una vez que las plantas alcanzan a la madurez fisiológica, reconocible porque las hojas inferiores cambian de color y empiezan a caerse, dando una coloración amarilla característica a toda la planta. El grano, al ser presionado con las uñas ofrece resistencia que dificulta su penetración.

Al respecto, Tapia (1990), señala que los trabajos de la cosecha se dividen en cinco fases como son: Siega o corte, formación de arcos o parvas, golpeo o garroteo, venteado y limpieza y por ultimo secado del grano.

2.6.1.1. Siega o corte

Tapia y Fries (2007) y Camacho (2009), indican que es popular arrancar las plantas, estas al salir con las raíces llevan tierra que al momento del trilla se mezcla con el grano y desmejora su calidad. Es apto la siega con hoces en las primeras horas de la mañana cuando este cubierto con el rocío. No es idóneo el corte en horas de la tarde ya que los granos se secan y se desprenden fácilmente y como efecto se cae la semilla.

2.6.1.2. Formación de arcos

Tapia y Fries (2007), mencionan que la formación de arcos o parvas se hace para evitar que se dañe la cosecha por inclemencias climáticas, como lluvias o nevadas, que manchan el grano. En estas parvas se ordenan las panojas en el centro, luego se cubren con paja. Las plantas se conservan en los arcos hasta que los granos tengan la humedad favorable para el golpeo o trilla. Este lapso es alrededor de 7 a 15 días.

2.6.1.3. Golpeo o trilla

Tapia y Fries (2007), indican que el golpeo se realiza en las eras, que pueden ser circulares o rectangulares, sobre suelo apisonado o ampliando mantas sobre las cuales se golpean las panojas que están dispuestas en forma favorable.

2.6.1.4. Venteado y limpieza

Camacho (2009); Tapia y Fries (2007), mencionan que en caso de trillarse por golpeo es bueno ventear después, para eliminar los perigonios, hojas y tallos pequeños que quedan con el grano. Generalmente se efectúa en horas de la tarde para aprovechar el viento, de tal manera que los granos queden libres de paja y listos para su almacenamiento.

2.6.1.5. Secado del grano

Tapia y Fries (2007), indican que es ventajoso secar los granos al sol hasta lograr la madurez comercial, ya que si contienen mucha humedad se causa fermentación y amarillamiento, desmejorando la calidad del grano. Además, DRA (2012) y Mujica *et al.* (2006), señalan que el grano de la quinua se debe efectuar un secado óptimo de 12 al 13 % de humedad en grano.

2.6.1.6. Almacenamiento

Teran (2010), indica que el grano seco y limpio debe ser almacenado en recipientes cerrados o costales de tejido estrecho (yutes), en depósitos limpias, secas, sobre estivas, protegidas de ataque de roedores e insectos, con circulación de aire y con un contenido de 12 a 14% de humedad en grano, mas puesto se pudre.

2.6.1.7. Rendimiento

Aitken (1986), indica que en la producción, el volumen de rendimiento varían de acuerdo a la zona y variedades (pueden ser accesiones, ecotipos y entre otros) de la quinua, pero está entre los 12 a 16 qq/ha o sea entre 550 a 750 kg/ha.

Tapia (1990), alude que el rendimiento está relacionado con el nivel de fertilidad del suelo, abono químico, época de siembra, el control de enfermedades y plagas, la presencia de heladas y granizadas y entre otras. Generalmente se obtiene de 600 a 800 kg/ha.

El mismo autor enfatiza que en las estadísticas de Perú y Bolivia reflejan rendimientos muy variables, debido a que en muchas oportunidades se muestrean campos de quinua en áreas que ecológicamente no son las más adecuadas o en donde la presión demográfica ha obligado al campesino a “derramar quinua” con el objeto de tener alguna cosecha.

2.6.2. Producción de semilla de quinua

Baudoin (2009), la producción de semillas certificadas de quinua es realizada en su totalidad por asociaciones de productores entre ellos Asociación de Productores de Semillas de Quinua Real Orgánicas – Salinas de Garci Mendoza “Suma Jatha Juirá” (APSQUIOSA), Asociación de Productores de Semillas Orgánicas de Quinua Real- Uyuni K (APSOCQUIRU) Y Asociación Comunal de Productores de Quinua Real – Copacabana (ACOPROQUIRICO). Cada semillerista posee entre 4 a 20 ha entre ellos a menudo 0.25 a 0.5 ha se dedican a la producción de semillas. INIAF (2015), menciona 19 semilleristas existente en La Paz entre ellos individuales y asociaciones ubicados en las provincias de Ingavi, Aroma, Pacajes, Omasuyos y Los Andes que producen las semillas de las variedades Jacha Grano y Kurmi.

2.7. Valor nutricional de la quinua

Jaya (2010) y MA (2013), mencionan que según la FAO, así como la OMS, han calificado a la quinua como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercano al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento.

Así mismo, Romo *et al.* (2006), señala que es libre de gluten, porque su proteína está conformada principalmente por albúminas y globulinas solubles en agua o soluciones salinas débiles, lo que dificulta su uso en la panificación, pero puede ser útil para aquellas personas alérgicas al gluten.

Por su parte, Jaldín (2010), en estudios científicos realizados, indica que el grano de la quinua contiene entre 11 a 20% de proteína de alta calidad, posee un mayor índice de proteínas, calcio, fósforo, hierro y magnesio en comparación a los demás cereales.

De igual forma, Gabriel *et al.* (2013) y Álvarez y Tusa (2008 - 2009), los aminoácidos que posee la quinua entre los que más sobresalen están la lisina, metionina, triptofano, fenilalanina, tirosina y valina. De mismo modo, la cual hace que la proteína sea de excelente calidad, sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche. Asimismo, FAO (2011) y Jacobsen *et al.* (2003), la quinua posee los aminoácidos esenciales que se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que los tienen en el exosperma o cáscara, como el arroz o trigo.

2.8. Formas de uso de la quinua

Torrez *et al.* (2002) y Fisel (1989), indican que la quinua por el contenido de lisina se debe considerar como una base en la suplementación en las harinas de trigo para la elaboración de derivados, a fin de lograr un alimento nutritivo; Asimismo, para León (2003) y Soto *et al.* (2004), la quinua es un alimento consumido casi diario por los pobladores andinos en forma de quispiña, pesque, quinua graneada, sopas, postres, tortas, galletas y otros.

Por su parte, Zamora (2013), da a conocer que la quinua es recomendada para mujeres embarazadas, bebés y niños en general, diabéticos, vegetarianos, celíacos, deportistas y artistas, autistas y personas con discapacidad cognitiva, personas con colon irritable o problemas de estreñimiento y personas con enfermedades terminales. Además a todos las que quieran comer saludable.

De la misma manera, FAO (2013), menciona que la planta entera se usa como forraje verde. También, se aprovechan los residuos de la cosecha para alimentar vacunos, ovinos, cerdos, caballos y aves. Tienen uso medicinal las hojas, tallos y granos, a los que se atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de muelas, desinfectantes de las vías urinarias; se utilizan también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos. De la misma manera, para usos industriales.

2.9. Características de coca

La coca es un arbusto originario de los Andes que crece hasta 2.5 m de altura, de tallos leñosos y hojas elipsoidales, pequeñas y de color verde intenso. Sus flores son minúsculas y de color blanco. Sus frutos, de color rojo, tienen forma ovoide y miden alrededor de un centímetro. La coca crece adecuadamente en las tierras cálidas y húmedas de los Andes (región Yungas o Selva alta), en un rango de altitud que va desde los 800 hasta los 2000 msnm. Sin embargo, cultivos en altura fuera de ese rango son posibles en determinadas regiones. Crece incluso bajo la sombra de grandes árboles en las regiones tropicales (Herrera, 2010).

2.9.1. Propiedades de la planta

Su contenido en vitaminas y determinados oligoelementos hacen que al mismo tiempo la infusión de coca constituya un complemento nutritivo de la dieta diaria. Estos mismos estudios de la Universidad de Harvard sostienen que en 100 gramos de coca se pueden tener casi dos gramos de potasio que son necesarios para el equilibrio del corazón y se le atribuyen además propiedades adelgazantes. Sabiendo que estas tisanas son tan ricas en estos nutrientes, se convierten en alimento y en medicina (Plaza *et al.*, 2008).

2.9.2. Clasificación botánica

La coca (*Erythroxylum coca*) (quechua: kuka) es una especie de planta con flor sudamericana de la familia de las Eritroxiláceas originaria de las escarpadas estribaciones de los Andes amazónicos. Tiene un papel importante en las culturas andinas, como analgésico en intervenciones médicas. Es utilizada por culturas andinas como las naciones chibcha, aimaras y quechua, como analgésico. Aunque es mejor conocida en el mundo entero por sus alcaloides; clasificación científica:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Malpighiales*

Familia: *Erythroxylaceae*

Género: *Erythroxylum*

Especie: *E. coca*

El género *Erythroxylon* ó *Erythroxylum* tienen más de doscientas especies en todo el mundo, pero las únicas que contienen cocaínas son las dos especies sudamericanas: *Erythroxylum coca* variedad coca y *Erythroxylum novogranatensis*, la primera que tiene dos variedades *Erythroxylum coca* y *Erythroxylum coca* ipadú, la segunda especie tiene la variedades novogranatesis propiamente dicha y la variedad truxillense llamada vulgarmente tupa-coca (coca dulce) (Herrera, 2010).

2.9.3. Propiedades químicas de la hoja de coca

Duke *et al.* (1975) citado por Penny *et al.* (2009), realizaron una investigación en la Universidad de Harvard donde obtuvieron resultados a partir de un kilogramo de las hojas

secas obtenidas de San Francisco (Chapare, Bolivia) en junio de 1974, descubrieron que en cada cien gramos las hojas contienen: nitrógeno total 20.6 mg, fosforo total 412.67 mg, potasio 1739.33 mg, calcio 997.62 mg, magnesio 299.30 mg, sodio 39.41 mg, aluminio 17.31 mg, bario 6.18 mg, hierro 136.64 mg, estroncio 12.02 mg, boro 6.75 mg, cobre 1.22 mg, zinc 2.21 mg, manganeso 9.15 mg, vitamina C 6.47 mg y vitamina E 40.17 mg.

2.10. Mulch

El mulch es una capa de materia orgánica sobre el suelo alrededor de las plantas muy recomendable para los cultivos, reduce la pérdida de agua, aporta nutrientes a medida que se descompone, mejora la estructura del suelo e impide que salgan malas hierbas (Calleja, 2009).

2.11. Tipos de mulch

Según, ISA (2013), existen muchas formas comerciales de mulch, los dos grupos principales son los orgánicos y los inorgánicos. Los inorgánicos incluyen varios tipos de piedras, piedra volcánica, goma pulverizada, y materiales geotextiles, entre otros. El mulch inorgánico no se descompone rápidamente, por lo que no necesitan ser reabastecidos con frecuencia. Por otro lado, no mejoran la estructura del suelo, no añaden materia orgánica ni proveen nutrientes. El mulch orgánico incluye astillas o virutas de madera, hojas de pino, corteza de árboles, cáscaras de cacao, hojas, mulch mixto y una gran variedad de otros productos generalmente derivados de plantas. El mulch orgánico se descompone a diferentes ritmos dependiendo del material. Los que se descomponen más rápido se tienen que reabastecer con más frecuencia. Debido a que el proceso de descomposición mejora la calidad del suelo y su fertilidad.

2.11.1. Ventajas de la utilización de mulch

Según, ISA (2013), las ventajas más importantes son: Ayuda a mantener el suelo húmedo. La evaporación se reduce y la necesidad de regar puede minimizarse; ayuda a controlar las hierbas. Una capa de 5-10 cm de grosor de mulch puede reducir la germinación y el crecimiento de las malas hierbas; actúa como modulador natural de temperatura. El mulch mantiene el suelo más tibio en invierno y más fresco en verano; diversos tipos de mulch sirven para mejorar la aeración, la estructura del suelo (el agregado de las partículas del suelo) y con el tiempo, el drenaje; algunos tipos de mulch

pueden mejorar la fertilidad del suelo; una capa de mulch puede inhibir algunas enfermedades en las plantas; cuando se coloca alrededor de los árboles, facilita su cuidado y puede reducir las posibilidades de daño por los cortadores de hierbas o las “quemaduras” causadas por las podadoras de césped; puede darle a las áreas con plantas un acabado uniforme y una apariencia de buen mantenimiento.

2.11.2. Desventajas de la utilización de mulch

Según, ISA (2013), las desventajas más importantes son: El mulch muy profundo puede ocasionar exceso de humedad en la zona de las raíces, lo que puede estresar a la planta y causar pudrición las raíces; apilar el mulch alrededor del tronco o ramas de las plantas puede estresar al tejido y propiciar enfermedades y problemas con insectos; Algunos tipos de mulch, especialmente los que contienen césped cortado, pueden afectar el pH del suelo. El uso continuo de ciertos tipos de mulch durante períodos largos puede propiciar deficiencias de micronutrientes y toxicidades; El mulch apilado contra el tronco de árboles jóvenes puede crear un hábitat para roedores que muerden la corteza y estrangulan al árbol.; las capas muy gruesas de mulch de textura fina pueden convertirse en una manta que podría impedir que el agua y el aire penetren. Además, puede convertirse en suelo que acumula agua y promover el crecimiento de hierbas; el mulch anaeróbico “agri” podría generar olores fuertes, y el alcohol y los ácidos orgánicos generados podrían ser tóxicos para las plantas jóvenes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental de Kallutaca dependiente de la Universidad Pública de El Alto, perteneciente al municipio de Laja, Provincia Los Andes del Departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra entre 16°32'27" Latitud Sur y 68°18'32" Longitud Oeste, a una altitud de 3908 m.s.n.m. El Centro Experimental de Kallutaca se encuentra a una distancia de 26 km de la Ciudad de La Paz (SENAMHI, 2010).

3.1.2. Características Edafoclimáticas

3.1.2.1. Clima

Según Guarachi (2011), indica que en el Centro Experimental de Kallutaca tiene un comportamiento de la temperatura media de 7.1 °C, también se cuentan con temperaturas extremas mínimas de -11.0 °C en los meses de junio y julio indicando temperaturas bajo cero; en los meses de noviembre y diciembre se observa el comportamiento de las temperaturas máximas de 21.6 a 23.3 °C, Guarachi a la vez señala que la humedad relativa en los meses de diciembre a marzo registra valores entre 64.5 a 71.0 % (verano), en meses de junio a agosto se evidencia valores promedios de 40.0 % (invierno). Por otro lado, SENAMHI (2013), señala que la precipitación promedio anual del lugar es de 500 mm/año.

3.1.2.2. Suelo

Huanca (1996) y Guarachi (2011), aseveran que los suelos del Centro Experimental de Kallutaca de acuerdo al análisis físico-químico de suelos bajo el respaldo del Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA_UMSA) y laboratorio de suelos (UMSS), presentan suelos con textura franco-arcilloso; la densidad aparente es de 1.32 y 1.11 g/cm respectivamente. En cuanto al pH del suelo reporta un valor de 7.4, y una conductividad eléctrica de 2280 µS/cm. Así mismo presentan una acumulación de 4.4 % de materia orgánica.

3.1.2.3. Flora

Moñocopa (2012), señala que el Centro Experimental de Kallutaca, tiene la vegetación natural conformada en su mayor parte por: paja brava (*Achnaterum ichu*), tólares (*Parastephia sp*), añawayas (*Adesmia miraflorensis*), Chilligua (*Paspalum pignaeron*), cebadilla (*Bromus inermis*), diente de león (*Taraxacum officinalis*). Entre los principales cultivos se encuentran la papa (*Solanum tuberosum*) y la Cebada (*Hordium sativum*).

3.2. Materiales

3.2.1. Material de estudio

El material genético que se ha utilizado en el presente estudio corresponde a 4 variedades de quinua que forman parte del Banco de germoplasma de INIAF.

- Variedad Kurmi (300 g)
- Variedad Blanquita (300 g)
- Variedad Jach a grano (300 g)
- Variedad Chucapaca (300 g)
- Hoja de coca 9477 kg

3.2.2. Material de escritorio

- Computadora
- Impresora
- Hojas de papel bond
- Tinta para imprimir
- Formularios
- Hojas de registro
- Bolígrafos

3.2.3. Material de campo

- Tractor agrícola con sus respectivos implementos (reja y rastra)
- Wincha métrica de 5 y 100 m
- Estacas de madera (256 unidades)
- Cuerda de yute (972 m)

- Chontillas (*4 unidades*)
- Cámara fotográfica
- Tablero y registros de campo
- Tamizador (*3 mm*)
- Palos de desgranadora de quinua
- Venteadora de quinua
- Bolsas de yute
- Marbetes
- Bolsas de nylon

3.2.4. Material de laboratorio

- Balanza analítica de precisión (0.01)

3.3. Metodología

3.3.1. Desarrollo del ensayo

El trabajo de investigación se realizó en el campus del Centro Experimental de Kallutaca – UPEA, en donde se estableció las parcelas de investigación gracias a un acuerdo entre la Universidad Pública del El Alto y el Instituto de Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal (INIAF), y el Viceministerio de coca que forman parte del Ministerio de Desarrollo Rural Y tierras (MDRyT), principalmente con el convenio con la Universidad sobre todo con la Carrera de Ingeniería Agronómica proveyendo la hoja de coca incautada y la semilla de quinua.

3.3.1.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó con anticipación a la siembra, labor que consistió en la roturación del terreno con un tractor agrícola a una profundidad de 30 cm, luego se realizó el incorporando de la hoja de coca en un 20, 30 y 40 t/ha; posteriormente se realizó el rastreado para el emparejado del terreno y el establecimiento de la cama para semillas y raíces del cultivo.

El experimento consistió en el establecimiento de parcelas de observación de 6 x 3 m de área para cada variedad y 4 repeticiones para cada tratamiento, separadas por pasillos de 5 m de longitud; de acuerdo al croquis de campo (Anexo 1), siguiendo las técnicas de

siembra. Las 4 variedades de quinua se establecieron en 64 parcelas o unidades experimentales espaciados por 0.50 m cada surco y de planta a planta de 0.30 m trazándose 4 bloques de 4 variedades cada uno y 3 aplicaciones diferentes de mulch de coca (20, 30 y 40 t/ha) y 1 testigo con (0 t/ha) de mulch. É l cual permitió realizar la evaluación de la producción de semilla de quinua y el rendimiento.

3.3.1.2. Siembra

La siembra se llevó a cabo en el mes de octubre día 28, cada variedad se sembró en 6 surcos de 6 m de longitud espaciados a 0.50 m entre surcos y 0.30 m entre plantas. Se trazó cuatro bloques de 96 surcos para cada bloque con pasillos de 5 m de cada variedad a variedad. Una vez hecha la apertura de los surcos se colocó las semillas en forma manual (golpe) para garantizar la emergencia de un número adecuado de plantas por variedad a una densidad de siembra (1 g/m²).

3.3.1.3. Raleo

El raleo se realizó con el objetivo de prevenir la competencia de nutrientes y para que no sean vulnerables al desarrollo de enfermedades, se efectuó dejando 3 plantas en un primer raleo y 1 planta en segundo raleo, esta actividad se realizó cuando las plantas han emergido totalmente fuera del suelo.

3.3.1.4. Deshierbe

Se realizaron deshierbes manuales de acuerdo a la presencia de malezas que se presentaron en las diferentes fases de crecimiento del cultivo.

3.3.1.5. Control fitosanitario

El control de enfermedades se efectuó en una ocasión cuando algunas plantas han mostrado síntomas de mildiu de la quinua (*Peronospora farinosa*), en un 2 % de las plántulas, en el cual se utilizó el biogal en una dosis de 1:5.

3.3.1.6. Cosecha

La cosecha de cada variedad se realizó conforme las plantas alcancen la madurez fisiológica, y de acuerdo al ciclo vegetativo de cada variedad. El corte en la cosecha se

efectuó manualmente con la ayuda de un hoz y posteriormente mantenerlos en sobres de papel evitando de ésta forma la pérdida de grano.

La trilla se realizó en forma manual e individual de cada material genético, separándola broza del grano, a través del venteo. Por último se realizó el envasado de la semilla y haciéndola evaluación correspondiente.

3.3.2. Diseño experimental

Para este trabajo se utilizó el diseño jerárquico o anidado bifactorial con bloques anidados en el factor mulch para obtener resultados de ambos factores mulch y variedades (Ochoa 2009).

3.3.2.1. Modelo lineal aditivo

Se aplicó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(\alpha)_{k(i)} + \gamma_j + \alpha\gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

La aplicación de este modelo lineal forma parte para evaluar dos factores (la semilla y la aplicación de mulch de coca).

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del i-ésimo Mulch

$\beta(\alpha)_{k(i)}$ = Efecto del k-ésimo bloque anidado en el i-esimo mulch

γ_j = Efecto de la j-ésima variedad

$\alpha\gamma_{ij}$ = Efecto de la interaccion del i-ésimo mulch con la j-esima a variedad

ε_{ijk} = Error experimental

3.3.3. Factores de estudio

Los factores en estudio fueron: factor A y factor B

Factor A: aplicación de mulch: a_1 = mulch 0 t/ha, a_2 = mulch 20 t/ha, a_3 = mulch 30 t/ha y a_4 = mulch 40 t/ha.

Factor B: variedades de quinua: b_1 = Variedad Kurmi, b_2 = Variedad Blanquita, b_3 = Variedad Jacha grano y b_4 = Variedad Chucapaca.

3.3.3.1. Formulación de tratamientos

Cuadro 2. Cuadro de tratamientos en estudio con diferentes variedades y diferentes aplicaciones de mulch

Nro.	TRATAMIENTOS	VARIETADES	MULCH	COMBINACIÓN DE FACTORES
1	T1 (testigo)	b_1	a_1	$b_1 \times a_1$
2	T2	b_1	a_2	$b_1 \times a_2$
3	T3	b_1	a_3	$b_1 \times a_3$
4	T4	b_1	a_4	$b_1 \times a_4$
5	T5 (testigo)	b_2	a_1	$b_2 \times a_1$
6	T6	b_2	a_2	$b_2 \times a_2$
7	T7	b_2	a_3	$b_2 \times a_3$
8	T8	b_2	a_4	$b_2 \times a_4$
9	T9 (testigo)	b_3	a_1	$b_3 \times a_1$
10	T10	b_3	a_2	$b_3 \times a_2$
11	T11	b_3	a_3	$b_3 \times a_3$
12	T12	b_3	a_4	$b_3 \times a_4$
13	T13 (testigo)	b_4	a_1	$b_4 \times a_1$
14	T14	b_4	a_2	$b_4 \times a_2$
15	T15	b_4	a_3	$b_4 \times a_3$
16	T16	b_4	a_4	$b_4 \times a_4$

3.3.4. Variables de respuesta

3.3.4.1. Variables fenológicas

Estas variables fueron medidas entre los días que transcurrieron desde la siembra hasta que el cincuenta por ciento de las plantas, que se encontraban en cada etapa fenológica.

3.3.4.1.1. Días a la emergencia (días)

La etapa de emergencia se evaluó con el inicio de la aparición del 50% de plántulas fuera del suelo, en el cual la planta presenta los cotiledones juntos longitudinalmente y doblado en forma de codo o bastón; se evaluó las 64 parcelas de experimentación contando las plántulas de quinua ya emergidas fuera del suelo.

3.3.4.1.2. Días al inicio de floración (días)

Es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos conformantes de la inflorescencia se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillento, los datos de esta variable se tomó a los 72 a 95 días a partir de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas, también ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética.

3.3.4.1.3. Días al fin de floración (días)

Se evaluó las 64 parcelas revisando la culminación de la floración en panojas tomando en cuenta el 50% de las plantas en diferentes variedades y con diferentes tratamientos de mulch.

3.3.4.1.4. Días a la madurez fisiológica (días)

Se evaluó las 64 parcelas revisando la culminación de la floración en panojas y pasando por grano lechoso tomando en cuenta el 50% de las plantas en esta etapa en diferentes variedades y con diferentes tratamientos de mulch.

3.3.4.2. Variables agronómicas

3.3.4.2.1. Diámetro de la panoja (cm)

Se evaluó el diámetro de panoja con la ayuda de un calibrador, en la parte media de la panoja en la etapa de madurez fisiológica, en las plantas de evaluación de cada unidad experimental.

3.3.4.2.2. Longitud de la panoja (cm)

Para este variable se evaluó la medición desde la base hasta la parte apical de la panoja registrando datos de las diez plantas que fueron evaluados al azar.

3.3.4.2.3. Altura de planta (cm)

La medición de la altura de planta se realizó en la etapa de la madurez fisiológica, considerando este parámetro desde la base del cuello de la planta hasta el ápice de la planta. Este valor fue evaluado en la última etapa del ciclo fenológico de la planta.

3.3.4.2.4. Diámetro de tallo (mm)

Estos datos se evaluaron en la última etapa del ciclo fenológico de la planta, tomando las plantas que están en proceso de evaluación a una altura de 10 cm desde la base de la planta.

3.3.4.2.5. Peso de mil semillas (g)

Luego de la cosecha se procedió a pesar primero y luego se empezó a contar semillas de quinua de cada muestra mil semillas para luego pesar y así tener la calidad de la semilla.

3.3.4.3. Rendimiento

3.3.4.3.1. Rendimiento de grano por planta (g)

Este dato indica la producción de semilla por cada planta, para la evaluación se cosechó cada planta de quinua y se cerró en un sobre para luego trillarlos, ventearlos y pesarlos.

3.3.4.3.2. Rendimiento (kg/ha)

Se cosechó cada unidad experimental dejando las plantas de bordura de 0.5 m de 1 m², después del manejo poscosecha se pesó los granos de cada unidad experimental con una balanza analítica de precisión de 0.01 g.

Para cálculos de rendimiento se procedió con el registro del peso del grano limpio de cada unidad experimental, el cual fue expresado en g/m² y posteriormente la conversión fue realizada a kg/ha.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación que a continuación se presentan, provienen de la campaña agrícola de 2013 - 2014, representados a los aspectos de variables fenológicas y agronómicas. Se presentan los resultados en cuadros comparativos, figuras, análisis y comparación de los mismos.

4.1. Variables fenológicas

4.1.1. Días a la emergencia

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable días a la emergencia

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	45.37	15.12	3.89	0.0167 *
Bloque (Mulch)	12	140.87	11.73	3.02	0.0051 **
Var	3	25.62	8.54	2.19	0.1056 NS
Var*Mulch	9	45.75	5.08	1.31	0.2680 NS
Error	36	140.12	3.89		
Total	63	397.75			
C. V.		19.36%			

* Significativa (<0.05), ** Altamente significativa (<0.01) y **NS** No significativa (0.05)

El análisis de varianza del cuadro 3, para el variable días a la emergencia (días) al 50%, observamos que existe la diferencia significativa, con el tratamiento de mulch al 5%, de la misma forma para bloques (mulch) existen diferencias altamente significativas, en donde $Pr > F = 0.0051$ es menor a (1%).

También podemos observar, que no existen las diferencias significativas entre variedades, de la misma forma; para variedades por mulch durante la fase de la emergencia no tienen diferencias significativas, son similares.

Las cuatro variedades utilizados en el estudio son similares en cuanto a días a la emergencia, cuyo coeficiente de variación es de 19.36% y un error de 3.89 el cual significa que los datos son confiables.

Cuadro 4. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para días a la emergencia con la aplicación de mulch.

Mulch	Media	Duncan Agrupamiento	
30 t/ha	11.00	A	
20 t/ha	11.00	A	
0 t/ha	9.69	A	B
40 t/ha	9.06	B	

En el cuadro 4; se muestra la comparación del rango múltiple de Duncan para días a la emergencia, con a la aplicación de mulch. Existen dos diferentes grupos: el primero A de 0, 20 y 30 t/ha de mulch con promedios de 9.69, 11 y 11 días sucesivamente y el segundo grupo B; que conforman 9.06 y 9.69 días, este último es similar a los dos grupos, observando estos dos grupos, presentan diferencias de 2 días en la emergencia, en base a la aplicación de mulch de coca con un promedio de 9.06 hasta 11 días.

El primero en emerger fue a los 9.06 días (mulch 40 t/ha) B, esto debido a la conservación de la humedad en el suelo por la cobertura de la hoja de coca y por la absorción del mismo de la poca humedad que existía en el suelo, el segundo a los 9.68 días (testigo 0 t/ha) AB, debido a la humedad y la irregularidad del suelo y el tercero a los 11 días con (20 y 30 t/ha de mulch).

Estas diferencias están sujetas a la precipitación pluvial; ya que no se presentó las lluvias durante dos semanas después de la siembra, así mismo, el suelo al momento de la siembra de las variedades estaba muy seco, ya que el proceso germinativo de las semillas, germinan después de ponerse en contacto con el sustrato bajo condiciones de humedad del suelo.

Al respecto, Mujica *et al.* (2004), señala que la fase de germinación es más sensible a la humedad, si es baja, no germina, si excede, se asfixia y muere; de la misma manera, Romero (1990), señala que la velocidad de emergencia se reduce conforme a la humedad del suelo. Por su parte, Silveti *et al.* (2012), en la investigación realizada en las variedades de quinua blanquita y morada, utilizando fertilizantes orgánicos, orina humana tratada y humus ecosan, obtuvo 50% de emergencia a los 10 a 13 días después de la siembra. En tal sentido, las 4 variedades estudiadas se asemejan a los datos reportados por los investigadores ya mencionados anteriormente, de tal manera todos estaban expuestos en campo a las mismas condiciones climáticas.

4.1.2. Días al inicio de floración

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable de días al inicio de floración

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	2523.67	841.22	27.34	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	887.19	73.93	2.40	0.0210 *
Var	3	497.67	165.89	5.39	0.0036 **
Var*Mulch	9	345.51	38.39	1.25	0.2982 NS
Error	36	1107.56	30.76		
Total	63	5361.61			
C. V.		6.73%			

Cuadro 5, análisis de varianza para la variable de días al inicio de floración (días), muestra que entre la aplicación de mulch en diferentes t/ha estudiadas existen diferencias altamente significativa, mostrando un valor $Pr > F = <.0001$, estando este valor inferior al (1%); en la evaluación se tomó el 50% al inicio de floración. Al respecto de bloques (mulch) también existe diferencias significativas.

Para variedades, existen diferencias altamente significativas en la etapa de inicio de floración; para variedades por mulch no se tiene diferencias significativas. Para esta evaluación se tiene un error de 30.76 y con un CV (Coeficiente de Variación) igual a 6.73%, demuestra que está en un rango de aceptación, los datos de estudio y el manejo realizado en las unidades experimentales son confiables, para explicar las evidencias significativas mostramos el siguiente cuadro comparativo y figura.

Cuadro 6. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para días al inicio de floración con la aplicación de mulch.

Mulch	Media	Duncan Agrupamiento
0 t/ha	92.25	A
20 t/ha	82.68	B
30 t/ha	79.62	B
40 t/ha	75.12	C

En el cuadro 6; detalla las diferencias para el análisis comparativo de días al inicio de floración con la aplicación de mulch; así mismo, se muestra tres grupos diferentes: A, B y C, en el cual existe una amplia variabilidad; el primer grupo A conformado de 0 t/ha de

mulch que entró en floración a los 92.25 días en promedio; el grupo B de 20 y 30 t/ha de mulch con 82.68 y 79.62 días en promedio y el tercer grupo C, formado por 40 t/ha de mulch entró en floración a los 75.12 días.

Entre el primero grupo A y el grupo C, son altamente significativos, en un promedio de 17.13 días de diferencia; entre la aplicación de mulch de 0 t/ha y 40 t/ha. Estas diferencias se deben a la aplicación del mulch de coca.

A mayor aplicación del mulch de coca, existe mayor desarrollo vegetativo de las plantas, y así lleva a la planta a que entre de muy corto tiempo en floración (precoz); ya que mantiene la humedad del suelo y a la vez, las hojas entran en proceso de descomposición y así aporta los nutrientes en el suelo para la planta; la planta a una humedad apropiada absorbe mejor los nutrientes que existen en el suelo.

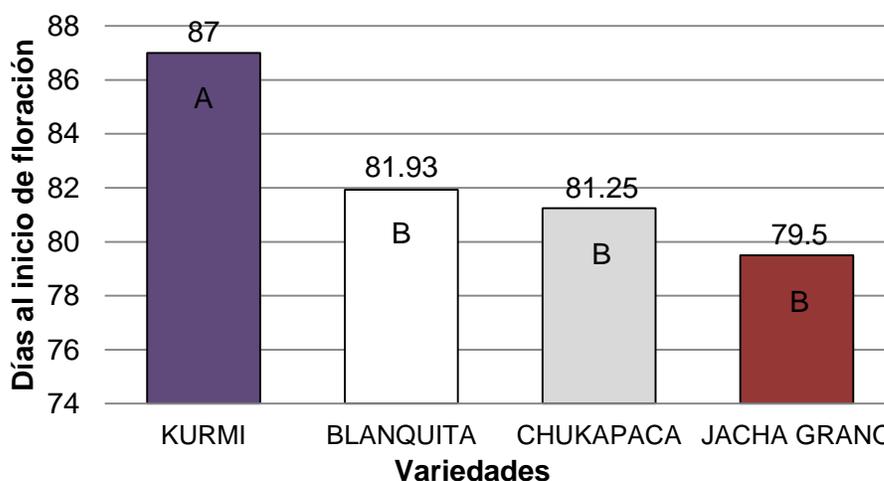


Figura 1. Distribución de media para días al inicio de floración de las variedades

La etapa de inicio de floración es claramente distinguishable and of short duration for the material studied that is shown in figure 1, specifying the differences for the comparative analysis of averages for days to start flowering; there are two different groups: A and B; these two groups are significant, showing clearly that the variety Kurmi entered into flowering at 87 days which is the latest; followed by Blanquita, Chucapaca and Jacha Grano of 81.93, 81.25 and 79.50 days respectively.

Comparando los días al inicio de floración entre las variedades Jacha Grano con 79.5 días, con respecto a la variedad Kurmi que inició la floración a los 87 días, se tiene una diferencia de 7.5 días. Esta variabilidad de días al inicio de floración se debe al carácter

genético de cada variedad y depende de las condiciones climáticas de la región en estudio; también se manifiesta como una respuesta a la aplicación de mulch.

Estas diferencias es debido a la ausencia y presencia de lluvias en la zona y en algunos casos había precipitación pluvial casi normales, a veces las lluvias eran con tormentas, acompañada de granizada, que todo esto afecta directamente en la producción, a lo que mencionan; en el Congreso Científico de la Quinoa (2013), demostró que el granizo muestra diferencias en las líneas de quinoa y causando daños.

Al respecto, Quino (2000), menciona que el comportamiento entre variedades, está determinada por el carácter genético propio de cada variedad y por las condiciones medio ambientales del lugar. En tal forma, las variedades estudiadas tienen una amplia variabilidad en días a la floración, por la cual cabe mencionar esto se debe a sus características genéticas de cada uno; y a las condiciones ambientales de la región.

Asimismo, Miralles *at al.* (2004), indica que la duración de las etapas ontogénicas de un cereal son reguladas por la temperatura, fotoperiodo (duración del día) y la vernalización (requerimientos de horas frío). Así por ejemplo, temperaturas cálidas promueven una floración más temprana e inversamente cuando las temperaturas son frías.

4.1.3. Días al fin de floración

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable días al fin de la floración

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	779.040	259.68	7.15	0.0007 **
Bloque (Mulch)	12	497.06	41.42	1.14	0.3607 NS
Var	3	929.92	309.97	8.53	0.0002 **
Var*Mulch	9	459.64	51.07	1.41	0.2223 NS
Error	36	1308.18	36.33		
Total	63	3973.86			
C. V.		4.11%			

El análisis de varianza para la variable de días al fin de la floración (días); como se puede observar en el cuadro 7. El análisis para la aplicación de mulch se observa que existe diferencias altamente significativa en días al fin de la floración al 50%, este valor es igual

a, $Pr > F = 0.0007$, siendo inferior al (1%). Para los bloques (mulch) no existe diferencias significativas.

Para las variedades existen diferencias altamente significativas; con respecto a variedades por mulch no se tiene diferencias significativas al 1 y 5% ya que el valor es superior a estos porcentajes.

Así mismo el valor del error es de 36.33 y el valor para Coeficiente de Variación es de 4.11%, que demuestra un rango aceptable, los datos de estudio y el manejo realizado en las unidades experimentales son confiables.

Cuadro 8. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para días al fin de floración con la aplicación de mulch.

Mulch	Media	Duncan Agrupamiento
0 t/ha	151.68	A
20 t/ha	147.43	A B
30 t/ha	144.81	B C
40 t/ha	142.25	C

El cuadro 8, expresa las diferencias para el análisis comparativo al fin de la floración con la aplicación de mulch, exponiendo claramente que existe una amplia variabilidad de los grupos: A, B y C. Entre el grupo A y C son altamente significativos, con una diferencia entre el primero y el ultimo de 9.43 días en promedio, comparado estos dos grupos que pertenecen a la aplicación de mulch de 40 t/ha y 0 t/ha; es debido a la consecuencia del mulch.

También se puede observar; con 20 t/ha es similar al grupo: A y B; de la misma forma para 30 t/ha es similar al grupo: B y C. Así mismo, con 40 t/ha de mulch entró al fin de la floración a 142.25 días en promedio las cuatro variedades; seguida por 30t/ha, 20 t/ha y 0 t/ha sucesivamente, terminaron la floración a los 144.81 días, 147.43 días y el ultimo a los 151.68 días.

Estas desigualdades entre las a aplicaciones de mulch y sin mulch, se debe a la conservación de la humedad en el suelo y el aporte de nutrientes de mulch, con la descomposición de las hojas como fuente de subsistencia para las plantas.

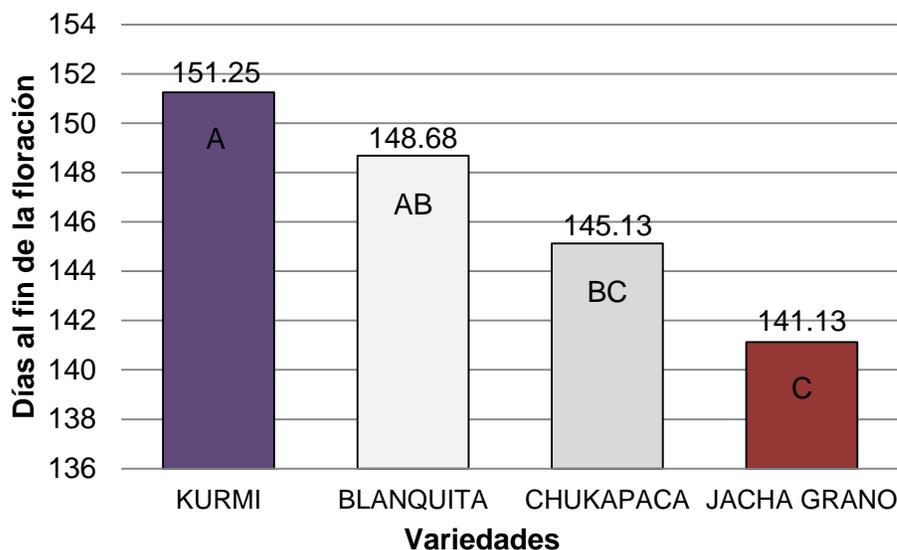


Figura 2. Distribución de media para días al fin de la floración de las variedades

En la figura 2, se muestra la distribución de media de las variedades; nos muestra tres grupos diferentes de: A, B y C; para el estudio comparativo de días al fin de la floración entre el grupo A y C; existen diferencias altamente significativas.

Claramente la variedad Jacha Grano terminó la floración a los 141.12 días; en cambio la variedad Kurmi terminó retrasadamente la floración a los 151.25 días.

En cambio la variedad Blanquita es similar al grupo A y B; así mismo la variedad Chukapaca se asemeja al grupo B y C, estas dos variedades no son altamente significativas.

Estas diferencias en días al fin de la floración, se debe a su carácter genético de cada variedad y depende de las condiciones climáticas de la región en estudio, ya que en algunas semanas no hubo la presencia de lluvia en la zona y a veces con tormentas y granizada, que todo esto afectó directamente en el desarrollo de la producción.

Al respecto mencionan en el Congreso Científico de la Quinoa (2013), demostró que el granizo muestra diferencias en las variedades de quinoa y causando daños.

4.1.4. Días a la madurez fisiológica

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable días a la madurez fisiológica

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	321.17	107.05	7.13	0.0007 **
Bloque (Mulch)	12	157.43	13.12	0.87	0.5799 NS
Var	3	1283.04	427.68	28.47	<.0001 **
Var*Mulch	9	427.39	47.48	3.16	0.0065 **
Error	36	540.81	15.02		
Total	63	2729.86			
C. V.		2.47			

De acuerdo con el cuadro 9, del análisis de varianza para la variable días a la madurez fisiológica (días), podemos mencionar que para la aplicación de mulch en diferentes porcentajes, existen diferencias altamente significativas, ya que este valor es menor a (1%); observando el cuadro para bloques (mulch), no se tiene evidencias significativas ya que el valor de $Pr > F = 0.5799$ representa superior a 0.05.

Para las variedades, si existen diferencias altamente significativas, de la misma manera para las variedades por mulch existen evidencias altamente significativas; asimismo el valor de Coeficiente de Variación es igual a 2.47%, y un error igual a 15.02; el cual demuestra que está en un rango de aprobación, los datos de estudio y el manejo realizado en las unidades experimentales son confiables.

Cuadro 10. Análisis comparativo del rango múltiple para días a la madurez fisiológica con la aplicación de mulch.

Mulch	Media	Duncan Agrupamiento
20 t/ha	158.75	A
40 t/ha	158.62	A
0 t/ha	154.43	B
30 t/ha	154.00	B

De la misma forma, en el cuadro 10; se observa las diferencias para el análisis comparativo de días a la madurez fisiológica con la aplicación de mulch; distinguen dos grupos diferentes: A y B; que son significativos, además existe una amplia diferencia entre

el primero y el ultimo, de 4.75 días de diferencia en promedio, entre la aplicación de mulch de 30 t/ha y 20 t/ha de mulch.

También el cuadro nos indica que con 0 t/ha y 30 t/ha de mulch existe una similitud en días a la madurez fisiológica. De la misma forma entre 40 t/ha y 20 t/ha son parecidos en promedio al entrar a la etapa de madurez fisiológica de las cuatro variedades, estas diferencias entre las aplicaciones de mulch se debe a la retención de humedad en el suelo y el aporte con la descomposición de las hojas como fuente de nutrientes para las plantas.

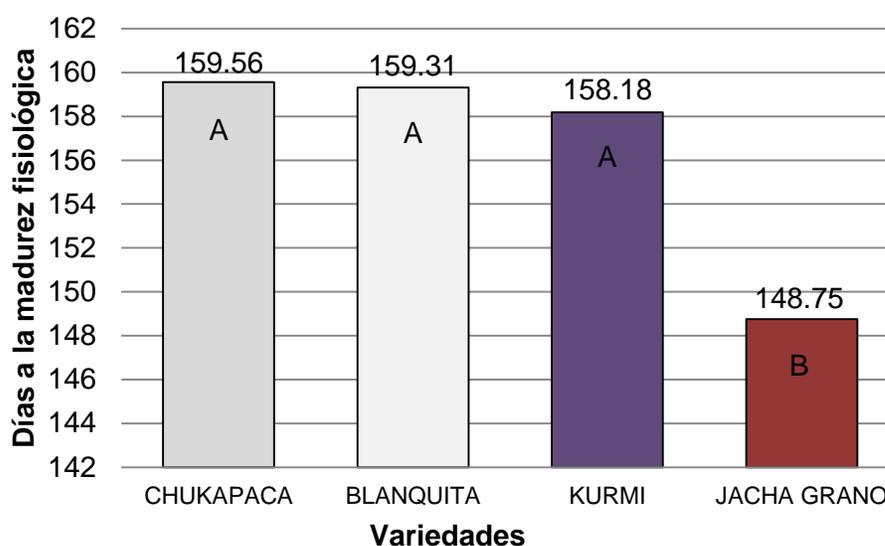
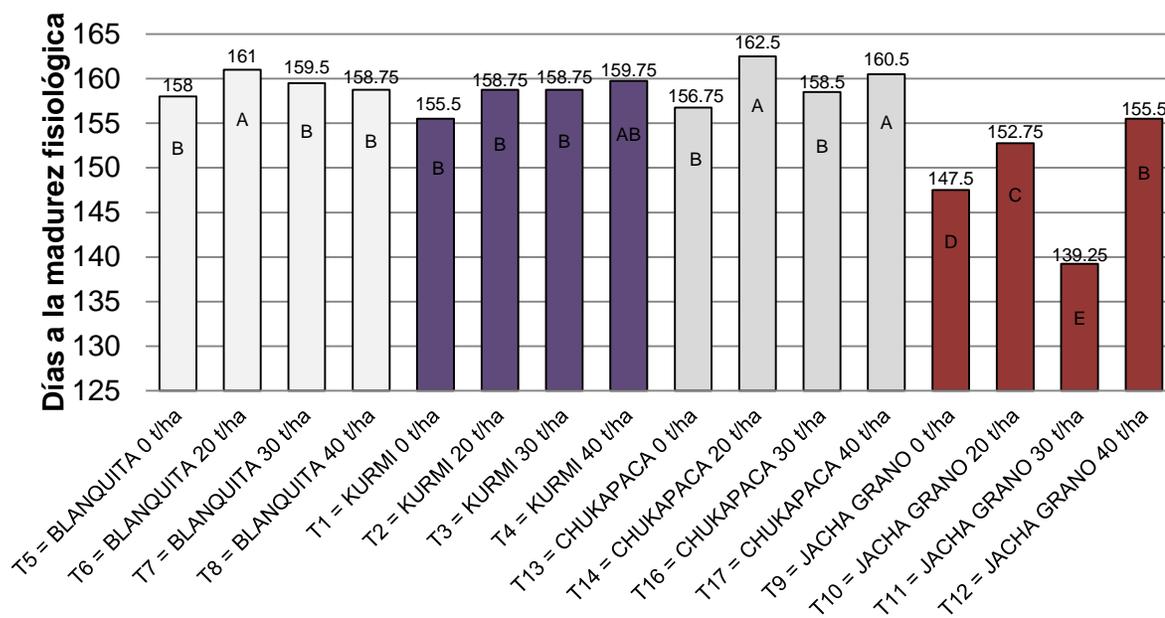


Figura 3. Distribución de media para días a la madurez fisiológica de las variedades

De acuerdo con la figura 3, se detalla las diferencias para el análisis comparativo de media de días a la madurez fisiológica; en el cual se muestra dos grupos diferentes de: A y B, estos dos grupos son significativos.

La variedad Jacha Grano, entró en esta etapa a los 148.75 días, en promedio que pertenece al grupo B y las variedades Kurmi, Blanquita y como último Chucapaca, entraron a esta etapa a los 158.18, 159.31 y a los 159.56 días respectivamente. El más prematuro es la variedad Jacha Grano, prácticamente en 4 meses y una semana estuvo listo para la cosecha.



Interacción entre variedades x mulch

Figura 4. Distribución de media para días a la madurez fisiológica de las variedades por mulch

De acuerdo con la figura 4; podemos observar que evidentemente existen diferencias significativas para la variable días a la madurez fisiológica, de las variedades por mulch; en el cual existen diferencias significativas entre grupo: A, B, C, D y E. Con 30 t/ha de la variedad Jacha Grano entro en madurez fisiológica a los 139.25 días (tratamiento 11), seguida por (tratamiento 9), de la misma variedad a los 147.5 días sucesivamente, la más tardía corresponde a la variedad Chukapaca (tratamiento 14), entrando en madurez fisiología a los 162.5 días tomando estos dos valores de extremos, tenemos una diferencia de 23.25 días, diferencias altamente significativas. Esto se debe a las características fisiológicas de cada variedad y a su vez existe una influencia de directa del mulch.

Estas diferencias son particularidades de cada variedad, que se manifiestan en esta fase de la producción. A lo que, IBTA (1996), menciona que las variedades alcanzan la madurez fisiológica entre los 140 a 170 días, y más de 170 días. Asimismo, (PROINPA, 2004) menciona que el ciclo vegetativo de las variedades varían en un rango de: precoz 144 a 150 días, semiprecoz 161 días, intermedios 166 a 175 días y tardíos 179 a 195 días. De la misma forma, Mújica *et al.* (2004), indican que la madurez fisiológica del

cultivo de quinua ocurre entre los 160 a 180 días después de la siembra, donde el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, y se presenta un amarillamiento completo de la planta.

En tal sentido, las variedades estudiadas en presente reporte se asemejan con las investigaciones efectuadas por IBTA y PROINPA. De tal manera, las condiciones climáticas, la adaptación a la región y el aporte de nitrógeno y la constante humedad con la protección de mulch, manifiestan su influencia en las variedades donde el comportamiento de madurez fisiológica tiene una variabilidad diferenciada.

4.2. Variables agronómicas

4.2.1. Diámetro de la panoja

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable del diámetro de la panoja

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	81.92	27.30	17.79	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	12.96	1.08	0.70	0.7377 NS
Var	3	5.56	1.85	1.21	0.3206 NS
Var*Mulch	9	14.84	1.65	1.07	0.4044 NS
Error	36	55.26	1.53		
Total	63	170.56			
C. V.	20.15				

El análisis de varianza para variable diámetro de la panoja (cuadro 11); en cuanto al Coeficiente de Variación muestra que es igual a 20.15%, así mostrando un grado de confiabilidad aceptable con un error de 1.53. Dentro de esta perspectiva, el experimento fue bien conducido y los datos son confiables. Dentro de este argumento, se tiene diferencias altamente significativas para la aplicación de mulch, teniendo el valor de $Pr > F = <.0001$, estando este valor inferior al (1%) a lo que amerita realizar un análisis comparativo. Así mismo para bloques, variedades y variedades por mulch no se tiene evidencias significativas siendo los valores superior al (5%); por lo tanto no amerita hacer comparaciones, ya que no existen diferencias estadísticamente significativas entre diámetro de la panoja con las aplicaciones de mulch y variedades.

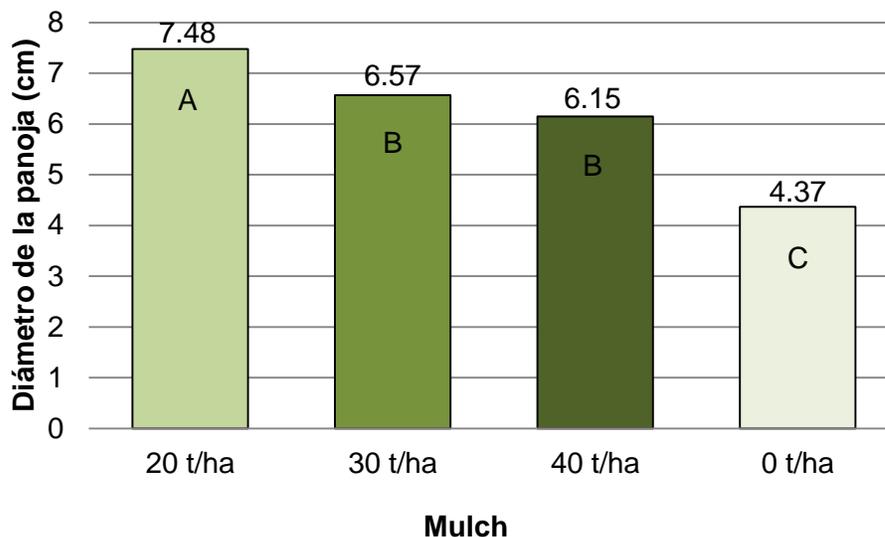


Figura 5. Distribución de media para diámetro de la panoja con la aplicación de mulch

En la figura 5; se muestra la comparación de media del diámetro de la panoja con la aplicación de mulch. Así mismo, se ve claramente que existe una amplia variabilidad entre el primero y el último con una diferencia de 3.11 cm. A la vez, se pudo encontrar tres grupos diferentes: A, B y C; de los cuales, entre el grupo A y C existen diferencias altamente significativas.

Los grupos A y B como también grupo B y C existen diferencias significativas. Con 0 t/ha de mulch tiene un diámetro de 4.37 cm en promedio de las cuatro variedades; como se observa, no desarrollaron rápidamente las diferentes variedades con este tratamiento.

Estas diferencias entre las aplicaciones mulch y sin mulch, se debe a los efectos de mulch, ya que ayuda a la retención de humedad en el suelo y el aporte con la descomposición de las hojas como fuente de nutriente para las variedades de quinua.

Al respecto, PROINPA (2005), menciona que el diámetro máximo de panoja es de 4.8 cm. Asimismo, Rojas (1998), menciona que entre las variedades que forman las panojas con menor y mayor diámetro varía en un rango de 2.9 a 19.4 cm según un ensayo de análisis de diversidad genética del germoplasma de quinua de Bolivia. El promedio más común de diámetro de panoja se encuentra alrededor de 6.9 ± 1.6 . Las 4 variedades de quinua muestran similares resultados.

De la misma manera, Alegría (1998), sostiene, que el crecimiento del diámetro de panoja está en función de las condiciones medioambientales. Al respecto, Alanoca y Mamani (2013), mencionan que la variedad blanquita obtuvo un diámetro de 4.71 cm, seguidos por aynoqúa 4.43 cm y Horizonte 4.09 cm respectivamente.

Así mismo, en estudio realizado por Rodriguez (2005), demostró que el diámetro de la panoja alcanzado en la madurez fisiológica obtuvo un resultado 4.03 cm en variedad Surumi. Por tanto, los resultados obtenidos en la presente investigación con respecto al diámetro de la panoja, son corroborados por las investigaciones efectuadas por los autores ya mencionadas con anterioridad.

4.2.2. Longitud de la panoja

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable longitud de panoja

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	1776.14	592.05	38.34	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	313.55	26.13	1.69	0.1100 NS
Var	3	39.01	13.00	0.84	0.4799 NS
Var*Mulch	9	84.32	9.37	0.61	0.7828 NS
Error	36	555.89	15.44		
Total	63	2768.94			
C. V.	15.53				

En el análisis de varianza del cuadro 12, se puede observar que para las diferentes aplicaciones de mulch, se tiene diferencias altamente significativas donde $Pr > F = <0.0001$, estando este valor inferior al (1%); para bloque (Mulch), Variedades y Variedad por mulch no se tiene diferencias significativas por lo que los valores $Pr > F$ para el primero es de 0.1100, 0.4799 y 0.7828 sucesivamente, estando este valor inferior al (5%) y con Coeficiente de Variación igual a 15.53%, así mostrando un grado de confiabilidad aceptable, con un error de 15.44.

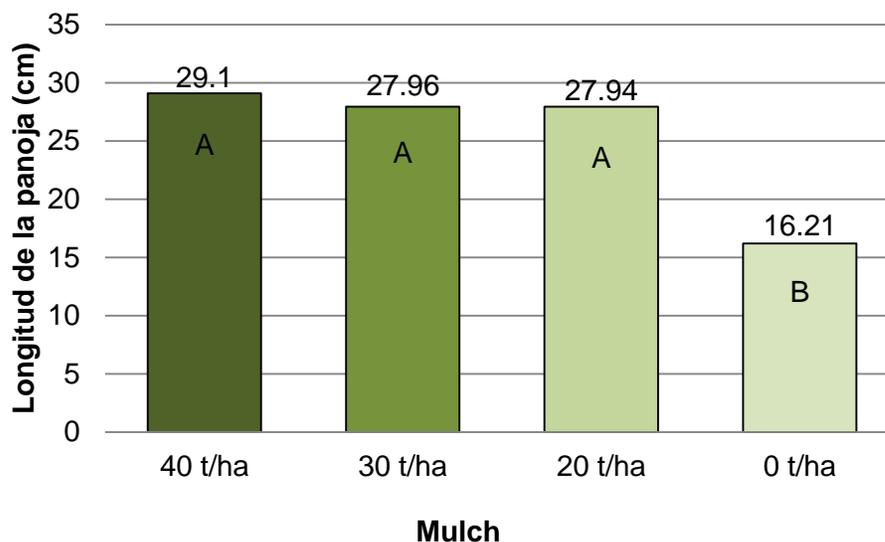


Figura 6. Distribución de media para longitud de la panoja con la aplicación de mulch

De acuerdo a la figura 6, se observan dos grupos diferentes: el primero conformado todos con la aplicación de mulch grupo A y el segundo grupo B sin mulch; el primer grupo muestra un resultado de 29.10 cm; seguida por 30 y 20 t/ha y el segundo grupo presentada por 0 t/ha con 16.21 cm, estos dos grupos A y B, que son significativos.

Haciendo una comparación, el primero y el último existe una diferencia de 12.89 cm, estos resultados demuestran que la aplicación de mulch, favoreció el desarrollo de la panoja; por tal razón, se señala que el mulch de coca sirve a la planta como fuente de nutriente, cuando este entra en proceso de descomposición y también favorece la retención de la humedad en el suelo.

También la longitud de panoja, está relacionada directamente con la altura de la planta. Al respecto, PROINPA (2005), menciona que la longitud de panoja promedio es de 27 cm.

Así mismo, Mújica *et al.* (2004), la panoja de la quinua alcanza una longitud de 30 a 80 cm. Al respecto, Alanoca y Mamani (2013), obtuvieron resultados en promedio la longitud de la panoja de 22.45, 21.7 y 20.6 cm; esto en la introducción de variedades (aynoq'a, horizonte y blanquita).

Respecto a esto las variedades estudiadas, algunas son superiores a estos datos y algunos son inferiores, de acuerdo a las aplicaciones de mulch, y las características genéticas de cada variedad y las condiciones medioambientales.

Asimismo, en estudios realizados por Rodríguez (2005), sobre el papel del tamaño de semilla de quinua en crecimiento y desarrollo demostró que la longitud de la panoja alcanzado en la madurez fisiológica fue de 40.1 cm.

También, Padilla (2013), sobre el efecto de promotores sobre crecimiento bajo las condiciones de abonamiento orgánico, en donde obtuvo una longitud de panoja con 23.33 cm. Respecto a estos datos, las variedades estudiadas están dentro de estos rangos.

4.2.3. Altura de planta

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable altura de planta

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	17162.76	5720.92	25.30	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	3732.05	311.00	1.38	0.2223 NS
Var	3	2719.18	906.39	4.01	0.0147 *
Var*Mulch	9	1589.10	176.56	0.78	0.6349 NS
Error	36	8139.31	226.09		
Total	63	33342.41			
C. V.		16.10%			

Para el análisis de varianza, para la variable altura de la planta (cuadro 13) se tienen diferencias altamente significativas con la aplicación de mulch; cuyo valor de $Pr > F = <0.0001$, estando este valor inferior al (1%). Para bloques (mulch) no se tiene diferencias significativas.

Para las diferentes variedades, se tiene diferencias significativas; como también las variedades por mulch no presentan diferencias, en donde no amerita los análisis estadísticos. Cuyo Coeficiente de Variación es igual a 16.10%, así mostrando un grado de confiabilidad aceptable con un error de 226.09, dentro de esta perspectiva, el ensayo fue bien llevado y los datos son confiables.

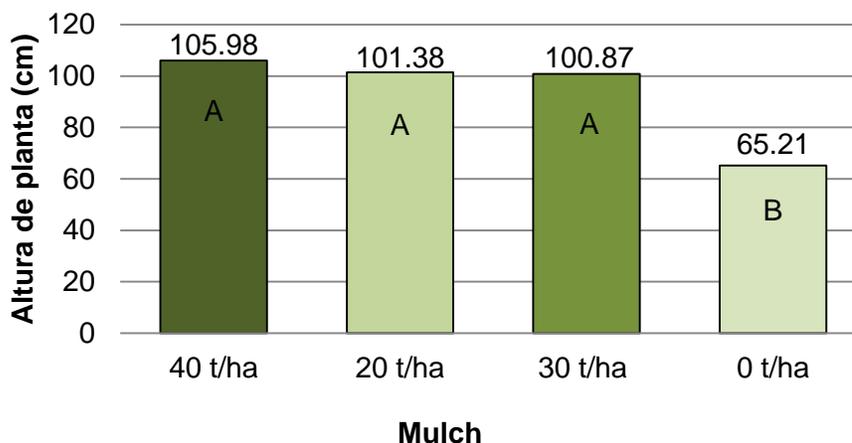


Figura 7. Distribución de media para altura de planta con la aplicación de mulch

El análisis comparativo, (figura 7). Muestra las diferencias de la altura de planta con la aplicación de mulch. Se observa dos clases: A y B, estos dos grupos son significativos, tomando en cuenta los valores, se muestra claramente que existe diferencias entre el primero y el último de 40.77 cm de diferencia entre la aplicación de mulch de 0 t/ha y 40 t/ha. El primer grupo A de 40, 20 y 30 t/ha con valores de 105.98, 101.38 y 100.87 cm sucesivamente es significativo, frente al 0 t/ha que tiene un promedio de 65.21 cm en altura de planta.

Es importante mencionar que las plantas con mayor altura corresponden a los tratamientos con mulch de coca; por lo tanto se asume que las condiciones medio ambientales, la asimilación de nutrientes en el suelo, la humedad y la descomposición de la hoja de coca, favorecieron en el crecimiento para alcanzar la altura correspondiente que le caracteriza a cada tratamiento.

Cuadro 14. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para altura de planta de las variedades.

Variedad	Media	Duncan Agrupamiento
Kurmi	104.57	A
Jacha Grano	90.70	B
Blanquita	89.68	B
Chucapaca	88.50	B

En el cuadro 14, refleja que existe diferencia significativa entre las variedades; así mismo las variedades Jacha Grano, Blanquita y Chucapaca son similares en promedio de altura con 90.70, 89.68 y 88.50 cm siendo superior y significativo con la variedad Kurmi que llega en promedio a 104.57 cm referido a la altura de planta, estos dos grupos de A y B son significativos.

El menor desarrollo de la altura de las plantas es debido a sus características de cada variedad y a los factores del medio ambiente, las variedades con mayor altura corresponden a las variedades de crecimiento alto en la zona por lo tanto se asume que las condiciones medio ambientales, la asimilación de nutrientes en el suelo favorecieron en el crecimiento para alcanzar la altura oportuno que le caracteriza a cada variedad. Al respecto Rojas (1998), indica que a la madurez fisiológica, de las variedades y genotipos de quinua se diferencian notoriamente por su altura.

Asimismo, Bonifacio (1999), menciona que las diferencias de altura son de carácter genético. De la misma forma, Mujica *et al.* (2004), que la fertilidad de suelo y las condiciones ambientales afectan directamente en el desarrollo. Al respecto; Gandarillas y Bonifacio (1991), indican que la altura de planta en la quinua es un carácter muy variable donde es posible encontrar altas y enanas según las características variando estos de 0.70 a 1.40 m de altitud. Por su parte, Gandarillas (1982), encontró una altura promedio máxima de 1.20 m y una mínima de 50 cm. Los datos de altura de planta registrados en el estudio se encuentran en este rango.

Por su parte, Alanoca y Mamani (2013), obtuvieron una altura mayor a 70.7 cm. Los datos estudiados están dentro de este marco. Como también, Rodríguez (2005), en un estudio realizado llega a obtener una altura de 126.3 cm con relación al tamaño de grano grande; 114.8 cm y 112.7 cm de altura con grano pequeño y mezcla.

Asimismo, Vargas (2013), señala que con la aplicación de cepas, la mayor altura de la planta obtenido fué de 78.73 cm. Además, Mamani *et al.*, editado por Vargas (2013), en estudio realizado con aplicación de estiércol de llama en quinua variedad jacha grano, indica que con la aplicación de 10 t/ha obtuvo 86.5 cm, con 5 t/ha obtuvo 83.5 cm y sin nada solo con estiércol se logró una altura de 76.9 cm. Por tanto las variedades estudiadas están similares y en algunos superiores de estos rangos mencionados; sobre todo con la aplicación de mulch de coca son superiores a estos promedios citados.

4.2.4. Diámetro de tallo

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable del diámetro de tallo principal

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	375.67	125.22	27.15	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	89.89	7.49	1.62	0.1284 NS
Var	3	61.46	20.49	4.44	0.0094 **
Var*Mulch	9	50.97	5.66	1.23	0.3091 NS
Error	36	166.04	4.61		
Total	63	744.06			
C. V.		43.87			

El cuadro 15, para diámetro de tallo principal, nos muestra que se tienen diferencias altamente significativas para el estudio con la aplicación de mulch, para bloques (mulch) no se encuentra diferencias significativas. También, para las variedades de quinua se tienen evidencias altamente significativas donde ($Pr > F = <0.0094$), este valor es inferior al (1%); para variedades por mulch no existen diferencias significativas. Cuyo Coeficiente de Variación muestra que es igual a 43.87%, y un error de 4.61; dentro de esta perspectiva, amerita realizar análisis comparativos para diferencias significativas como también el experimento fue bien conducido y los datos son confiables.

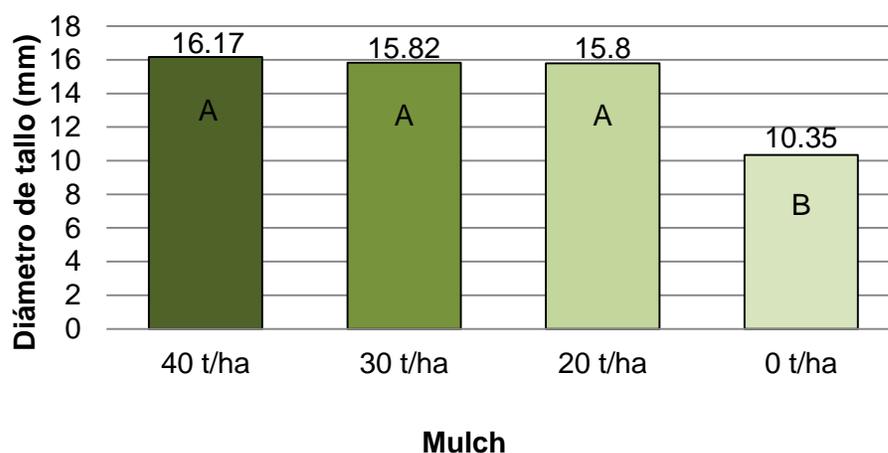


Figura 8. Distribución de media para diámetro de tallo principal con la aplicación mulch

Es influyente el diámetro de tallo principal para el rendimiento de planta, como se observa en la figura 8; a dos grupos diferentes A y B el primero todos con mulch y el grupo B sin mulch, muestra que existe una diferencia entre el primero y el último de 5.82 mm entre 0 t/ha y 40 t/ha.

Se puede mencionar que con 40 t/ha alcanzó un diámetro máximo de 16.16 mm en promedio de las cuatro variedades seguida por 30 t/ha, 20t/ha y 0 t/ha sucesivamente con 15.82, 15.80 y 10.35 mm de diámetro en tallo.

Estas diferencias son atribuibles a los efectos del mulch; el mulch absorbe y retiene la humedad en el suelo y a la vez aporta con los nutrientes requeridos por la planta con la descomposición de las hojas de coca en el suelo; como se observa en el anexo 3 y 6 del muestreo de suelo después de la cosecha; en el anexo 2 muestra el análisis de suelo para 0 t/ha, en el cual se observa el pH de 6.3, nitrógeno total de 0.14%, fósforo disponible de 4.6 mg/kg y potasio intercambiable de 0.46 cmolc/kg; mientras tanto en anexo 5, para 40 t/ha de mulch tenemos un pH de 7.5, nitrógeno de 0.17%, fósforo disponible de 10 mg/kg y potasio intercambiable de 0.66 cmolc/kg.

Esto significa que el mulch aportó con nutrientes, y el pH varía de básico a ácido en el suelo; a través de la descomposición de las hojas de coca que fue utilizado como mulch en el suelo y que indujo directamente en el desarrollo y crecimiento vegetativo de las plantas.

Cuadro 16. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para diámetro de tallo principal de las variedades.

Variedad	Media	Duncan Agrupamiento
Kurmi	16.09	A
Blanquita	14.38	B
Chucapaca	14.28	B
Jacha Grano	13.39	B

Las diferentes variedades también son un factor influyente en las diferencias como se observa en el cuadro 16. La variedad Kurmi es la más sobresaliente con un diámetro de 16.09 mm como máximo en promedio que pertenece al grupo A; las variedades Blanquita, Chucapaca y Jacha Grano son similares en diámetro de tallo que pertenece a grupo B. A su vez estos dos grupos son significativos.

El grupo B está conformado por Blanquita (14.38 mm), Chukapaca (14.27 mm) y Jacha Grano (13.38 mm) que son similares. Estas diferencias son atribuibles a las características de cada variedad, las variedades de mayor altura de planta tienen el mayor desarrollo vegetativo, mayor vigor en el crecimiento y por lo tanto mayor diámetro de tallo; aspecto importante para rendimiento de grano y/o semilla.

Al respecto, Alanoca (2014), en un estudio realizado en comunidad Irpani menciona que obtuvo el diámetro de tallo un mínimo y máximo de 5.90 y 27.79 mm. Así mismo Risi y Galwey (1989) describió tallos que variaron entre 7 a 55 mm de diámetro. Las variedades estudiadas están en estos rangos para el diámetro de tallo.

4.2.5. Peso de mil semillas

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable peso de mil semillas

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	6.19	2.06	19.49	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	3.91	0.32	3.08	0.0044 **
Var	3	3.06	1.02	9.66	<.0001 **
Var*Mulch	9	1.34	0.15	1.41	0.2223 NS
Error	36	3.81	0.11		
Total	63	18.33			
C. V.		8.51			

El peso de mil semillas representa a la calidad de semillas como se ve en el cuadro 17, realizado el análisis de varianza nos muestra que para el mulch de coca existen diferencias significativas, de la misma forma para bloques (mulch) y variedades ya que su valor es inferior al (1%), a lo que ameritan realizar un análisis comparativo.

Para variedades por mulch no tenemos ninguna diferencia donde el valor $Pr > F = 0.2223$ es superior al (5%), y el CV muestra que es igual a 8.51% y con un error de 0.11 así mostrando un grado de confiabilidad aceptable en todos los resultados.

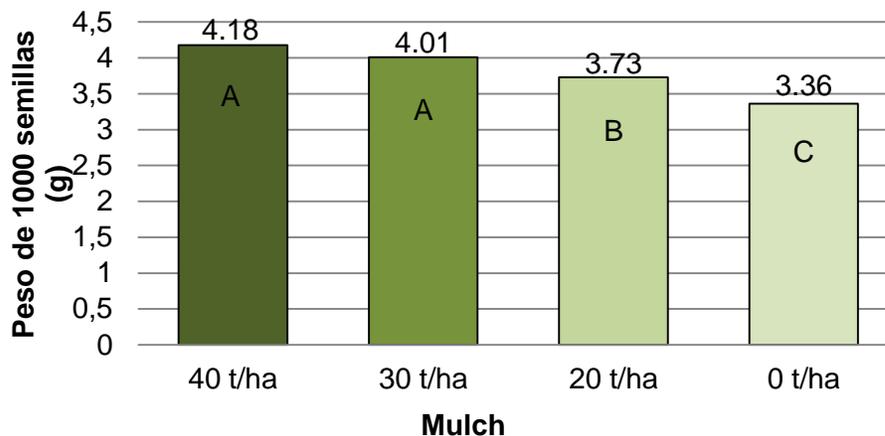


Figura 9. Distribución de media para peso de mil semillas con la aplicación de mulch

En la figura 9, podemos observar tres grupos diferentes con la aplicación de mulch, el primer grupo A con una buena calidad de grano nos representa a 40 y 30 t/ha de mulch de coca, con 4.18 y 4.01 g las mil semillas, el otro grupo conformado por 20 t/ha de mulch con 3.79 g que presenta al grupo B y como último grupo C tenemos al tratamiento sin mulch o testigo de 3.36 g las mil semillas.

Entre el grupo A y C, existen diferencias altamente significativas con 40 y 0 t/ha de mulch de 0.82 g en promedio, el grupo A y B como también el grupo B y C son significativos, estas diferencias pueden ser ocasionados por el mulch de coca ya que aumenta el desarrollo de las plantas y así fortalece a las plantas en la madurez fisiológica, por otra parte el mulch sirve a las plantas como fuente de nutriente y deja absorber mejor los nutrientes ya que mantiene el suelo con una buena humedad.

Cuadro 18. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para peso de mil semillas

Variedad	Media	Duncan Agrupamiento
Jacha Grano	4.19	A
Chucapaca	3.78	B
Kurmi	3.70	B
Blanquita	3.62	B

En cuadro 18; se observa la comparación de diferentes variedades que forman dos grupos diferentes el primero corresponde a la variedad Jacha Grano con 4.19 g de las mil

semillas como grupo A; de la misma forma el otro grupo B, está compuesto por las variedades Chucapaca, Kurmi y Blanquita con un promedio bajo de 3.78, 3.70 y 3.62 g por mil semillas en la calidad de grano.

Estos dos grupos son estadísticamente significativos. La variedad Jacha Grano tiene la mejor calidad de grano ya que el peso de mil semillas pesa 4.19 g, en el cual podemos argüir que esta variedad presenta sus caracteres genéticos para desarrollar granos de buena calidad.

Al respecto, Rojas (1998), indica que la variable peso de grano alcanza un promedio de 3.50 a 4.60 g; con un rango de variación entre 1.36 a 5 g entre las variedades que formaron los granos con menor y mayor tamaño respectivamente.

Asimismo, Espíndola (1996) citado por Rodríguez (2005), reportó un peso promedio de 4.0 g para 1000 semillas. Sin embargo, Gutiérrez (2003), determinó el peso promedio de 2.47 g, pero con un fecha de siembra tardía. A lo que mencionamos que las variedades estudiadas son similares en peso de 1000 semillas a estos autores, así mismo con la aplicación de mulch de 40 t/ha son superiores a estos datos.

4.3. Rendimiento

4.3.1. Rendimiento de grano por planta

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable del rendimiento de grano por planta

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	3705.90	1235.30	16.39	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	954.92	79.57	1.06	0.4231 NS
Var	3	991.79	330.59	4.39	0.0099 **
Var*Mulch	9	595.47	66.16	0.88	0.5533 NS
Error	36	2712.81	75.35		
Total	63	8960.90			
C. V.		40.88			

El rendimiento de grano por planta es uno de los variables indicadores de la cantidad de producción, que nos muestra el cuadro 19. El CV muestra que es igual a 40.88%, así mostrando un grado de confiabilidad aceptable con un error de 75.35.

Para el tratamiento mulch, se tiene diferencias significativas y así mismo para variedades, para bloque (mulch) y variedades por mulch no se tienen diferencias significativas donde el valor $Pr > F$ es superior al 0.05, los valores significativos ameritan un análisis de Duncan.

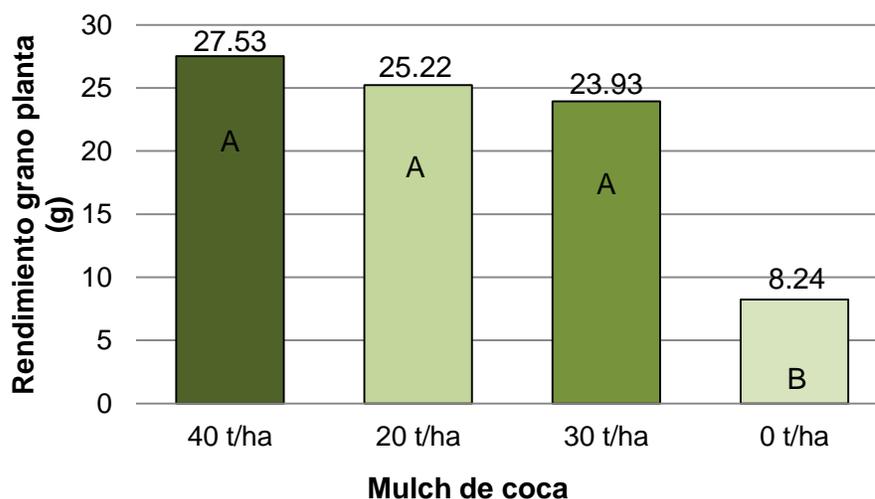


Figura 10. Distribución de media para rendimiento de grano por planta con la aplicación de mulch

La figura 10. Para la aplicación de mulch de coca tenemos dos grupos distintos de A y B en el cual el primer grupo A, es conformado todos con tratamiento de mulch con un rendimiento máximo de 27.53 g/planta (40 t/ha) seguida por 20 y 30 t/ha.

Para el testigo 0 t/ha tenemos a 8.24 gr/planta esta última se considera como un rendimiento bajo al comparación con otros promedios que pertenece al grupo B. Estos dos grupos nos representan las diferencias significativas, comparando el primero con el último tenemos una diferencia de 19.28 g/planta en promedio.

Teniendo estos resultados podemos mencionar que el mulch hace que se obtenga mejores resultados en la producción de semilla de quinua, a la vez mencionamos que el mulch retiene la humedad en el suelo y facilita una mayor absorción de los nutrientes del suelo, logrando en las plantas un desarrollo favorable y mejor rendimiento aportando nutrientes.

El mulch de las hojas de coca aportó con nutrientes (anexo 2 a 5), y el pH varía de básico a ácido en el suelo como se observa en el anexo 2 del muestreo de suelo después de la

cosecha para 0 t/ha, en el cual se observa el pH de 6.3, nitrógeno total de 0.14%, fósforo disponible de 4.6 mg/kg y potasio intercambiable de 0.46 cmolc/kg; mientras tanto para 40 t/ha de mulch tenemos un pH de 7.5, nitrógeno de 0.17%, fósforo disponible de 10 mg/kg y potasio intercambiable de 0.66 cmolc/kg.

Mediante estos rendimientos diferentes podemos señalar, que con la aplicación de mulch durante todo el ciclo del cultivo se pueden obtener buenos rendimientos; el tratamiento sin mulch presenta el menor rendimiento debido a la falta de humedad y nutrientes en las etapas fenológicas mostrando una deficiencia en el desarrollo de las plantas.

Cuadro 20. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para rendimiento de grano por planta de las variedades.

Variedad	Media	Duncan Agrupamiento	
Blanquita	26.25	A	
Chucapaca	22.68	A	
Jacha Grano	20.60	A	B
Kurmi	15.38	B	

En el cuadro 20, refleja que existen diferencias significativas entre las variedades formando dos grupos, el primer grupo A formada por la variedad Blanquita, Chucapaca y Jacha Grano, y el segundo grupo B está conformado por la variedad Kurmi este último con menor rendimiento de 15.38 gr en promedio.

También la variedad Jacha Grano se encuentra en la parte intermedia a ambos grupos: A y B; con un rendimiento de 20.60 g. Estas diferencias se atribuyen a las características propias de cada variedad que se manifiestan en momento de la producción, también es influyente los factores ambientales de la zona.

Al respecto, Espindola (1986), citado por Ramos (2000), afirman que el rendimiento en grano de quinua es influenciado por el déficit de humedad en las etapas vegetativa, floración y formación de grano. Así mismo, Ramos (2000), señala que el mayor rendimiento se presenta con supresión de riego en madurez fisiológica.

Estos resultados son similares, al reporte de Rojas (2013), menciona que los rendimientos de grano por planta en su estudio registró hasta 25 g, también infiere que el rendimiento es fuertemente dependiente del genotipo y a la vez de las variables componente de

rendimiento como el diámetro de tallo, altura de planta, longitud y diámetro de la panoja, diámetro del grano entre otras.

Mientras que alrededor de la zona de estudio en las comunidades aledañas; Mamani (2007), indica que los rendimientos a nivel agricultor están alrededor de 545.6 kg/ha. Por lo tanto, las variedades estudiadas son similares a estos trabajos de investigación realizados por los autores mencionados.

4.3.2. Rendimiento de grano

Cuadro 21. Análisis de varianza para el variable rendimiento de grano por hectárea

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Mulch	3	300178.37	100059.45	16.39	<.0001 **
Bloque (Mulch)	12	77348.84	6445.73	1.06	0.4231 NS
Var	3	80335.03	26778.34	4.39	0.0099 **
Var*Mulch	9	48233.54	5359.28	0.88	0.5533 NS
Error	36	219737.80	6103.82		
Total	63	725833.60			
C. V.		40.88			

El cuadro 21; nos muestra el rendimiento en grano por hectárea que es uno de los variables indicadores de la cantidad de producción, cuyo CV es igual a 40.88%, mostrando así un grado de confiabilidad aceptable con un error de 6013.82.

Para la aplicación de mulch y variedades se tiene diferencias altamente significativas el valor Pr > F es menor a 0.01. Para los bloques (mulch) y variedades por mulch no se tienen diferencias significativas ya que el valor Pr > F es superior al (5%), los valores significativos ameritan un análisis descriptivo.

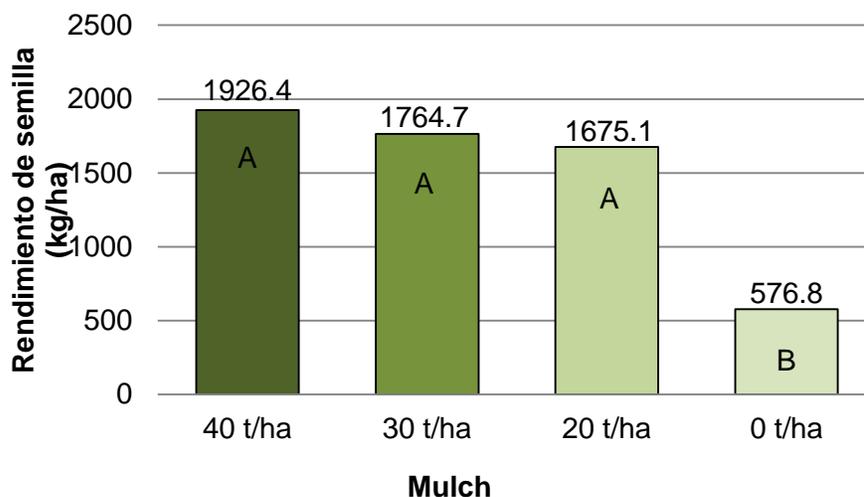


Figura 11. Distribución de media para el rendimiento por hectárea con la aplicación de mulch

Para la variable del rendimiento en kg/ha de semilla figura 11. Se observa los valores significativos en dos grupos diferentes A y B; el primer grupo A todos con la aplicación de mulch que tuvo un rendimiento máximo de 1.9 t/ha (1926.4 kg/ha) seguida por 20 y 30 t/ha de mulch, y para el testigo 0 t/ha tenemos a 0.5 t/ha (576.8 kg/ha), que tiene menor rendimiento grupo B. Observando las diferencias que existe entre los tratamientos con mulch y sin mulch de coca, tomando el valor superior e inferior se tuvo una diferencia de 1.4 t/ha, estas diferencias son por efectos del mulch.

El mulch de coca ayuda a la retención de la humedad y así facilita una mayor absorción de los elementos nutritivos del suelo, logrando en las plantas un desarrollo favorable y mejor rendimiento. Con la aplicación de mulch durante todo el ciclo del cultivo se pueden obtener rendimientos altos, el tratamiento sin mulch presenta el menor rendimiento debido a la falta de humedad y nutrientes, en las diferentes etapas de crecimiento.

Cuadro 22. Análisis comparativo del rango múltiple de Duncan para rendimiento de grano por hectárea de las cuatro variedades

Variedad	Media	Duncan Agrupamiento	
Blanquita	1837.85	A	
Chucapaca	1587.77	A	
Jacha Grano	1442.17	A	B
Kurmi	1076.42	B	

El cuadro 22. Presenta las diferencias significativas de las variedades en dos grupos diferentes de A y B, que son estadísticamente significativos. Para el grupo A, con alto rendimiento tenemos a la variedad Blanquita, que alcanzó hasta 1837.85 kg/ha (1.8 t/ha) seguida por Chucapaca y Jacha Grano, con el más bajo en rendimiento la variedad Kurmi 1076.42 kg/ha (1.1 t/ha) que pertenece al grupo B. Estos rendimientos particularmente son influenciadas por las propias características genéticas de la planta en cada variedad, y por otro lado mencionamos que la clima afecta directamente en el rendimiento de grano ya que está expuesta todos los días al medio ambiente.

Al respecto, Tapia (1990), alude que el rendimiento está relacionado con el nivel de fertilidad del suelo, abono químico, época de siembra, el control de enfermedades y plagas, la presencia de heladas; granizadas y entre otras pero generalmente se obtiene de 600 a 800 kg/ha. También, Aitken (1986), indica que en la producción, el volumen de rendimiento varían de acuerdo a la zona y variedades (pueden ser accesiones, ecotipos y entre otros) de la quinua, pero está entre 550 a 750 kg/ha (0.7 t/ha). Asimismo, según los datos obtenidos por el INE, el rendimiento promedio de quinua a nivel nacional durante la campaña agrícola 2003-2004, fue de 639 kg/ha.

Así mismo; Maceda (2015), en efecto de compost y estiércol de ovino en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) - Villa Patarani altiplano central de los 16 tratamientos realizados, los rendimientos mayores fueron de 2520 kg/ha (a secano con 30 t/ha compost) y 2499 kg/ha (a secano con 60 t/ha compost). Al respecto, Alanoca y Mamani (2013), obtuvo en resultados de 751.37 a 781.3 kg/ha en la variedad aynoq'a y blanquita en dos comunidades en el municipio de Patacamaya en la investigación de introducción de variedades de quinua a esta región. Nuestros resultados de las cuatro variedades con la aplicación de mulch se asemejan en los resultados y en algunos casos superiores.

También en los rendimientos puede ser afectado por factores que influyeron durante la fase de la producción de la quinua como: mildiu (*Peronospora farinosa*); al respecto, Danielsen y Ames (2000), indican que la alta influencia del mildiu reduce los rendimientos hasta un 33 a 58%, siendo mayor en cultivares de los salares de Bolivia. Lluvias acompañadas de presencia de vientos.

Así mismo, León (2003), menciona pérdidas entre 20 a 25%, también los fuertes vientos producen el acame de las plantas, ocasionando rendimientos bajos. También, SEPHU

(2010), indica que excesos de humedad ocasionan pudrición y asfixia de la raíz, tumbando las plantas, y consecuentemente afectan la producción.

De la misma manera, Aliaga (2007), menciona que el rendimiento promedio es de 265 kg/ha para la campaña agrícola 2004 y 2005.

Asimismo, nuestros resultados son similares a estas investigaciones y en algunos casos superiores a causa del incremento de nitrógeno en el suelo según análisis químico de suelo anexo 2, 3, 4 y 5. Uno de los claros ejemplos en el suelo es que el pH del suelo sube, sin mulch y con 20 t/ha tenemos 6.3 de pH, con 30 t/ha el pH del suelo sube a 6.5 y con 40 t/ha el pH llega a ser ácido teniendo 7.5. De la misma forma el nitrógeno sube hasta 0.17% con 40 t/ha y sin mulch llega a 0.14%. Son estos componentes que han hecho diferenciar entre las aplicaciones de mulch.

5. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:
- Para el tiempo de producción en diferentes fases de crecimiento, con los diferentes tratamientos de mulch de coca para las cuatro variedades fueron con: 40 t/ha para la fase de emergencia, inicio de floración y fin de floración. Para la fase de madurez fisiológica, resultó con 30 t/ha en 159 días y en variedades la variedad Jacha Grano fue la superior con 141.12 días.
- Las cuatro variedades de semilla de quinua, con mejor comportamiento a los diferentes aplicaciones de much de coca, para la producción de semilla, tenemos a: diámetro de la panoja a 20 t/ha con 7.48 cm de diámetro. En cuanto a las variedades son similares. Al respecto de la longitud de panoja, el principal resultado obtenido en cuanto a la aplicación de mulch, fue con 40 t/ha con 29.10 cm de longitud. La altura de planta para la aplicación de mulch fue con 40 t/ha con 105.98 cm, al respecto de las variedades en cuanto a la altura de planta, fue para la variedad Kurmi 104.57 cm. El superior diámetro de tallo obtenido con mulch de coca, fue para 40 t/ha 16.12 mm, la variedad Kurmi fue la superior de todas las variedades con 16.09 mm de diámetro.
- Con respecto a la calidad de semilla, con 40 t/ha se llegó hasta 4.18 gr como peso de mil semillas, para las variedades la variedad Jacha Grano llegó hasta 4.19 gr las mil semillas. Con referente al rendimiento de grano por planta, el superior fue para 40 t/ha de mulch de coca con un rendimiento de 27.53 gr/planta, con respecto a las variedades fue para la variedad Blanquita con un rendimiento de 26.25 gr/planta. En cuanto al rendimiento por hectárea con mejor resultado obtenido fue con 40 t/ha de mulch, con 1926.4 kg/ha (1.9 t/ha), con referente a las variedades, con superior rendimiento fue para la variedad Blanquita con 1837.85 kg/ha (1.8 t/ha).
- El rendimiento alto en la producción de quinua con la aplicación de mulch, se puede obtener con 40 t/ha de mulch de coca, alcanzando hasta 1926.4 kg/ha (1.9 t/ha) de semillas de quinua con un peso de 4.18 g de las mil semillas.
- La variedad de quinua; con mejor rendimiento a los diferentes aplicaciones de mulch fue la variedad Blanquita con 1837.85 kg/ha (1.8 t/ha).

6. RECOMENDACIONES

En base de las evaluaciones realizadas en la producción de semilla de cuatro variedades de quinua con la aplicación de mulch se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Para tener una buena producción y buenos rendimientos en la producción de quinua se recomienda aplicar el mulch de coca con 40 t/ha.
- Se recomienda investigar la aplicación de mulch de la hoja de coca para otros cultivos ya que en la quinua se tuvo buenos resultados.
- Para tener buenos rendimientos en la producción de la semilla de quinua con mulch de coca se recomienda sembrar la variedad Blanquita.
- Validar los resultados obtenidos en superficies grandes y en zonas estrellas en la producción de quinua.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, J; Soto, JL; Rojas, W; Mamani, F. y Benavides, C. 2013. Componentes de la cadena productiva de quinua y cañahua identifican problemas en la producción y transformación. Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos). La Paz, Bolivia.
- ANAPQUI, 2005. La experiencia de una organización de productores de quinua. En revista. Dinámicas Campesinas N° 7 Junio de 2005 SOS FAIM.
- Aitken, J. 1986. Manual agrícola. Potosí, BO. WAYAR y SOUX. p. 111 - 112.
- Alanoca, QC. 2014. Diversidad Morfológica, Fenológica y Calidad de Semilla de Ecotipos de *Chenopodium quinoa* Willd. Conservadas en la Comunidad Irpani, Altiplano Sur. Tesis para optar el grado de Maestría en “Manejo y Conservación en Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada” Universidad Mayor de San Simón. 113 p.
- Alanoca, C; Mamani, A. 2013. Introducción de tres variedades de quinua en dos comunidades del municipio de Patacamaya, Altiplano Central, Bolivia. Revista Científica de Investigación INFO - INIAF. 1(1): 47 - 53.
- Alegría, S. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la quinua en dos épocas y dos espaciamientos de siembra en el Altiplano Central. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agronomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 105 p.
- Aliaga, SE. 2007. Evaluación participativa con enfoque de género sobre los usos, restricciones y oportunidades de la quinua *Chenopodium quinoa* Willd. En seis comunidades de municipio de Sica Sica. Bolivia – Quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Bioersity International. 2007: 29 - 36.
- Álvarez, ZF; Tusa, ER. 2008 - 2009. Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial. Ibarra, EC. Universidad Técnica del Norte. 122 p.
- Apaza, V; Rodríguez, D; Mujica, A; Canahua, A; Jacobsen, E. 2006. Producción de quinua de calidad. Puno, PE. INIA. 14 p.

- Aroni, JC; Cayoja, M; Laime, MA. 2009. Situación actual al 2008 de la quinua real en el altiplano sur de Bolivia. Oruro, BO. Fundación FAUTAPO. 172 p.
- Aroni, J.C. Aroni, G. Quispe, R. y Bonifacio, A. 2003. Catálogo de la quinua Real. La Paz – Bolivia. 10-11 pp.
- Baudoin, FA. 2009. Evaluación y perspectivas del mercado de semillas certificadas de quinua en la región del salar de Uyuni en el Altiplano Sur de Bolivia. Paris, FR. Agro Paris Tech. 35 p.
- Bonifacio, A. 1999. Aspectos agrícolas y de mejoramiento de la quinua en Bolivia; En memorias: Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. Lima, PE. s.p.
- Bonifacio, A. 2002. Variedades de quinua recomendadas para el altiplano Central y Norte. La Paz. Fundación PROINPA, MAGDER-PREDUZA- COSUDE- McKnight DANIDA. 8 p.
- Bonifacio, A. Vargas, A. Rojas, J. Choque, E. Monasterios, N. 2007. Variedad de quinua Blanquita. Fundación PROINPA (Regional Altiplano). Ficha técnica P/FTE/81. 3pp.
- Bonifacio, A. Aroni, G. y Villca, M. 2012. Catálogo Etnobotánico de la Quinua Real. Cochabamba-Bolivia. 123 p.
- Brenes, ER; Crespo, F; Madrigal, K. 2001. El cluster de quinua en Bolivia: diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Bolivia. INCAE. 54 p.
- Camacho, S. 2009. Manual técnico: cultivo de quinua orgánica. Huancavelica, PE. AGRORURAL. (10 p.).
- CAMEX, 2007. Cadena productiva de quinua y camélidos. Cámara de exportadores. CAMEX. La Paz, Bolivia, disponibles en: http://www.camexbolivia.com/index.php?option=com_content&taskid=view19Itemid? 48 (Consultado en 05/10/13).
- Cardenas, M. 1944. Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* Willd de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, pp13-26.

- CEDLA (Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, BO). 2013. Cultivo de la quinua y producción capitalista en las comunidades del Altiplano sur de Bolivia. *Control Ciudadano*. 10 (22): 1-8.
- Chambilla, C. 2009. Manejo del cultivo de quinua: (altiplano central y norte) (diapositiva). Bolivia. PROINPA. 14 diapositivas.
- Congreso Científico de Quinua. (2013, La Paz, BO). 2013. (Memoria). Ed. Vargas. La Paz, BO. 1 Disco Compacto, 8 mm.
- Correa, TG. 2005. Implicancia de efectos genéticos y de interacción genotipo-ambiente, sobre la selección de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) adaptados a distintos ambientes. Tesis Lic. Ing. Agr. Buenos Aires, AR. FAUBA. 98 p.
- Curi, C. 2008. Proyecto Alianza Quinua. Ejecutado en Apoyo al Complejo Productivo de la Quinua. Síntesis de exportaciones presentaciones realizado en talleres de Ciencia, Tecnología e Innovación en quinua, Fase agrícola 28 de noviembre de 2008 en La Paz y diciembre de 2008 en Oruro.
- Danielsen, S; Ames, T. 2000. El mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona Andina; manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 13 p.
- Dion, HG. 1954. La agricultura en el altiplano boliviano. 2 ed. Roma, IT. FAO. 53 p.
- Dizes, J. y Bonifacio, A. 1992. Estudio en microscopía electrónica de la morfología de los órganos de la quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) y de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.) en relación con la resistencia a la sequía. In: D. Morales y J. Vacher (Eds.). Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia. 4-8 de julio de 1991. pp 69-74.
- DRA (Dirección Regional Agraria, PE). 2012. Siembra de la quinua. Puno, PE. Agencia Agraria Salcedo. 4 p.
- Duke, J. A., Aulik, D., Plowman, T. 1975. Nutritional value of coca. *Bot Mus Leaflet Harvard*. Consultado 24 de febrero del 2014. Disponible en

http://www.opd.gob.pe/modulos/CDocumentacion/DOCUMENTOS/CON_00006_Nutricion_hojadecoca_es.pdf

- Estrada, R. 2012. Importancia del cultivo de quinua hacia el año internacional 2013 (diapositiva). Perú. INIA. 95 diapositivas.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, BO). 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Bolivia. PROINPA. 58 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Bolivia y Ecuador. Consultado 21 enero 2015. Disponible en: http://www.fao.org/inpho/compand/text/ch_11-03.html
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, IT). 2013. Requerimientos del cultivo de quinua (en línea). Roma, IT. Consultado 20 dic. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/cultivation/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y alimentación, IT). 2013. Un futuro sembrando hace miles de años (en línea). Roma, IT. Consultado 20 dic. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/use/es/>
- Fisel, U. 1989. Huaraco: una comunidad campesina en el altiplano central de Bolivia; observaciones sobre plantas, tierra y vida de la gente. *Ecología en Bolivia*. no.14:35-72.
- Flores, JV; Chilquillo, MD; Cusiato, GE; Pujaco, G; Alanya, YE; Chávez, V; Sarmiento, RJ; Risco, A. 2010. Programa modular para el manejo técnico del cultivo de quinua. Perú. SOLID OPD. 74 p.
- Frere M.; Rijks J.Q.; Rea J. 1975. Estudio Agroclimatológico de la zona Andina (Informe técnico). Proyecto Interinstitucional en Agroclimatología FAO/UNESCO/OMM-GINEBRA. Roma. 371 p.
- Gabriel, J; Luna, N; Vargas, A; Magne, J; Angulo, A; La Torre, J; Bonifacio, A. 2013. Quinua de valle (*Chenopodium quinoa* Willd.): fuente valiosa de resistencia

genética al mildiu (*Peronospora farinosa* Willd.). J Selva Andina Res Soc. 3(2): 27-44.

Gandarillas, H. 1968. Caracteres botánicos más importantes para la clasificación de la quinua. In: Universidad Nacional Técnica del Altiplano (ed). Anales de la Primera convención de Quenopodiáceas quinua - cañahua. Puno, Perú. pp 41-49.

Gandarillas, H. 1982. El cultivo de la quinua .La Paz, BO. MACA/SNAG/IBTA. p. 12-18.

Gandarillas, H; Bonofacio, A. 1991. Herencia de tiempo de madurez, altura de planta y tamaño del grano en la quinua. VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, BO. p. 3-10.

Guarachi, E. 2011. Balance Hídrico en el cultivo de papa bajo condiciones de drenaje mixto en Suka kollus. Tesis de grado. Universidad Pública de El Alto. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 115 p.

Gutierrez C, JA. 2003. Evaluación del ritmo de crecimiento y desarrollo de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en la Estación Experimental de Choquenaira (Bolivia). Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Facultad de Agronomía, UMSA. 110 p.

Herrera, A. 2010. Suelos con énfasis del Altiplano. 1ra edición. Junio 2010. Impreso en Perú- printed in Perú.

Hogares Juveniles Campesinos, CO. 2002. Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá, CO. Quebecor World Bogotá. p. 959

Huanca, R. 1996. Estudio Microclimático de los Suka kollus y su influencia en la protección contra las heladas, Tesis de Grado, Facultad de Agronomía-UMSA. La Paz, Bolivia.

IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, BO). 1996. Catálogo de variedades mejoradas y recomendaciones para producción y uso de semilla certificada. Secretaria Nacional de Agricultura y Ganadería. La Paz, BO. s.p

- INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, BO). 2013. Potosí es el segundo productor de quinua (en línea). Potosí, BO. Consultado 20 jul. 2014. Disponible en <http://www.elpotosi.net/2013/04/09/2.php>
- INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, BO). 2015. Directorio de productores y comercializadores de semillas www.iniaf.gob.bo
- ISA, PO 2013, Técnicas Apropriadas para Aplicar el Mulch Champaign, Illinois p 1 - 3
- Jacobsen, SE; Mujica, A; Ortiz, R. 2003. La importancia de los cultivos andinos. Red de Revistas Científicas de América Latina y Caribe, España y Portugal. 13(36): 14-24.
- Jaldín, R. 2010. Producción de quinua en Oruro y Potosí. La Paz, BO. Fundación PIEB. p. 12-13.
- Jaya, EM. 2010. Evaluación del potencial nutritivo y nutracéutico de donas elaboradas con una mezcla de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y harina de trigo (*Triticum vulgare*). Tesis para optar el grado de Bioquímico Farmacéutico. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 107 p.
- León, JM. 2003. Cultivo de la quinua en Puno-Perú: descripción, manejo y producción. Puno, PE. UNA. 62 p.
- Lescano, J.L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.
- MA ((Ministerio de Agricultura, PE). 2012. Abonamiento en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*). Agro Rural. 2012: 1-2.
- MA (Ministerio de Agricultura, PE). 2012. Quinua: un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. Lima, PE. Dirección de Información Agraria. (6 p.)
- MA (Ministerio de Agricultura, PE). 2013. Quinua: principales aspectos de la cadena agroproductiva. Lima, PE. Dirección de Información Agraria. 27 p.
- Maceda, W. G. 2015. Efecto de compost y estiércol de ovino en el cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Villa Patarani Altiplano Central. Tesis de grado para

optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz Bo. Universidad Mayor de San Andrés. 198 p.

Mamani, M; Bonifacio; A. Vargas; A. Alcon; A. Aroni, G. La ruta de la semilla en la difusión de variedades mejoradas Fundación PROINPA. E-mail: m.mamani@proinpa.org y a.bonifacio@proinpa.org

MDPEP (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, BO). 2010. Perfil productivo quinua y derivados. La Paz, BO. PROMUEVE. 8 p.

MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, BO); CONACOPROQ (Concejo Nacional de Comercializadores y Productores de Quinua, BO). 2009. Política nacional de la quinua. La Paz, BO. 134 p.

Medrano, AM; Torrico, JC. 2009. Consecuencias del incremento de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano sur de Bolivia. Journal de Ciencia y Tecnología Agraria. 1 (4): s.p.

Miralles, DJ; Windauer, LB; Gómez, N. 2004. Fisiología del Rendimiento y la calidad: Factores que regulan el desarrollo de los cultivos de granos. Buenos Aires, AR. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. 783 p.

Moñocopa, L. 2012. Adaptabilidad de veinticinco líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum*) en condiciones del altiplano norte del departamento de La Paz. Tesis de grado. Universidad Pública de El Alto. Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 105 p.

Mujica, A; Jacobsen, S; Izquierdo, J; Marathee, JP. 2004. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. 2da edición. Santiago, CH. 361 p.

Mujica, A; Jacobsen, SE. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. 2006: 449-457.

Mujica, A; Ortiz, R; Bonifacio, A; Saravia, R; Corredor, G; Romero, A. 2006. Informe final proyecto quinua: cultivo multipropósito para los países andinos. Lima, PE. PNUD. 237 p.

- Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. In: J. Hernandez, J. Bermejo y J. Leon (eds). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp 129-146.
- Ochoa, RR. 2009. Diseños experimentales. La Paz, BO. p. 59-72.
- Padilla, M. 2013. Evaluación del efecto de promotores de crecimiento en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) bajo condiciones de abonamiento orgánico en el Altiplano Centro. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 99 p.
- Penny, M. E., Creed-Kanashiro, H.M., Robert, r. C., Narro, M. R., Caulfield, L. E., Black, R. E. 2009. Effectiveness of an educational intervention delivered through the health services to improve nutrition in young children: A cluster-randomised controlled trial. Lancet 2005.
- Peña, X. 2007. Perfil del mercado de la quinua. La Paz, BO. CAME. 19 p.
- Plaza, C; Nogales, R; Senesi, N; Benítez, E; Polo A. 2008. Organic matter humification by vermicomposting of cattle manure alone and mixed with two-phase olive pomace Bioresource Technology, p 99.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, BO). 2009. Línea de base productiva de La Paz: información estadística sobre la producción de quinua. La Paz, BO. GADLP. 6 p.
- PROINPA (Promoción e investigación de Productos Andinos, BO). 2004. Catalogo de Quinua real. Fundación Mc Knight, MACIA – SINARGEAA. s.p.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2004. Estudio de los impactos sociales, ambientales y económicos de la promoción de la quinua en Bolivia. La Paz, BO. Wilfredo Rojas. 86 p.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2012. Manejo Integrado de la Quinua Orgánica, Bolivia. Presentación. 47 p
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2005. Variedad de quinua “kurmi”. Ficha Técnica. no. 12: 1-4.

- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2011. La quinua orgánica: estrategia de manejo integrado de cultivo. Bolivia. 8 p.
- PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). s.f. Catálogo de quinua real. Cochabamba, BO. s.p.
- Quino, E. 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con abonamiento de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo en el Altiplano Central. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 98 p.
- RAMOS, M. 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) najo riego diferenciado por fases fenológicas en el altiplano Central. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 125 p.
- Reyes, EA; Ávila, DP; Guevara, JO. 2006. Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina. Avances de Investigación en Ingeniería. no. 5: 87-97.
- Rivera Mónica, 2006. Obtención, Caracterización Estructural y Determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (*Chenopodium Quinoa*) - Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Alimentos, Santiago - Chile. En sitio web: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/rivera_m/sources/rivera_m.pdf. Revisado (06/10/2013)
- Risi y Galwen (1989) The *Chenopodium* grains of the Ande: Inca Crps for modern agricultura. Adv Appl Bot 10,145 - 216.
- Rodriguez, JP. 2005. El papel de tamaño de semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el crecimiento y desarrollo de las plantas frente a diferentes profundidades de siembra. Tesis de Grado para optar Ingeniero Agrónomo. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés. 109 p.

- Rojas, W. 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis de Magíster en Ciencias Vegetales. Valdivia, CH. Escuela de graduados. Universidad Austral de Chile. 209 p.
- Rojas W. (2013) Diversidad Genética de quinua de Bolivia. Fundación PROINPA. Publicado: Congreso Científico de la Quinua (Memorias), 14 y 15 de junio 2013. La Paz, Bolivia pp. 77 - 91.
- Rojas, W. 2003. Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. Food Reviews International. Vol. 19 (1-2): p 9-23.
- Rojas, W., M. Pinto y E. Mamani. 2009. Logro e impactos del Subsistema Granos Alto andinos, periodo 2003 – 2008. En Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal. INIAF. Cochabamba, 29 y 30 de junio de 2009. pp 58-65.
- Rojas, W; Pinto, M. 2014. La diversidad genética de quinua de Bolivia. La Paz, BO. PROINPA. 16 p.
- Romero, B. 1990. Semillas, biología y tecnología. España. Ediciones Mundi - Prensa. s.p.
- Romo, S; Rosero, A; Forero, CL; Ceron, E. 2006. Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W) variedad piartal en los andes colombianos primera parte. Facultada Ciencias Agropecuarias 4(1): 112-125.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, BO). 2010. Información meteorológica anual. La Paz, BO. s.p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2013. Centro de información meteorológico. La Paz, Bolivia. Consultado el 10 feb 2013. Disponible en <http://www.senamhi.org.bo>
- SEPHU (Sociedad Española de Productos Húmicos). 2010. Cultivo de la quinua orgánica (*Chenopodium quinoa* Willd): el grano dorado tesoro de los quechuas y aymaras. Noticias SEPHU. no.51: 1-19.
- Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Gobierno del Ecuador (SICA), 2001. QUINUA QUINOA/ CAÑIHUA. En sitio web:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/granos%20cereales/quinoa/quinoa_mag.pdf. Revisado (07/10/2013).

SICA (2001). La Quínoa. (en línea). Consultado: 11 de marzo de 2013. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/granos%20cereales/quinoa/quinoa_mag.pdf.

Silveti, R; Condori, D; Mamani, V. 2012. Evaluación de cuatro especies andinas papa, quinua, haba y avena: utilizando fertilizantes orgánicos, orina humana tratada y humus ecosan comunidad villa andrani, municipio de el alto. Fundación Sumaj Huasi y Asociación APAINTI. Junio. 2011: 1-34

Soto, JL; Rojas, W; Pinto, M. 2004. Cultivando y comercializando granos andinos. LEISA Revista de Agroecología. Jun. 2004: 35-36.

Soto, J. L. 2010. Capítulo. IX Tecnología del cultivo de granos andinos. In: Rojas, W., Soto, J.L. Pinto, M., Jager, M., Padulosi, S., (eds), Granos andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. P. 20-21.

Suquilanda, MB. 2010. Producción orgánica de cultivos andinos. Cotopaxi, EC. UNOCANC. p. 100-117.

Tambo, RR. 2010. Nociones de agricultura. La Paz, BO. 130 p.

Tapia, E. Fries, A. Mazar, I. 2007. Guía De Campo De Los Cultivos Andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. FAO Roma. 2007. ANAPE, 2007 Lima. Impreso en el Perú. P. 24.

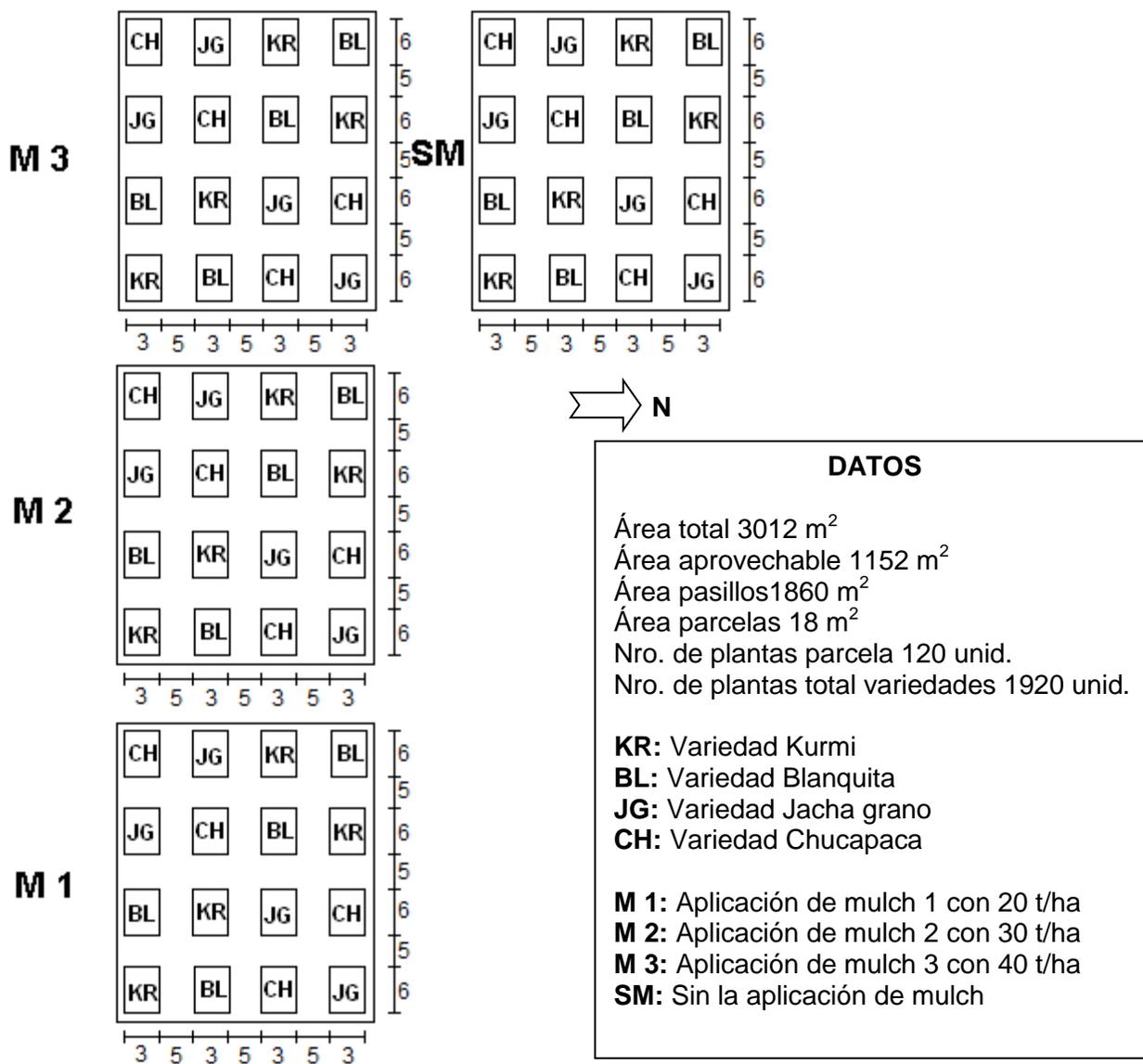
Tapia, ME. 1990. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Perú. FAO y INIAA. p. 40 - 58.

Ramos ME. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. Lima, PE. FAO y ANPE. p. 74-88.

- Teran, ED. 2010. Proyecto de factibilidad para la producción y exportación de quinua orgánica al mercado de Francia. Ing. en Comercio Exterior, Integración y Aduanas. Quito, EC. Universidad Tecnológica Equinoccial. p. 10-25.
- Torrez, M; Guzman, A; Carvajal, R. 2002. Valoración nutricional de 10 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) del altiplano boliviano. BIOFARBO. 10: 55-60.
- UNSCH (Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga, PE). 2012. Manual de nutrición y fertilización de la quinua. Ayacucho, PE. FUNART. 23 p.
- Vargas, M. (Ed). 2013. Congreso científico de la quinua. (Memorias). La Paz, BO. 682 p.; 21,5 cm.
- Zamora, S. 2013. La quinoa en la industria de alimentos: nutritivo por naturaleza (diapositiva). s. l. ANDEAN VALLEY. 14 diapositivas.

8. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento diseño jerárquico o anidado bifactorial con bloques anidados en el factor mulch



Anexo 2. Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 0 t/ha

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S80/15

Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 80/15

Cliente:	UPEA - INGENIERÍA AGRONÓMICA
Solicitante:	Egresado: Issac Elias Condori Tinta
Dirección del cliente:	No especificado
Procedencia de la muestra:	Centro Experimental Kallutaca - UPEA
	Provincia: Los Andes
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Parcela de Quinua en Kallutaca
Responsable del muestreo:	Sr. Issac Elias Condori Tinta
Fecha de muestreo:	03 de agosto de 2015
Hora de muestreo:	14:30
Fecha de recepción de la muestra:	03 de septiembre de 2015
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de 21 de septiembre, 2015
Caracterización de la muestra:	Suelo de parcela de quinua
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	80 - 1
Código original de muestra:	LP 00 - CEK

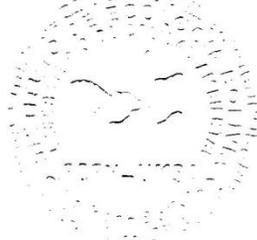
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	LP 00 - CEK 80 - 1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,3
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,14
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,500	4,6
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,46

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Septiembre 24 de 2015



CC: Archivo
JCh/vca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 3. Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 20 t/ha

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S80/15

Página 2 de 4

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 80/15

Cliente:	UPEA - INGENIERÍA AGRONÓMICA
Solicitante:	Egresado: Issac Elias Condori Tinta
Dirección del cliente:	No especificado
Procedencia de la muestra:	Centro Experimental Kallutaca - UPEA
	Provincia: Los Andes
	Departamento: La Paz
	Parcela de Quinua en Kallutaca
Punto de muestreo:	
Responsable del muestreo:	Sr. Issac Elias Condori Tinta
Fecha de muestreo:	03 de agosto de 2015
Hora de muestreo:	14:30
Fecha de recepción de la muestra:	03 de septiembre de 2015
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de 21 de septiembre, 2015
Caracterización de la muestra:	Suelo de parcela de quinua
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	80 - 2
Código original de muestra:	LP 20 - CEK

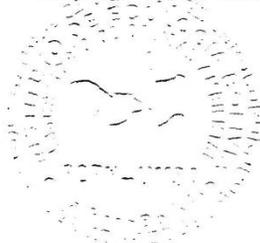
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	LP 20 - CEK 80 - 2
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,3
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,17
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,500	11
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,68

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Septiembre 24 de 2015



CC: Archivo
JCh/Aca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 4. Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 30 t/ha

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S80/15

Página 3 de 4

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 80/15

Cliente:	UPEA - INGENIERÍA AGRONÓMICA
Solicitante:	Egresado: Issac Elias Condori Tinta
Dirección del cliente:	No especificado
Procedencia de la muestra:	Centro Experimental Kallutaca - UPEA
	Provincia: Los Andes
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	Parcela de Quinua en Kallutaca
Responsable del muestreo:	Sr. Issac Elias Condori Tinta
Fecha de muestreo:	03 de agosto de 2015
Hora de muestreo:	14:30
Fecha de recepción de la muestra:	03 de septiembre de 2015
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de 21 de septiembre, 2015
Caracterización de la muestra:	Suelo de parcela de quinua
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	80 - 3
Código original de muestra:	LP 30 - CEK

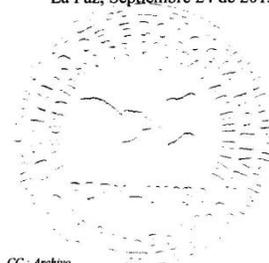
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	LP 30 - CEK 80 - 3
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,5
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,15
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,500	4,6
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,53

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Septiembre 24 de 2015



CC: Archivo
JCh/ica



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 5. Resultados de análisis de suelo después de la cosecha 40 t/ha

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S80/15

Página 4 de 4

INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 80/15

Cliente:	UPEA - INGENIERÍA AGRONÓMICA
Solicitante:	Egresado: Issac Elias Condori Tinta
Dirección del cliente:	No especificado
Procedencia de la muestra:	Centro Experimental Kallutaca - UPEA
	Provincia: Los Andes
	Departamento: La Paz
	Parcela de Quinua en Kallutaca
Punto de muestreo:	
Responsable del muestreo:	Sr. Issac Elias Condori Tinta
Fecha de muestreo:	03 de agosto de 2015
Hora de muestreo:	14:30
Fecha de recepción de la muestra:	03 de septiembre de 2015
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de 21 de septiembre, 2015
Caracterización de la muestra:	Suelo de parcela de quinua
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	80 - 4
Código original de muestra:	LP 40 - CEK

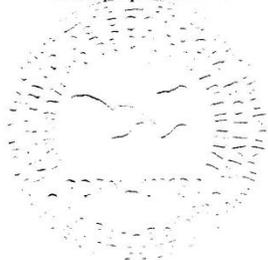
Resultado de Análisis

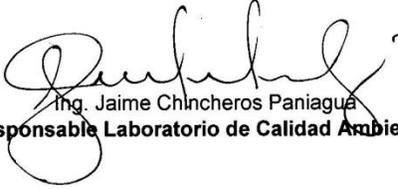
Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	LP 40 - CEK 80 - 4
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,5
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,17
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,500	10
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,66

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Septiembre 24 de 2015




Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



CC: Archivo

Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 6. Registro campo variedad Blanquita

Nro.	FACTOR B	FACTOR A	VARIABLES AGRONOMICAS						VARIABLES FENOLOGICAS			
	VARIEDAD	MULCH	A. P. (cm)	C. F. (cm)	D. T. P. (mm)	D. P. (cm)	P. G. P. (gr)	R. D. T. (kg/ha)	D. E. (días)	D. I. F. (días)	D. F. F. (días)	D. M. F. (días)
1	BLANQUITA	0	61,5	8,505	9,6	3,66	13,47	942,97	12	92	157	160
2	BLANQUITA	20	80,08	15,15	12,5	5,84	24,41	1708,56	10	75	140	153
3	BLANQUITA	30	95,38	27,3	15,05	6,84	43,99	3079,58	11	74	139	155
4	BLANQUITA	40	96,55	14,85	13,55	5,49	29,43	2060,38	6	72	137	157
5	BLANQUITA	0	61,5	8,505	9,6	3,66	11,59	811,16	10	88	153	160
6	BLANQUITA	20	105	29,98	18,35	11,01	45,09	3156,44	10	80	148	167
7	BLANQUITA	30	111,3	18,6	18,85	9,41	33,91	2373,42	8	80	145	164
8	BLANQUITA	40	89,5	10,62	13,12	5,73	16,97	1188,18	6	74	146	157
9	BLANQUITA	0	61,5	8,505	9,6	3,66	10,85	759,22	8	90	155	158
10	BLANQUITA	20	96,55	23,47	15,85	8,55	24,35	1704,22	12	92	158	167
11	BLANQUITA	30	109,7	20,07	17,75	7,843	15,89	1112,51	10	92	157	160
12	BLANQUITA	40	115,2	20,48	18,2	7,92	41,36	2894,99	12	82	147	159
13	BLANQUITA	0	61,5	8,505	9,6	3,66	6,265	438,55	8	90	155	154
14	BLANQUITA	20	96,05	26,72	16,15	6,87	12,81	896,49	12	72	137	157
15	BLANQUITA	30	95,85	13,99	13,95	4,63	39,12	2738,33	6	74	150	159
16	BLANQUITA	40	97,75	29,75	18,45	6,47	50,64	3545,01	6	84	155	162

Anexo 7. Registro campo variedad Kurmi

Nro.	FACTOR B	FACTOR A	VARIABLES AGRONOMICAS						VARIABLES FENOLOGICAS			
	VARIEDAD	MULCH	A. P. (cm)	C. F. (cm)	D. T. P. (mm)	D. P. (cm)	P. G. P. (gr)	R. D. T. (kg/ha)	D. E. (días)	D. I. F. (días)	D. F. F. (días)	D. M. F. (días)
17	KURMI	0	69	5,965	10,55	4,04	6,24	436,8	10	92	152	154
18	KURMI	20	115	14,95	18,77	7,6	13,71	959,49	10	86	151	155
19	KURMI	30	123,7	14,9	21,06	8,13	20,52	1436,4	15	92	157	160
20	KURMI	40	103,3	10,16	16,3	5,56	16,16	1131,48	7	74	149	157
21	KURMI	0	69	5,965	10,55	4,04	4,679	327,53	13	92	150	155
22	KURMI	20	190,1	12,06	15,1	6,46	11,39	797,37	8	100	158	160
23	KURMI	30	84,65	11,75	14,8	5,54	11,83	828,03	10	76	147	158
24	KURMI	40	99,3	7,565	15,05	5,47	16,73	1170,96	8	72	148	160
25	KURMI	0	69	5,965	10,55	4,04	4,356	304,92	8	98	152	155
26	KURMI	20	111,5	24,63	20,65	9,5	19,08	1335,32	10	92	157	160
27	KURMI	30	121,1	14,59	20,7	7,48	23,15	1620,22	14	90	155	156
28	KURMI	40	124,4	13,59	19,35	7,25	30,88	2161,81	12	80	145	160
29	KURMI	0	69	5,965	10,55	4,04	3,679	257,53	8	96	152	158
30	KURMI	20	79,16	17,65	12,4	5,55	12,48	873,6	14	90	155	160
31	KURMI	30	118	13,34	20,55	8,02	23,91	1673,7	14	80	145	161
32	KURMI	40	127,1	14,76	20,65	6,63	27,34	1913,45	14	82	147	162

Anexo 8. Registro campo variedad Chukapaca

Nro.	FACTOR B	FACTOR A	VARIABLES AGRONOMICAS						VARIABLES FENOLOGICAS			
	VARIEDAD	MULCH	A. P. (cm)	C. F. (cm)	D. T. P. (mm)	D. P. (cm)	P. G. P. (gr)	R. D. T. (kg/ha)	D. E. (días)	D. I. F. (días)	D. F. F. (días)	D. M. F. (días)
33	CHUKAPACA	0	60,95	12,48	10,95	5,53	16,97	1188,11	10	92	157	158
34	CHUKAPACA	20	111	26,95	18,85	9,72	39,05	2733,78	14	86	151	164
35	CHUKAPACA	30	90,73	15,75	14,52	7,015	19,73	1380,75	16	90	155	162
36	CHUKAPACA	40	95,15	16,43	14,7	6,16	27,71	1939,84	8	74	139	160
37	CHUKAPACA	0	60,95	12,48	10,95	5,53	9,656	675,92	10	98	163	158
38	CHUKAPACA	20	77,75	23,65	13,85	7,6	12,63	884,03	8	92	157	167
39	CHUKAPACA	30	95,28	17,85	15,58	5,855	33,33	2332,82	14	74	139	157
40	CHUKAPACA	40	92	15,73	13,85	5,47	22,22	1555,68	8	66	131	162
41	CHUKAPACA	0	60,95	12,48	10,95	5,53	3,001	210,07	8	98	152	155
42	CHUKAPACA	20	79,25	17,92	12,85	5,88	21,29	1490,23	10	72	137	157
43	CHUKAPACA	30	85,53	10,3	12,85	5,08	19,13	1339,24	8	72	137	158
44	CHUKAPACA	40	116,8	21,71	16,55	5,46	21,14	1480,01	8	74	139	160
45	CHUKAPACA	0	60,95	12,48	10,95	5,53	9,097	636,79	10	94	152	156
46	CHUKAPACA	20	108,3	24,64	17,75	8,28	45,29	3170,16	10	72	137	162
47	CHUKAPACA	30	94,15	12,29	13,05	5,78	20,54	1437,73	10	72	137	157
48	CHUKAPACA	40	126,4	29,15	20,3	8,03	42,17	2951,97	14	74	139	160

Anexo 9. Registro campo variedad Jacha Grano

Nro.	FACTOR B	FACTOR A	VARIABLES AGRONOMICAS						VARIABLES FENOLOGICAS			
	VARIEDAD	MULCH	A. P. (cm)	C. F. (cm)	D. T. P. (mm)	D. P. (cm)	P. G. P. (gr)	R. D. T. (kg/ha)	D. E. (días)	D. I. F. (días)	D. F. F. (días)	D. M. F. (días)
49	JACHA GRANO	0	69,4	5,8	10,3	4,26	14,95	1046,15	12	90	146	148
50	JACHA GRANO	20	100,6	17,89	17,45	8,57	43,71	3059,35	14	80	145	153
51	JACHA GRANO	30	102,8	17,3	15,45	6,92	17,58	1230,32	14	80	140	144
52	JACHA GRANO	40	90,5	7,911	13	5,51	19,43	1359,89	8	66	131	154
53	JACHA GRANO	0	69,4	5,8	10,3	4,26	3,17	221,9	10	88	141	146
54	JACHA GRANO	20	93,65	12,41	14,3	6,74	31,49	2203,95	12	90	148	153
55	JACHA GRANO	30	91,15	13,88	14,4	6,17	25,19	1763,44	10	80	145	131
56	JACHA GRANO	40	89,5	8,55	13,1	5,93	28,57	1999,83	8	72	137	154
57	JACHA GRANO	0	69,4	5,8	10,3	4,26	10,1	707,14	10	86	142	146
58	JACHA GRANO	20	85,98	8,61	10,35	5,74	23,27	1628,83	10	72	143	146
59	JACHA GRANO	30	97,76	7,1	13,05	5,72	21,75	1522,22	8	74	130	133
60	JACHA GRANO	40	118,2	15,8	15,95	5,25	22,87	1600,62	8	72	137	157
61	JACHA GRANO	0	69,4	5,8	10,3	4,26	3,826	267,82	8	92	148	150
62	JACHA GRANO	20	92,35	20,9	17,75	5,83	23,5	1644,86	12	72	137	159
63	JACHA GRANO	30	97,01	7,84	11,65	4,79	13,45	941,22	8	74	139	149
64	JACHA GRANO	40	114,3	67,12	16,6	6,21	26,88	1881,67	12	84	149	157

Anexo 10. Inicio de la preparación del terreno (roturado)



Anexo 11. Aplicación de mulch de coca



Anexo 12. Rastreado y nivelacion del terreno



Anexo 13. Marcacion con estacas



Anexo 14. Pesado de las semillas



Anexo 15. Siembra de las diferentes variedades de quinua



Anexo 16. Vista de las parcelas de quinua el 1ro sin mulch y 2do con mulch de coca



Anexo 17. Crecimiento de la variedad Kurmi (0 t/ha de mulch)



Anexo 18. Crecimiento de la variedad Chucapaca (20 t/ha de mulch)



Anexo 19. Crecimiento de la variedad Blanquita (30 t/ha de mulch)



Anexo 20. Crecimiento de la variedad Jacha Grano (40 t/ha de mulch)



Anexo 21. Evaluación del diámetro de la panoja en la variedad Kurmi



Anexo 22. Evaluación de diámetro de tallo en la variedad Chucapaca



Anexo 23. Evaluación de altura de planta en la variedad Kurmi



Anexo 24. Vista de las parcelas de quinua en la madurez fisiológica (1ro sin mulch y 2do todos con mulch)



Anexo 25. Vista de panojas de la variedad Chucapaca y Kurmi



Anexo 26. Vista de panojas de variedad Jacha Grano y Blanquita



Anexo 27. Fin de la floración de la variedad Chucapaca (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch)



Anexo 28. Fin de la floración de la variedad Chucapaca (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha de mulch)



Anexo 29. Fin de la floración de la variedad Kurmi (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch)



Anexo 30. Fin de la floración de la variedad Kurmi (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha de mulch)



Anexo 31. Fin de la floración de la variedad Blanquita (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch)



Anexo 32. Fin de la floración de la variedad Blanquita (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha de mulch)



Anexo 33. Fin de la floración de la variedad Jacha Grano (1ro 0 t/ha de mulch y 2do 20 t/ha de mulch de coca)



Anexo 34. Fin de la floración de la variedad Jacha Grano (1ro 30 t/ha de mulch y 2do 40 t/ha mulch de coca)



Anexo 35. Observación de mulch de coca en el suelo (40 t/ha)



Anexo 36. Toma de muestras de 10 plantas para cada unidad experimental con sus etiquetas



Anexo 37. Cosecha de las parcelas experimentales de diferentes variedades de quinua



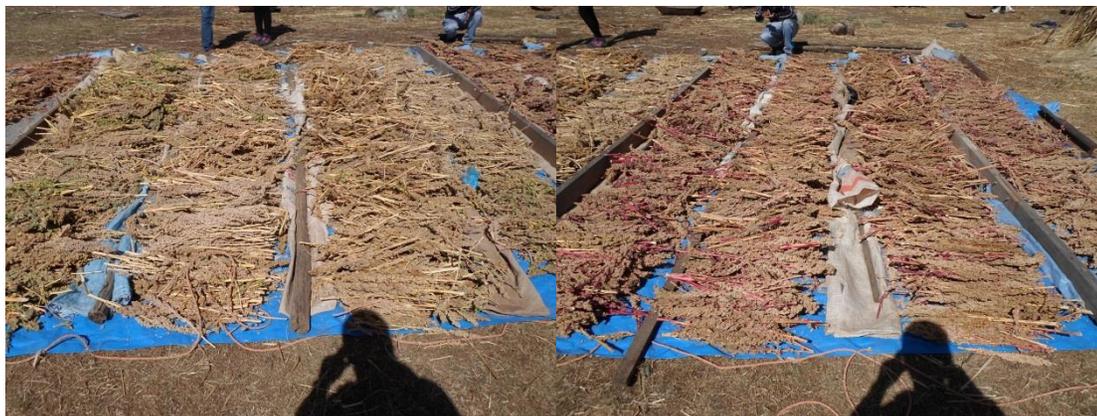
Anexo 38. Recogido y cargado para el traslado de las plantas ya cosechadas



Anexo 39. Secado de las plantas (1ro variedad Blanquita y 2do variedad Kurmi)



Anexo 40. Secado de las plantas de quinua (1ro variedad Jacha Grano y 2do variedad Chucapaca)



Anexo 41. Vista general del secado de diferentes variedades de quinua ya listo para el trillado



Anexo 42. Vendeado de las semillas de quinua de las diferentes variedades**Anexo 43. Producto final semilla de quinua en grano y compartimiento de un plato de quinua con el director Nacional de Programa Quinoa INIAF****Anexo 44. Peso de mil semillas en laboratorio**

