

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE VARIABLES DE COSECHA Y POS COSECHA EN
11 LÍNEAS PRECOCES DE QAÑAWA (*Chenopodium pallidicaule*
Aellen) EN K'IPHAK'IPHANI, VIACHA**

MARCELINA NATIVIDAD TICONA RAMIREZ

**LA PAZ - BOLIVIA
2017**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE VARIABLES DE COSECHA Y POS COSECHA EN
11 LÍNEAS PRECOCES DE QAÑAWA (*Chenopodium pallidicaule*
Aellen) EN K'IPHAK'IPHANI, VIACHA**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

MARCELINA NATIVIDAD TICONA RAMIREZ

Asesor:

Ing. Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores

Comité Revisor:

Ing. Ph. D. René Calatayud Valdez

Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

Ing. Marco Antonio Echenique Quezada

APROBADA.

Presidente:

**LA PAZ - BOLIVIA
2017**

DEDICATORIA:

A mi mamá Martha Ramirez por su gran amor, sacrificio y apoyo durante toda mi formación, quien me enseñó que no importa en qué situación nos encontremos si pedimos ayuda a Dios y nos esforzamos siempre saldremos adelante llegando aún más lejos de lo que pudimos imaginar.

A mi papá Felipe Ticona que ahora es mi ángel, quien me enseñó que el trabajo diligente siempre nos lleva por caminos correctos llenos de grandes recompensas, sé que desde el cielo está feliz por este logro.

A mis hermanos: Lourdes, Edgar, José, Claudia y Carlos por su cariño y constante apoyo.

“Y sabemos que a los que aman a Dios, todas las cosas le ayudan a bien, esto es, a los que conforme a su propósito son llamados”

Romanos 8: 28

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su amor infinito, por darme la oportunidad de estar aquí y conocer a todas las maravillosas personas que me rodean. Gracias por darme la fuerza y sabiduría para culminar mi carrera y por guiarme siempre por el camino correcto.

A mis padres por darme la vida y educarme con cariño, por la confianza depositada en mí, por su apoyo y amor incondicional, gracias por ayudarme a cumplir esta meta.

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, plantel docente y administrativo que ha hecho posible mi formación profesional.

A la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) por ofrecerme el apoyo necesario durante la realización del trabajo de campo.

A mi asesor Dr. Alejandro Bonifacio por sus valiosos consejos, sugerencias y asesoramiento durante la ejecución del presente trabajo.

Al tribunal revisor Ing. Wilfredo Blanco Villacorta, Ing. Marco Antonio Echenique Quezada y Dr. René Calatayud Valdez por sus valiosos consejos, sugerencias, correcciones y seguimiento en la elaboración del presente trabajo.

A la Ing. Amalia Vargas y Téc. Agr. Miriam Alcón por su apoyo y guía durante el trabajo de campo.

Mi gratitud a mis amigos y compañeros con quienes compartí esta hermosa carrera y me colaboraron constantemente.

INDICE GENERAL

INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCION	1
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Origen de la qañawa y su distribución en Bolivia	3
2.2 Importancia del consumo de qañawa	3
2.3 Valor nutricional.....	3
2.4 Características generales de cultivo de qañawa	6
2.4.1 Características morfológicas de la qañawa	6
2.4.2 Clasificación taxonómica	6
2.5 Zonas de producción y áreas cultivadas de qañawa	6
2.6 Siembra y densidad	7
2.7 Labores culturales.....	8
2.8 Cosecha	8
2.9 Pos cosecha	8
2.10 Trilla y venteo de qañawa.....	8
2.11 Rendimiento y peso hectolítrico.....	9
2.12 Germinación	9
2.13 Lavado y tostado.....	9
2.14 Laminado para la obtención de hojuelas.....	10
2.15 Procesamiento agroindustrial y presentación de los productos.....	10
3. LOCALIZACION	12
3.1 Ubicación geográfica	12
3.2 Características ecológicas.....	12

3.3 Datos climáticos durante el ensayo.....	12
3.3.1 Temperatura.....	12
3.3.2 Precipitación.....	13
4 MATERIALES Y METODOS.....	15
4.1 Materiales.....	15
4.1.1 Material vegetal.....	15
4.1.2 Material de campo.....	15
4.1.3 Material de laboratorio.....	15
4.1.4 Utensilios de cocina.....	15
4.1.5 Instrumentos y equipo.....	16
4.2 Métodos.....	16
4.2.1 Procedimiento experimental.....	16
4.2.1.1 Diseño experimental.....	16
4.2.1.2 Dimensiones del campo experimental.....	17
4.2.1.3 Metodología del cultivo.....	18
4.3 Variables de respuesta.....	18
4.3.1 Rendimiento de grano.....	18
4.3.2 Peso hectolítrico del grano.....	19
4.3.3 Germinación.....	19
4.3.4 Volumen de expansión de grano tostado.....	20
4.3.5 Laminado.....	20
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.1 Rendimiento de grano.....	22
5.2 Peso hectolítrico.....	23
5.2.1 Peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa.....	23
5.2.1.1 Peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa con perigonio.....	23
5.2.1.2 Peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa sin perigonio.....	25
5.2.1.3 Peso de perigonio en 100 litros grano de qañawa de la primera trilla.....	27
5.2.2 Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa.....	28
5.2.2.1 Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio.....	28
5.2.2.2 Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa sin perigonio.....	30
5.2.2.3 Peso del perigonio en 100 litros de grano de la segunda trilla de qañawa.....	32

5.3 Germinación	36
5.3.1 Germinación de la primera trilla de qañawa.....	36
5.3.1.1 Germinación de la primera trilla de qañawa a las 48 horas	36
5.3.1.2 Germinación de la primera trilla a las 72 horas	38
5.3.2 Germinación de la segunda trilla de qañawa.....	39
5.3.2.1 Germinación de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas.....	39
5.3.2.2 Germinación de la segunda trilla de qañawa las 72 horas	43
5.4 Volumen de expansión de grano tostado de qañawa.....	47
5.5 Laminado	49
5.5.1 Volumen de expansión de hojuelas de qañawa	49
5.5.2 Porcentaje de sémola en hojuelas de qañawa	50
5.5.3 Diámetro de hojuelas de qañawa	51
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	55
8. BIBLIOGRAFIA.....	56

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Análisis nutricional de cereales.....	4
CUADRO 2: Variación en el valor nutricional de 20 accesiones de cañahua del Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA).....	5
CUADRO 3: Producción y rendimiento de cañahua y otros granos, en el año agrícola 2007-2008	7
CUADRO 4: Análisis de varianza para el rendimiento de grano de qañawa	22
CUADRO 5: Análisis de varianza del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa con perigonio.....	23
CUADRO 6: Comparación de medias del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa con perigonio según la prueba Duncan.....	25
CUADRO 7: Análisis de varianza del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa sin perigonio	25
CUADRO 8: Comparación de medias del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa sin perigonio según la prueba Duncan.....	26
CUADRO 9: Análisis de varianza del peso del perigonio en 100 litros de grano de la primera trilla de qañawa	28
CUADRO 10: Análisis de varianza del Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio.	28
CUADRO 11: Comparación de medias del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio según la prueba Duncan.....	29
CUADRO 12: Análisis de varianza del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa sin perigonio.....	30
CUADRO 13: Comparación de medias del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa sin perigonio según la prueba Duncan.....	31
CUADRO 14: Análisis de varianza del peso del perigonio en 100 litros de grano de la segunda trilla de qañawa	32
CUADRO 15: Comparación de medias del peso de perigonio en 100 l de grano de la segunda trilla de qañawa según la prueba Duncan.....	33
CUADRO 16: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la primera trilla a las 48 horas.....	36
CUADRO 17: Comparación de medias de germinación entre líneas de la primera trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.....	37
CUADRO 18: Comparación de medias de germinación entre qañawa con perigonio y sin perigonio de la primera trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.....	38
CUADRO 19: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la primera trilla a las 72 horas.....	38
CUADRO 20: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la segunda trilla a las 48 horas.....	39
CUADRO 21: Comparación de medias de germinación entre líneas de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.....	40
CUADRO 22: Comparación de medias de germinación entre qañawa con perigonio y sin perigonio de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.....	41

CUADRO 23: Análisis de efecto simple para el porcentaje de germinación en la interacción de los factores línea*perigonio en qañawa de la segunda trilla a las 48 horas.	41
CUADRO 24: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la segunda trilla a las 72 horas.....	43
CUADRO 25: Comparación de medias de germinación entre líneas de la segunda trilla de qañawa de las 72 horas según la prueba Duncan.	44
CUADRO 26: Análisis de efecto simple para el porcentaje de germinación en la interacción de los factores línea*perigonio en qañawa de la segunda trilla a las 72 horas.	45
CUADRO 27: Análisis de varianza para el volumen de expansión de grano tostado de qañawa.	47
CUADRO 28: Comparación de medias del volumen de expansión de grano tostado entre las 11 líneas de qañawa según la prueba Duncan.....	49
CUADRO 29: Análisis de varianza del volumen de expansión de hojuelas de qañawa.	49
CUADRO 30: Análisis de varianza del porcentaje de sémola en hojuelas de qañawa.	50
CUADRO 31: Análisis de varianza del diámetro de hojuelas de qañawa.	51
CUADRO 32: Comparación de medias del diámetro de hojuelas de qañawa.....	52

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Ubicación geográfica del municipio de Viacha y el centro de K'iphak'iphani donde se realizó el presente estudio.....	12
FIGURA 2: Temperatura máxima, mínima y media registradas durante el desarrollo del cultivo y durante la evaluación de las variables de cosecha y pos cosecha.....	13
FIGURA 3: Precipitación pluvial mensual registrada durante del año agrícola 2013-2014	14
FIGURA 4: Peso hectolítrico de la 1era trilla de qañawa con perigonio y qañawa sin perigonio	27
FIGURA 5: Peso hectolítrico de la 2da trilla de qañawa con perigonio y qañawa sin perigonio	32
FIGURA 6: Comparación de 1era y 2da trilla de qañawa con perigonio	34
FIGURA 7: Comparación de 1era y 2da trilla de qañawa sin perigonio	35
FIGURA 8: Peso de perigonio en 100 litros comparación de la 1era y 2da trilla.....	35
FIGURA 9: Porcentaje de germinación para la interacción línea*perigonio de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas.....	42
FIGURA 10: Porcentaje de germinación de la 1era trilla y 2da trilla a las 48 horas	43
FIGURA 11: Porcentaje de germinación para la interacción línea*perigonio de la segunda trilla de qañawa a las 72 horas.....	46
FIGURA 12: Porcentaje de germinación de la 1era trilla y 2da trilla a las 72 horas.	47

ANEXOS

ANEXO 1: Croquis del cultivo de qañawa.....	62
ANEXO 2: Ecotipos de qañawa: Saihua, lasta y pampalasta	62
ANEXO 3: Fechas de siembra y cosecha de qañawa	63
ANEXO 4: Características morfológicas de las líneas de qañawa	63
ANEXO 5: Precio, cantidad, unidad y tipo de empaque de los principales productos transformados de granos andinos 2007	64
ANEXO 6: Flujograma del proceso de tostado	65
ANEXO 7: Flujograma del proceso de hojuelado	66
ANEXO 8: Medias del rendimiento de qañawa	67
ANEXO 9: Medias de la primera trilla de qañawa peso hectolítrico con perigonio	67
ANEXO 10: Medias de la primera trilla de qañawa peso hectolítrico sin perigonio	68
ANEXO 11: Medias de la primera trilla de qañawa peso de perigonio en 100 litros de grano	68
ANEXO 12: Medias de la segunda trilla de qañawa peso hectolítrico con perigonio	69
ANEXO 13: Medias de la segunda trilla de qañawa peso hectolítrico con perigonio	69
ANEXO 14: Medias de la segunda trilla de qañawa peso de perigonio en 100 litros de grano	70
ANEXO 15: Medias de la primera trilla de qañawa porcentaje de germinación a las 48 horas (interacción línea*perigonio)	70
ANEXO 16: Medias de la primera trilla de qañawa porcentaje de germinación a las 72 horas (interacción línea*perigonio)	71
ANEXO 17: Medias del volumen de expansión de grano tostado de qañawa	71
ANEXO 18: Medias del Volumen de expansión de hojuelas.....	72
ANEXO 19: Medias del porcentaje de sémola	72
ANEXO 20: Medias de diámetro de hojuelas de qañawa.....	73
ANEXO 21: Destino de la producción de qañawa en Bolivia	73
ANEXO 22: Fotografía de toma de datos para el rendimiento.....	74
ANEXO 23: Fotografía de toma de datos para el peso hectolítrico.....	74
ANEXO 24: Fotografía de toma de datos para el porcentaje de germinación	75
ANEXO 25: Fotografía de toma de datos del tostado de qañawa.....	77
ANEXO 26: Fotografía de toma de datos hojuelado de qañawa	78

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la comunidad de k'iphak'iphani Viacha, el objetivo de la investigación fue evaluar variables de cosecha y pos cosecha en 11 líneas precoces de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

El material vegetal compuesto por 11 líneas de qañawa las que fueron proporcionadas por la Fundación PROINPA, las variables de rendimiento, peso hectolítrico, tostado y hojuelado, fueron evaluadas bajo el diseño de bloques al azar. Por su parte la variable de germinación fue evaluada bajo el diseño completamente al azar con arreglo factorial, debido a que en germinación se toman en cuenta dos factores: líneas (Factor A), qañawa con perigonio y qañawa sin perigonio (Factor B).

En rendimiento total (rendimiento acumulado de la primera y segunda trilla), la línea 6 fue la mejor con 3426,8 kg/ha.

El peso hectolítrico sin perigonio es superior al peso hectolítrico con perigonio. En el peso hectolítrico de la primera trilla la mejor línea fue la línea 11 con 86,43 kg/100 l (qañawa sin perigonio) y con 65 kg/100 l (qañawa con perigonio), así mismo el peso hectolítrico de la segunda trilla las mejores líneas fueron: la línea 4 con 81,14 kg/100 l (qañawa sin perigonio), la línea 6 con 70,25 kg/100 l (qañawa con perigonio).

En la prueba germinación durante las primeras 48 horas el perigonio influye en el inicio de la germinación. En la semilla obtenida de la primera trilla de qañawa a las 48 horas la línea 9 alcanzó el mayor porcentaje de germinación con 98,75% y a las 72 horas la línea 5 fue la mejor con 99,5%. Para la semilla obtenida en la segunda trilla de qañawa la línea 2 fue con 98,25 %, y a las 72 horas la línea 9 obtuvo un mayor porcentaje de germinación con 99%. Se observó que el porcentaje de germinación de la primera trilla es superior a la segunda trilla no obstante la diferencia es mínima.

En la prueba de tostado del grano la línea 3 demostró tener mayor volumen de expansión con 2,50 ml seguido por la línea 8 con un volumen de 2,475 ml, siendo estas líneas las mejores para el proceso de tostado.

En la prueba de laminado, las líneas con mayor volumen de expansión en hojuelas fueron las líneas 5 con 361 ml y la línea 2 con 346,8 ml, la línea con mayor porcentaje de sémola fueron la línea 11 con 29,34% y la línea con menor porcentaje de sémola fue la línea 2 con 25,88%, la línea con mayor diámetro de hojuela es la línea 5 con 3,428 mm. Las líneas con mayor volumen de expansión y/o mayor diámetro tienden a tener menor porcentaje de sémola.

1. INTRODUCCION

La qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un cultivo originario de los Andes. Su cultivo y consumo es limitado debido a las dificultades en la cosecha, el desconocimiento de sus propiedades alimenticias y la escasa promoción del producto.

En el Altiplano, los efectos del cambio climático son evidentes y se traducen en el retraso y reducción de la precipitación pluvial. Esta situación afecta a cultivos en general y a cultivos en particular como la qañawa, razón por la cual, los productores prefieren variedades precoces que les permita sembrar aún con cierto retraso.

En el Centro k'iphak'iphani, se han seleccionado una serie de líneas de qañawa precoces con miras a su empleo en sistemas de producción en un contexto de variabilidad y cambio climático, siendo el carácter de la precocidad un componente importante. Por otra parte, la qañawa es una especie poco estudiada en aspectos de cosecha y pos cosecha.

La qañawa se cultiva en zonas marginales para la agricultura, debido a su escasa promoción y por sus características de tolerancia a heladas.

Las investigaciones en qañawa se centraron en evaluaciones de tipo agronómico de las variedades locales existentes. El énfasis se ha dado a la planta y no así a las variables de cosecha y pos cosecha. En contraste, en la quinua, otro grano andino, se han desarrollado investigaciones sobre las características agro industriales (Mujica *et al.*, 2006, Reynaga *et al.*, 2013), que han contribuido a desarrollar la demanda del producto.

Actualmente la quinua tiene demanda en el mercado nacional e internacional debido al conocimiento de sus propiedades nutritivas, similar tendencia se está presentando para la qañawa. Por lo que es importante abordar la investigación de la qañawa por considerarse otro cultivo alternativo o complementario a la quinua.

El Centro de Investigación K'iphak'iphani cuenta con líneas precoces en proceso de evaluación agronómica, faltando la evaluación de variables de cosecha y pos cosecha previa a la liberación como variedades mejoradas. Por otra parte, el valor agregado a productos agrícolas trae beneficios para los productores, procesadores y consumidores (Jacobsen *et al.*, 2006).

La información sobre las características del grano de qañawa es particular, el grano se obtiene cubierto por el perigonio, este es empleado en la preparación de alimentos previo beneficiado que consiste en remover las envolturas. Actualmente, no se conoce las características del grano con y sin envolturas que lo cubren, tampoco se tiene conocimiento sobre si el perigonio influye en la germinación, en procesos de beneficiado y procesamiento industrial.

Objetivo general

Evaluar las variables de cosecha y pos cosecha de 11 líneas precoces de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en K'iphak'iphani, Viacha

Objetivos específicos

Evaluar el rendimiento de 11 líneas precoces de qañawa.

Valorar el peso hectolítrico del grano con y sin perigonio en las líneas de qañawa.

Estudiar la influencia del perigonio del grano en el proceso de germinación.

Examinar la calidad tostadera del grano en las 11 líneas precoces de qañawa.

Analizar la calidad del grano para la obtención de hojuelas.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Origen de la qañawa y su distribución en Bolivia

Rojas (2008), menciona que la región de los Andes, se considera como centro de origen de diversas especies como la papa, oca, papalisa, quinua, qañawa, amaranto o kiwicha, tarwi y otras, que están distribuidas en distintas zonas agroecológicas y fueron apreciadas durante miles de años.

Según Tapia *et al.* (1979), no existen evidencias arqueológicas relacionadas con la qañawa de modo que no se sabe desde cuando se cultiva. Debido a que las plantas pierden una considerable parte del grano por caída de grano antes y durante la cosecha, se cree que su proceso de domesticación aún no ha culminado. Por su parte el cultivo de qañawa en Bolivia se concentra en las zonas de los departamentos de La Paz y Cochabamba, no teniendo mayor difusión fuera de estas regiones.

2.2 Importancia del consumo de qañawa

Según Rojas *et al.* (2010) el consumo de la qañawa es de vital importancia en la dieta humana esto debido a sus propiedades nutritivas por su alto valor proteico y medicinal, además de contener una combinación adecuada de aminoácidos esenciales, y por último provee al organismo de minerales como hierro, calcio y fósforo. Gracias a estas bondades la qañawa es utilizada para alimentar madres gestantes- lactantes y niños. Por otro lado se reconoce en este grano propiedades cicatrizantes, analgésicas, desinflamantes y desinfectantes.

2.3 Valor nutricional

Repo-Carrasco (2009) establece el valor nutricional de la qañawa frente a otros cereales siendo la qañawa el grano que presenta mayor contenido de proteína como se muestra en el Cuadro 1.

CUADRO 1: Análisis nutricional de cereales

ALIMENTO	PROTEINA	GRASA	FIBRACRUDA	CENIZA	GLÚCIDOS
Trigo Manitoba	16.0	2.9	2.6	1.8	74.1
Trigo Ingles	10.5	2.6	2.5	1.8	78.6
Cebada	11.8	1.8	5.3	3.1	78.1
Avena	11.6	5.2	10.4	2.9	69.8
Centeno	13.4	1.8	2.6	2.1	80.1
Triticale	15.0	1.7	2.6	2.0	78.7
Arroz	9.1	2.2	10.2	7.2	71.2
Maíz	11.1	4.9	2.1	1.7	79.7
Sorgo	12.4	3.6	2.7	1.7	79.7
Quinoa	14.4	6.0	4.0	2.9	72.6
Cañahua	18.8	7.6	6.1	4.1	63.4
Amaranto	14.5	6.4	5.0	2.6	71.5

Fuente: Repo Carrasco *et al.* (2009)

Soto y Carrasco (2008) reportan que la qañawa es una planta de alto valor nutritivo por su contenido de proteínas, carbohidratos, aceites vegetales y minerales. Así mismo la qañawa no solo tiene un alto valor proteico sino que también tiene un alto valor biológico debido al óptimo balance de aminoácidos como la lisina y la metionina. Sin embargo, cabe mencionar que todos estos valores no son constantes sino que cambian de acuerdo a la variación genética e incluso debido a factores como el lugar donde se cultiva, la fertilidad del suelo, etc. pero el factor más importante es la variación genética como se muestra en el Cuadro 2 en la que se muestra 20 diferentes accesiones de cañahua provenientes del Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (Bolivia) tienen diferentes valores, habiendo sido cultivadas en la misma localidad, el mismo suelo y la misma campaña agrícola (2006-2007)

CUADRO 2: Variación en el valor nutricional de 20 accesiones de cañahua del Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA)

Código	Humedad %	Grasa %	Proteína %	Ceniza %	Fibra %	Carbohidratos %	Energía Kcal/100g
CC1	9.31	10.8	15.25	4.21	7.96	52.47	365.59
CC2	9.40	14.5	18.24	4.02	8.12	45.72	380.32
CC3	10.37	8.01	16.29	4.77	7.54	53.02	348.53
CC4	9.60	10.75	17.05	5.21	8.21	49.18	358.58
CC5	9.68	9.45	18.29	4.68	7.62	50.28	357.03
CC6	10.75	8.22	17.95	5.26	8.45	49.37	341.69
CC7	9.80	8.15	18.46	5.45	8.15	49.99	345.61
CC8	10.15	10.21	16.77	4.69	8.24	49.94	356.11
CC9	10.27	9.24	18.01	4.35	8.13	50.00	353.04
CC10	10.41	9.97	17.65	5.02	8.64	48.31	359.79
CC11	10.14	8.05	17.21	4.12	7.28	53.20	353.17
CC12	9.29	8.65	16.98	3.95	7.58	53.55	358.74
CC13	10.49	8.78	16.87	4.23	8.02	51.61	351.41
CC14	8.97	8.21	17.24	4.85	8.14	52.59	352.11
CC15	9.56	9.45	18.05	5.15	7.15	50.64	357.59
CC16	10.42	10.02	17.26	4.78	7.58	49.94	356.42
CC17	10.10	9.69	17.48	4.43	7.78	50.52	356.90
CC18	9.77	9.45	16.25	4.75	8.05	51.73	355.11
CC19	8.52	8.25	14.56	5.25	8.01	55.41	353.69
CC20	8.85	8.99	17.77	4.29	7.29	52.81	361.59
Var.	8.52- 10.75	8.01- 10.75	15.25- 18.46	3.95- 5.45	7.15- 8.64	45.72- 55.41	341.69- 380.62

Fuente: Informe Anual 2006-2007, Fundación Proinpa

2.4 Características generales de cultivo de qañawa

2.4.1 Características morfológicas de la qañawa

Tapia y Fries (2007), afirma que la qañawa ya sea algo postrada o erguida alcanza entre 20 y 70 cm de altura, las hojas y las inflorescencias están cubiertas de vesículas de color blanco o ligeramente rosado las cuales las protegen del frío. Con respecto a las hojas éstas son alternas de láminas engrosadas con forma de rombo además presentan peciolos cortos, en cuanto a las inflorescencias son pequeñas, axilares o terminales cubiertas por el follaje que las protege de las bajas temperaturas. El fruto se encuentra cubierto por el perigonio, el pericarpio es fino y traslucido, la semilla es pequeña de 1 a 1,2 mm de color castaño claro, oscuro e incluso negro con un epispermo muy fino.

2.4.2 Clasificación taxonómica

Cronquist (1994), define la siguiente clasificación taxonómica para la qañawa:

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Embryobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Subdivisión:	<i>Angiospermas</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Caryophyllidae</i>
Orden:	<i>Caryophyllales</i>
Familia:	<i>Chenopodiaceae</i>
Género:	<i>Chenopodium</i>
Especie:	<i>C. pallidicaule</i> Aellen

2.5 Zonas de producción y áreas cultivadas de qañawa

Pinto, 2008, citado por Condori (2014) identifico tres zonas en Bolivia donde se produce qañawa la primera zona se encuentra en el altiplano norte compuesto por las provincias: Camacho, Omasuyos, Los Andes y Murillo del departamento de La Paz. La segunda zona se ubica en el altiplano central en las provincias de Pacajes

y Aroma del departamento de La Paz, asimismo en las provincias de Sajama, San Pedro de Totora, Nor Carangas, Carangas y Saucari del departamento de Oruro. Por último la tercera zona se encuentra en la provincia Bolívar del departamento de Cochabamba.

INE-ENA (2008), citado por Montaña (2015) indica que en Bolivia se cultivan aproximadamente 2.866.219 has de productos agrícolas, de los cuales se producen 969.652 has de cereales y tan solo se cultivan 983 has de cañawa que llega a representar el 0,034 % de la superficie sembrada a nivel nacional, este dato demuestra que la producción de cañawa es muy baja llegando a obtenerse solamente 616 toneladas métricas de cañawa como se muestra en el Cuadro N° 3, siendo esta cifra insignificante en comparación al resto de los granos que se produce en Bolivia.

CUADRO 3: Producción y rendimiento de cañawa y otros granos, en el año agrícola 2007-2008

Cultivo	Superficie (Hectáreas)	Producción (Ton. Métricas)	Rendimiento (Kg/ha)
Amaranto	15	16	1.067
Cañawa	983	616	627
Cebada	55.020	46.800	851
Avena	6.067	5.616	926
Maíz	373.705	859.385	2.300
Quinoa	50.356	28.809	572
Trigo	79.595	58.813	739

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE-Encuesta Nacional

Agropecuaria-ENA 2008 citado por Montaña (2015)

2.6 Siembra y densidad

Alanoca *et al.* (2008) indica que es conveniente sembrar la cañawa en surcos a una profundidad de 15 a 20 cm y una distancia entre surcos de 40 a 50 cm, en cuanto a la densidad de siembra aconseja utilizar de 8 a 10 kilos de semilla por hectárea.

Rojas *et al.* (2010) afirma que la mejor época para la siembra es generalmente al inicio de la época de lluvias entre septiembre y octubre pero puede ampliarse hasta la tercera semana de noviembre, dependiendo de la humedad del suelo.

2.7 Labores culturales

Rojas *et al.* (2010), recomiendan incorporar como mínimo 5 t/ha de estiércol descompuesto al momento de la preparación del suelo aunque por lo general solo se aprovecha el efecto residual del guano aplicado al cultivo anterior por ejemplo la papa. El control de malezas es aconsejable realizarlo de manera manual cuando las plantas alcanzan los 10 cm de altura.

2.8 Cosecha

Rojas *et al.* (2010), indican que la cosecha se inicia con el segado de las plantas para el posterior emparvado y secado de las plantas. Por su parte la trilla se realiza para separar los granos de la inflorescencia para luego iniciar con el zarandeo para separar los granos de la broza y finalmente se procede con el venteo para separar los granos de qañawa del resto de la cosecha.

Mamani *et al.* (2008) mencionan que la mejor época para la cosecha es cuando el cultivo alcanza una madures fisiológica del 70 al 80% esto se puede observar a medida que las plantas cambian de color, por otro lado el método de cosecha más recomendado es el corte con hoz que nos permite obtener grano más limpio con menos piedrecillas y tierra. La cosecha debe realizarse en horas de la mañana para que la humedad del rocío evite la pérdida del grano inmediatamente después se debe llevar la qañawa sobre un mantel o lona de esta manera será más fácil el traslado, secado y la trilla.

2.9 Pos cosecha

2.10 Trilla y venteo de qañawa

Mamani *et al.* (2008) mencionan que la trilla se realiza después de dejar secar la qañawa por lo menos un día pasado este tiempo se procede a frotar la planta con las manos para obtener los primeros granos (primera trilla), posteriormente se debe dejar secar las plantas que aún tienen grano durante 3 a 7 días

favoreciendo al aireado y secado de las plantas, una vez listas las plantas se procede a la segunda trilla la cual debe realizarse sobre un mantel o lona utilizando una jawq'aña que es una herramienta de madera curvada la cual se emplea para separar los granos de la planta. Con un tamizador se separa el grano de restos de tallos y hojas de la planta, por último el venteado se debe hacer en la tarde cuando hay más probabilidad de viento esto para separar el grano de qañawa de la mayor parte de impurezas.

2.11 Rendimiento y peso hectolítrico

INE-ENA (2008), revela que el rendimiento promedio a nivel nacional de qañawa es de 627 kg/ha, alcanzando una producción nacional de 616 toneladas de qañawa.

El peso hectolítrico es un parámetro de calidad de grano, se define como el peso en kilogramos de un volumen de grano de 100 litros. Es un valor muy útil porque resume en un solo valor qué tan sano es el grano, es importante porque cuanto más sano sea, menor será la cantidad de impurezas, granos dañados o quebrados, chuzos, picados, fusariosos o con presencia de cualquier enfermedad (Informe de calidad del trigo, 2006)

2.12 Germinación

Apaza (2010), afirma que la germinación es la fase fenológica en la cual la semilla comienza a absorber agua y aumenta de volumen, así mismo el embrión se desprende de la semilla y comienza a crecer, por su parte la germinación de la qañawa se inicia a las pocas horas de ser expuesta a la humedad.

2.13 Lavado y tostado

Quispe (2006), menciona que previo al tostado de la qañawa se debe separar las impurezas para un posterior lavado debido a que la qañawa no contiene saponina se puede poner en remojo con agua, continuando con el enjuague de 8 a 10 veces para separar los granos de tierra, arena y frotando suavemente los granos sin que pierda la cáscara (perigonio) pues esto afectaría el tostado de manera negativa como la pérdida de sabor, fibras y nutrientes, por último se exprime los granos por

15 minutos y para mejores resultados como un sabor más dulce y olor agradable se debe congelar en la noche a 5°C para después secar los granos en manteles durante todo el día. Para el tostado el grano no tiene que estar totalmente seco sino con un 20% de humedad, para obtener un tostado uniforme y de mejor calidad este se realiza en un fogón de barro con la utilización de leña.

Bonifacio y Vargas (2006) indican que la producción de qañawa es principalmente para el consumo humano, generalmente se lo consume en forma de pito que es grano tostado y molido, este puede ser consumido de manera directa o en una variedad de derivados, para obtener pito de calidad se debe tomar en cuenta dos factores importantes como ser la calidad del grano para el tostado el cual cambia de acuerdo a la diversidad del genética de la qañawa, y el otro factor es el proceso mismo de tostado.

2.14 Laminado para la obtención de hojuelas

Tapia y Frías (2007), indican que el laminado es una técnica que permite mantener las propiedades nutritivas de los granos, esta técnica consiste en el lavado y pre secado de los granos que posteriormente se introducen entre los rollos de la laminadora lo que produce el aplastamiento de los granos en forma de hojuelas y por último se procede al secado. Además afirman que la lisina es uno de los aminoácidos más valiosos de la qañawa lamentablemente la lisina no soporta altas temperaturas ni los procesos que utilizan calor seco como el tostado, reventado o expandido, disminuyendo la disponibilidad de este aminoácido notablemente, es por esta razón se debería preferir el consumo de la qañawa en forma hervida, en hojuelas o en extruido.

2.15 Procesamiento agroindustrial y presentación de los productos

Según Rojas *et al.* (2010), los granos andinos como la qañawa tienen un gran potencial agro-alimentario-industrial motivo por el cual son considerados y utilizados en programas de lucha contra la desnutrición, incluso en los países centros de origen de estas especies donde los niveles de desnutrición son muy altos, no obstante la población aún no aprovecha la disponibilidad de estos productos debido a la falta de conocimiento e información.

Soto y Carrasco (2008), mencionan que la emergente agroindustria de granos andinos a nivel nacional se caracteriza por ser emprendimientos comerciales a nivel familiar, los granos procesados generalmente se transforman en harina, hojuelas, pipocas. Así mismo se puede encontrar en el mercado nacional productos que combinan dos o más granos andinos como quinua, qañawa y amaranto, en productos como galletas, refrescos, sopas instantáneas, api, manjares, mermeladas, granolas, chisitos, fideos, etc, como se puede observar en el anexo 5. Por su parte si bien estos productos se encuentran disponibles en mercados zonales, tiendas de barrio tanto como en tiendas de productos ecológicos y supermercados de las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, al mismo tiempo la diferencia de precio, entre los mercados zonales, tiendas de barrio y las tiendas de productos ecológicos, supermercados es muy notable, estos últimos tienen una gran mejoría en la presentación de sus productos, por lo que ahora se puede encontrar productos de calidad garantizada, con buenas condiciones de higiene, con registro sanitario, información nutricional, fecha de vencimiento y otros requisitos necesarios para el etiquetado de los productos para su posterior venta y consumo.

Rojas *et al.* (2010), Mencionan que hay una infinidad de productos hechos con harina, pito y grano de qañawa los cuales constituyen nuevas alternativas para el consumo de granos andinos, los productos de qañawa que pueden obtenerse son: panqueques, tawas, mazamoras, jugos, api, pan, galletas, albóndigas, etc., estos pueden ser preparados y consumidos por los niños y jóvenes para alcanzar un mejor nivel de desarrollo físico y mental.

3. LOCALIZACION



FIGURA 1: Ubicación geográfica del municipio de Viacha y el centro de K'iphak'iphani donde se realizó el presente estudio.

3.1 Ubicación geográfica

La comunidad está ubicada a 41 kilómetros de la ciudad de La Paz, en el municipio de Viacha de la provincia Ingavi; a una altitud aproximada de 3880 m.s.n.m.; geográficamente situada en los paralelos 16° 40'30" de latitud sur y 68°17'58" de latitud oeste.

3.2 Características ecológicas

La comunidad de K'iphak'iphani posee un clima frío por encontrarse en el Altiplano, en cuanto a la temperatura esta zona presenta temperaturas mínimas de -7,5°C durante el invierno y máximas promedio de 19,2°C en el verano, con una precipitación promedio anual de 543,9 mm, Senamhi (2015).

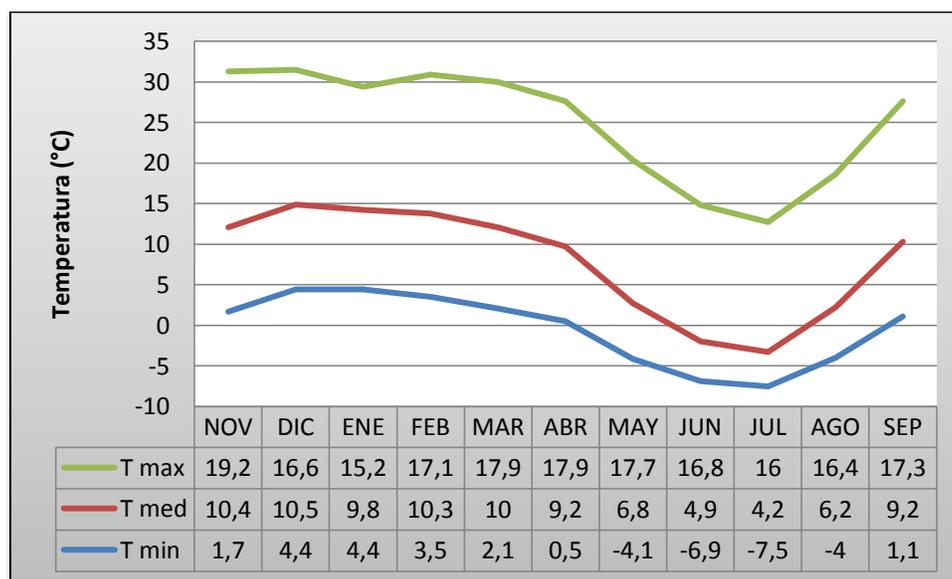
El suelo presenta una profundidad de capa arable de 20 a 30 cm en el mismo presenta una textura franco arcillosa, Rodríguez (2007).

3.3 Datos climáticos durante el ensayo

3.3.1 Temperatura

La temperatura registrada en Viacha durante el desarrollo del cultivo en los meses de diciembre a mayo se registró temperaturas máximas de hasta 19,2 °C y temperaturas mínimas de hasta -4,1 °C

A si mismo durante la evaluación de las variables de cosecha y pos cosecha durante los meses de junio a septiembre de 2014, se registraron temperaturas máximas de 17,3 °C y temperaturas mínimas de -7,5 °C, todo esto se puede apreciar en la figura 2

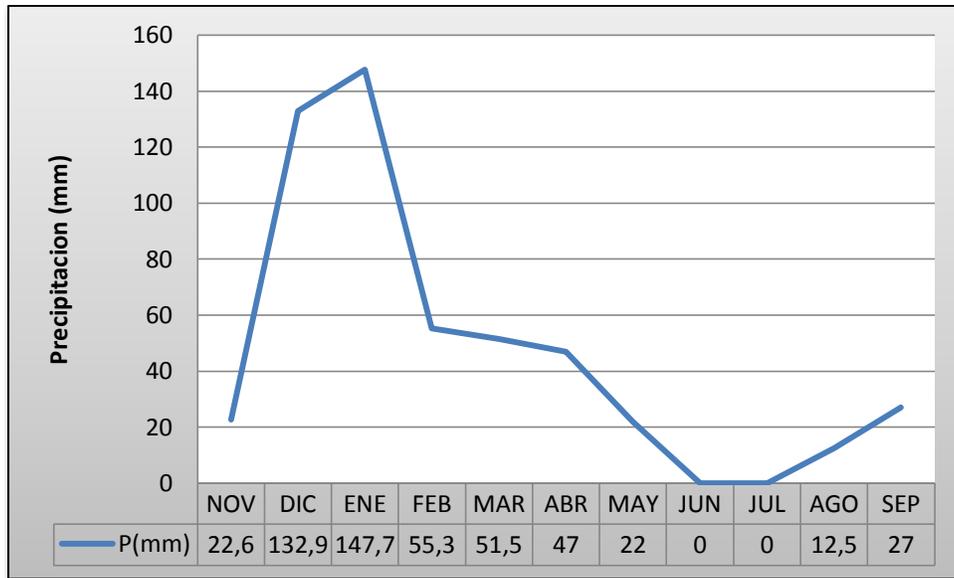


Fuente: Senamhi (2015)

FIGURA 2: Temperatura máxima, mínima y media registradas durante el desarrollo del cultivo y durante la evaluación de las variables de cosecha y pos cosecha.

3.3.2 Precipitación

La estación lluviosa inicia en diciembre hasta marzo registrándose la mayor precipitación pluvial en el mes de enero con 147,7 mm., el mes en el que se registro la menor cantidad de precipitación pluvial fue en el mes de mayo con 22 mm., durante todo el ciclo del cultivo se registró un total de 456,4 mm., de precipitación acumulada en los meses de diciembre a mayo. Por otra parte la estación seca se inicia en el mes de abril hasta el mes de septiembre, la evaluación de las variables de cosecha y pos cosecha se realizó durante los meses de junio a septiembre en el que se registró una precipitación pluvial total de 39,5 mm., como se observa en la figura 3



Fuente: Senamhi (2015)

FIGURA 3: Precipitación pluvial mensual registrada durante del año agrícola 2013-2014

4 MATERIALES Y METODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material vegetal

El material vegetal estuvo integrado por 11 líneas de qañawa seleccionadas en el centro de investigación K'iphak'iphani, Viacha.

4.1.2 Material de campo

Hoz

Lonas

Tamices

Bateas

Platos

4.1.3 Material de laboratorio

Probeta graduada de 10 cc y 1000 cc

Balanza de 0,1 g de precisión

Agua destilada

Termómetro de 100°C

Cajas Petri

Papel absorbente

Medidor de humedad Farmex MT-PRO

4.1.4 Utensilios de cocina

Cocina a gas licuado

Termómetro de cocina de 250°C

Bandejas

Tiesto (olla de barro)

Varillas de madera

4.1.5 Instrumentos y equipo

Laminadora vertical a rodillos para granos menores accionada por un motor eléctrico.

4.2 Métodos

4.2.1 Procedimiento experimental

4.2.1.1 Diseño experimental

En campo el ensayo fue establecido en un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, por tanto las variables (rendimiento, peso hectolítrico, tostado, laminado) en etapa de cosecha y pos cosecha fueron evaluadas bajo este diseño, se tomó la parcela útil para obtener los datos previstos.

Modelo matemático

El análisis estadístico se efectuó tomando en cuenta el modelo lineal aditivo sugerido por Calzada (1982), de bloques completos al azar (DBA):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = es la lectura del tratamiento i -ésimo en el j -ésimo bloque

μ = es el promedio poblacional de la variable respuesta

τ_i = es el efecto del tratamiento " i "

b_j = es el efecto del bloque " j "

ϵ_{ij} = es el error asociado con la lectura del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque

La variable de germinación se evaluó bajo el modelo de diseño completo al azar (DCA) con arreglo factorial con cuatro repeticiones, en el cual las líneas corresponden al factor A y el grano de qañawa con o sin perigonio corresponde al factor B, el modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = es la puntuación del i sujeto bajo la combinación del j valor del factor A y el k valor del factor B.

μ = es el promedio común a todos los datos del experimento.

α_j = es el efecto del j nivel de la variable de tratamiento A.

β_k = es el efecto del k valor de la variable de tratamiento B.

$(\alpha\beta)_{jk}$ = es el efecto de la interacción entre el j valor de A y el k valor de B.

ϵ_{ijk} = es el error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

Factores de estudio

Factor A. Líneas de qañawa

Factor B. Grano de qañawa con perigonio

Grano de qañawa sin perigonio

4.2.1.2 Dimensiones del campo experimental

Unidad experimental de 4 surcos por 3 m

Parcela útil 2 m * 2 surcos (dejar 0.5 al pie y a la cabeza del surco)

Distanciamiento entre surcos de 0.5 m

Longitud del pasillo entre bloques 0.3 m

Dimensiones de la parcela 33 m * 8.90 m

Numero de bloques 4 (Figura de la parcela anexo 1)

4.2.1.3 Metodología del cultivo

La siembra se realizó en una parcela con las dimensiones ya mencionadas anteriormente, debidamente roturada, abonada y nivelada el 13 de noviembre de 2013 con una densidad de siembra de 5.5 kg/ha a chorro continuo, en las labores culturales solo se realizó el deshierbe la primera dos semanas después de la emergencia de las plántulas y la segunda cuatro semanas del primer deshierbe.

La cosecha se inició cuando el cultivo de qañawa presentó signos de madurez fisiológica dependiendo de las características genéticas de cada línea de qañawa, estos fueron de los 132 a los 142 días de la siembra como se muestra en el anexo 3, la misma se realizó con el método de corte con hoz para obtener grano más limpio libre de tierra y piedrecillas. Para este fin recogió las plantas cosechadas sobre lonas y permitiendo obtener los primeros granos de qañawa (primera trilla), debido a que aún quedaban granos en las plantas se procedió al secado por un tiempo más prolongado. Cuando las plantas se encontraron completamente secas se procedió a frotar las ramas con las manos para obtener los granos de qañawa (segunda trilla).

La trilla se inició separando los granos de las inflorescencias de qañawa de manera manual frotando y sacudiendo las plantas con las manos. Además se separó la broza de los granos de qañawa con tamices repitiendo este procedimiento hasta tres veces.

Por último se procedió al venteo con la ayuda de dos bañadores, eliminando así cualquier impureza. Este procedimiento se realizó durante horas de la tarde por la presencia de viento el cual favoreció al proceso del venteado, de este modo termina el proceso de limpieza del grano de qañawa.

4.3 Variables de respuesta

4.3.1 Rendimiento de grano

Para obtener el rendimiento se realizó el pesaje del grano de qañawa, en una balanza analítica, no sin antes tarar la balanza eliminando así el peso de la bolsa en la que se encontraba la qañawa, esto con el fin de evitar error en el pesaje se

siguió el mismo procedimiento para la primera trilla y la segunda trilla en las 11 líneas de qañawa. El rendimiento se obtuvo pesando el grano de qañawa tanto de la primera trilla como de la segunda trilla, la suma de ambos da como resultado el rendimiento de la parcela útil de cada unidad experimental, Rodríguez (2007).

4.3.2 Peso hectolítrico del grano

El peso hectolítrico se determinó mediante el volumen de grano medido en una probeta y el peso de dicha muestra. Estos datos fueron llevados a kilogramos por 100 litros de volumen.

Con una probeta se midió un volumen de 10 ml del grano de qañawa para después pesar la misma muestra con una balanza analítica obteniéndose el peso en gramos y se realizó las relaciones de volumen y peso de grano. Estos datos fueron llevados a kilogramos sobre 100 litros de volumen, obteniendo de esta manera el peso hectolítrico de la muestra, se siguió este mismo procedimiento para el grano con perigonio y grano sin perigonio en las 11 líneas de qañawa, Mamani (1994).

4.3.3 Germinación

La germinación fue evaluada en laboratorio mediante procedimiento estándar empleando 11 líneas de qañawa con grano entero y grano sin perigonio, por lo que se crea la necesidad de emplear el diseño estadístico completamente al azar (DCA) con arreglo factorial. Se utilizaron 50 semillas por unidad experimental dando un total de 88 unidades experimentales (44 U.E. de grano entero y 44 U.E. de grano sin perigonio) se tomaron los datos de germinación a las 48 y 72 horas después de iniciar la germinación.

Para iniciar con la prueba de germinación se prepararon cajas Petri con papel secante dentro, se realizó el conteo de 50 semillas de qañawa con y sin perigonio para las 88 U.E. se identificaron cada una de las U.E. la prueba de germinación dio inicio a medio día y se tomaron los datos de germinación a las 48 y 72 horas registrando datos de temperatura y número de semillas germinadas, ISTA (1985).

4.3.4 Volumen de expansión de grano tostado

La prueba de tostado del grano de las líneas se efectuó mediante el método tradicional del tiesto. Esto implica todo un procedimiento que incluye: lavado, semisecado, tostado y venteado. El lavado se realizó para eliminar cualquier impureza que haya quedado como ser pequeñas piedrecillas o arena, hojas, ramas y pedicelos fraccionados. Para el semisecado se puso los granos de qañawa sobre papel secante hasta llegar a un 20% de humedad para proceder inmediatamente al tostado cuidando siempre tapar bien el tiesto con un paño durante el proceso de expansión del grano para evitar pérdidas, por último el proceso de venteado se realizó eliminando el perigonio que se desprendió del grano de qañawa durante la expansión de grano.

El factor a bloquear fueron las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa) debido a que el proceso de tostado se efectuó en cuatro días diferentes, un bloque por día. En este proceso se determinó la temperatura necesaria para una buena expansión del grano la cual fue de 105 °C dentro de la olla en la que se realizó el tostado, se registró el volumen inicial del grano (1ml) y volumen final del grano tostado la diferencia de ambos nos da el volumen de expansión del grano de qañawa. Cuanto mayor es el volumen de expansión mejor es la calidad del tostado, siendo este criterio fundamental para determinar la mejor línea, Alcon y Bonifacio (2013).

4.3.5 Laminado

La prueba de laminado del grano de las líneas de qañawa se realizó empleando una laminadora de grano utilizando para ello grano beneficiado, sin perigonio, lavado y pre secado determinando en este proceso la humedad necesaria para obtener hojuelas de excelente calidad. Por su parte el factor a bloquear fue el porcentaje de humedad de la qañawa que fue diferente para cada bloque y así determinar el porcentaje de humedad adecuado para la obtención de hojuelas de mayor calidad siendo este valor de 16% a 20% de humedad dependiendo de la línea de qañawa, se debe tomar en cuenta que cada línea responde de manera diferente a un mismo porcentaje de humedad frente a otras líneas, el porcentaje

de humedad se obtuvo introduciendo los granos de qañawa en el medidor de humedad. Para la obtener los datos previstos se tomó 100 ml de cada línea de qañawa con un porcentaje de humedad diferente en cada bloque para después ser sometidas a la laminadora con una separación entre rodillos de 0,1 mm., Pinto *et al.* (2010).

Después del secado a temperatura ambiente se tamizó las hojuelas para separar la sémola con un tamiz de 1.4 mm, posteriormente se tomaron las medidas del diámetro de 20 hojuelas por cada unidad experimental.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación se muestran a continuación las variables que se analizaron fueron: rendimiento de grano, peso hectolítrico, germinación, tostado y laminado de grano previamente beneficiado.

5.1 Rendimiento de grano

En el Cuadro 4 se muestra los resultados del análisis de varianza del rendimiento, se puede observar que no existen diferencias significativas entre bloques lo que indica que los factores ambientales no influyeron en el rendimiento, así mismo se observa que no existen diferencias significativas entre líneas de qañawa.

Por su parte el valor del coeficiente de variación es de 21,43% este valor se encuentra en un rango aceptable, en la escala de valores propuesto por Calzada (1982), quien indica que en investigaciones de campo el coeficiente de variación debe ser menor al 30% por lo tanto los valores son confiables.

CUADRO 4: Análisis de varianza para el rendimiento de grano de qañawa

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloque	3	1097589,886	365863,295	1,06	0,3788	NS
Línea	10	6234800,045	623480,005	1,81	0,101	NS
Error	30	10309296,86	343643,23			
Total	43	17641686,8				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV=21,43 %

Observando el Cuadro 4 se puede advertir que no existen diferencias significativas entre las líneas de qañawa, esto podría deberse a que las mismas provienen de la selección por precocidad del ecotipo Lasta Rosada por tanto las líneas de qañawa tienen características similares.

Para Flores (2006), los caracteres morfológicos como el número de ramas primarias, cobertura vegetal y altura de la planta, están altamente relacionados con el rendimiento de grano, no obstante también podría considerarse la ausencia del efecto ambiental puesto que el trabajo de investigación se realizó bajo un

mismo ambiente. Según Apaza (2010), el rendimiento es un carácter de herencia cuantitativa y es fuertemente influenciado por el efecto ambiental.

El rendimiento de las 11 líneas de qañawa obtuvo valores desde 3426, 8 kg/ha hasta 2141,3 kg/ha en las líneas 6 y 3 respectivamente estos rendimientos son superiores a los que obtuvo Mamani (2000) con un rendimiento de 1060 kg/ha en E.E. Belén probablemente debido a factores ambientales, así mismo las líneas 6, 11, 7, 5, 4, 2, 10, superan a los resultados obtenidos por Rodríguez (2007), quien obtuvo un rendimiento igual a 2665,86 kg/ha en el ecotipo lasta rosada con el método de cosecha de corte con hoz, sin embargo este valor supera a los rendimientos de las líneas 1, 8, 9, 3 del presente trabajo esto probablemente debido a características genotípicas propias de cada línea, además de los factores ambientales que son variables con el paso del tiempo.

5.2 Peso hectolítrico

5.2.1 Peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa

5.2.1.1 Peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa con perigonio.

En el Cuadro 5 se puede observar que no hay diferencia significativa entre bloques, no obstante se puede observar diferencias significativas entre líneas.

El coeficiente de variación tiene un valor de 2,5% el cual se encuentra en un rango aceptable, lo cual nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y por lo tanto los datos son confiables.

CUADRO 5: Análisis de varianza del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa con perigonio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloque	3	6,000	2,000	0,92	0,442	NS
Línea	10	165,727	16,573	7,65	0,000	*
Error	30	65,000	2,167			
Total	43					

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 2,5%

La prueba Duncan al 5% de probabilidad nos muestra cuatro grupos diferentes como se puede observar en el Cuadro 6. En el grupo A se encuentra únicamente la línea 11 con un valor de 65 kg/100 l, probablemente debido a que los granos de qañawa tuvieron un menor diámetro (grano pequeño). El grupo B se encuentran las líneas 8, 9, 3, 1, 2, 7, con valores que van desde 61,25 kg/100 l, de la línea 8 hasta 59,25 kg/100 l, de la línea 7. El grupo C está compuesto por las líneas 9, 3, 1, 2, 7, 5, 6, 10, con medias que oscilan entre 60,25 kg/100 l, de la línea 9, hasta 58,25 kg/100 l, de la línea 10. Por último está el grupo D en el que se encuentran las líneas 3, 1, 2, 7, 5, 6, 10, 4, con valores que van desde 60 kg/100 l, de la línea 3, hasta una media de 57,74 kg/100 l, de la línea 4, no obstante los grupos B y C debido a sus medias similares se formó el grupo BC compuesto por la línea 9, asimismo los grupos B, C y D, se traslapan en el grupo BCD debido a sus medias similares compuesta por las líneas 3, 1, 2, 7, del mismo modo los grupos C y D también con medias similares formaron el grupo CD compuesto por las líneas 5, 6, 10, por último la media más baja es la línea 4 con un valor de 57,74 kg/100 l, debido a que sus granos tuvieron un mayor diámetro (grano grande), para Troccoli *et al.* (1999) y Espitia (2012) indican que el tamaño del grano influye sobre el peso hectolítrico es decir que los granos pequeños tienden a tener mayor peso hectolítrico. Posiblemente existan diferencias genotípicas entre las líneas de qañawa las mismas que determinan el tamaño del grano dependiendo de la línea. Además Espitia (2012) menciona que el peso hectolítrico está altamente relacionado con la densidad real del grano cuya unidad de medida es kg/100l, la densidad del grano está determinada por la estructura biológica, la composición química y la humedad. Estas características que pueden variar de acuerdo al genotipo de la línea o accesión como se puede observar en el Cuadro 2.

CUADRO 6: Comparación de medias del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa con perigonio según la prueba Duncan.

Líneas	Media (kg/100 l)	Duncan (5%)
11	65,00	a
8	61,25	b
9	60,25	b c
3	60,00	b c d
1	59,50	b c d
2	59,25	b c d
7	59,25	b c d
5	58,25	c d
6	58,25	c d
10	58,25	c d
4	57,74	d

5.2.1.2 Peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa sin perigonio

Los resultados que se muestran en el Cuadro 7 se observa que no existe diferencia significativa entre bloques esto indica que los factores ambientales no influyeron en el peso hectolítrico, por el contrario se observa que existen diferencias significativas entre líneas, esto indica que el peso hectolítrico de la qañawa sin perigonio es diferente al menos en una de las líneas de qañawa.

El coeficiente de variación tiene un valor de 3,5% el mismo se encuentra en un rango aceptable, por tanto hubo un buen manejo de las unidades experimentales y dando confiabilidad a los datos analizados.

CUADRO 7: Análisis de varianza del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa sin perigonio

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloques	3	37,245	12,415	1,66	0,197	NS
Líneas	10	404,453	40,445	5,40	0,000	*
Error	30	224,490	7,483			
Total	43	666,187				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 3,5 %

En el Cuadro 8 se puede observar los resultados según la prueba Duncan al 5% de probabilidad donde se pueden distinguir tres grupos diferentes, en el grupo A se encuentra la línea 11 con una media de 86,43 kg/100 l, esto se debe a características propias de la línea como el diámetro de grano (grano pequeño), en el grupo B se encuentran las líneas 8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, con valores que van de 80,36 kg/100 l, de la línea 8 a 76,07 kg/100 l, de la línea 6, el grupo C está compuesto por las líneas 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5, 10, con valores de 79,64 kg/100 l, de la línea 9 y 75,36 kg/100 l, de la línea 10, asimismo el grupo C comparte medias similares con el grupo B, formando el grupo BC compuesto por las líneas 9, 3, 1, 2, 7, 4 y 6, pero la línea que obtuvo la media más baja fue la línea 10 con una media de 75,36 kg/100 l, posiblemente debido al diámetro de grano (grano grande) controlado por factores genotípicos, para Espitia (2012) el peso hectolítrico se ve afectado por la estructura biológica, composición química y contenido de humedad, los cuales pueden ser diferentes para cada línea, variedad o accesión.

CUADRO 8: Comparación de medias del peso hectolítrico de la primera trilla de qañawa sin perigonio según la prueba Duncan.

Líneas	Media (kg/100 l)	Duncan (5%)
11	86,43	a
8	80,36	b
9	79,64	b c
3	79,29	b c
1	78,57	b c
2	77,86	b c
7	77,50	b c
4	76,07	b c
6	76,07	b c
5	75,36	c
10	75,36	c

En la Figura 4 se observa que el peso hectolítrico de la primera trilla con perigonio y el peso hectolítrico sin perigonio es diferente en las 11 líneas de qañawa, en el peso hectolítrico de la primera trilla con perigonio las mejores líneas fueron la línea

11 con 65 kg/100 l y la línea 8 con 61,25 kg/100 l así mismo ambas líneas continúan siendo las mejores en el peso hectolítrico de la primera trilla sin perigonio esta vez la línea 11 con 86,43 kg/100l y la línea 8 con 80,36 kg/100 l, así mismo se observa que el peso hectolítrico tiene un valor más alto cuando se elimina el perigonio del grano de qañawa por lo que el peso hectolítrico tiende a tener un valor elevado cuando se eliminan impurezas (Informe de calidad del trigo, 2006).

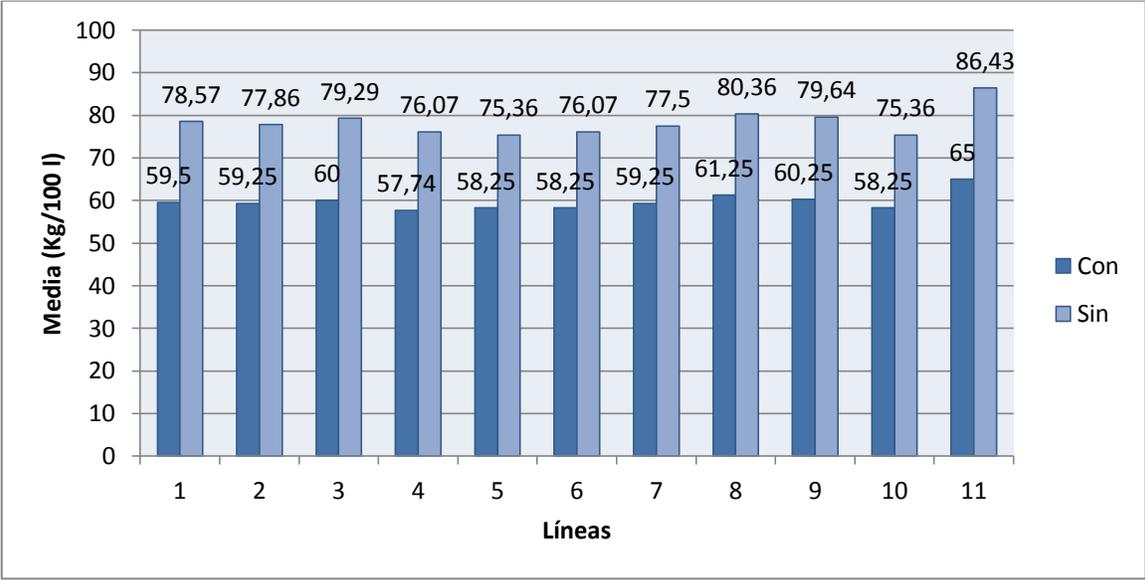


FIGURA 4: Peso hectolítrico de la 1era trilla de qañawa con perigonio y qañawa sin perigonio

5.2.1.3 Peso de perigonio en 100 litros grano de qañawa de la primera trilla

En el Cuadro 9 se expone el análisis de varianza del peso del perigonio en 100 litros de grano de la primera trilla de qañawa los resultados muestran que existen diferencias significativas entre bloques, por lo cual nuestros resultados ganan aún mayor precisión y nos muestra que los bloques tuvieron un buen manejo debido a que los factores ambientales fueron bloqueados, además se observa que no existen diferencias significativas entre líneas, esto debido a que el peso del perigonio es similar para todas las líneas.

Por otra parte el coeficiente de variación es de 9,5% este valor se encuentra dentro de un rango aceptable por lo tanto hubo un buen manejo de las unidades experimentales y los datos son confiables.

CUADRO 9: Análisis de varianza del peso del perigonio en 100 litros de grano de la primera trilla de qañawa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
BLOQUES	3	42,466	14,155	4,53	0,010	*
LÍNEAS	10	59,076	5,908	1,89	0,087	NS
ERROR	30	93,840	3,128			
TOTAL	43					

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 9,5%.

5.2.2 Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa

5.2.2.1 Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio.

En el análisis de varianza del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio que se muestra en el Cuadro 10, observándose que no existen diferencias significativas entre bloques, pero las diferencias entre líneas presentan diferencias significativas.

El coeficiente de variación tiene un valor de 3,6% esto nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales por lo tanto los datos son confiables.

CUADRO 10: Análisis de varianza del Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
BLOQUES	3	7,886	2,629	0,47	0,707	NS
LÍNEAS	10	167,636	16,764	2,99	0,010	*
ERROR	30	168,364	5,612			
TOTAL	43					

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 3,6%

La prueba Duncan al 5% de probabilidad se muestra en el Cuadro 11 en el cual se observa dos grupos estadísticamente diferentes. En el grupo A se encuentran las líneas 6, 11, 5, 9, la línea 6 tiene la media más alta con un valor de 70,25 kg/100 l, esto debido a que los granos de qañawa tuvieron un menor diámetro (grano pequeño) y Según Troccoli *et al.* (1999) y Espitia (2012) indican que el tamaño del grano influye sobre el peso hectolítrico es decir que los granos pequeños tienden a tener mayor peso hectolítrico, el grupo B está compuesto por las líneas 5, 9, 8, 2, 7, 10, 3, 4, 1, teniendo la línea 1 el valor más bajo con una media de 64,5 kg/100 l, probablemente se debe a que sus granos tuvieron un mayor diámetro (grano grande), además los grupos A y B comparten medias similares es por esta razón que se forma el grupo AB en el que encuentran las líneas 5 y 9, por su parte Espitia (2012) alude que el peso hectolítrico se ve afectado por la estructura biológica, la composición química y la humedad. Estas características que pueden variar de acuerdo al genotipo de la línea o accesión como se puede observar en el Cuadro 2, Quizá existan diferencias genotípicas entre las líneas de qañawa las mismas que determinan el tamaño del grano, la estructura biológica, la composición química y el contenido de humedad dependiendo de la línea.

CUADRO 11: Comparación de medias del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa con perigonio según la prueba Duncan.

Líneas	Media (kg/100 l)	Duncan (5%)
6	70,25	a
11	69,75	a
5	66,75	a b
9	66,75	a b
8	65,25	b
2	65,00	b
7	65,00	b
10	65,00	b
3	64,75	b
4	64,75	b
1	64,50	b

5.2.2.2 Peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa sin perigonio

En el Cuadro 12 se muestran los resultados del análisis de varianza del peso hectolítrico de la qañawa sin perigonio se puede observar que no existen diferencias significativas entre bloques, en el mismo cuadro se puede observar que si existen diferencias significativas entre líneas, esto indica que el peso hectolítrico de la qañawa sin perigonio es diferente en al menos una de las 11 líneas de qañawa.

El coeficiente de variación tiene un valor de 3,3% el mismo se encuentra dentro de rango aceptable, esto nos indica que los datos son confiables.

CUADRO 12: Análisis de varianza del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa sin perigonio.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
BLOQUES	3	5,125	1,708	0,26	0,854	NS
LÍNEAS	10	193,072	19,307	2,93	0,011	*
ERROR	30	197,733	6,591			
TOTAL	43	395,930				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 3,3 %

De acuerdo a la prueba Duncan al 5% de probabilidad existen tres grupos estadísticamente diferentes como se muestra en el Cuadro 13, el grupo A está compuesto por las líneas 4, 11, 5, 6, 2, la línea con la media más alta es la línea 4 con valor de 81,14 kg/100 l, en el grupo B se encuentran las líneas 11, 5, 6, 2, 9, 10, 1, 8, 3, con valores que van desde 80,46 kg/100 l, de la línea 11 hasta un valor de 75,11 kg/100 l, de la línea 3, por otra el grupo C está compuesto por las líneas 5, 6, 2, 9, 10, 1, 8, 3, 7, con promedios que van desde 79,86 kg/100 l, de la línea 5 hasta un valor de 74,77 kg/100 l, de la línea 7 siendo este el promedio más bajo de todos, no obstante debido a que los grupos A, B y C, comparten medias similares forman los grupos AB en el que se encuentra únicamente la línea 11, el grupo ABC compuesta por las líneas 5, 6, 2, así mismo en el grupo BC se encuentran las líneas 9, 10, 1, 8, 3.

CUADRO 13: Comparación de medias del peso hectolítrico de la segunda trilla de qañawa sin perigonio según la prueba Duncan.

Líneas	Media (kg/100 l)	Duncan (5%)
4	81,14	a
11	80,46	a b
5	79,86	a b c
6	77,39	a b c
2	77,10	a b c
9	76,30	b c
10	76,54	b c
1	76,44	b c
8	75,23	b c
3	75,11	b c
7	74,77	c

La Figura 5 nos muestra que el peso hectolítrico de la segunda trilla con y sin perigonio es diferente en las 11 líneas de qañawa, en el peso hectolítrico con perigonio las mejores líneas fueron la línea 6 con 70,25 kg/100 l y la línea 11 con 69,75 kg/100 l, no obstante en el peso hectolítrico sin perigonio los valores cambiaron siendo las mejores líneas: la línea 4 con 81,14 kg/100 l y la línea 11 con 80,46 kg/100 l se observa que la línea 11 continua con un alto valor de peso hectolítrico esto debido a que el perigonio no influyo demasiado en el peso hectolítrico. Así mismo se observa que el peso hectolítrico tiene un valor más alto cuando se elimina el perigonio del grano de qañawa esto debido a que el peso hectolítrico tiende a tener un valor elevado cuando se eliminan impurezas (Informe de calidad del trigo, 2006).

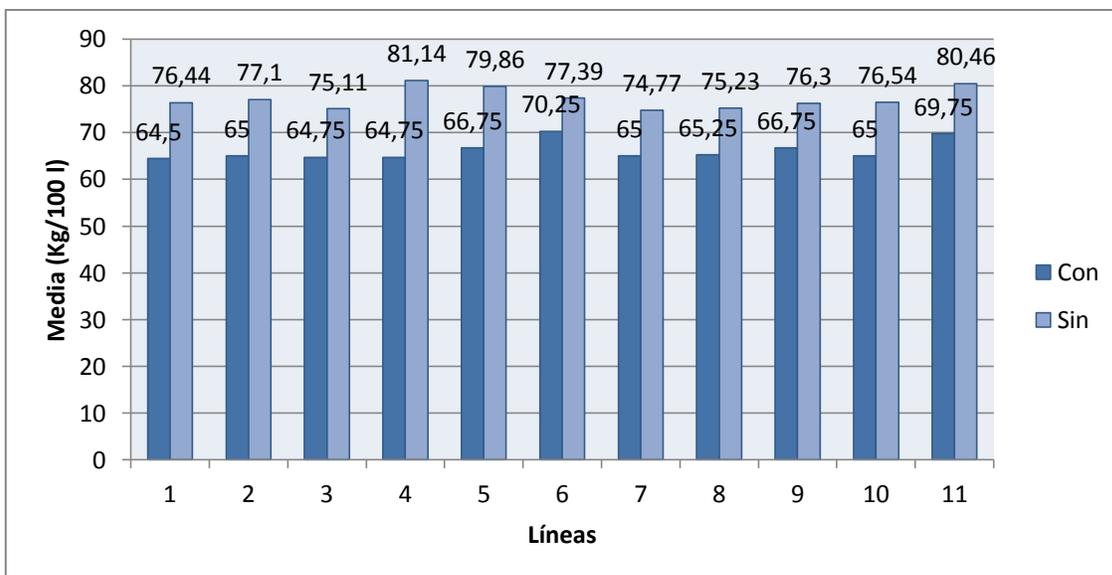


FIGURA 5: Peso hectolítrico de la 2da trilla de qañawa con perigonio y qañawa sin perigonio

5.2.2.3 Peso del perigonio en 100 litros de grano de la segunda trilla de qañawa

En el Cuadro 14 se muestran los resultados del análisis de varianza del peso del perigonio en 100 litros de grano de qañawa, en el se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, así mismo se puede observar que existen diferencias significativas entre líneas, esto indica que al menos una de las líneas es diferente al resto de las líneas de qañawa.

CUADRO 14: Análisis de varianza del peso del perigonio en 100 litros de grano de la segunda trilla de qañawa

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloques	3	18,692	6,231	0,68	0,573	NS
Líneas	10	216,976	21,698	2,36	0,034	*
Error	30	276,156	9,205			
Total	43					

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 27,1 %

El coeficiente de variación es de 27,1% es un valor alto pero se encuentra en un rango aceptable ya que se permite un coeficiente de variación de hasta 30% en campo mencionado por Calzada (1982), por lo tanto los datos son confiables.

En la prueba Duncan realizado al 5% de probabilidad se puede diferenciar tres grupos estadísticamente diferentes como se puede observar en el Cuadro 15. En el grupo A se encuentran las líneas 4, 5, 2, 1, 10, teniendo la línea 4 la media más alta con un valor de 16,39 kg/100 l, debido a que el peso del perigonio fue mayor en esta línea, el grupo B está compuesto por las líneas 5, 2, 1, 10, 11, 3, 9, 8, 7, con valores que se encuentran entre 13,11 kg/100 l, de la línea 5 hasta un valor de 9,77 kg/100 l, de la línea 7, en el grupo C se encuentran las líneas 2, 1, 10, 11, 3, 9, 8, 7, 6, teniendo la línea 6 la media más baja con un valor de 7,14 kg/100 l, debido a que el peso del perigonio fue menor en esta línea, no obstante los grupos A, B y C comparten medias similares por lo que estos grupos se traslapan formando los grupos AB en el que encuentra únicamente la línea 5, el grupo ABC está compuesto por las líneas 2, 1, 10, por último el grupo BC se contiene a las líneas 11, 3, 9, 8, 7.

CUADRO 15: Comparación de medias del peso de perigonio en 100 l de grano de la segunda trilla de qañawa según la prueba Duncan.

Líneas	Media (kg/100 l)	Duncan (5%)
4	16,39	a
5	13,11	a b
2	12,10	a b c
1	11,94	a b c
10	11,54	a b c
11	10,71	b c
3	10,36	b c
9	10,08	b c
8	9,98	b c
7	9,77	b c
6	7,14	c

La Figura 6 muestra que el peso hectolítrico de qañawa con perigonio de la 2da trilla es mayor que el peso hectolítrico de la 1era trilla, esto debe a que los granos de la 2da trilla son de menor diámetro (grano pequeño) y como se mencionó anteriormente.

Trocchi *et al.* (1999) y Espitia (2012) indican que el tamaño del grano influye sobre el peso hectolítrico es decir que los granos pequeños tienden a tener mayor peso hectolítrico.

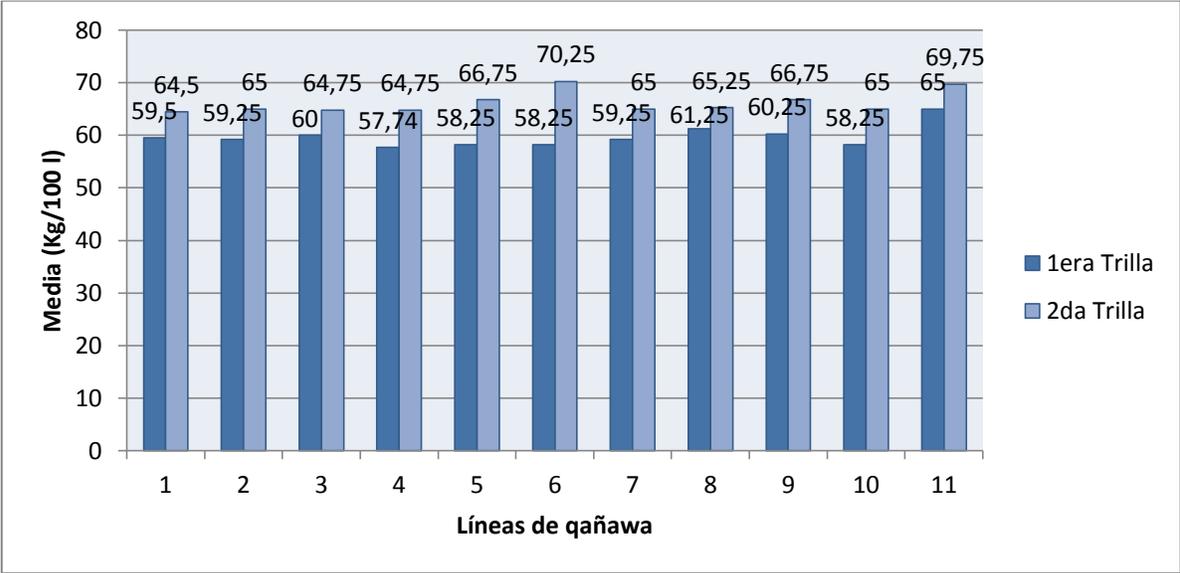


FIGURA 6: Comparación de 1era y 2da trilla de qañawa con perigonio

En la Figura 7 se observa que en 7 líneas de qañawa el peso hectolítrico de la 1ra trilla fue superior al peso hectolítrico de la 2da trilla, estos resultados pueden explicarse tomando en cuenta que la qañawa de la primera trilla tiene mayor peso de grano por haber completado satisfactoriamente el llenado de grano. No obstante en 4 líneas de qañawa el peso hectolítrico de la 2da trilla fue superior al peso hectolítrico de la 1ra trilla esto puede deberse a que los granos de qañawa tienen menor diámetro (grano pequeño) lo que se traduce en mayor peso hectolítrico logrando así superar al peso hectolítrico de la 1ra trilla.

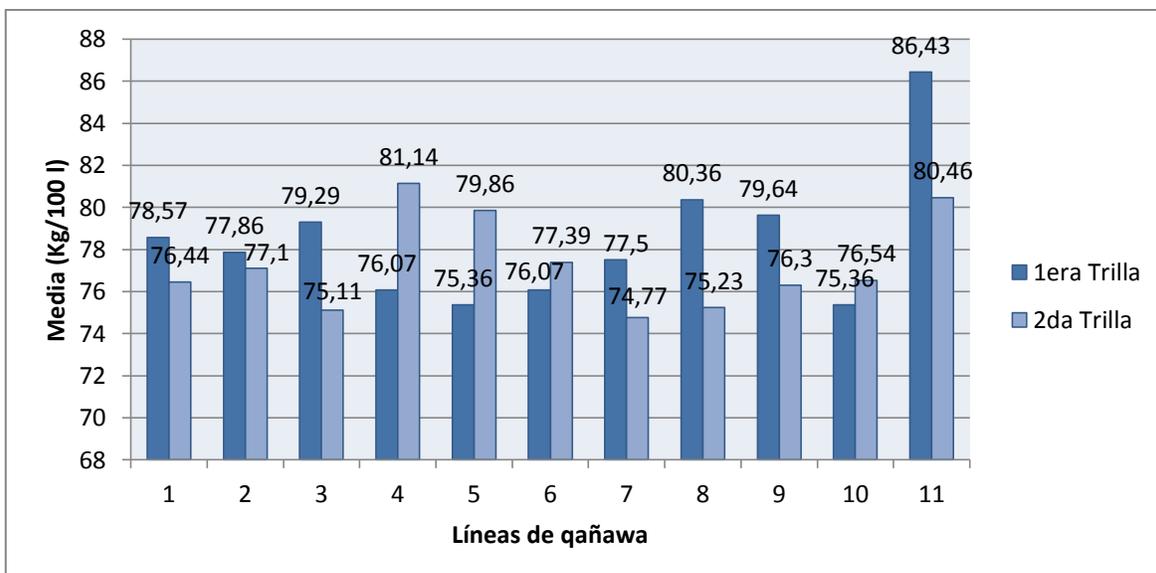


FIGURA 7: Comparación de 1era y 2da trilla de qañawa sin perigonio

En la Figura 8 se observa el peso del perigonio en 100 litros de qañawa, para todas las líneas de qañawa el peso de perigonio en 100 litros de la 1ra trilla es superior al peso del perigonio en 100 litros de la 2da trilla esto se debe a que el perigonio de la 1ra trilla tiene mayor acumulación de fibra y otras sustancias porque la planta completó la madurez fisiológica, mientras que en la segunda trilla los perigonios aún eran verdes al momento de la cosecha.

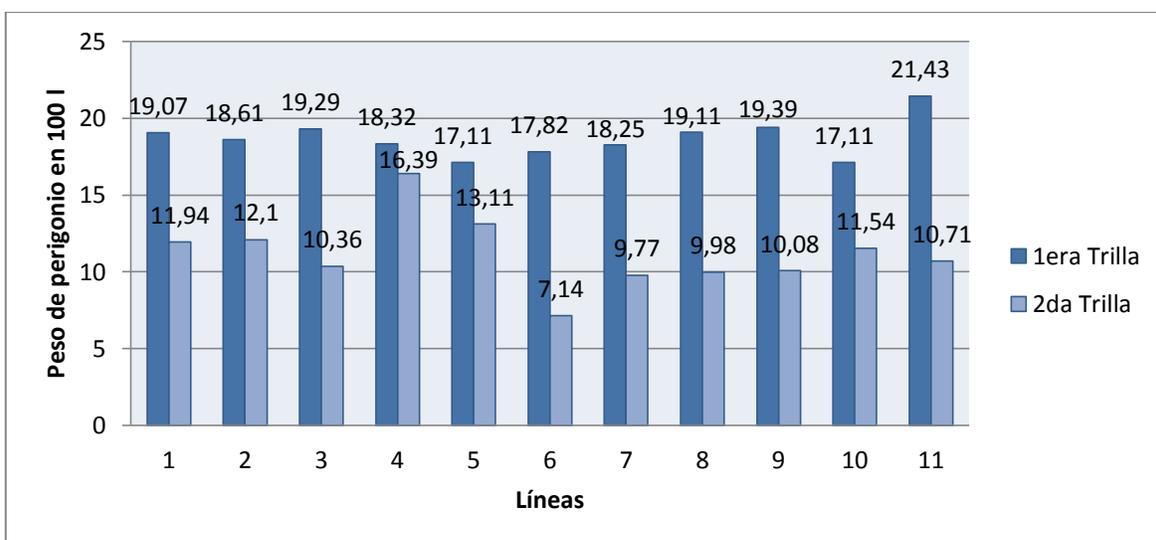


FIGURA 8: Peso de perigonio en 100 litros comparación de la 1era y 2da trilla

5.3 Germinación

5.3.1 Germinación de la primera trilla de qañawa

5.3.1.1 Germinación de la primera trilla de qañawa a las 48 horas

El resultado del análisis de varianza para la germinación de qañawa de la primera trilla a las 48 horas se muestra en el Cuadro 16, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre líneas y perigonio (qañawa con o sin perigonio), no obstante la interacción línea por perigonio no es significativa.

El coeficiente de variación es de 7,92 % el cual se encuentra dentro de un rango aceptable para laboratorio.

CUADRO 16: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la primera trilla a las 48 horas.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Línea	10	1351,82	135,18	2,43	0,0156	*
Perigonio	1	2240,18	2240,18	40,31	<,0001	*
Línea*Perigonio	10	819,82	81,98	1,48	0,1687	NS
Error	66	3668,00	55,58			
Total	87	8079,82				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV=7,92 %

La prueba Duncan al 5% de probabilidad para la variable germinación se muestra en el Cuadro 17, en el se observa que existen dos grupos estadísticamente diferentes, en el grupo A se encuentran las líneas 9, 5, 2, 3, 1, 8, 11, 10, 6, 4, obteniendo la línea 9 la media de germinación más alta con un valor de 98,75% y el grupo B compuesto únicamente por la línea 7 con una media de germinación igual a 83,25% siendo este el valor más bajo de todas las líneas.

La diferencia en el porcentaje de germinación entre líneas puede deberse a la composición química (contenido de proteína) de las semillas que son propias de cada línea, Elena (sf.) menciona que las semillas con alto contenido de proteína absorben agua más rápidamente y en mayor cantidad es por esta razón se tiene

un tiempo de germinación más corto. También debe tomarse en cuenta la cubierta seminal de la semilla la cual podría ser diferente entre líneas de qañawa, existe la posibilidad de que unas sean más gruesas y duras que otras, lo que retrasa la germinación.

CUADRO 17: Comparación de medias de germinación entre líneas de la primera trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.

Línea	Media (%G)	Duncan (5%)
9	98,75	a
5	96,25	a
2	96,00	a
3	96,00	a
1	96,00	a
8	95,00	a
11	95,00	a
10	94,50	a
6	93,00	a
4	90,75	a
7	83,25	b

En el Cuadro 18 se muestra los resultados de la prueba Duncan al 5% de probabilidad en él se observa que existen dos grupos estadísticamente diferentes el grupo A compuesto por la qañawa sin perigonio debido a que tiene la media más alta con un porcentaje de germinación del 99,09%. Se puede observar el grupo B en el que se encuentra la qañawa con perigonio con la media más baja con un porcentaje de germinación de 89%. Estos valores son atribuibles al perigonio ya que la germinación es mucho más rápida cuando el grano de qañawa no tiene perigonio puesto que el flujo de humedad es lento cuando el grano está cubierto por perigonio, mientras que el flujo de agua es más rápido cuando el grano esta descubierto.

CUADRO 18: Comparación de medias de germinación entre qañawa con perigonio y sin perigonio de la primera trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.

Perigonio	Media (%G)	Duncan (5%)
Sin	99,09	a
Con	89	b

5.3.1.2 Germinación de la primera trilla a las 72 horas

El análisis de varianza para la variable germinación se muestra en el Cuadro 19 en él se observa que no existe diferencia significativa entre líneas, perigonio (qañawa con y sin perigonio) e interacción entre líneas y el perigonio.

El coeficiente de variación es de 1,49% este valor se encuentra dentro de un rango aceptable para laboratorio, por tanto hubo un buen manejo de las unidades experimentales y los datos son confiables.

CUADRO 19: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la primera trilla a las 72 horas.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Línea	10	12,27	1,23	0,56	0,8414	NS
Perigonio	1	5,50	5,50	2,50	0,1184	NS
Línea*Perigonio	10	19,00	1,90	0,86	0,5697	NS
Error	66	145,00	2,20			
Total	87	181,77				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV=1,49 %

Los resultados del ANVA muestran que no hay diferencia significativa entre líneas, perigonio e interacción líneas por perigonio esto debido a que pasadas 72 horas después del inicio de la prueba de germinación en laboratorio prácticamente todas las unidades experimentales alcanzaron el 100% de germinación.

5.3.2 Germinación de la segunda trilla de qañawa

5.3.2.1 Germinación de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas

El resultado del análisis de varianza para la germinación de qañawa de la segunda trilla a las 48 horas se muestra en el Cuadro 20, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre líneas, perigonio (qañawa con perigonio y sin perigonio), e interacción línea por perigonio.

El coeficiente de variación es de 5,02 % el cual se encuentra dentro de un rango aceptable para laboratorio.

CUADRO 20: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la segunda trilla a las 48 horas.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Línea	10	2234,09	223,41	10,38	<,0001	*
Perigonio	1	368,18	368,18	17,11	0,0001	*
Línea*Perigonio	10	624,82	62,48	2,90	0,0045	*
Error	66	1420,00	21,52			
Total	87	4647,09				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 5,02 %

La prueba Duncan al 5% de probabilidad para la variable germinación se muestra en el Cuadro 21, en el se observa que existen cinco grupos estadísticamente diferentes, en el grupo A se encuentran las líneas 2, 5, 9, 10, 3, 7, 6, obteniendo la línea 2 la media de germinación más alta con un valor de 98,25%, en el grupo B se encuentran las líneas 9, 10, 3, 7, 6, 8 con promedios de germinación que están entre 95,25% de la línea 9 hasta un promedio de 90,75% de la línea 8, el grupo C está compuesto por las líneas 10, 3, 7, 6, 8, 11, la línea 10 con una media de 95% y la línea 11 una media de germinación de 90,5%, el grupo D conformado las líneas 8, 11, 4, con medias de germinación iguales a 90,75%, 90,5% y 88,5% respectivamente, por último el grupo E compuesto únicamente por la línea 1 con una media de germinación igual a 78,75% siendo está la media más baja de todas las líneas. La diferencia en el porcentaje de germinación entre líneas puede

deberse a la composición química (contenido de proteína) de las semillas, Elena (sf.) menciona que las semillas con alto contenido de proteína absorben agua más rápidamente y en mayor cantidad es por esta razón se tiene un tiempo de germinación más corto. También debe tomarse en cuenta la cubierta seminal de la semilla la cual podría ser diferente entre líneas de qañawa, existe la posibilidad de que unas sean más gruesas y duras que otras, lo que retrasa la germinación.

CUADRO 21: Comparación de medias de germinación entre líneas de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.

Línea	Media (%G)	Duncan (5%)
2	98,25	a
5	96,00	a
9	95,25	a b
10	95,00	a b c
3	94,25	a b c
7	94,25	a b c
6	94,00	a b c
8	90,75	b c d
11	90,50	c d
4	88,50	d
1	78,75	e

Los resultados de la prueba Duncan al 5% de probabilidad se muestran en el Cuadro 22 en él se observa que existen dos grupos estadísticamente diferentes el grupo A compuesto por la qañawa sin perigonio debido a que tiene la media más alta con un porcentaje de germinación del 94,36% también se puede observar el grupo B en el que se encuentra la qañawa con perigonio con la media más baja con un porcentaje de germinación de 90,27% , estos valores son atribuibles al perigonio ya que la germinación es mucho más rápida cuando el grano de qañawa no tiene perigonio esto debido a que el perigonio dificulta la germinación, evitando el paso de la humedad a la semilla de qañawa.

CUADRO 22: Comparación de medias de germinación entre qañawa con perigonio y sin perigonio de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas según la prueba Duncan.

Perigonio	Media (%)	Duncan (5%)
Sin	94,36	a
Con	90,27	b

En el Cuadro 23 se puede observar el análisis de efecto simple para la interacción línea*perigonio en el cual se observa que existen diferencias significativas del factor líneas en la qañawa con perigonio y en la qañawa sin perigonio. Así mismo se puede observar que para el caso del factor perigonio en las líneas 3, 8, 9, 11 existen diferencias significativa, por el contrario para las líneas 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 10, no existen diferencias significativas.

CUADRO 23: Análisis de efecto simple para el porcentaje de germinación en la interacción de los factores línea*perigonio en qañawa de la segunda trilla a las 48 horas.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Líneas (con perigonio)	10	1524,73	152,4727	7,09	<,0001	*
Líneas (sin perigonio)	10	1334,18	133,4182	6,2	<,0001	*
Perigonio (línea 1)	1	12,5	12,5	0,58	0,4486	NS
Perigonio (línea 2)	1	4,5	4,5	0,21	0,6489	NS
Perigonio (línea 3)	1	84,5	84,5	3,93	0,0517	*
Perigonio (línea 4)	1	8	8	0,37	0,5441	NS
Perigonio (línea 5)	1	2	2	0,09	0,7614	NS
Perigonio (línea 6)	1	2,52E-29	2,52E-29	0	1	NS
Perigonio (línea 7)	1	24,5	24,5	1,14	0,2898	NS
Perigonio (línea 8)	1	544,5	544,5	25,31	<,0001	*
Perigonio (línea 9)	1	112,5	112,5	5,23	0,0254	*
Perigonio (línea 10)	1	2,52E-29	2,52E-29	0	1	NS
Perigonio (línea 11)	1	200	200	9,3	0,0033	*

En la Figura 9 se puede observar la interacción de los factores sobre el porcentaje de germinación a las 48 horas en el cual podemos apreciar las líneas que obtuvieron diferencias significativas en el porcentaje de germinación, en el mismo

se puede observar que la qañawa sin perigonio tiene mayor porcentaje de germinación es decir las líneas 3, 8, 9 y 11, esto a causa de que a las 48 horas aún se distingue la ventaja que tuvo la qañawa sin perigonio al germinar en menor tiempo que la qañawa con perigonio.

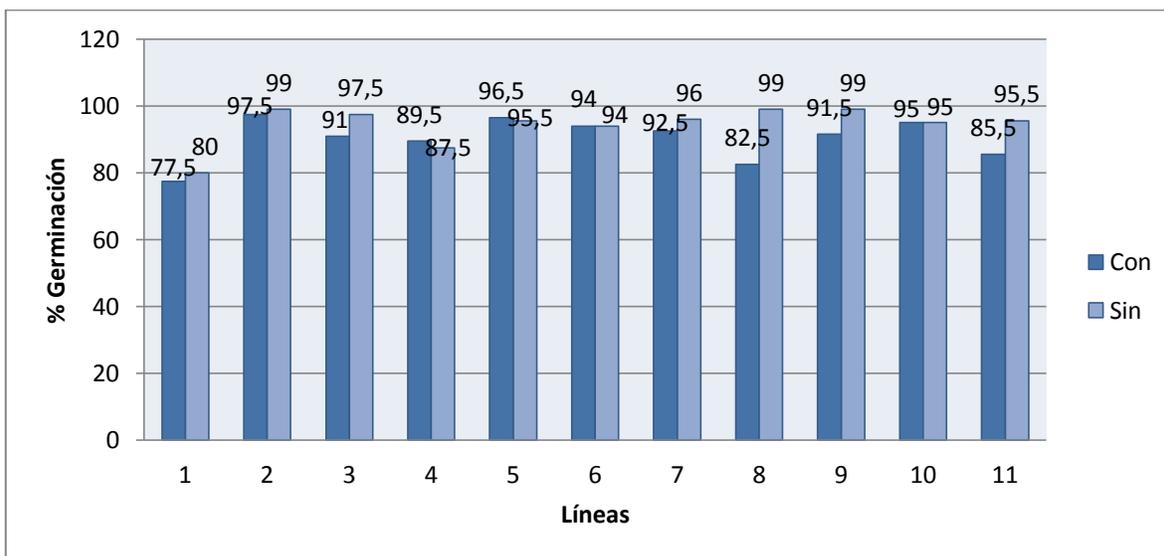


FIGURA 9: Porcentaje de germinación para la interacción línea*perigonio de la segunda trilla de qañawa a las 48 horas.

La Figura 10 nos muestra que el porcentaje de germinación a las 48 horas tanto en la primera como en la segunda trilla no son muy diferentes, también se puede observar que hay líneas en las que la primera trilla tiene mayor porcentaje de germinación por ejemplo las líneas 1, 3, 4, 5, 8, 9 y 11, esto se debe a que la qañawa de la segunda trilla no alcanzó la madurez fisiológica lo que influye en el tiempo de germinación, sin embargo también hay líneas en las que la segunda trilla tiene mayor porcentaje de germinación por ejemplo las líneas 2, 6, 7, y 10, esto puede deberse a que la segunda trilla de estas líneas alcanzaron la madurez fisiológica lo suficiente para competir con la qañawa de la primera trilla, además debe tomarse en cuenta que aún no ha concluido el tiempo necesario para la germinación de las semillas de qañawa.

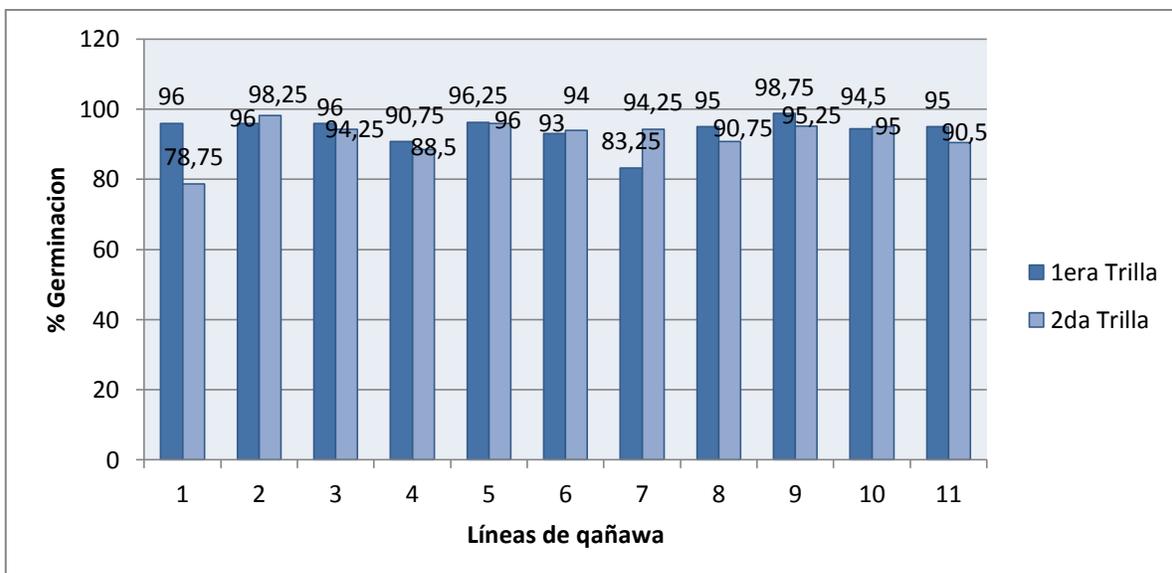


FIGURA 10: Porcentaje de germinación de la 1era trilla y 2da trilla a las 48 horas

5.3.2.2 Germinación de la segunda trilla de qañawa las 72 horas

Los resultados del análisis de varianza para la variable germinación se muestran en el Cuadro 24, en el se observa que no existen diferencias significativas entre qañawa con perigonio y sin perigonio, en el mismo cuadro se observa que existen diferencias significativas entre líneas e interacción línea por perigonio.

El coeficiente de variación tiene un valor de 2,78% el mismo se encuentra dentro de un rango aceptable para laboratorio por lo tanto hubo un buen manejo de las unidades experimentales y los datos son confiables.

CUADRO 24: Análisis de varianza para la germinación de qañawa de la segunda trilla a las 72 horas

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Línea	10	370,82	37,08	5,10	<,0001	*
Perigonio	1	18,18	18,18	2,50	0,1186	NS
Línea*Perigonio	10	258,82	25,88	3,56	0,0008	*
Error	66	480,00	7,27			
Total	87	1127,82				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 2,78 %

En el Cuadro 25 se muestra los resultados de la prueba Duncan al 5% de probabilidad, en el mismo se pueden apreciar tres grupos estadísticamente diferentes, el grupo A está compuesto por las líneas 9, 3, 7, 2, 5, 6, 11, 8, 10, la línea 9 tiene la media de germinación más alta con un valor de 99%, en el grupo B se encuentran las líneas 8, 10, 1 con medias de germinación iguales a 96,25%, 96% y 93,25% respectivamente, por último el grupo C está compuesto por las líneas 1 y 4 con medias de germinación iguales a 93,5% y 93% respectivamente siendo esta última la media de germinación la más baja de las 11 líneas de qañawa. La diferencia en el porcentaje de germinación entre líneas puede deberse a las diferencias genéticas intrínsecas de las líneas, tales como la composición química (contenido de proteína) de las semillas, la permeabilidad de la cubierta seminal de la semilla la cual podría ser diferente entre líneas de qañawa, existe la posibilidad de que unas sean más gruesas y duras que otras, lo que retrasa la germinación.

CUADRO 25: Comparación de medias de germinación entre líneas de la segunda trilla de qañawa de las 72 horas según la prueba Duncan.

Línea	Media (%G)	Duncan (5%)
9	99,00	a
3	99,00	a
7	99,00	a
2	98,75	a
5	98,00	a
6	97,50	a
11	96,50	a
8	96,25	a b
10	96,00	a b
1	93,50	b c
4	93,00	c

En el Cuadro 26 se puede observar el análisis de efecto simple para la interacción línea*perigonio en el cual se observa que existen diferencias significativas del factor líneas en la qañawa con perigonio y en la qañawa sin perigonio. Así mismo

se puede observar que para el caso del factor perigonio en las líneas 1, 4, 8, 10 existen diferencias significativa, por el contrario para las líneas 2, 3, 5, 6, 7, 9 y 11, no existen diferencias significativas.

CUADRO 26: Análisis de efecto simple para el porcentaje de germinación en la interacción de los factores línea*perigonio en qañawa de la segunda trilla a las 72 horas.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Líneas (con perigonio)	10	185,64	18,56	2,55	0,0114	*
Líneas (sin perigonio)	10	444	44,4	6,11	<,0001	*
Perigonio (línea 1)	1	32	32	4,4	0,0398	*
Perigonio (línea 2)	1	0,5	0,5	0,07	0,794	NS
Perigonio (línea 3)	1	2	2	0,27	0,6018	NS
Perigonio (línea 4)	1	50	50	6,88	0,0108	*
Perigonio (línea 5)	1	8	8	1,1	0,2981	NS
Perigonio (línea 6)	1	18	18	2,47	0,1205	NS
Perigonio (línea 7)	1	2	2	0,27	0,6018	NS
Perigonio (línea 8)	1	112,5	112,5	15,47	0,0002	*
Perigonio (línea 9)	1	2	2	0,27	0,6018	NS
Perigonio (línea 10)	1	50	50	6,88	0,0108	*
Perigonio (línea 11)	1	6,67E-29	6,67E-29	0	1	NS

En la Figura 11 se puede observar las líneas en las que existe diferencias significativas en la interacción de los factores sobre el porcentaje de germinación en el mismo se puede distinguir que hay líneas en las que la qañawa con perigonio tiene mayor porcentaje de germinación por ejemplo las líneas 1, 4, y 10, sin embargo también hay líneas en las que la qañawa sin perigonio tiene mayor porcentaje de germinación por ejemplo las línea 8. Esto debido a que la qañawa de la segunda trilla no alcanzó madurez fisiológica al momento de la cosecha y probablemente el embrión de sus semillas permanezcan inmaduros lo que impide la germinación es por esta razón que independientemente de si la semilla de qañawa tiene o no perigonio tienen distinto porcentaje de germinación.

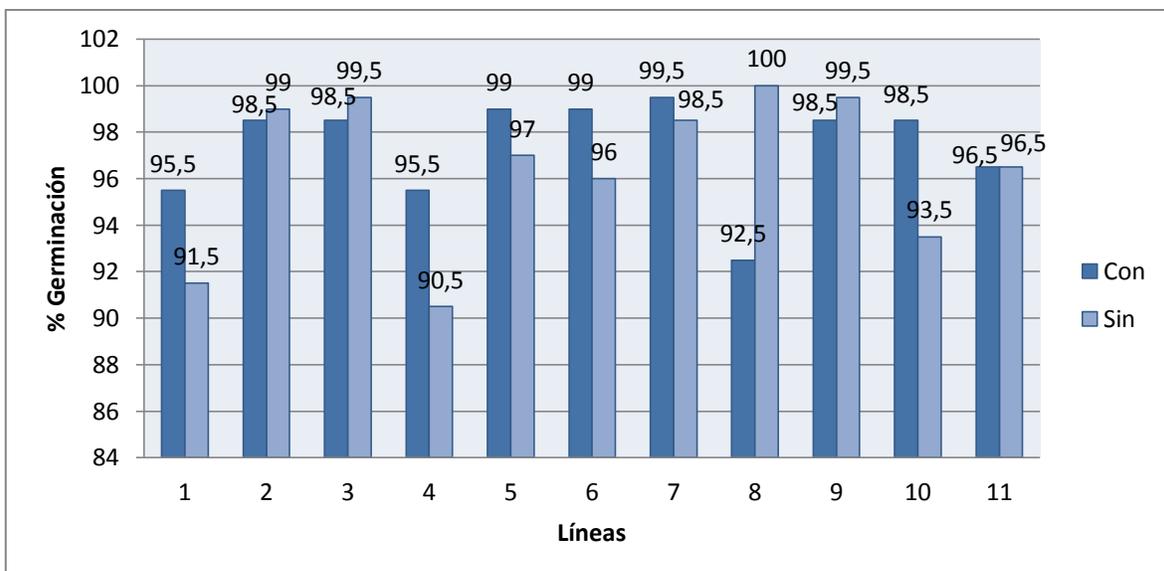


FIGURA 11: Porcentaje de germinación para la interacción línea*perigonio de la segunda trilla de qañawa a las 72 horas.

En la figura 12 se puede observar que el porcentaje de germinación de la primera trilla es mayor, además de ser uniforme. Por el contrario el porcentaje de germinación para la segunda trilla es menor y poco uniforme esto debido a que tarda más tiempo en germinar, asimismo tiende a tener menor porcentaje de germinación. Esto debido a que la semilla de la segunda trilla no alcanzó la madurez fisiológica por lo tanto sus embriones aún son inmaduros lo que impide la germinación óptima, no obstante alcanzan porcentajes de germinación similares al de la primera trilla, aunque siempre en menor proporción y en mayor tiempo. Este resultado tiene implicaciones prácticas, derivando en la recomendación de emplear el grano de la primera trilla para semilla y consecuentes etapas de multiplicación.

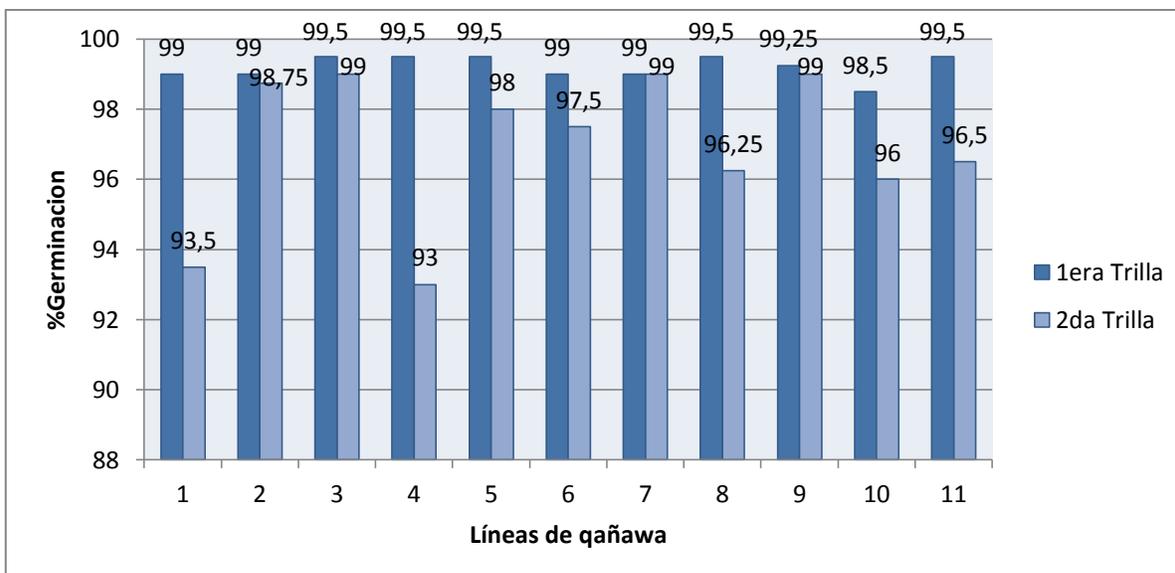


FIGURA 12: Porcentaje de germinación de la 1era trilla y 2da trilla a las 72 horas.

5.4 Volumen de expansión de grano tostado de qañawa

Los resultados del análisis de varianza del volumen de expansión de qañawa se muestran en el Cuadro 27, en el cual se observa que existen diferencias significativas entre bloques por lo cual los resultados ganan precisión por el buen manejo de los bloques, no obstante también se observa que existen diferencias significativas entre líneas de qañawa, esto nos indica que como mínimo una de las líneas es diferente al resto.

El coeficiente de variación es de 12,6% el cual se encuentra dentro de un rango aceptable, por tanto hubo un buen manejo de las unidades experimentales y los datos son confiables.

CUADRO 27: Análisis de varianza para el volumen de expansión de grano tostado de qañawa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloques	3	0,67886	0,22629	2,85	0,054	*
Líneas	10	2,31409	0,23141	2,92	0,011	*
Error	30	2,3786	0,07929			
Total	43	5,3786				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV= 12,6 %

En el Cuadro 28 se muestran los resultados de la prueba Duncan al 5% de probabilidad, en el cuadro se observan tres grupos estadísticamente diferentes, en el grupo A se encuentran las líneas 3, 8, 1, 5, 4, 2, 6, 9, 7, siendo la línea 3 la mejor del grupo con una media de volumen de expansión de 2,5 ml, el grupo B compuesto por las líneas 8, 1, 5, 4, 2, 6, 9, 7, 10, con valores que van desde 2,475 ml de la línea 8 hasta un valor de 2,025 ml de la línea 10, el grupo C está compuesta únicamente por la línea 11 con una media de volumen igual a 1,675 ml siendo este el valor más bajo de volumen entre las líneas de qañawa.

Así mismo los grupos A y B comparten medias similares por lo que estos grupos se traslapan conformando el grupo AB en el que se encuentran las líneas 8, 1, 5, 4, 2, 6, 9, 7, también los grupos A, B y C tienen medias de volumen semejantes conformando así el grupo ABC en el que se encuentra la línea 7 con una media igual a 2,1 ml, del mismo modo el grupo BC está compuesto únicamente por la línea 10 con una media de volumen igual a 2,025 ml. Estos resultados posiblemente se deban a que las líneas de qañawa tienen diferente tamaño y diámetro como se pudo observar en resultados anteriores, por tanto tienen diferente tamaño de granulo de almidón (endosperma) el mismo que influye en la expansión de los granos de qañawa dándole mayor volumen a los granos. Además el almidón es un glúcido muy importante en todos los granos, las líneas y/o accesiones de qañawa tienen diferente contenido de almidón como se puede observar en el Cuadro 2, también se debe tomar en cuenta que el contenido de almidón y su comportamiento establece el volumen de expansión de los granos de qañawa.

Egas *et al* (2010), Menciona que la relación amilosa-amilopectina influye en el comportamiento de las propiedades funcionales del almidón el mismo que a su vez determina el comportamiento de los granos en el proceso de expansión, asimismo indica que a mayor porcentaje de amilosa en los granos se obtendrá mayor volumen de expansión.

Los resultados de la presente investigación son inferiores a los resultados encontrados por Alcon y Bonifacio (2013), es posible que esto se deba a que son

líneas diferentes con características propias, también cabe la posibilidad de que el proceso de tostado se haya realizado bajo diferentes temperaturas provocando estas diferencias en el volumen de expansión.

CUADRO 28: Comparación de medias del volumen de expansión de grano tostado entre las 11 líneas de qañawa según la prueba Duncan.

Líneas	Media (ml)	Duncan (5%)
3	2,500	a
8	2,475	a b
1	2,425	a b
5	2,400	a b
4	2,325	a b
2	2,200	a b
6	2,200	a b
9	2,200	a b
7	2,100	a b c
10	2,025	b c
11	1,675	c

5.5 Laminado

5.5.1 Volumen de expansión de hojuelas de qañawa

En el Cuadro 29 se expone los resultados del análisis de varianza para el volumen de expansión de hojuelas de qañawa en el cual se observa que existen diferencias significativas entre bloques por lo cual los resultados ganan precisión por el buen manejo de los bloques, sin embargo también se observa que no existen diferencias significativas entre líneas de qañawa.

CUADRO 29: Análisis de varianza del volumen de expansión de hojuelas de qañawa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloques	3	9122,43	3040,81	4,27	0,0127	*
Líneas	10	2718,64	271,86	0,38	0,9451	NS
Error	30	21384,82	712,83			
Total	43	33225,89				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 7,81 %

El coeficiente de variación es de 7,81% este valor se encuentra dentro de un rango aceptable, esto indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y los datos son confiables.

Una vez realizado el análisis de varianza se obtuvo que no existen diferencias significativas entre las líneas de qañawa esto nos indica que el volumen de expansión de hojuelas es semejante en las 11 líneas esto debido a que todas las líneas de qañawa tienen diámetros similares el mismo que influye directamente en el volumen ocupado por las hojuelas.

5.5.2 Porcentaje de sémola en hojuelas de qañawa

En el Cuadro 30 se muestran los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de sémola en hojuelas de qañawa, en el mismo se observa que existen diferencias significativas entre bloques por lo cual los resultados ganan precisión por el buen manejo de los bloques, sin embargo también se observa que no existen diferencias significativas entre líneas.

El coeficiente de variación es de 13,6% este valor se encuentra dentro de un rango aceptable, por lo tanto hubo un buen manejo de unidades experimentales y los datos son confiables.

CUADRO 30: Análisis de varianza del porcentaje de sémola en hojuelas de qañawa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloques	3	161,4	53,8	3,96	0,017	*
Líneas	10	107,82	10,78	0,79	0,636	NS
Error	30	407,86	13,6			
Total	43	677,08				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

CV = 13,6 %

En el análisis de varianza se observa que no existen diferencias significativas entre las 11 líneas de qañawa esto nos indica que se obtiene cantidades

semejantes de sémola en todas las líneas de qañawa, así mismo se deduce que las líneas se comportan de manera similar para el porcentaje de sémola que se obtiene durante el laminado de qañawa. Cabe mencionar que la sémola es resultado del resquebrajamiento de las hojuelas por tanto a menor porcentaje de sémola mayor es la calidad de hojuelas.

5.5.3 Diámetro de hojuelas de qañawa

Los resultados del análisis de varianza para el diámetro de hojuelas se muestra en el Cuadro 31 en él se observa que existen diferencias significativas entre las líneas de qañawa.

El coeficiente de variación es de 2,5% este valor se encuentra dentro de un rango aceptable, por lo tanto se asume que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y los datos son confiables.

CUADRO 31: Análisis de varianza del diámetro de hojuelas de qañawa.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F	SIG
Bloques	3	0,022952	0,007651	1,07	0,376	NS
Líneas	10	0,215214	0,021521	3,01	0,009	*
Error	30	0,214423	0,007147			
Total	43	0,452589				

*Significancia al nivel del 5% de probabilidad estadística.

$$CV = 2,5 \%$$

Según el análisis de varianza realizado existen diferencias significativas entre las 11 líneas de qañawa esto nos indica que el diámetro de hojuelas es diferente por lo menos en una línea de qañawa.

El Cuadro 32 nos muestra los resultados de la prueba Duncan realizado al 5% de probabilidad en el cual se observa dos grupos estadísticamente diferentes, el grupo A compuesto por las líneas 5, 4, 2, 6, 1, 3, 11, 7, 8, 10, la línea 5 obtuvo la media de diámetro más alta con un valor de 3,428 mm, en el grupo B se encuentra únicamente la línea 9 con una media de diámetro igual a 3,148 mm siendo este el valor más bajo entre las 11 líneas de qañawa.

Estos resultados se deben a los diferentes diámetros de grano de qañawa es decir a mayor diámetro de grano de qañawa mayor diámetro de hojuela de qañawa, otra de las posibles causas de que únicamente la línea 9 tenga un diámetro de hojuela inferior al resto de las líneas es que el epispermo no permitió la adecuada absorción de humedad por ser más grueso por tanto su laminado no fue adecuado además de sufrir resquebrajamiento disminuyendo así su diámetro.

CUADRO 32: Comparación de medias del diámetro de hojuelas de qañawa.

Líneas	Media(mm)	Duncan (5%)
5	3,428	a
4	3,395	a
2	3,390	a
6	3,365	a
1	3,358	a
3	3,353	a
11	3,328	a
7	3,325	a
8	3,315	a
10	3,300	a
9	3,148	b

6. CONCLUSIONES

Una vez finalizada la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

El mejor rendimiento de grano se obtuvo en la línea 6 con 3426,8 kg/ha y la línea 11 con 3405 kg/ha siendo superior al resto de las líneas por esta razón ambas líneas son las mejores para obtener altos rendimientos en la cosecha.

El peso hectolítrico en los granos de la primera trilla de cañawa sin perigonio es superior a los granos de cañawa con perigonio, en el peso hectolítrico sin perigonio la mejor línea fue la línea 11 con 86,43 kg/100 l y en el peso hectolítrico con perigonio la mejor línea fue la línea 11 con 65 kg/100 l

La línea con mayor peso de perigonio en 100 litros de cañawa es la línea 11 con 21,43 kg/100 l.

Para el peso hectolítrico en la segunda trilla de cañawa sin perigonio el valor más alto fue para la línea 4 con 81,14 kg/100l y para el peso hectolítrico con perigonio la mejor línea fue la línea 6 con 70,25 kg/100l

En el peso de perigonio en 100 litros de grano de cañawa para la segunda trilla la línea con mayor peso fue la línea 4 con 16,39 kg/100l.

El peso hectolítrico con perigonio de la segunda trilla es superior al peso hectolítrico con perigonio de la primera trilla en todas las líneas.

El peso hectolítrico sin perigonio de la primera trilla es superior a la mayoría de las líneas de la segunda trilla sin perigonio, con excepción de las líneas 4, 5, 6 y 10.

Las líneas con mayor peso hectolítrico tanto en la primera como en la segunda trilla con y sin perigonio fueron las líneas 11, 6, 4, siendo estas las líneas con mayor grado de pureza.

Las líneas con mayor porcentaje de germinación de la primera trilla a las 48 horas fue la línea 9 con 98,75%, así mismo se observa que las líneas con mayor

porcentaje de germinación de la primera trilla a las 72 horas es la línea 5 con 99,5%.

Las líneas con mayor porcentaje de germinación de la segunda trilla a las 48 horas fue la línea 2 con 98,25 %, en la segunda trilla a las 72 horas la mejor línea fue la línea 9 con 99% de germinación.

El perigonio tiene efecto sobre la germinación durante las primeras 48 horas en las que el perigonio retrasa la germinación, no obstante a las 72 horas el porcentaje de germinación se homogeneiza. Por otra parte la qañawa de la primera trilla demostró tener mayor porcentaje de germinación que la qañawa de la segunda trilla.

En la prueba de tostado las líneas con mayor volumen alcanzado fueron: la línea 3 con 2,500 ml y la línea 8 con 2,475 ml, determinándose así que ambas líneas son las mejores para el proceso de tostado.

La calidad del grano de qañawa para la obtención de hojuelas en general es buena en todas las líneas qañawa no obstante siempre hay líneas que superan al resto de las líneas.

Las líneas con mayor volumen alcanzado en hojuelas fueron la línea 5 con 361 ml y la línea 2 con 346,8 ml. Las líneas con mayor diámetro de hojuela son la línea 5 con 3,428 mm y la línea 4 con 3,395 mm.

Las líneas con mayor porcentaje de sémola fueron la línea 11 con 29,34% y la línea 6 con 29,22%, y la línea con menor porcentaje de sémola fue la línea 2 con 25,88%.

En el análisis de la calidad del grano de qañawa para la obtención de hojuelas se concluye que las líneas con mayor volumen de expansión y/o mayor diámetro de hojuelas tienden a tener menor porcentaje de sémola lo cual es favorable para la elaboración de hojuelas.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones encontrados se recomienda:

Seleccionar líneas de qañawa dependiendo del uso que le pueda dar ya sea en hojuelas, expandido para pito, etc.

Para la siembra utilizar semilla de qañawa de la primera trilla debido a que la semilla de la segunda trilla tiende a tener menor porcentaje de germinación.

Para acelerar la germinación se sugiere reducir o quitar el perigonio del grano.

El hojuelado de qañawa debe efectuarse cuando este tenga una humedad entre 16% a 18%.

Se sugiere continuar la investigación abordando aspectos inherentes al grano (aspectos físico-químicos y fisiológicos).

Es importante realizar estudios sobre la pérdida de proteína y cual línea tiende a no perder sus embriones durante el proceso de tostado.

8. BIBLIOGRAFIA

Alanoca, C, J. Flores, E. Mamani, M. Pinto y W. Rojas. 2008. Preparación del terreno y siembra. Manejo Tradicional del Cultivo de Cañahua. Conservación de la Agrobiodiversidad en Sistemas Tradicionales de Cultivo. Serie N° 1. Fundación PROINPA Regional. La Paz, Bolivia. p 15.

Apaza Vidal. 2010. Manejo y Mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA, Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Perú.

Calzada, J.B. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 4ta ed. Ed. Jurídica. Lima, Perú. pp. 17-236.

Condori, R. 2014. Análisis de factores socioeconómicos que inciden en la producción de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), de la comunidad de Coromata Media del municipio de Huarina, Provincia Omasuyos. Tesis de maestría. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Congreso Internacional de Cultivos Andinos. XII, 2006 (Pontificia Universidad Católica del Ecuador). La variabilidad en calidad del grano para tostado en la colección núcleo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Bonifacio A. y A. Vargas. Quito, Ecuador. p 4.

Congreso Mundial de la quinua y Simposio sobre Granos Andinos. XV, 2013. Características del grano y semilla de la qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Bonifacio A. y A. Vargas. Ibarra, Ecuador. p 1.

Cronquist, A., 1996. Introducción a la Botánica, CECSA. México. 848 p.

Egas, L., Villacrés, E., Salazar, D., Peralta, E., Ruilova, M. 2010. Elaboración de un Cereal para Desayuno con Base a Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Expandida. Revista Tecnológica ESPOL – RTE. 23(2): 9-15

Elena (s.f.). Métodos de análisis de semillas. Consultado el 2 de septiembre de 2015. Disponible en: www.lamolina.edu.pe/agronomia/dhorticultura/html/propagacion/.../elena.doc

Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), 2008. La Paz, Bolivia. Consultado el 20 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.ine.gob.bo/anda/index.php/catalog>

Espitia, R. E., López, S. H., Micaela de la O Olán, Villaseñor, M. H. E., Peña B. R. J., Herrera, H. J. 2012. Calidad física de grano de trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) mexicanos de temporal. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(2):271-283.

Flores, R. 2006. Evaluación preliminar agronómica y morfológica del germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la estación experimental Belén. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Instituto Nacional de Estadística (INE), 2008. La Paz, Bolivia. Consultado el 20 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.ine.gob.bo>

Informe de calidad del trigo (ciclo otoño-invierno 2005/2006), 2008. Baja California, EEUU. 5p.

International Seed Testing Association (ISTA).1985. Seed Science and Technology; International Rules for Seed Testing. Rules. 1985. 13(2): 520p.

Mamani, F. 1994. Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Altiplano Norte. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Mamani, F. 2000. Informe de caracterización de líneas de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) del Programa Granos Andinos. La Paz, Bolivia.

Mamani, E., J. Flores, C. Alanoca, M. Pinto y W. Rojas. 2008. Cosecha, poscosecha y selección de semilla. Manejo Tradicional del Cultivo de Cañahua. Conservación de la Agrobiodiversidad en Sistemas Tradicionales de Cultivo. Serie N° 1. Fundación PROINPA Regional Altiplano. La Paz, Bolivia. p 15.

Montaño, C.C., 2015. Empresas Cochabambinas: ¿Una alternativa para la economía regional?. Development Research Institute (IVO) – Tilburg University, Tilburg, The Netherlands, JEL – D12, D70- D40. 40 p. Consultado el 18 de agosto de 2015. Disponible en: https://www.bcb.gob.bo/eeb/sites/default/files/8eeb/docs/Claudia_Montano.pdf

Mujica A, R Ortíz, A Bonifacio, R Saravia, G Corredor, A Romero & S-E Jacobsen.2006. Agroindustria de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en los países andinos. Proyecto Quinoa: Cultivo multipropósito para los países andinos Perú-Bolivia-Colombia, PNUD-CONCYTEC-UNA-PROINPA-U. Colombia. Puno, Perú. 113 p

Pinto, M., 2008. Mapas de distribución potencial y de riesgos climáticos de las colecciones de germoplasma de quinua y cañahua. En Informe Anual 2008, Proyecto: Manejo, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos, en el marco del SINARGEAA. Ed. Rojas, W. La Paz, Bolivia.

Quispe, C. 2006. Evaluación económica de la producción y comercialización de la cañahua (*Chenopodium palliducaule* Aellen) en tres comunidades del Altiplano Norte. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Reynaga A., M Quispe, A Huarachi, I Calderón, J L Soto Quispe & MTorrez .2013. Evaluación de las cualidades agroindustriales de los granos de quinua real. En Memorias del Congreso Científico de la quinua, La Paz, Bolivia, 14 y 15 de junio de 2013, 525-534.

Repo-Carrasco R., Acevedo de la Cruz A., Icochea J., Kallio H. Plant Foods Human Nutrition, 2009, 1-8. doi 10.1007/s11130-009-0109-0.) Chemical and Functional Characterization of Kañiwa (*Chenopodium palliducaule*) Grain, Extrudate and Bran.

Rojas W., Soto JL., Pinto M., Jäger M., Padulosi. 2010. Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International. Roma, Italia.

Rodríguez, M. 2007. Evaluación de pérdidas de grano y grado de impurezas en cuatro métodos de cosecha de cañahua (*Chenopodium palliducaule* Aellen) en Quipaquipani provincia Ingavi. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

Rojas,W. 2008. Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos alto andinos, en el marco del SINARGEAA. Informe Fase 2003-2008, Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 49 p.

Senamhi, Bolivia, 2015. Base de datos Senamhi (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado 20 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo>

Soto J.L., Rojas, W. y Pinto, M., 2004. Cultivando y comercializando granos andinos. Especies vegetales subutilizadas. LEISA Revista de Agroecología. Vol. 20 N°1. Ed. Vicente. Lima, Perú.

Soto Mendizábal J. L. y E. Carrasco Gutiérrez., 2008. Estudio del valor real y potencial de la biodiversidad de los granos andinos (quinua, cañahua y amaranto en Bolivia). La Paz, Bolivia.

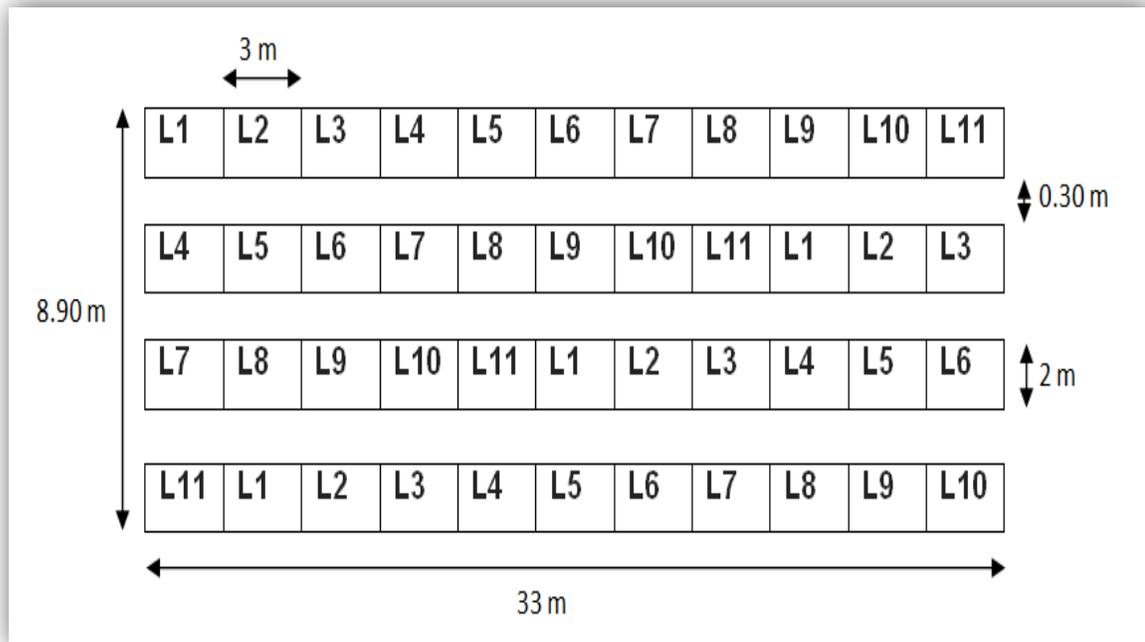
Tapia, M., Gandarillas H., Alandia S., Cardozo A., Mujica A., Ortiz R., Otazu V., Rea J., Salas B., Zanabria E. 1979. La Quinoa y la Kañiwa cultivos andinos. IICA. Bogotá, Colombia. 227 p.

Tapia, M.E. y A.M. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú.

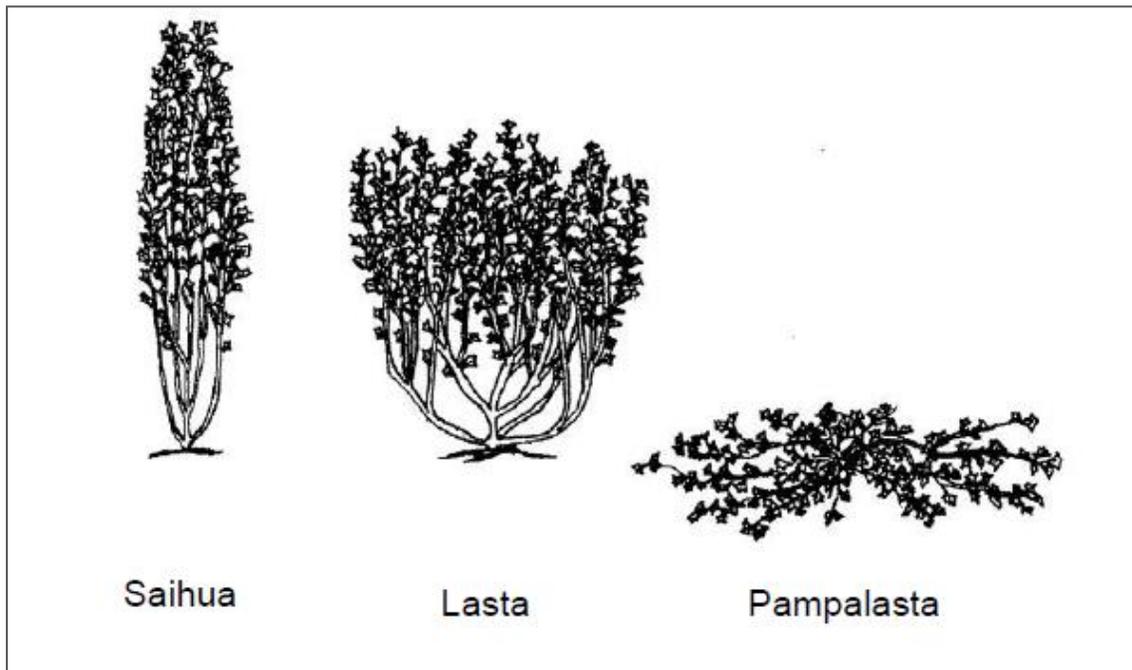
Troccoli, A. and di Fonzo, N. 1999. Relationship between kernel size features and test weight in *Triticum durum*. Cereal Chemistry. 76(1):45-49.

ANEXO

ANEXO 1: Croquis del cultivo de qañawa



ANEXO 2: Ecotipos de qañawa: Saihua, lasta y pampalasta



ANEXO 3: Fechas de siembra y cosecha de qañawa

Líneas de qañawa	Fecha de siembra	Fecha de cosecha	Días a la madurez fisiológica
1	13/11/2013	01/04/2014	139
2	13/11/2013	25/03/2014	132
3	13/11/2013	25/03/2014	132
4	13/11/2013	04/04/2014	142
5	13/11/2013	25/03/2014	132
6	13/11/2013	28/03/2014	135
7	13/11/2013	01/04/2014	139
8	13/11/2013	28/03/2014	135
9	13/11/2013	01/04/2014	139
10	13/11/2013	01/04/2014	139
11	13/11/2013	01/04/2014	139

ANEXO 4: Características morfológicas de las líneas de qañawa

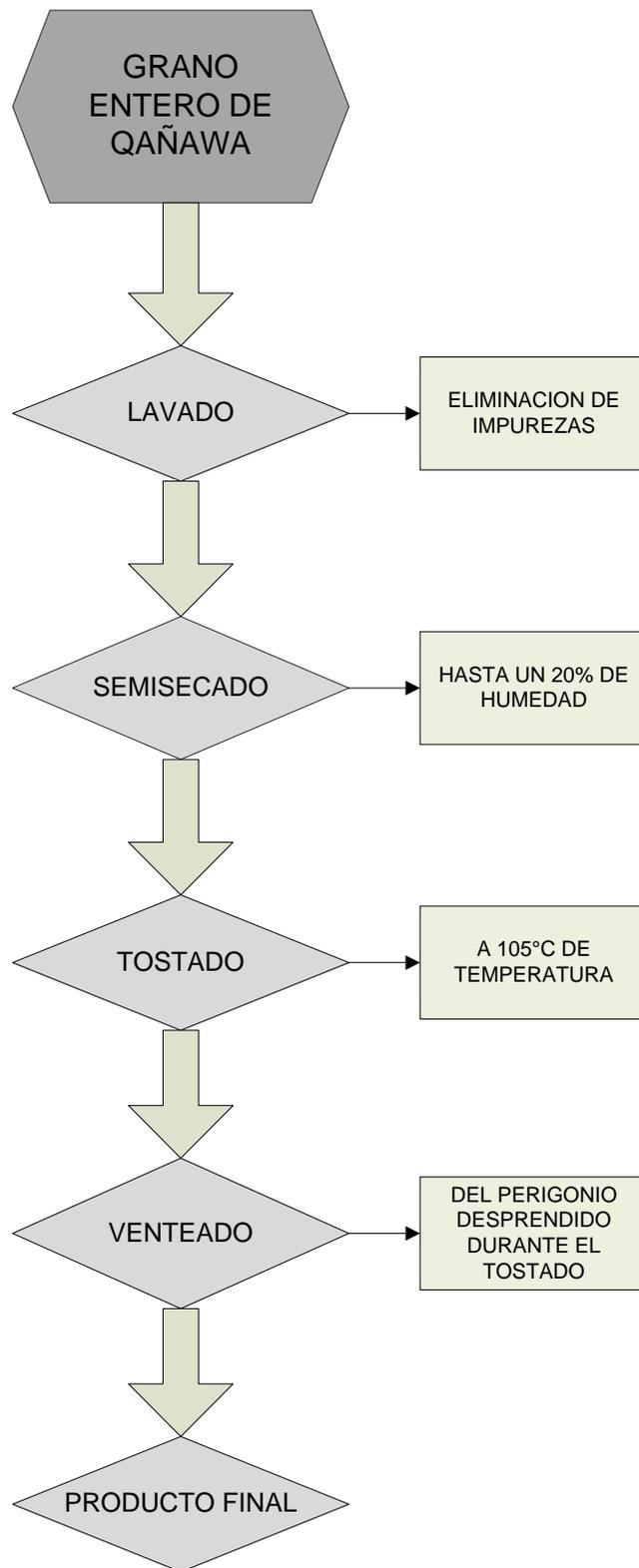
Características morfológicas de las líneas de qañawa	
Color de grano	Café claro
Forma de grano	Sub lenticular
Color de hojas	Verde agua
Forma de hojas	Ancha ovada
Color de perigonio	Crema suave
Color de tallo	Verde amarillento
Habito de crecimiento	Lasta

ANEXO 5: Precio, cantidad, unidad y tipo de empaque de los principales productos transformados de granos andinos 2007

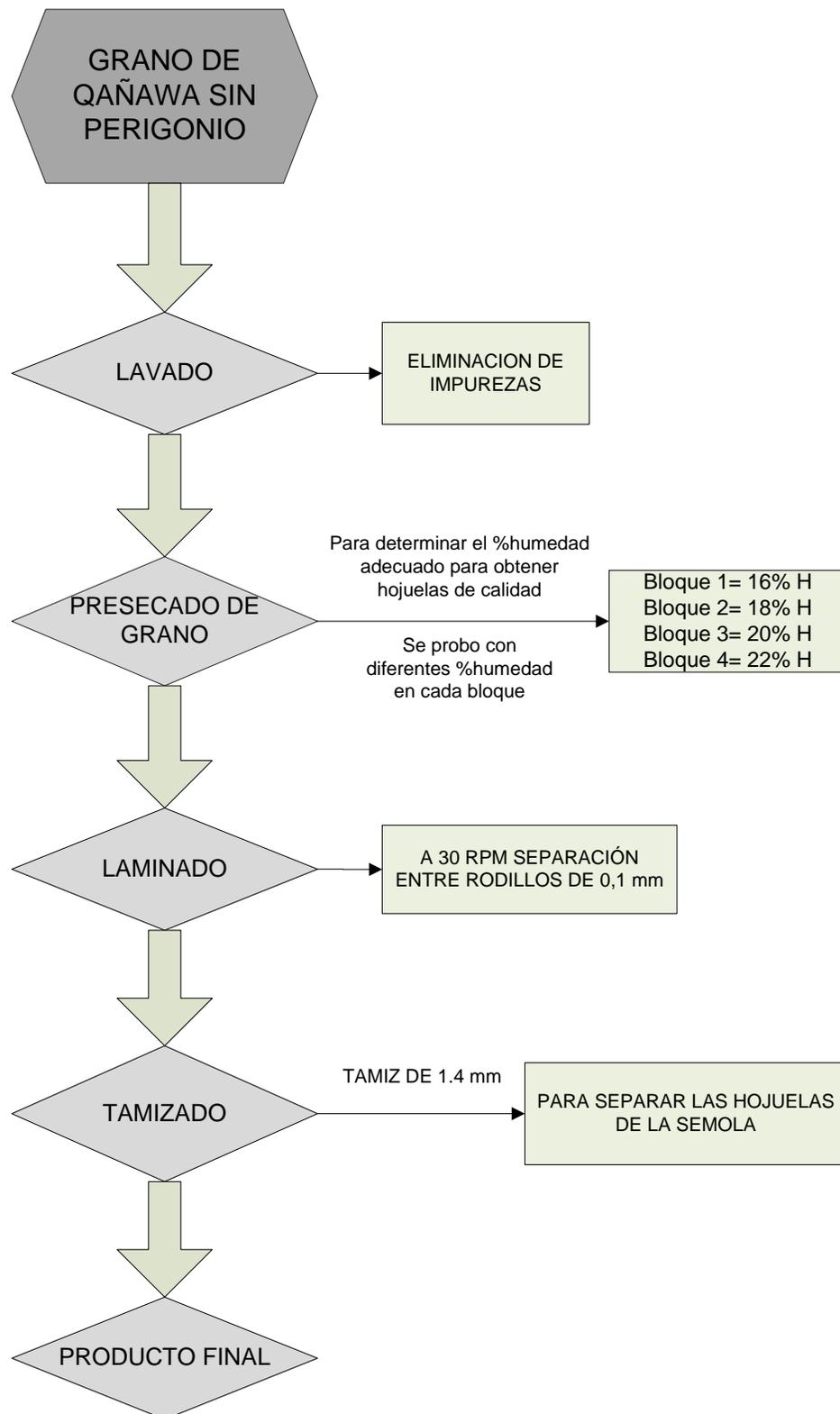
Producto	Presentación	Unidad	Cantidad	Precio Bs.
Quinua				
Quinua grano (lavada)	Bolsa	Gramos	454	4.50 a 7.00
Hojuelas de quinua	Bolsa	Gramos	454	5.00 a 7.00
Harina de quinua	Bolsa	Gramos	454	4.50 a 7.50
Pipocas de quinua	Bolsa	Gramos	250	5.00 a 7.50
Pito de quinua	Bolsa	Gramos	500	7.00 a 11.00
Api de quinua	Bolsa	Gramos	200	3.00 a 4.00
Cañahua				
Grano procesado	Bolsa	Gramos	454	10.00
Pito de cañahua	Bolsa	Gramos	454	4.00 a 7.00
Pipocas de cañahua	Bolsa	Gramos	200	7.00
Amaranto				
Grano procesado	Bolsa	Gramos	454	7.00 a 12.00
Pipocas de amaranto	Bolsa	Gramos	200	5.00 a 8.50
Hojuelas de amaranto	Bolsa	Gramos	454	7.00 a 7.50
Pito de amaranto	Bolsa	Gramos	500	12.50
Otros alimentos con granos andinos				
Granolas con miel	Bolsa	Gramos	250	17.00
Galletas quinua, cañahua y amaranto	Bolsa	Unidad	10	9.00
Turrone quinua, cañahua y amaranto, con chocolate	Bolsa	Unidad	6	14.00

Fuente: Soto y Carrasco (2008), en base a información de sondeos, Diciembre 2007 (tc/ \$us 1 = 7.69 Bs)

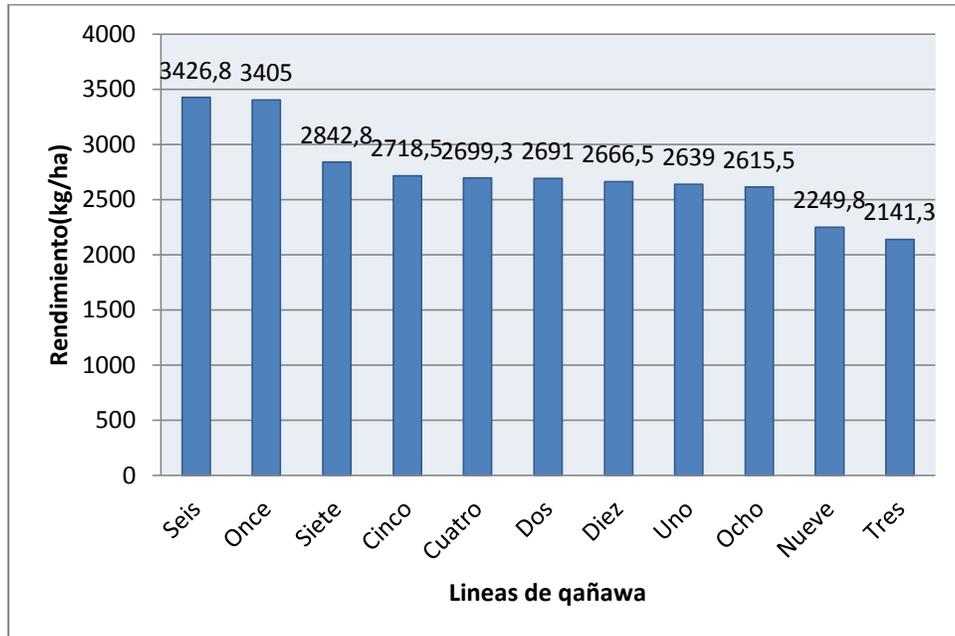
ANEXO 6: Flujograma del proceso de tostado



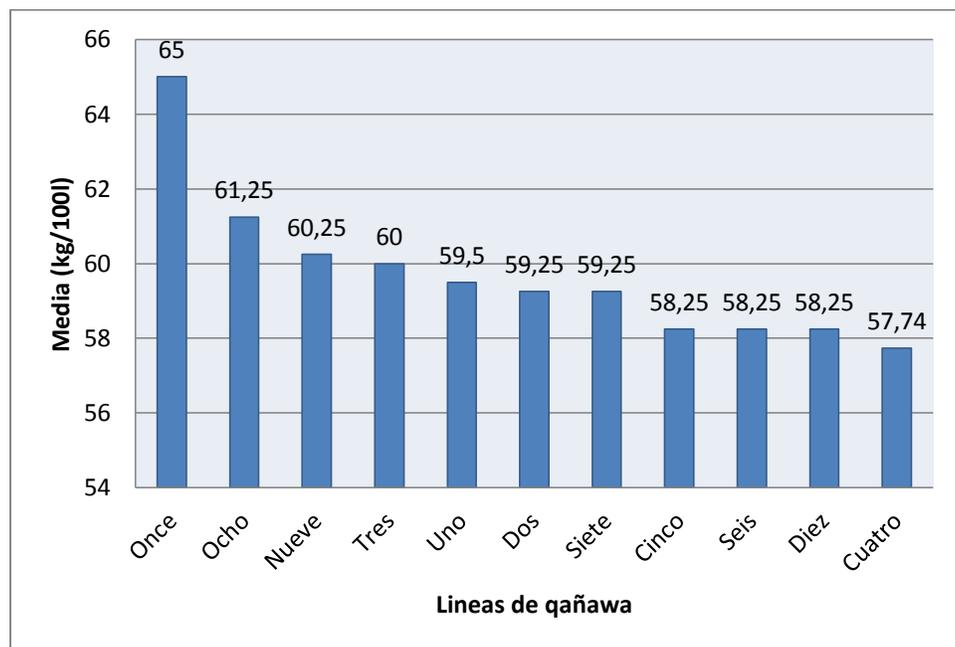
ANEXO 7: Flujograma del proceso de hojuelado



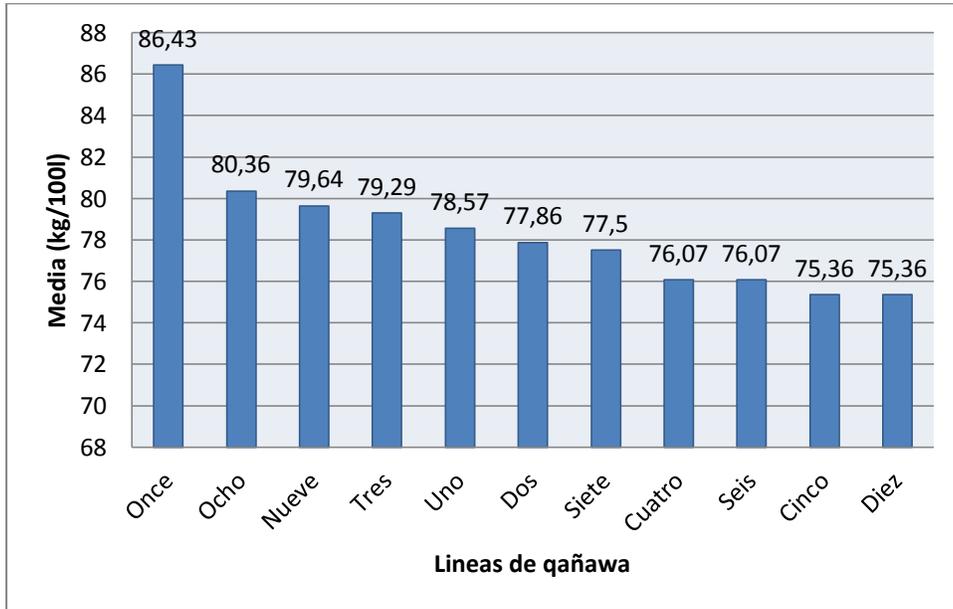
ANEXO 8: Medias del rendimiento de qañawa



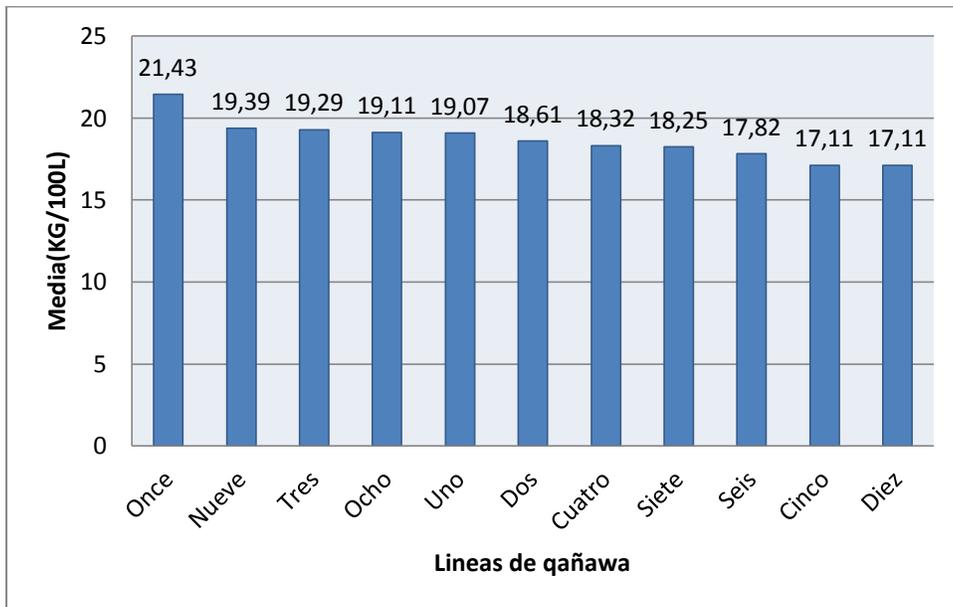
ANEXO 9: Medias de la primera trilla de qañawa peso hectolítico con perigonio



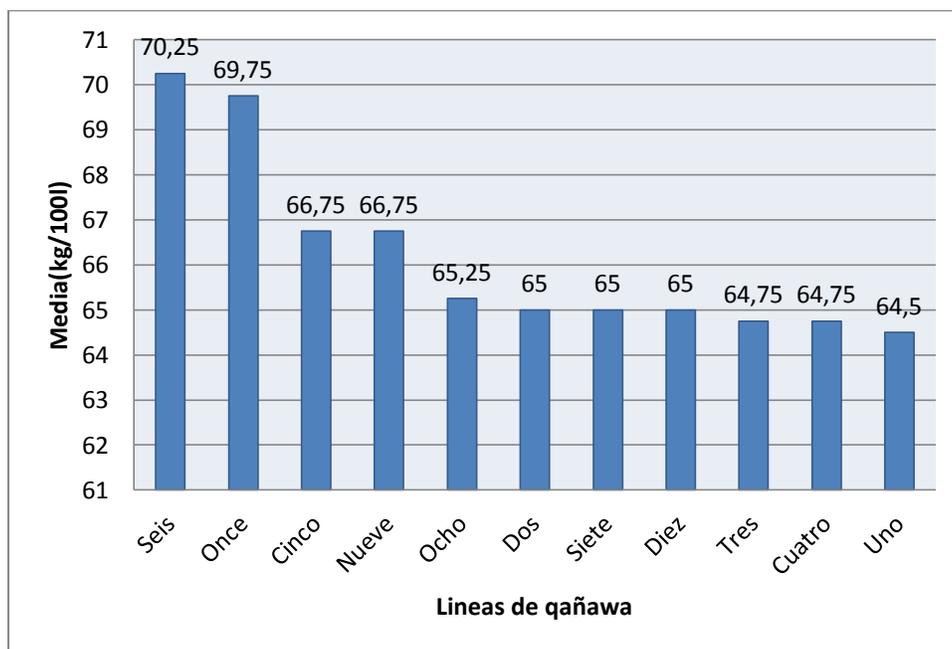
ANEXO 10: Medias de la primera trilla de qañawa peso hectolítrico sin perigonio



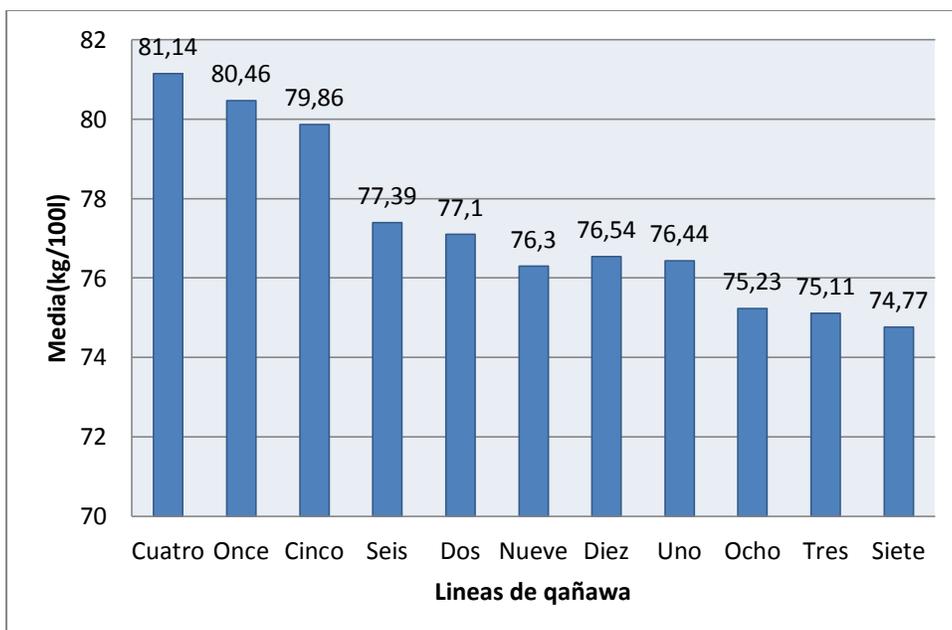
ANEXO 11: Medias de la primera trilla de qañawa peso de perigonio en 100 litros de grano



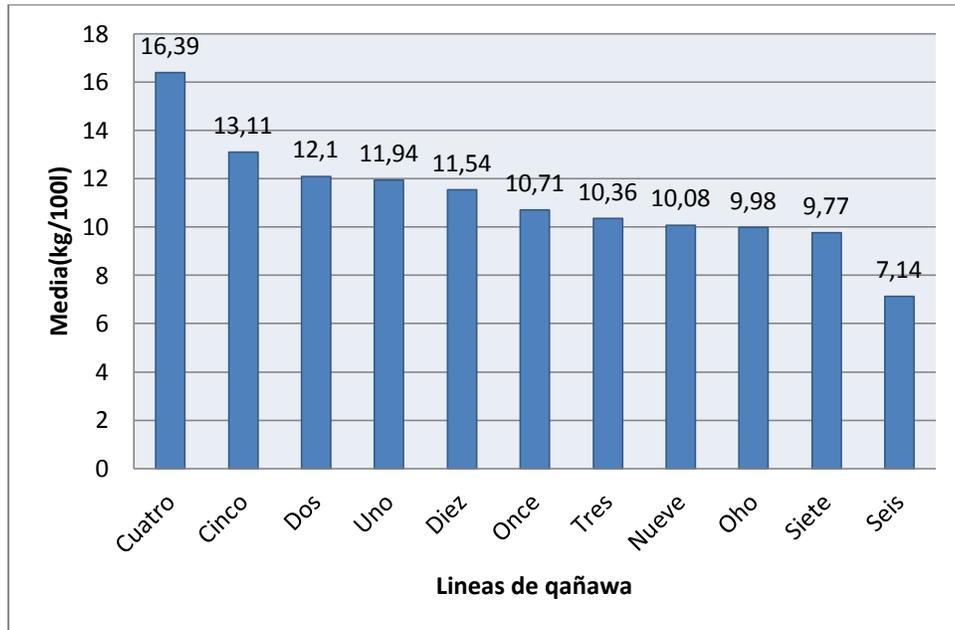
ANEXO 12: Medias de la segunda trilla de qañawa peso hectolítrico con perigonio



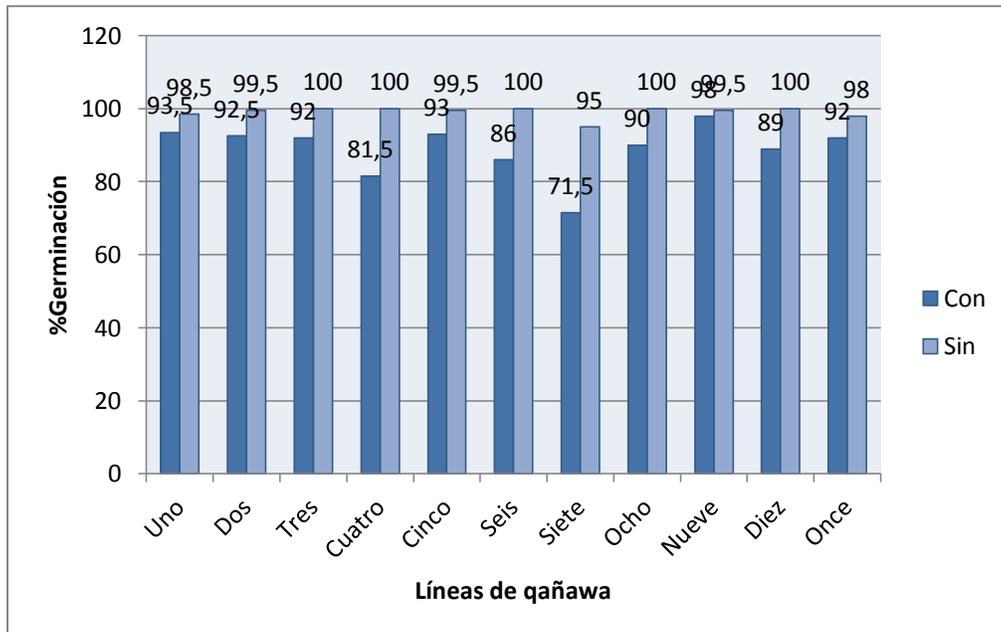
ANEXO 13: Medias de la segunda trilla de qañawa peso hectolítrico con perigonio



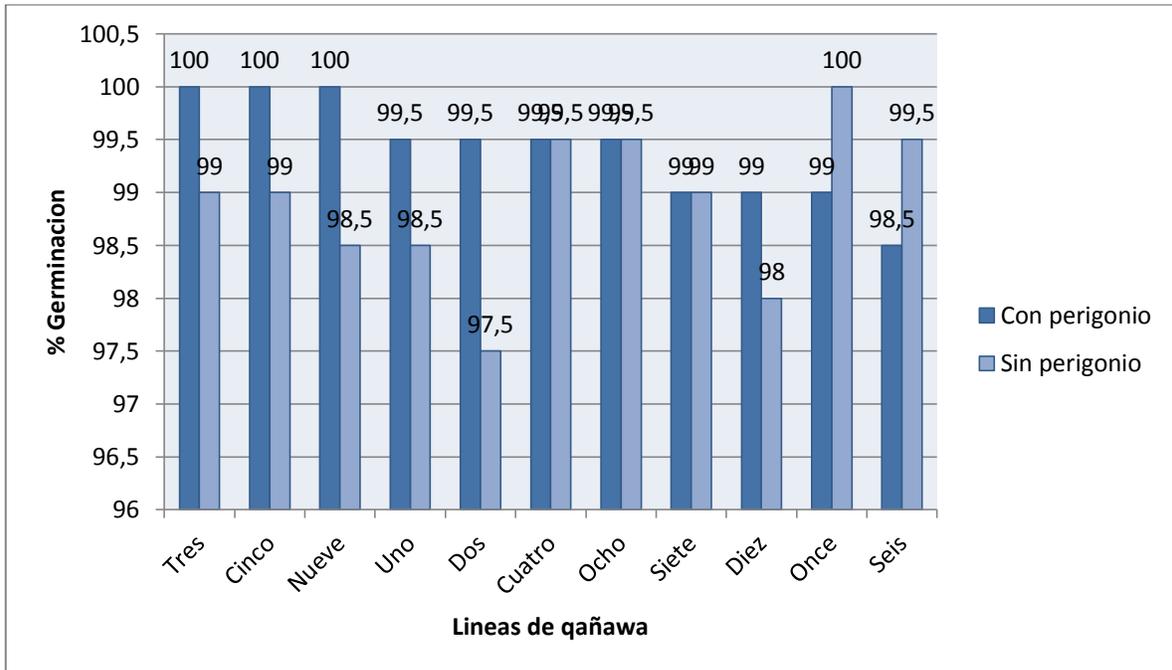
ANEXO 14: Medias de la segunda trilla de qañawa peso de perigonio en 100 litros de grano



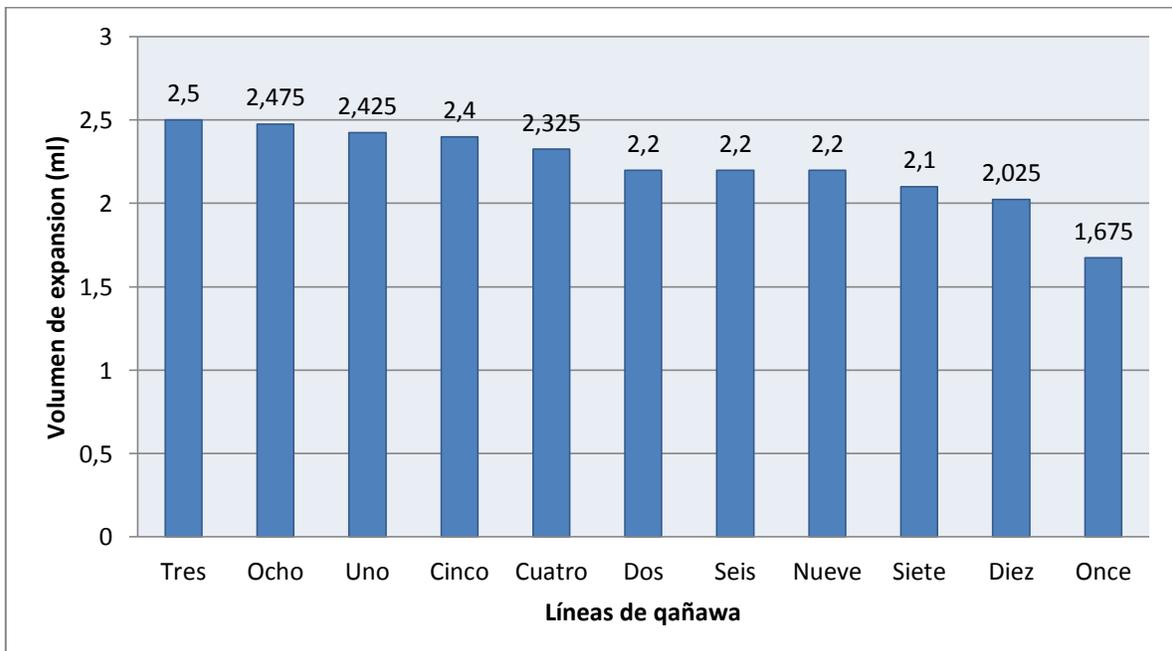
ANEXO 15: Medias de la primera trilla de qañawa porcentaje de germinación a las 48 horas (interacción línea*perigonio)



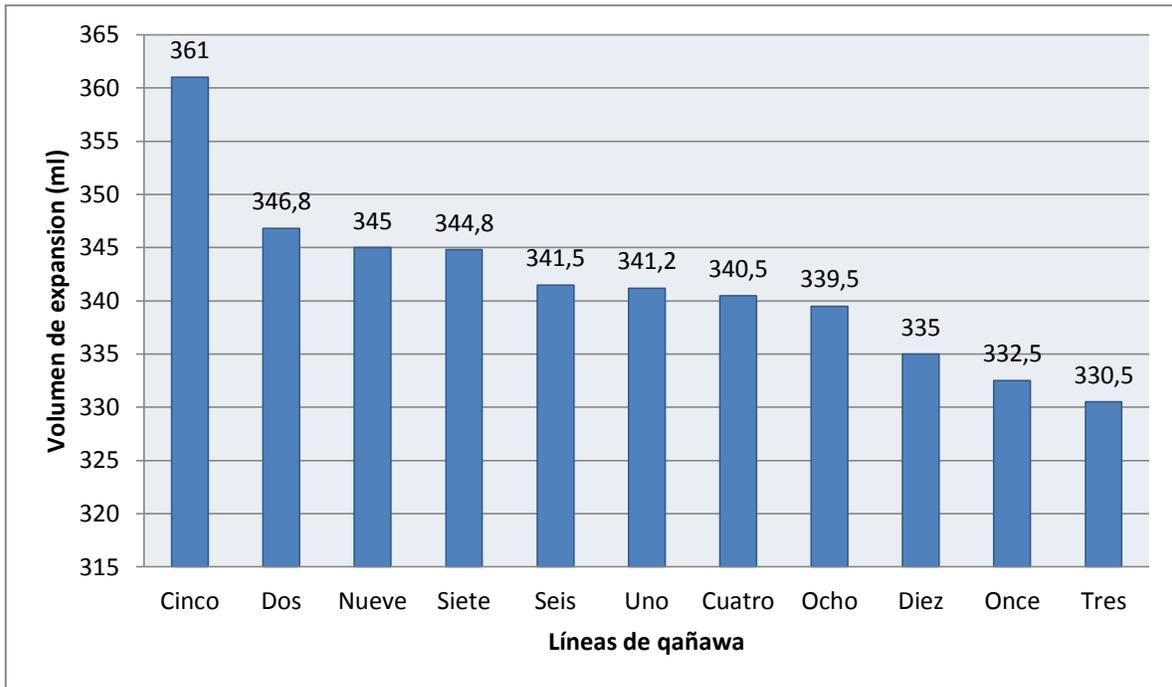
ANEXO 16: Medias de la primera trilla de qañawa porcentaje de germinación a las 72 horas (interacción línea*perigonio)



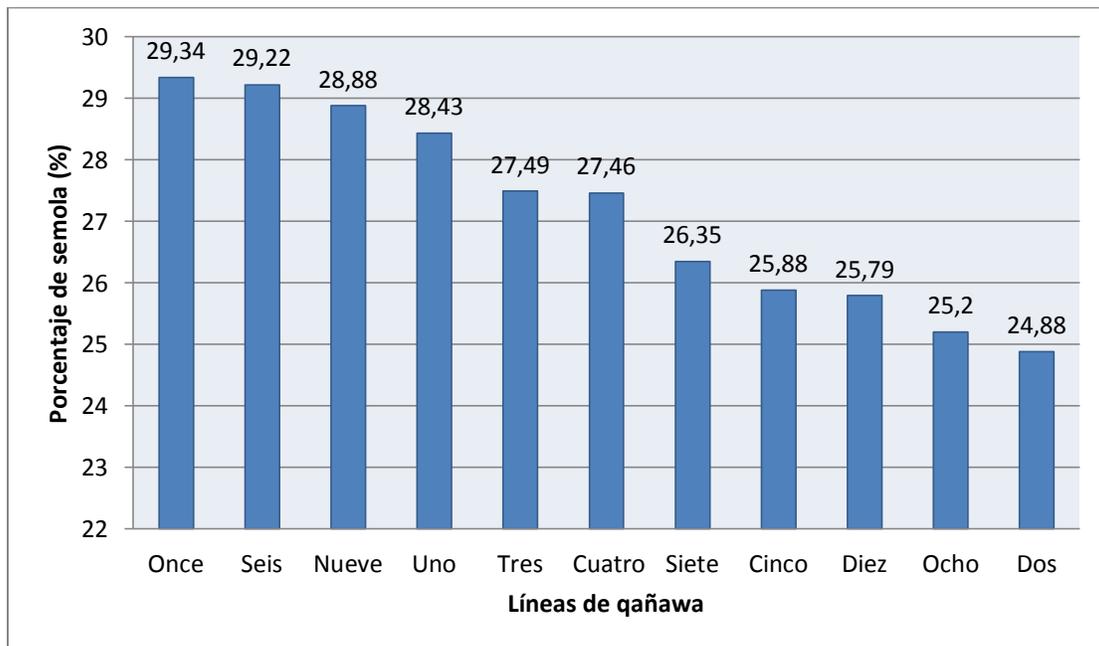
ANEXO 17: Medias del volumen de expansión de grano tostado de qañawa



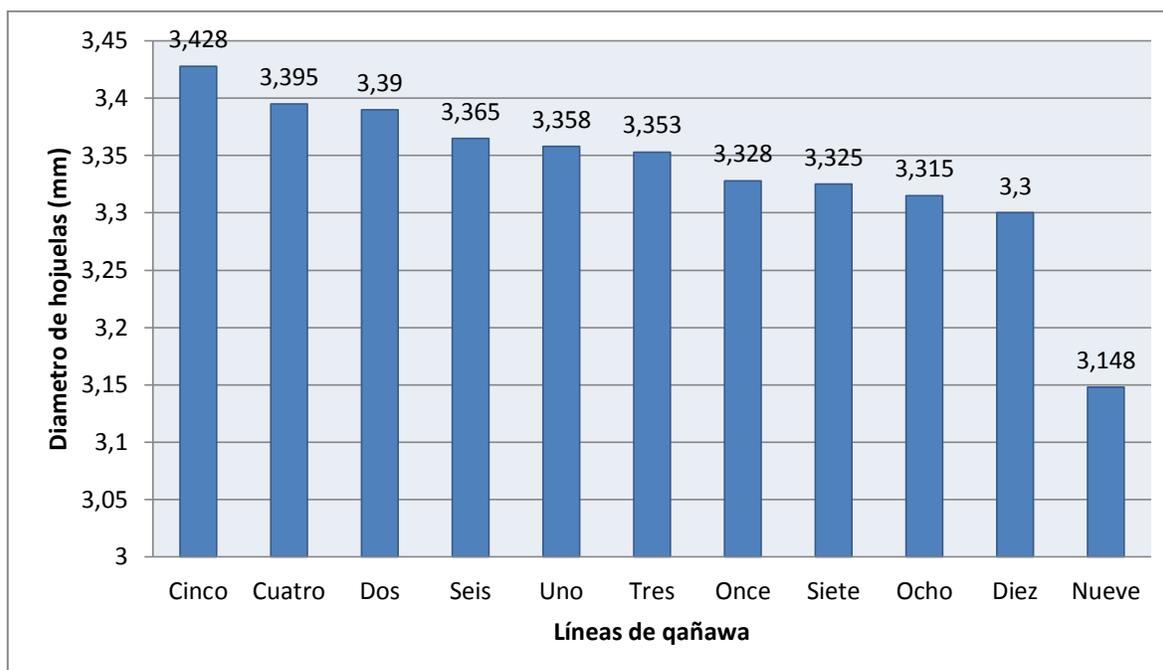
ANEXO 18: Medias del Volumen de expansión de hojuelas



ANEXO 19: Medias del porcentaje de sémola



ANEXO 20: Medias de diámetro de hojuelas de qañawa



ANEXO 21: Destino de la producción de qañawa en Bolivia

Departamento	Total	Consumo del hogar	Reservado para semilla	Para transformación	Perdidas	Ventas al mercado		Otros
						Nacional	Exterior	
La Paz	100%	38,92	7,23	13,48	0	14,1	0	26,27
Cochabamba	100%	29,58	6,45	10,45	0	26,35	0	27,17
Oruro	100%	3,82	2,84	1,58	15,62	76,14	0	0
Potosí	100%	44,4	2,67	8,4	0	0	0	44,44

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE), Encuesta Nacional Agropecuaria ENA-2008

ANEXO 22: Fotografía de toma de datos para el rendimiento



ANEXO 23: Fotografía de toma de datos para el peso hectolítrico

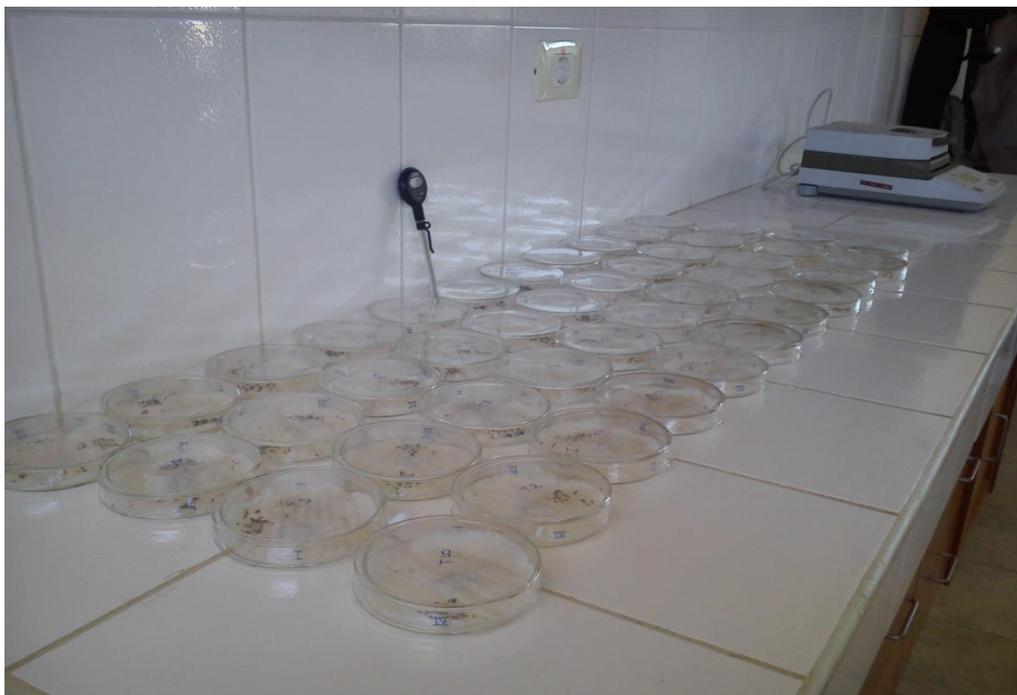


Volumen de 10 ml de cañawa



Pesaje de 10 ml de qañawa

ANEXO 24: Fotografía de toma de datos para el porcentaje de germinación





Qañawa sin perigonio



Qañawa con perigonio

ANEXO 25: Fotografía de toma de datos del tostado de qañawa



Qañawa después del tostado



Toma de datos del volumen final de qañawa

ANEXO 26: Fotografía de toma de datos hojuelado de qañawa



Medición del porcentaje de humedad antes del hojuelado



Volumen inicial de 100 ml



Hojuelas saliendo de la maquina laminadora



Maquina laminadora



Hojuelas de qañawa



Medición del volumen final de hojuelas



Tamizado de hojuelas (tamiz de 1.4 mm)



Hojuelas y sémola de cañawa



Diámetro de hojuelas



Registro de diámetros de hojuelas