



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA QUINUA
(*Chenopodium quinoa Willd.*) A PARTIR DE DOS ORÍGENES DE MATERIAL
DE SIEMBRA EN LA SIERRA CENTRAL DEL ECUADOR

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos

Profesor Guía
Ing. MSc. Proaño Egas Diego Cecil

Autor
Fabián Darío Guerrón Moreira

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Diego Cecil Proaño Egas

Máster en Ciencias Agropecuarias

CI: 1705055646

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos del autor vigentes”

Fabián Darío Guerrón Moreira

CI: 1720445848

AGRADECIMIENTOS

A Dios y su gracia divina que me permiten superarme cada día. A los 15, a mi familia especialmente a mis padres Fabián y Dolores, por darme el apoyo incondicional, a mi tío Santiago que aportó con su experiencia y conocimiento a la finalización de esta tesis. A mi pareja Patricia que fue un soporte en este camino. A mis amigos y compañeros por su ayuda y estima. A mis profesores que me han guiado a lo largo de toda la carrera universitaria, especialmente al Ing. Diego Proaño y al Ing. Wilson Vásquez. Y a la empresa PILVICSA, al Ing. Luis Miguel Correa y al Ing. German Espinoza, por darme la oportunidad y las facilidades para cumplir este proyecto.

DEDICATORIA

A mis abuelitos Paquita y Jacinto (T), que con su ejemplo me han inspirado a cumplir mis sueños. A mis hermanos Mary y Andy, para que no desmayen en su afán de superarse cada día. Al personal de Productos San José, a los que me debo. Y me lo dedico a mí, por mi dedicación y esfuerzo para finalizar una etapa muy importante en la vida.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en cinco localidades de la provincia de Cotopaxi, y una localidad en la provincia de Pichincha, el objetivo fue evaluar la productividad y calidad del grano en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad Tunkahuan, a partir de una nueva alternativa de siembra por plántula, y compararla con la forma tradicional a partir de semilla botánica. Las localidades en las que se sembró a partir de plántulas, presentaron mejores características en su morfología como: altura, grosor de tallo, tamaño y densidad de panoja. Los mejores resultados se alcanzaron en la localidad de Santa Isabel, provincia de Cotopaxi a una altitud de 2.930 msnm, con un estimado por hectárea de 126 quintales seguido de la localidad Pinguilla provincia de Pichincha a 2.220 msnm, con un estimado de 90 quintales y los Nevados provincia de Cotopaxi a 330 msnm con un estimado de 85 quintales. En relación a la calidad física del grano se presentó en la localidad de Santa Isabel, llegando a cumplir las mejores características según la Normativa vigente INEN 1673, por lo que se considera grano de calidad grado 1. Mientras que una baja calidad de grano se obtuvo en la localidad de Los Nevados por afectación de la ceniza volcánica acumulada en el grano contenido en las panojas. El mayor beneficio/costo se alcanzó en la localidad de Santa Isabel con 1,64 dólares por cada dólar invertido y recuperado, el más bajo fue el de Aliaga 0,13 dólares por cada dólar invertido y recuperado. Esto permite concluir que esta nueva alternativa de siembra por plántula complementada con la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's), en el cultivo de quinua, se presenta como una oportunidad para sistemas de producción más tecnificados en el país, más allá de que este cultivo se maneja en sistemas de producción de pequeña y mediana escala.

ABSTRACT

The present study was performed in five locations in the province of Cotopaxi, and a town in the province of Pichincha, the objective was to evaluate the productivity and quality of the grain in the cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) variety Tunkahuan, starting from a new alternative of planting by seedling, and compare it with the traditional form beginning with botanical seed. The towns where the seedlings were planted, presented best features in its morphology as: height, thickness of stem, size and density of panicle. The best results were achieved in the town of Santa Isabel, at Cotopaxi province at an altitude of 2.930 meters above sea level, with an estimated per hectare of 126 quintals followed by the village Pinguilla at Pichincha province at 2.220 meters above sea level, with an estimated 90 quintals. Finally, Los Nevados at Cotopaxi province at 330 meters above sea level, with an estimated of 85 quintals. In relation to the physical quality of the grain was present in the town of Santa Isabel, achieved with the best properties according to INEN 1673 legislation, so it is considered grain quality grade 1. While a low grain quality was obtained in the town of Los Nevados due to volcanic ash accumulated in the grain contained in the panicles. The highest benefit/cost was reached in the town of Santa Isabel with 1,64 dollars for every dollar invested and recovered, the lowest was in Aliaga with 0,13 dollars for every dollar invested and recovered. This leads to the conclusion that this new alternative of sowing for seedling complemented with the application of Good Agriculture Practices (GAP's), in the cultivation of quinoa, is presented as an opportunity for more technical production systems in the country, beyond that this crop is handled in production systems of small and medium-scale.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I: Marco Teórico	5
1.1. Historia, origen y generalidades del cultivo	5
1.1.1. La quinua en el mundo	5
1.1.2. La quinua en la región andina	10
1.1.3. El cultivo de quinua en el Ecuador.....	12
1.2. Productividad, rendimientos y área sembrada.....	17
1.2.1. Región Andina y el mundo.....	17
1.2.2. Situación actual de la quinua en el Ecuador	22
1.3. La demanda, comercio y exportación de la quinua.....	27
1.3.1. Situación internacional de la quinua	27
1.3.2. Exportación de quinua en el Ecuador.....	36
1.4. Botánica, fisiología y manejo del cultivo de quinua.....	40
1.4.1. Taxonomía de la quinua	40
1.4.2. Agromorfología de la quinua.....	40
1.4.2.1. Raíz.....	41
1.4.2.2. Tallo	41
1.4.2.3. Hojas.....	41
1.4.2.4. Inflorescencia	42
1.4.2.5. Grano	42
1.4.2.6. Hábito de crecimiento	42
1.4.2.7. Color de la planta	43
1.4.2.8. Ciclo vegetativo.....	43
1.4.2.9. Rendimiento de grano.....	43
1.4.3. Fases de crecimiento de la quinua	43
1.4.4. Principales plagas y enfermedades de la quinua	44
1.4.5. Manejo agronómico del cultivo	44
1.4.5.1. Preparación del suelo	44
1.4.5.2. Sistema de siembra	45

1.4.5.3.	Deshierba y aporque.....	46
1.4.5.4.	Depuración y raleo.....	46
1.4.5.5.	Riego.....	47
1.4.5.6.	Cosecha y post-cosecha.....	47
1.4.6.	Sistema de siembra con plántulas en quinua.....	48
2.	CAPITULO II: Materiales y Métodos.....	50
2.1.	Ubicación geográfica y características climáticas.....	50
2.2.	Materiales y Equipos.....	51
2.2.1.	Campo.....	51
2.2.2.	Laboratorio.....	51
2.3.	Metodología.....	52
2.3.1.	Tratamientos.....	52
2.3.2.	Unidad Experimental.....	53
2.3.3.	Análisis estadístico.....	53
2.3.4.	Variables.....	54
2.3.4.1.	Componentes del Rendimiento.....	55
2.3.4.2.	Calidad física del grano.....	55
2.3.4.3.	Calidad fisiológica del grano.....	56
2.4.	Manejo del experimento.....	56
2.4.1.	Proceso de preparación de pilones.....	56
2.4.2.	Manejo de campo.....	58
3.	CAPITULO III: Resultados y Discusión.....	62
3.1.	Variables agronómicas.....	62
3.2.	Componentes del Rendimiento.....	68
3.3.	Calidad física del grano.....	77
3.4.	Calidad fisiológica.....	85
3.5.	Análisis económico del experimento.....	89
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	93

4.1. Conclusiones	93
4.2. Recomendaciones	94
5. REFERENCIAS	95
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Características agronómicas de las variedades de quinua liberadas por el INIAP.	16
Tabla 3. Área cosechada, Rendimiento y Producción del cultivo de quinua de Bolivia y Perú desde 1994 hasta 2014.	19
Tabla 4. Área cosechada, Rendimiento y Producción del cultivo de quinua en Ecuador desde 1994 hasta 2014.	23
Tabla 5. Valor y cantidad exportada de quinua de los 20 primeros países del 2012 hasta el 2015	28
Tabla 6. Valor y cantidad importada de quinua de los 20 primeros países del 2012 hasta el 2015.	32
Tabla 7. Valor (miles de USD's), cantidad (toneladas) y precio FOB (USD's por kilogramo) de quinua exportada por el Ecuador del 2000 hasta el 2015.	37
Tabla 8. Clasificación taxonómica de la quinua.	40
Tabla 9. Pérdidas durante la cosecha y post-cosecha.	48
Tabla 10. Ubicación, y características climatológicas de las localidades del experimento.	50
Tabla 11. Factores y niveles del primer diseño experimental.	52
Tabla 12. Descripción de los tratamientos para el diseño experimental en arreglo factorial.	52
Tabla 13. Tratamientos en estudio	53
Tabla 14. Modelo del análisis de varianza (ADEVA) para diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 2 x 2 y cuatro repeticiones.	54
Tabla 15. Modelo del análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y cuatro repeticiones.	54
Tabla 16. Insumos utilizados en la preparación del suelo, abonamiento y fertilización por hectárea en cada una de las localidades en estudio.	59
Tabla 17. Insumos utilizados para el control fitosanitario por hectárea en cada una de las localidades en estudio.	60

Tabla 18. Análisis de varianza para la altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm) y número de plantas (m^{-2}) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	62
Tabla 19. Análisis de varianza para la altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm) y número de plantas (m^{-2}) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.....	63
Tabla 20. Análisis de varianza para la panoja laxa (%) y panoja compacta (%) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	63
Tabla 21. Análisis de varianza para la panoja laxa (%) y panoja compacta (%) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.	64
Tabla 22. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.	64
Tabla 23. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas evaluadas en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.	65
Tabla 24. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.....	65
Tabla 25. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015	66
Tabla 26. Análisis de varianza para tamaño de panoja (cm) y población de plantas (ha) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	69

Tabla 27. Análisis de varianza para tamaño de panoja (cm) y población de plantas (ha) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.....	69
Tabla 28. Análisis de varianza para el rendimiento (kg ha ⁻¹) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	70
Tabla 29. Análisis de varianza para el rendimiento (kg ha ⁻¹) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.	70
Tabla 30. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.....	71
Tabla 31. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento evaluadas en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.	72
Tabla 32. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.	73
Tabla 33. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.....	75
Tabla 34. Análisis de varianza para la pureza del grano (%), grano encapsulado (%), grano manchado y quebrado (%) y grano pregerminado (%) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	78
Tabla 35. Análisis de varianza para la pureza del grano (%), grano encapsulado (%), grano manchado y quebrado (%) y grano pregerminado (%) evaluado en el cultivo de quinua en seis	

localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.	79
Tabla 36. Análisis de varianza para material inerte (%), humedad del grano (%), peso hectolítrico (kg hL ⁻¹) y peso de 1000 granos (g) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	80
Tabla 37. Análisis de varianza para material inerte (%), humedad del grano (%), peso hectolítrico (kg hL ⁻¹) y peso de 1000 granos (g) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.	80
Tabla 38. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.	81
Tabla 39. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano evaluadas en el cultivo de quinua en dos pisos altitudinales. Cotopaxi, 2015.	81
Tabla 40. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.	82
Tabla 41. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.	82
Tabla 42. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015	83
Tabla 43. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015	83

Tabla 44. Análisis de varianza para la germinación (%) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.	86
Tabla 45. Análisis de varianza para la germinación (%) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.	86
Tabla 46. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015	87
Tabla 47. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano evaluadas en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015	87
Tabla 48. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.	87
Tabla 49. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015	88
Tabla 50. Costos de producción de quinua (USD's ha ⁻¹) de seis localidades y la relación de la tecnología, 2015.	90
Tabla 51. Análisis de costos de seis localidades con base en el rendimiento (kg ha ⁻¹), precio de venta, ingreso total, costo de la tecnología y relación de los ingresos en función de la tecnología, 2015.	91
Tabla 52. Análisis beneficio/costo de las localidades en estudio (USD's ha ⁻¹), 2015.	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la producción total de quinua en el mundo por continentes, año 2012.	18
Figura 2. Distribución de la producción total de quinua en los países de la región andina, año 2012.	18
Figura 3. Área cosechada de quinua (hectáreas) de Bolivia y Perú desde 1994 hasta 2014.	20
Figura 4. Producción total (toneladas) y rendimiento de quinua (kilogramos por hectárea) de Bolivia y Perú desde 1994 hasta 2014.	21
Figura 5. Área cosechada de quinua (hectáreas) en Ecuador desde 1994 hasta 2014.	24
Figura 6. Producción total de quinua (toneladas) de Ecuador desde 1994 hasta 2014.	24
Figura 7. Rendimiento de quinua (kilogramos por hectárea) de Bolivia, Perú y Ecuador desde 1994 hasta 2014.	25
Figura 8. Distribución de la producción de quinua según las provincias del Ecuador, año 2014.	26
Figura 9. Aporte en miles de USD's en quinua exportados de los principales países, año 2015.	29
Figura 10. Valor exportado de quinua (miles de USD's) de los principales países exportadores del 2012 al 2015.	30
Figura 11. Cantidad de quinua exportada (toneladas) y precio FOB de quinua (USD's por kilogramo) de los principales países exportadores del 2012 al 2015. Adaptada de Trade map, s.f.	31
Figura 12. Principales países importadores de quinua (miles de USD's), año 2015.	33
Figura 13. Valor importado de quinua (miles de USD's) de los principales países importadores del 2012 al 2015.	34
Figura 14. Cantidad de quinua importada (toneladas) de los principales países importadores del 2012 al 2015.	35
Figura 15. Principales destinos de los máximos exportadores de quinua en el mundo, año 2015.	36

Figura 16. Valor exportado de quinua (miles de USD's) del Ecuador del 2000 al 2015.....	38
Figura 17. Cantidad exportada (Tm) y precio FOB (USD's /kg de quinua) del Ecuador del 2000 al 2015.....	39
Figura 18. Principales destinos de la quinua ecuatoriana, año 2015.	39
Figura 19. Descripción gráfica de las unidades experimentales de los dos sistemas de siembra implantados en las seis localidades del estudio.....	53
Figura 20. Promedio de prueba de Tukey ($\leq 0,05$) y desviación estándar del rendimiento (kg ha^{-1}) en dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.	71
Figura 21. Promedio de prueba de Tukey ($\leq 0,05$) y desviación estándar del rendimiento (kg ha^{-1}) evaluados en dos pisos altitudinales del cultivo de quinua. Cotopaxi, 2015.....	72
Figura 22. Promedio de prueba de Tukey ($\leq 0,05\%$) y desviación estándar del rendimiento (kg ha^{-1}) con dos materiales de siembra evaluados en dos pisos altitudinales del cultivo de quinua. Cotopaxi, 2015.	74
Figura 23. Promedio de prueba de Tukey ($\leq 0,05\%$) y desviación estándar del rendimiento (kg ha^{-1}) evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.....	76

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La actividad agrícola en el altiplano de Latinoamérica, tiene una gran variedad de cultivos que son la fuente de desarrollo económico de varios productores de estas zonas (Planella, López, y Bruno, 2013, p. 33). Entre estos cultivos se encuentra la quinua (*Chenopodium quinoa*) que constituyó un grano muy importante en la alimentación de los pueblos prehispánicos, asentados en las tierras altas de la cordillera de los Andes (Planella, et al., 2013, pp. 33-34).

En los últimos años, ha existido un incremento considerable en la producción mundial de este cultivo; siendo los mayores productores Perú y Bolivia, que conforman casi el 85% de la producción total de quinua en el mundo (FAO y ALADI, 2014, p. 3). La quinua es un cultivo que posee una amplia variabilidad de adaptación a distintas zonas agroecológicas, que van desde los valles del altiplano de Bolivia, Ecuador y Perú hasta regiones costeras de Chile, valles andinos de Colombia, y en diferentes latitudes que oscilan desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altura (Jellen, Maughan, Fuentes, y Kolano, 2013, p. 13).

Los bancos de germoplasma de quinua más grandes del mundo, se encuentran en Perú y Bolivia, donde también se encuentran estudios científicos más relevantes sobre este cultivo (Maughan, 2013, p. 26). Ecuador, posee 673 accesiones de quinua conservadas por el banco de germoplasma del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología en la Estación Experimental de Santa Catalina del INIAP (Bertero, 2013, p. 138).

Ecuador posee las características geográficas y climáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo. Sin embargo, la mayoría de los agricultores siembran de manera tradicional con sus prácticas ancestrales, como complemento al huerto familiar y en asociación con otros cultivos como papa, chocho, maíz, mellocos, habas, entre otros. Las principales zonas de producción están ubicadas en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Loja (Pinto, 2013).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP), en los últimos años ha liberado variedades de quinua, con características de: grano con bajo contenido en saponina, plantas resistentes a plagas y enfermedades, incluso a heladas y sequías severas. Las variedades liberadas por el INIAP (2015) son: INIAP – Tunkahuan, INIAP – Ingapirca, INIAP – Cochasqui, INIAP – Pata de Venado e INIAP – Imbaya.

El gran interés de la quinua a nivel mundial se debe al gran aporte nutricional que posee, convirtiéndose en un cultivo estratégico para la seguridad y soberanía alimentaria (Planella, et al., pp 33-34). Además existen varias razones para la producción de este cultivo como son, la repotencialización cultural de los pueblos ancestrales, el rescate de cultivos endémicos de la zona andina y la demanda internacional hacia Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea (Jellen, et al., 2013, pp. 13-14).

La implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's), que se basan en el correcto manejo del cultivo a lo largo de todo su ciclo vegetativo, partiendo desde la zonificación, preparación del suelo, el manejo integrado de plagas, fertilización y labores culturales adecuados, llegando hasta la cosecha y trilla del grano. Cabe recalcar que el cultivo de quinua mantiene un manejo agronómico ancestral, muy poco tecnificado y se realiza en su mayoría por pequeños y medianos productores (INIAP, 2015).

Actualmente entre los limitantes principales en la producción de quinua del país, es el bajo rendimiento y la calidad del grano. Estos problemas posiblemente, se deban a causas como: desequilibrio en la absorción de nutrientes, competencia entre plantas, desigualdad al momento de la emergencia del grano, heterogeneidad en la madurez de las panojas y otros problemas que pueden causar los factores edafoclimatológicos en el cultivo. Esto hace que el país esté en desventaja, en comparación a Perú y Bolivia, que poseen mejores rendimientos y calidad de grano que potencializa oportunidades de exportación hacia otros países (Pinto, 2013).

Alcance

La presente investigación, permitirá determinar las características físicas y fisiológicas del grano de quinua, y el rendimiento por hectárea, a partir de plántulas y semilla botánica y además un análisis beneficio/costo en las seis localidades que corresponden al estudio. Cinco de estas localidades se sitúan en la provincia de Cotopaxi y una en la provincia de Pichincha, en las que se establecerá las unidades experimentales, donde se evaluarán características agronómicas en campo y de laboratorio para determinar la calidad del grano.

Justificación

La producción de quinua en el país ha reportado un crecimiento considerable en los últimos años. En el 2014 se sembraron 4.900 ha, cantidad que ya fue superada hasta a mediados de julio del 2015 con 6.477 ha. En el país existen aproximadamente 6.000 productores de quinua, 38% pertenecen a la provincia de Carchi, el 25 % a Chimborazo y el 11% a Pichincha. Si bien es cierto ha existido un aumento considerable de la extensión de siembra, pero que no ha sido reflejado en los rendimientos de producción y calidad esperados (MAGAP y UNA, 2014).

Es importante considerar que el cultivo es muy demandado a nivel mundial, por lo que el incremento en productividad y calidad, permitirán a los productores ecuatorianos, grandes opciones de exportación a países de la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá (FAO y ALADI, 2014 p. 5).

La investigación permitirá generar información tecnológica, en la búsqueda del mejoramiento de la productividad y la calidad de grano del cultivo de quinua, a través de la utilización de un material de siembra alternativo, como son las plántulas, comparado con la siembra tradicional de la quinua (semilla botánica), en varias localidades, donde la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas es específica dentro de cada una de ellas. Finalmente, el estudio contempla la evaluación del beneficio/costo de cada material de siembra por localidad. Todo esto contribuirá a la producción de materia prima de calidad para la Agroindustria en el país.

Objetivo general

Evaluar la semilla botánica y plántulas como material de siembra, sobre la productividad y calidad de quinua (*Chenopodium quinoa*), en diferentes pisos altitudinales de la Sierra Central del Ecuador.

Objetivos Específicos

Determinar la productividad de quinua a partir de plántulas y semilla botánica en diferentes pisos altitudinales.

Analizar la calidad física y fisiológica del grano de quinua a partir de plántulas y semilla botánica en diferentes pisos altitudinales.

Realizar un análisis de costos de los tratamientos en estudio, utilizando el presupuesto parcial de Perrin.

1. CAPÍTULO I: Marco Teórico

1.1. Historia, origen y generalidades del cultivo

1.1.1. La quinua en el mundo

El género *Chenopodium*, posee aproximadamente más de 250 especies distribuidas por América, Europa y Asia, las cuales en su gran mayoría son plantas herbáceas anuales, incluyendo otras plantas de tipo arborescentes y perennes (Bazile y Baudron, 2014, p. 49). Con el pasar de los años esta especie fue domesticada por las culturas y tribus, dando como resultado el género *Chenopodium* como *Chenopodium pallidicaule*, o *Chenopodium nuttalliae* que se consumía como vegetal, en forma de espinaca en Centroamérica (Jacobsen, 2014, p. 520). Actualmente se han identificado una gran cantidad de especies, de las cuales se clasifican en acervos silvestres, invasivos y domesticados (Jellen, Maughan, Fuentes, y Kolano, 2014, p. 12).

La primera especie de *Chenopodium* domesticada es la que actualmente se conoce como quinua sudamericana, la cual fue desarrollada por culturas de la región Andina hace aproximadamente 7500 años (Jacobsen, 2014, pp. 520-521). Posteriormente existe una distribución hacia el norte del continente entre los años 1200 a 1600 D.C., donde se tiene vestigios de *Chenopodium nuttalliae* en las tierras altas de México que concuerda con la importancia del cultivo en el Imperio Azteca (Tapia, et al., 1979, p. 11). En Europa, *Chenopodium álbum* considerada una maleza mundial, fue un cultivo secundario en Dinamarca durante la edad de hierro entre los años 1200 A.C. y 400 D.C., llegando a formar parte de sistemas pastoriles para ganado vacuno lechero (Jacobsen, 2014, p. 521). Es importante considerar, que el consumo del grano de quinua, al igual que el uso de sus hojas no fue exclusivo de la zona andina, ya que según estudios en la región de los Himalayas también se cultivaban algunas especies de la familia *Chenopodiaceae*, donde se encontraron tres grupos importantes de *Chenopodium* al norte de la India en Punjab como *Chenopodium álbum* L., *Chenodopium murale* L. y *Chenodopium* sp. este último reúne dos especies *Chenodopium álbum* y *Chenodopium quinua*; todas estas se consideraban malezas, que con el pasar del tiempo se convirtieron en

cultivo secundarios donde sus granos y hojas eran útiles para la elaboración de sopa, cuyo nombre de origen se conoce como: “pot-herb” (Bazile y Baudron, 2014, pp. 50-51).

El cultivo de quinua tanto para la cultura Himalaya, como para la de los Andes mantienen su interés en la alimentación de sus habitantes, sobre todo en los pueblos aislados en montañas de las cordilleras (Bazile y Baudron, 2014, p. 50). Para las culturas andinas el cultivo de quinua cumple un papel fundamental en los sistemas agro-productivos, sociales, políticos y religiosos de sus pueblos (Planella, López, y Bruno, 2014, pp. 33-34); por otro lado, en los Himalaya se describe como un cultivo secundario de verano asociado con otros cultivos como mijo, maíz, arroz, papá y frejol (Bazile y Baudron, 2014, p. 51). A partir de varios estudios, los investigadores encontraron más especies del mismo género que se destacaron en diferentes lugares como *Chenopodium quinua* Willd. en zonas tropicales y templadas de Latinoamérica; *Chenopodium berlandieri* spp. y *Chenopodium nuttaliae* en México, mientras que en Estados Unidos se considerada como una especie silvestre (Bazile y Baudron, 2014, pp. 51-52).

Se han marcado cuatro etapas para el origen de la quinua actual: La primera etapa y la más antigua de dos ancestros diploides, *Chenopodium standleyanum* (pariente femenino) originario de la zona templada de América y *Chenopodium álbum* (pariente masculino) de Eurasia; la segunda etapa consiste en los distintos cruzamientos e hibridaciones naturales que tuvieron estas especies generando algunos parientes tetraploide como *Chenopodium berlandieri* y *Chenopodium hircinum*. A partir de esta hibridación surge una tercera etapa, que consistió en la domesticación de las especies sobre todo en América Latina, para finalizar en una cuarta etapa con la quinua actual y su extensión en todo el mundo (Bazile y Baudron, 2014, pp. 52-53).

Para la segunda mitad del siglo XX, recién se reconoce el posible potencial de la quinua y se generan varias líneas de investigación sobre este cultivo que, para ese entonces, los países productores sólo eran Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Planella, et al., 2014, pp. 34-43). A partir de los años

80, se incrementó notablemente la demanda mundial (Bazile y Baudron, 2014, p. 53), teniendo que resaltar que en los países andinos aún se la considera como un alimento tradicional, mientras que en Europa y el norte de América es apreciada por sus propiedades dietéticas y nutricionales (Jellen, et al., 2014, p. 12). Bolivia y Perú son los máximos productores a nivel mundial, tuvieron que incrementar su producción para satisfacer la demanda mundial (Bazile y Baudron, 2014, p. 54). A partir de estos antecedentes investigadores europeos y norteamericanos han realizado varios estudios para la introducción de la quinua al norte del continente americano y Europa (Jacobsen, 2014, p. 521).

Estados Unidos fue el primer país interesado por la quinua desde 1948, y en 1973 realizó su primera parcela demostrativa al sur de Colorado con quinua de origen chileno (Bazile y Baudron, 2014, p. 54). Los últimos reportes de siembras de quinua en Estados Unidos están ubicados en la costa Norte del Pacífico, y Canadá cultiva quinua en Ontario y Saskatchewan convirtiéndose entre los dos casi el 10 % de la producción mundial (2003) de quinua (Peterson y Murphy, 2014, pp. 665-666). Las universidades y centros de investigación de estos países están en estudios constantes, especialmente en el mejoramiento genético, para la obtención de variedades de quinua que se adapten mejor a sus zonas (Peterson y Murphy, 2014, pp. 669-671).

En 1978, quinua de origen chileno ingresa a Europa específicamente a Inglaterra en Cambridge y a Francia en el valle de Loire respectivamente (Bazile y Baudron, 2014, pp. 54-55). En Inglaterra se ha experimentado la quinua como cultivo de cobertura sola o en asociación con colza (Bazile y Baudron, 2014, p. 54), y Francia está en constantes investigaciones sobre adaptabilidad y creación de nuevas variedades, ya que este país entre los años 2002 y 2007 fue el máximo consumidor de quinua en Europa (Piva, Brasse, y Mehinagic, 2014, p. 534).

Desde 1981 el mismo material de origen chileno probado en Cambridge fue distribuido hacia Holanda, Dinamarca y otros países como Nepal, China, India, Australia, Bután, Malasia, entre otros. En Dinamarca el consumo de la quinua

se destaca como una gran opción para las personas intolerantes al gluten (celiacas) (Bazile y Baudron, 2014, p. 54).

En 1993 se realizaron pruebas de campo con quinua en Inglaterra, Dinamarca, Holanda e Italia y pruebas en laboratorio en Francia y Escocia gracias a un proyecto financiado por la Unión Europea (Bazile y Baudron, 2014, p. 55).

En los años 1996 a 1998 se ejecutó varios ensayos para introducción de quinua en suelos diferentes a la zona andina, gracias a un proyecto efectuado por la DANIDA (Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional) en colaboración del CIP (Centro internacional de la papa en Perú), donde los estudios se realizaron en parcelas de Suecia, Polonia, República Checa, Austria, Alemania, Italia, Pakistán, Australia, Kenia, Brasil, Vietnam, Namibia y Grecia incluyendo países sudamericanos como Colombia, Brasil, Bolivia, Argentina y Chile, usando material de quinua peruano (Bazile y Baudron, 2014, pp. 55-56).

Lo primera variedad europea de uso comercial denominada Carmen fue generada entre Dinamarca y Holanda, cuyas características eran: planta de baja estatura de panoja compacta y maduración temprana. Algunos de los objetivos del fitomejoramiento de la quinua en Europa están: el incremento del rendimiento y la reducción del porcentaje de saponina en el grano (Jacobsen, 2014, p. 524). Entre los principales para la introducción de la quinua a otros países está el cambio climático mundial y la salinización de suelos agrícolas (Biondi, et al., 2014, p. 167), lo que hace la recuperación de varias hectáreas de tierras gracias a la quinua, en países como India, Pakistán, China, Australia, países del mediterráneo y norte de África (Bazile y Baudron, 2014, p. 58). Gracias a la flexible adaptabilidad del cultivo de quinua a distintos ambientes con condiciones variables en humedad, latitud y temperatura, al igual de la poca exigencia en nutrientes de los suelos para su desarrollo, y tolerancia a sequías y heladas (Bazile y Baudron, 2014, p. 60), hace de este cultivo un punto estratégico en la seguridad y soberanía alimentaria de las naciones (Rojas, et al., 2014, p. 65).

La asamblea general de la Organización de las Naciones Unidas ONU, a propuesta de la FAO, decreta el año 2013 como el “Año Internacional de la Quinoa” (Chevarria Lazo, et al., 2014, p. 95), y a partir de este nombramiento la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y el CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), realiza una compilación de todas las investigaciones realizadas sobre el cultivo de quinoa en todo el mundo tomando colaboraciones de universidades, institutos y centros de investigación, agremiación de productores de quinoa, consumidores entre otros, dando como resultado el libro “Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013” (Bazile, Salcedo, y Santivañez, 2014, p. 708). Partiendo de esta publicación, se conoce que hasta el 2013 existen 14 países productores de quinoa en el mundo, 25 países que poseen parcelas en estudio en campo, como investigaciones en laboratorio, y otros 16 países que planifican iniciar estudios sobre el cultivo de quinoa, de los cuáles se tiene registros y reportes (Anexo 1) (Bazile y Baudron, 2014, p. 58).

Alrededor del mundo existen 59 bancos de germoplasma, distribuidos por 30 países, donde se contabilizan 16422 accesiones pertenecientes al género *Chenopodium* entre estas *C. quinoa*, *C. album*, *C. pallidicoule* o cañihua *C. berlandieri*, *C. hircinum*, *C. ambrosoides* o paico *C. petiolare*, *C. murale* y *Chenopodium* sp. (Rojas, et al., 2014, p. 67). El 88% (14502) de las accesiones de quinoa en todo el mundo son conservadas en institutos agropecuarios, centros de investigaciones y universidades de países de la Región Andina (Bolivia, Perú, Argentina, Chile, Ecuador y Colombia), el resto de este material germoplasmático (Anexo 2) están distribuidos en diferentes países donde destacan Estados Unidos, Alemania India y Japón (Rojas, et al., 2014, pp. 67-68). La quinoa tiene un realce muy importante a nivel mundial tanto como alimento como cultivo, y los estudios se intensifican en 5 temas fundamentales: aporte dietético y nutricional, agronomía, fisiología vegetal y botánica, bioquímica, y biotecnología alimentaria (Bazile y Baudron, 2014, pp. 58-59).

1.1.2. La quinua en la región andina

El cultivo de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) fue domesticado por las culturas indígenas de los países andinos hace aproximadamente 5000 años (Bazile y Baudron, 2014, p. 49), siendo considerado un cultivo muy importante en la subsistencia de las sociedades andinas, como también asumiendo un papel fundamental en los sistemas agro-productivos, sociales, políticos y religiosos de estas culturas (Planella, et al., 2014, p. 33). La probable matriz de domesticación de la quinua se localizaba en las orillas del lago Titicaca entre los países de Bolivia y Perú, a unos 3500 metros sobre el nivel de mar, donde se ha conseguido la mayor diversidad y variación genética de accesiones del género *Chenopodium* en la región (Jellen, et al., 2014, p. 12).

Las investigaciones arqueológicas realizadas determinan que durante el periodo Formativo Temprano (1500 – 800 A.C.) las sociedades cultivaban la quinua a pequeña escala; a partir del periodo Formativo Medio (800 – 200 A.C.), ya el manejo del cultivo fue cambiando incluyendo control de malezas, asociaciones con otros cultivos y la quinua como un alimento muy importante en varios contextos de la vida social, religiosa y política de las comunidades desde periodo Formativo (Planella, López, & Bruno, 2014, p. 38) hasta todas las etapas en la formación del imperio Inca (1438 – 1533 D.C.) (Planella, López, & Bruno, 2014, p. 44). Posteriormente con la conquista española y el derrocamiento del imperio Inca, la quinua fue despreciada y catalogada como “comida de indios” y rechazada por los españoles, por sus usos ceremoniales (Bazile & Baudron, 2014, p. 53).

La gran diversidad del cultivo de quinua en la Región Andina se resume en cinco ecotipos con diferentes requerimientos y generalidades de las plantas en el Anexo 3 (Jellen, et al., 2014, p. 12). 1) La quinua del Altiplano, cultivada al norte del Lago Titicaca entre Perú y Bolivia; 2) La quinua de los valles interandinos, cultivada en zonas mesotérmicas de Colombia, Ecuador y Perú; 3) La quinua de los salares, adaptadas a suelos salinos y cultivada en el sur de Bolivia, Chile y Argentina; 4) La quinua a nivel del mar o costeras, cultivada en las costas del centro y sur de Chile; y, 5) La quinua de los yungas o de la zona

subtropical cultivada en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes en Bolivia (Chevarria Lazo, et al., 2014, pp. 99-100).

Bolivia ha sido uno de los máximos productores de quinua en el mundo, desde 1970 al 2012 la producción se ha cuadruplicado llegando a 131.192 hectáreas sembradas, debido a la demanda de mercado internacional (Quiroga, et al., 2014. p. 258). En este país la quinua se caracteriza por ser un alimento de autoconsumo para miles de campesinos del Altiplano y los valles interandinos. La quinua del altiplano boliviano es una planta de menor tamaño en comparación a la de los valles interandinos, que es capaz de llegar a los dos metros de altura (Tapia, y otros, 1979, p. 18). La quinua boliviana sobresale sobre las demás quinuas cultivadas en el Altiplano, específicamente en el sur en el Departamento de Oruro, donde está la mayor área de siembra de la “quinua real” o “grano de oro”, reconocida por su gran tamaño (mayor de 2.20 mm de diámetro) y muy demandada en el mercado europeo y estadounidense (Bonifacio, Gómez Pando, y Rojas, 2014, p. 206).

Las zonas bolivianas que destacan en la producción de quinua son la Paz, Oruro y Potosí (altiplano); Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija (valles interandinos) (FAO, 2011) y la región de salares de Coipasa y Uyuni (Tapia, et al., 1979. p. 18-19).

Según FAOSTAT, Perú en el 2014 contaba con 68.037 hectáreas sembradas. Al igual que Bolivia, la producción sigue siendo tradicional, y en su mayoría de pequeños productores (Gómez Pando, et al., 2014, p. 450). Desde el siglo XV, Perú poseía la mayor área de quinua sembrada en los Andes, que con la llegada de los españoles se fue reduciendo considerablemente por la inserción de otros cultivos básicos como el maíz, papás, y demás raíces y tubérculos andinos (Gómez Pando, et al., 2014, pp. 450-451). Las zonas peruanas que destacan en la producción de quinua en los valles interandinos son: Cajamarca, Valle del Mantaro, Andahuayllas y Callejón de Huaylas, y el altiplano de Cusco y Puno (FAO, 2011, p. 4).

Ecuador sembró 5.467,67 hectáreas de quinua en el 2012, alrededor de todos los valles interandinos aledaños a la cordillera de los Andes (PROECUADOR,

2015, p. 6). El interés por la quinua, inició 30 años después que los máximos productores, sin embargo, las investigaciones realizadas han sido provechosas para los productores de quinua en el país, ya que producto de las mismas se han generado cinco variedades de quinua adaptadas a las zonas (Peralta, INIAP, y Mazón, 2014, pp. 462-463). Las provincias productoras de quinua son Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Azuay y Loja (FAO, 2011, p. 4). La producción de quinua en Ecuador, es en su mayoría realizada por pequeños productores y de forma tradicional muy poco tecnificada (Peralta, et, al., 2014, p. 463).

El censo agropecuario realizado por el gobierno chileno en el 2007, señala que Chile posee 1470,2 hectáreas de quinua distribuidas por todas sus regiones (Bazile, et al., 2014, pp. 486-487). Chile posee dos ecotipos de variedades de quinuas, la de los salares y las del nivel del mar (Bazile, et al., 2014, p.477). El cultivo de quinua se caracteriza por ser de subsistencia para los campesinos que los cultivan, utilizando técnicas ancestrales. La región de mayor producción en Chile es la XV de Arica y Parinacota, y I de Tarapacá (Bazile, et al., 2014, pp. 486-487). La mayor biodiversidad de quinuas del nivel del mar se encuentra en costas chilenas de Linares y Concepción (FAO, 2011, p. 16). Los otros productores de quinua en la región andina son Colombia y Argentina; las zonas productoras (quinuas de valles interandinos) en Colombia, son en el Departamento de Nariño: Ipiales, Córdova, San Juan, Mocondino, Pasto Contadero, Puesres localidades cercanas a la frontera con Ecuador; y, en Argentina se cultivan quinua principalmente de salares en Jujuy y Salta, y en los valles Calchaquíes de Tucumán (FAO, 2011, p. 4).

1.1.3. El cultivo de quinua en el Ecuador

El Ecuador, es un país muy importante en el análisis del cultivo de quinua, en todas sus aristas de investigación. Al igual que en toda la región andina, la quinua era muy apreciada por sus características nutricionales y medicinales por las tribus aborígenes del Ecuador (Peralta, et al., 2014, p. 462). Los reportes históricos afirman que poblaciones como los Cañaris, sembraban la quinua antes de la conquista española, y siendo hasta finales del siglo XVI uno

de los alimentos importantes para los indígenas. En 1549, el Cabildo de Quito emitió una ordenanza denominada “Mandamiento de Tambo”, donde la quinua era uno de los granos que los tamberos debían vender a todos los viajeros que arribaban al Quito de esa época. Reportes del famoso historiador Padre Juan de Velasco, relataban la diferencia de dos variedades de quinua, la blanca y la colorada, la primera se cultivaba en enormes sementeras y se comía como arroz cocinado, y la otra se comía tostada (Peralta, et al., 2014, p.463).

Cabe recalcar que con el pasar de los años la quinua ecuatoriana ha sido considerada como un cultivo secundario, por su poca área sembrada a nivel nacional con respecto a los máximos productores (Bolivia y Perú), y por su bajo consumo per cápita local (Peralta, et al., 2014, pp. 462-463), que es aproximadamente de 0,4 kg por persona (Muñoz, 2013, p. 1). En Bolivia y Perú la mayoría de los productores de quinua comercializan su producto por medio de un intermediario, el cual lo oferta en ferias y mercados locales (Carimentrand, Baudoin, Lacroix, Bazile, y Chia, 2014, p. 395). En Ecuador se comercializa a través de intermediarios que posteriormente se encargarán de mercadear el producto con bodegueros y comerciantes de exportadoras, fundaciones y empresas agroindustriales; sin embargo, la venta directa de quinua en ferias y mercados es muy reducida, representa tan solo el 3% de los puestos de todo un mercado, es decir si existen 100 puestos de venta en un mercado, sólo en 2 o 3 se encontrará quinua (Carimentrand, et al., 2014, pp. 398-399).

En el año 2001 se estima que unos 2500 productores se dedicaban a la producción de quinua, donde el 90 % de los mismos son pequeños, y de las zonas más pobres de la región Sierra, con una importante participación de mujeres campesinas. El aporte al PIB agrícola del cultivo en el Ecuador es de un 0,05%, bastante bajo en comparación a otros productos agrícolas, como las flores, banano, cacao, café, palma, entre otros (FAO, 2011, p. 41).

Las investigaciones realizadas en el país relacionadas con el cultivo de quinua se inician desde 1967 con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con la creación del “Programa de Introducción de

Nuevos Cultivos Económicos de la Sierra”. Los estudios realizados buscaban encontrar nuevas alternativas en aporte proteicos para la alimentación animal y humana, donde los cultivos analizados fueron; la colza aceitera, el chocho, el melloco, la oca y la quinua. Este estudio duró tres años y fue realizado en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (Peralta, et al., 2014, p. 463). En 1982, el mismo INIAP con la colaboración de científicos bolivianos crea las “Secciones de Cultivos Andinos y Recursos Fitogenéticos”, ligada al “Programa de Cereales”, el cual tenía como objetivo realizar la recolección de las accesiones de germoplasma de quinua en todas las provincias de la Sierra, donde se logró recolectar 271 accesiones inicialmente, para después incrementar a 334 accesiones en 1985. A partir de esta recolección, se iniciaron investigaciones sobre fitomejoramiento por selección, se publicó la guía para la preservación de los recursos filogenéticos y se identifican las seis razas de quinua ecuatoriana (Peralta, et al., 2014, p. 464) que son: Imbabura, Pichincha, Illiniza, Antisana, Chimborazo y Buerán (Anexo 4) (Peralta, 2009, p. 4).

Actualmente, el Ecuador posee 673 accesiones de quinua en el banco de germoplasma en responsabilidad del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos del INIAP, ubicado en la Estación Experimental de Santa Catalina, donde 283 de las accesiones fueron recolectadas en Ecuador y el resto proviene de países andino y otros países donantes (Peralta, et al., 2014, pp. 464-465).

El INIAP ha liberado cinco variedades (Tabla 1 y 2) mejoradas de quinua con el pasar de los años, las primeras dos variedades fueron la INIAP – Imbaya e INIAP – Cochasqui de grano amargo (alto contenido de saponina) en 1986 a través de su “Programa de Cultivos Andinos”. Posteriormente en 1992 se liberan dos variedades de bajo contenido de saponina, INIAP – Tunkahuan e INIAP – Ingapirca, y para el año 2008 por medio del “Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos”, se desarrolla la variedad precoz, INIAP – Pata de Venado con bajo contenido de saponina. Las variedades de quinua que actualmente siguen estando en vigencia son INIAP – Tunkahuan e INIAP – Pata de Venado, gracias a su gran adaptabilidad en las zonas cultivadas y el

poco contenido de saponina en el grano que facilita su desamargado o escarificado (Villacrés, Peralta, Egas, y Mazón, 2011, p. 7).

Tabla 1. Características morfológicas de las variedades de quinua liberadas por el INIAP.

Características morfológicas	Imbaya	Cochasqui	Ingapirca	Tunkahuan	Pata de venado
Hábito de crecimiento	Semi-erecto	Semi-erecto	Erecto	Erecto	Erecto
Tipo de raíz	Pivotante	Pivotante	Pivotante	Pivotante	Pivotante
Forma de la hoja	Triangular	Triangular	Romboidales	Triangular	Triangular
Tamaño de la hoja	Grande	Grande	Medianas	Grande	Pequeña
Color de la planta joven	Verde	Verde con axilas moradas	Verde amarillento	Verde claro	Verde
Color de la panoja en flor	Púrpura	Verde	Púrpura	Rosado	Rosado
Color de la panoja adulta	Rosado – amarilla	Amarillo pálido	Rosado	Rosado - amarilla	Rosado
Tamaño de panoja	25 a 40 cm	30 a 45 cm	20 a 38 cm	20 a 60 cm	29 cm
Tipo de panoja	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Terminal
Color del grano seco	Blanco opaco	Blanco opaco	Blanco opaco	Blanco	Blanco
Tamaño del grano	1,8 a 2,0 mm	1,8 a 1,9 mm	1,7 a 1,9 mm	1,7 a 2,1 mm	N/I
Forma del grano	Redondo aplanado	Redondo aplanado	Redondo esférico	N/I	Redondo aplanado
Peso de 1000 granos	N/I	N/I	N/I	2,9 a 3,0 g	3,6 g
Peso hectolítrico	66 a 68 kg/HL	67 a 70 kg/HL	66 kg/HL	66 kg/HL	N/I
Contenido de saponina	> 4,0%	> 4,0%	0,07%	0,06%	0%
Altura de la planta	95 a 140 cm	110 a 180 cm	57 a 102 cm	90 a 180 cm	68,6 cm

Adaptado de Cuadrado, 2012, pp. 45-46; Nieto, Vimos, Monteros, Caicedo, y Rivera, 1992, pp. 3-4; Nieto, Peralta, y Castillo, 1986, pp. 4-10; y, Mazón, Peralta, Monae, Subía, y Rivera, 2005, pp. 1-2.

Nota: N/I = No existe información disponible.

Tabla 2. Características agronómicas de las variedades de quinua liberadas por el INIAP.

Características agronómicas	Imbaya	Cochasqui	Ingapirca	Tunkahuan	Pata de venado
Origen	Imbabura, Ecuador	Pichincha, Ecuador	Puno, Perú	Carchi, Ecuador	Bolivia
Ciclo vegetativo (días)	145 a 180	160 a 220	130 a 190	150 a 210	150
Días a la floración	85 a 100	95 a 130	69 a 105	90 a 130	70
Adaptación (msnm)	2400 a 3200	2500 a 3200	3000 a 3600	2200 a 3200	2800 a 3800
Rendimiento (kg/ha)	1000 a 3000	1000 a 4000	560 a 3400	1500 a 3000	1200

Adaptada de Nieto, Vimos, Monteros, Caicedo, y Rivera, 1992, p. 9; Nieto, Peralta, & Castillo, 1986, p. 3; y, Mazón, Peralta, Monae, Subía, y Rivera, 2005, p. 2

La región Sierra se caracteriza por cultivar una gran variedad de alimentos para el consumo nacional, en el que la quinua se encuentra como un cultivo secundario de autoconsumo para los pequeños productores (Peralta, et al., 2014, p. 468). El último censo agropecuario nacional realizado en el 2000, estima que existen 2.659 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA's) dedicadas a la quinua, las cuales en promedio tiene una extensión de 0,3 ha/UPA (Peralta, 2009, p. 8). La quinua se cultiva en diez provincias del Ecuador: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja teniendo un área potencial de siembra de cien mil hectáreas (Peralta, et al., 2014, p. 467). Las provincias más importantes en la producción de quinua son Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura, teniendo a la variedad INIAP – Tunkahuan en un 60% de la superficie sembrada productores (Peralta, et al., 2014, p. 471).

Existen algunos elementos favorables para el cultivo de quinua en el Ecuador, entre los que se destacan: las condiciones agroecológicas adecuadas, variedades de quinua certificadas y probadas, varias hectáreas disponibles para extensión e interés de varios centros de investigación, institutos, universidades, entes estatales y la empresa privada de mejorar la productividad de este cultivo. Actualmente, el gobierno nacional a través del MAGAP

(Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) están iniciando proyectos para fomentar la producción de quinua, mediante capacitaciones y ayuda al productor que incluyan: manejo integral del cultivo, utilización de semillas de buena calidad, aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA's), créditos productivos, maquinaria que tecnifique las labores culturales como: la fertilización, la cosecha, el trillado, entre otros (Peralta, INIAP, y Mazón, 2014, pp. 473-474). En definitiva, la quinua cuenta con un potencial enorme debido a la gran demanda del mercado internacional y el interés por sus propiedades nutritivas y dietéticas, incluyéndolo como un cultivo estratégico en relación a la seguridad y soberanía alimentaria de las naciones (Fuentes y Paredes González, 2014, p.341).

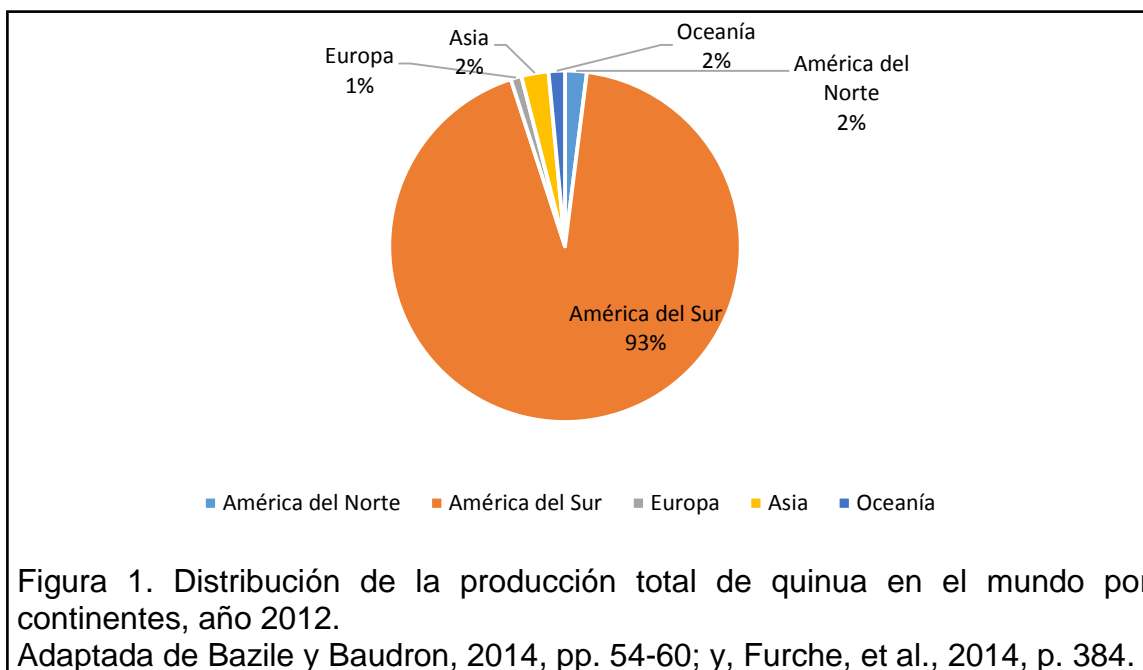
1.2. Productividad, rendimientos y área sembrada

1.2.1. Región Andina y el mundo

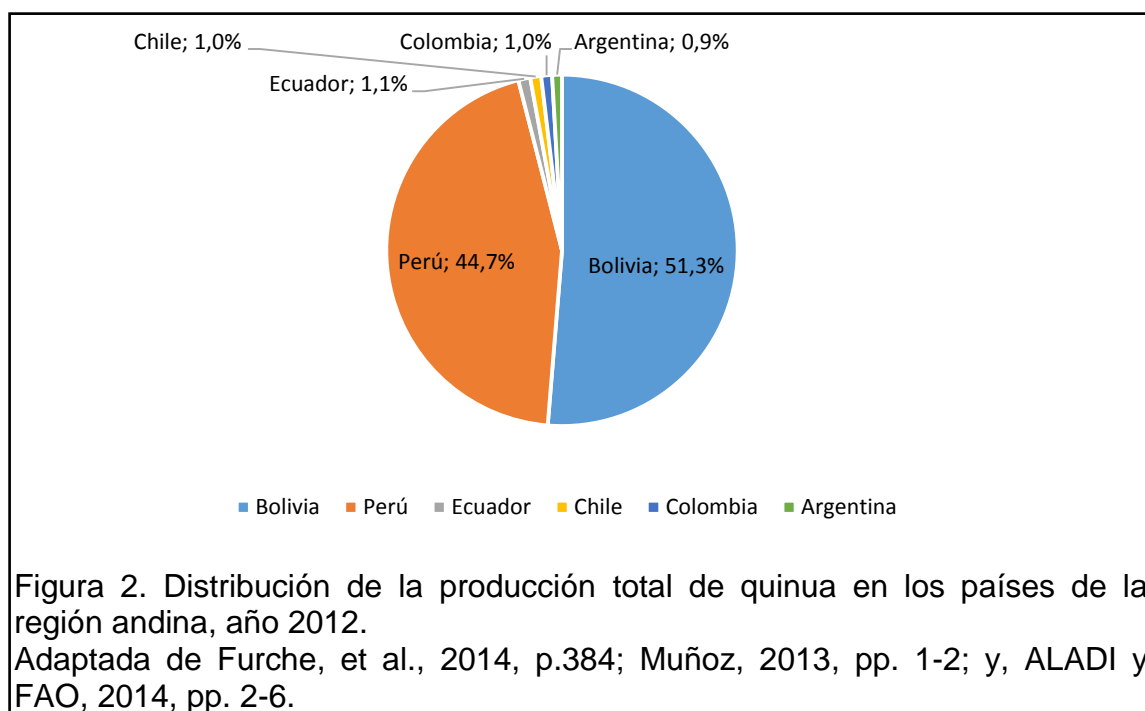
La quinua se cultiva en más de 70 países en todo el mundo, donde la principal producción se concentra en la región andina en tres países, Bolivia, Perú y Ecuador con el 90% de la producción total de quinua en el mundo que representaron aproximadamente 106.500 toneladas en el 2012 (Furche, et al., 2014, p. 384), mientras que Estados Unidos, Canadá, Chile, Colombia, Argentina, Brasil y Francia aportan el 10% restante de la producción con una área cosechada estimada de 500 hectáreas anuales (Bazile y Baudron, 2014, pp. 54-60).

En Europa, los países como: Suecia, Holanda, Francia, Italia, Dinamarca e Inglaterra; en Asia: la región de los Himalayas, India y Pakistán; en África: Kenia y Mali destacan en la producción; y, Australia donde también el cultivo se maneja en sistemas agrícolas (Chevarria Lazo, et al., 2014, p. 99).

Es importante mencionar, que no se encuentran cifras oficiales en bases estadísticas como FAOSTAT (<http://faostat.fao.org>) de otros países que no sean Bolivia, Perú y Ecuador, y los porcentajes mostrados en la Figura 1 son en base a información recolectada en varias investigaciones realizadas en los distintos países del mundo, que permiten estimar ciertas estadísticas (Muñoz, 2013, p.2).



En la Figura 2 se puede observar que la distribución de la producción de la quinua en la región andina se concentra en un 95% en Bolivia y Perú (ALADI y FAO, 2014, p. 3).



En los últimos años Bolivia y Perú (Tabla 3) han competido a la par en la producción, área sembrada y rendimientos de la zona enfatizando que Perú mejoró a partir de los 90's. Es así como a partir de 1992 a 1996 aportaba

aproximadamente con el 12% de la producción en la región andina, y su incremento ha sido notable en éstos aspectos sobre todo en el rendimiento obtenido, llegando a casi 45% de la producción en el 2012 (Furche, et al., 2014, p. 378).

Tabla 3. Área cosechada, Rendimiento y Producción del cultivo de quinua de Bolivia y Perú desde 1994 hasta 2014.

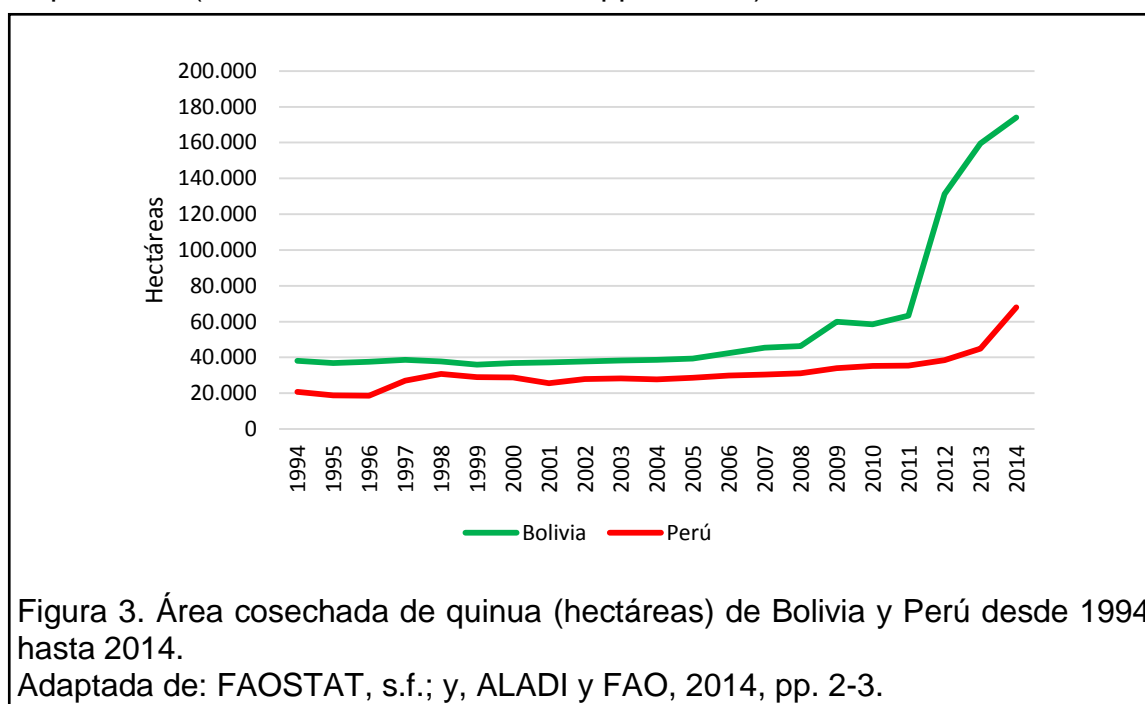
Año	Bolivia			Perú		
	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (Tm)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (Tm)
1994	38.196,00	509,60	19.465,00	20.693,00	803,60	16.629,00
1995	36.790,00	511,40	18.814,00	18.729,00	735,40	13.773,00
1996	37.493,00	626,70	23.498,00	18.704,00	859,20	16.070,00
1997	38.680,00	681,60	26.366,00	27.033,00	876,30	23.688,00
1998	37.714,00	538,00	20.291,00	30.720,00	917,00	28.171,00
1999	35.963,00	625,60	22.498,00	28.979,00	980,50	28.413,00
2000	36.847,00	645,50	23.785,00	28.889,00	975,80	28.191,00
2001	37.223,00	625,90	23.299,00	25.601,00	869,80	22.267,00
2002	37.817,00	639,40	24.179,00	27.851,00	1.090,60	30.373,00
2003	38.289,00	651,30	24.936,00	28.326,00	1.062,10	30.085,00
2004	38.649,00	638,80	24.688,00	27.676,00	975,50	26.997,00
2005	39.302,00	641,20	25.201,00	28.632,00	1.138,20	32.590,00
2006	42.431,00	633,30	26.873,00	29.947,00	1.016,10	30.429,00
2007	45.454,00	585,20	26.601,00	30.381,00	1.047,50	31.824,00
2008	46.369,00	585,90	27.169,00	31.163,00	958,40	29.867,00
2009	59.924,00	570,00	34.156,00	34.026,00	1.157,80	39.397,00
2010	58.496,00	627,80	36.724,00	35.313,00	1.163,30	41.079,00
2011	63.307,00	646,70	40.943,00	35.475,00	1.160,90	41.182,00
2012	131.192,00	387,80	50.874,00	38.495,00	1.148,50	44.213,00
2013	159.549,00	383,50	61.182,00	44.868,00	1.161,90	52.130,00
2014	173.960,00	444,70	77.354,00	68.037,00	1.680,60	114.343,00

Adaptada de FAOSTAT, s.f.; y, ALADI y FAO, 2014, pp. 2-3.

Además, se puede observar, el área cosechada (hectáreas), el rendimiento (kilogramos por hectárea) y la producción total anual (toneladas) de Bolivia y Perú desde 1994 a 2014. El área cosechada de quinua para Bolivia es poco hasta el año 2011 (63.307 hectáreas cosechadas), incrementando significativamente desde el 2012 hasta el 2014 donde se cultivó 173.960 hectáreas; en cuanto Perú al igual que Bolivia mantiene un ligero crecimiento hasta el 2013 (44.868 hectáreas cosechadas) y un considerable incremento en el 2014 llegando a 68.037 hectáreas (Figura 3) (ALADI y FAO, 2014, pp. 1-3).

Para Bolivia este incremento se da gracias al interés de varios campesinos, que han decidido incluir a sus parcelas a la quinua principalmente como un alimento de autoconsumo y no para su comercialización, así también la falta de mercado en el área ganadera ha dejado grandes áreas pastoriles libres, y en las cuales la siembra de quinua está en constante aumento, también la intervención de programas de ayuda alimentaria internacional han servido para fomentar el cultivo de quinua (Winkel, et al., 2014, p. 477).

Por otra parte, Perú muestra su incremento, gracias a la mecanización del cultivo, ya que actualmente se ha mejorado la tecnología del mismo en los sistemas tradicionales con el uso de maquinaria agrícola, riego tecnificado, uso de insumos adecuados para el cultivo. Además, la ayuda de entes gubernamentales y la empresa privada ha formado parte del mejoramiento del cultivo, ya que la mayoría de la producción nacional es destinada a la exportación (Gómez Pando, et al., 2014, pp. 56-457).



La producción de quinua en toneladas por año ha fluctuado indistintamente al área cosechada en Bolivia y Perú. Según la Figura 4, Bolivia ha mantenido una tendencia hasta el año 2008 con 27.169 toneladas producidas, teniendo un incremento de casi el triple hasta el 2014 con 77.354 toneladas; por otro lado, Perú ha tenido mejores resultados en la producción de quinua en relación a

Bolivia, que a partir de 1997 sólo lo superó en el 2001, 2012 y 2013. Es notable el gran incremento de la producción de quinua peruana, que duplicó la producción del 2013 al 2014, pasando de 52.130 a 114.343 toneladas, y colocando a Perú como el mayor productor de quinua en el mundo (ALADI y FAO, 2014, pp. 1-3).

En cuanto a rendimientos mostrados en la misma Figura 4 (eje secundario), Bolivia ha mantenido una tendencia aparentemente estable con un pico en 1997 de 681,60 kilogramos de quinua por hectárea (equivalente a 15 quintales), y un decremento en el 2011 hasta el 2013 donde el rendimiento fue de 387,80 kilogramos por hectárea (equivalente a 8,5 quintales) siendo el más bajo desde 1994, y dejando un rendimiento algo recuperado en el 2014 de 444,70 kilogramos por hectárea (equivalente a 9,8 quintales).

Perú por su parte ha incrementado su rendimiento gradualmente desde 1995 (pico más bajo de 735,40 kilogramos por hectárea, que equivale a 16,2 quintales) hasta 2009 donde su rendimiento fue de 1.157,80 kilogramos por hectárea (equivalente a 25,5 quintales), a partir de ese año se ha mantenido el rendimiento hasta el 2013, y en el 2014 se obtenga el mejor rendimiento en Perú de 1.680,60 kilogramos por hectárea (equivalente a 37 quintales) (ALADI y FAO, 2014, pp. 1-4).

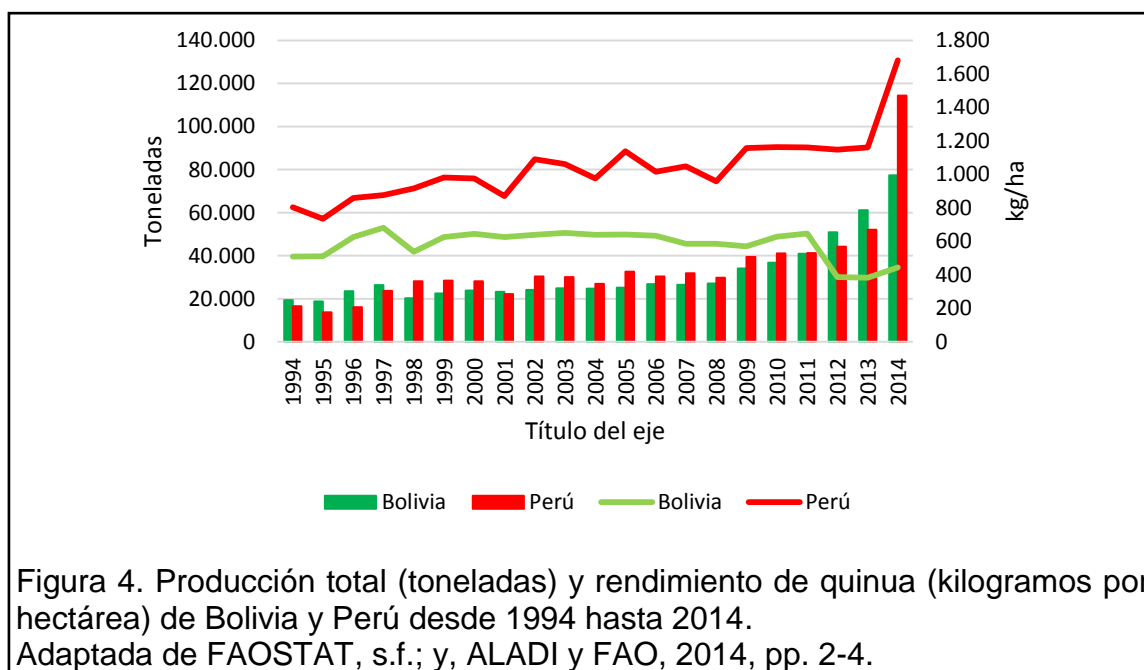


Figura 4. Producción total (toneladas) y rendimiento de quinua (kilogramos por hectárea) de Bolivia y Perú desde 1994 hasta 2014.

Adaptada de FAOSTAT, s.f.; y, ALADI y FAO, 2014, pp. 2-4.

El gran incremento de la producción y rendimiento de la quinua en Perú, se debe a la tecnificación de las labores del cultivo que año tras año se va expandiendo por todas las áreas cultivadas, y también un punto muy importante para recalcar es sobre la introducción de quinua en las zonas costeras del país en los últimos años, teniendo los primeros resultados considerables en el 2013 donde la quinua de la costa pertenecía el 12% de la producción total (el porcentaje restante pertenecía a la producción de quinua originaria de la sierra), y en el 2014 la quinua de costa aportó con el 40% de la producción total, donde una de las regiones más destacada es la de Arequipa (Romero, Moreyra, y Urrego, 2015, pp. 6-10).

1.2.2. Situación actual de la quinua en el Ecuador

La quinua en Ecuador se produce en la zona interandina de la cordillera de los Andes entre los 2500 a los 3600 msnm (PROECUADOR, 2015, p. 6). Ecuador posee aproximadamente el 1,1% de producción total de la región andina, muy detrás de sus máximos competidores que son Bolivia y Perú (Furche, et al., 2014, p. 378). En la Tabla 4 se muestran el área sembrada, el rendimiento y la producción de quinua desde 1994 hasta 2014, basado en datos de FAOSTAT y la Subsecretaría de Comercialización del MAGAP (PROECUADOR, 2015, p. 6) (ALADI y FAO, 2014, pp. 1-4).

Tabla 4. Área cosechada, Rendimiento y Producción del cultivo de quinua en Ecuador desde 1994 hasta 2014.

Año	Ecuador		
	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (Tm)
1994	700,00	517,10	362,00
1995	800,00	510,00	408,00
1996	1.100,00	504,50	555,00
1997	600,00	506,70	304,00
1998	1.800,00	521,10	938,00
1999	1.800,00	521,10	938,00
2000	1.300,00	500,00	950,00 ^a
2001	650,00	492,30	320,00
2002	600,00	490,00	294,00
2003	1.000,00	519,00	519,00
2004	918,00	698,30	641,00
2005	929,00	701,80	652,00
2006	950,00	694,70	660,00
2007	980,00	704,10	690,00
2008	1.000,00	741,00	741,00
2009	1.363,01 ^a	730,00 ^a	995,00 ^a
2010	1.528,95 ^a	760,00 ^a	1.162,00 ^a
2011	2.225,00 ^a	640,00 ^a	1.424,00 ^a
2012	2.270,31 ^a	640,00 ^a	1.453,00 ^a
2013	2.574,29 ^a	700,00 ^a	1.802,00 ^a
2014	5.467,65 ^a	1.360,00 ^a	7.436,00 ^a

Adaptado de: FAOSTAT, s.f.; ALADI y FAO, 2014, pp. 2-4; y PROECUADOR, 2015, p. 6.

Nota: ^aDatos tomados de la Subsecretaría de Comercialización del MAGAP, el resto es FAOSTAT.

La mayor cantidad de área cosechada fue en los años 1998 y 1999 con aproximadamente 1.800 hectáreas en cada año. Posteriormente hubo un incremento considerable desde el año 2011 hasta el 2014 llegando a 5.467,65 hectáreas cosechadas en este último año (Figura 5) (PROECUADOR, 2015, p. 6).

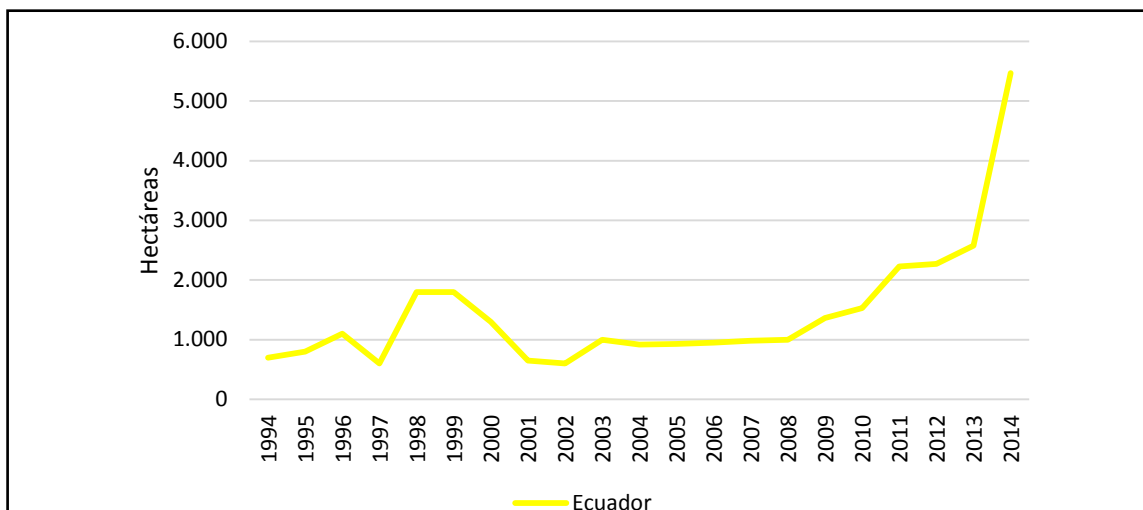


Figura 5. Área cosechada de quinua (hectáreas) en Ecuador desde 1994 hasta 2014.

Adaptada de FAOSTAT, s.f.; ALADI y FAO, 2014, pp. 2-6; y, PROECUADOR, 2015, p. 6.

La producción de quinua en el Ecuador mantuvo una producción relativamente estable desde 1994 hasta 2009 (Figura 6), donde se produjo 1.363,01 toneladas de quinua, a partir de ese año hubo un leve aumento hasta el 2013 donde se cosecharon 2.574,29 toneladas, y un considerable despunte en el 2014 con 5.467,65 toneladas de quinua producida. La producción de quinua del Ecuador tan solo corresponde al 3,7% de la producción boliviana y peruana.

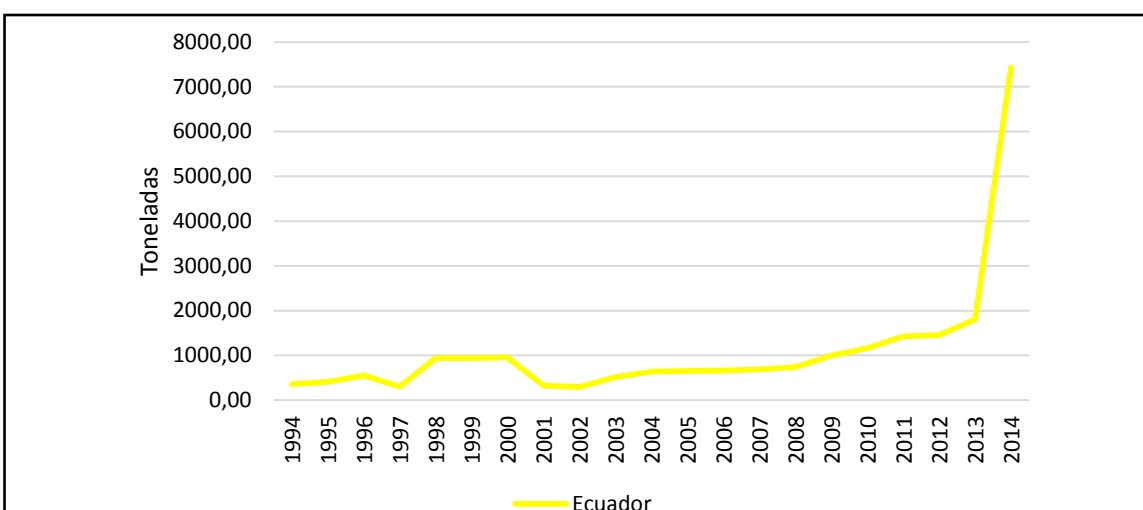


Figura 6. Producción total de quinua (toneladas) de Ecuador desde 1994 hasta 2014.

Adaptada de FAOSTAT, s.f.; ALADI y FAO, 2014, pp. 2-6; y, PROECUADOR, 2015, p. 6.

El rendimiento de la quinua ecuatoriana se muestra en la Figura 7, donde se puede destacar que desde 1994 hasta 2003 Ecuador poseía el menor rendimiento entre los tres países, obteniendo en este año 519 kilogramos de quinua por hectárea (equivalente a 11,4 quintales), desde el 2004 al 2010, Ecuador supera a Bolivia en cuanto a rendimiento con 760 kilogramos de quinua por hectárea (equivalente a 16,7 quintales) en este último año. Posteriormente entre los años 2011 y 2013 existe una leve disminución del rendimiento, alcanzado los 700 kilogramos por hectárea (equivalente a 15,4 quintales), y finalmente una recuperación muy destacada en el 2014 donde el rendimiento fue 1.360 kilogramos por hectárea (equivalente a 29,9 quintales) (PROECUADOR, 2015, pp. 6-7) (ALADI y FAO, 2014, pp. 2-4).

El considerable aumento del cultivo en Ecuador se debe a muchos factores, teniendo entre los principales el apoyo de los entes gubernamentales hacia los pequeños productores de quinua con varios programas de desarrollo tanto como económico y facilidad de créditos, como la ayuda de técnica con capacitaciones referentes al cultivo, abastecimiento de semilla certificada y de buena calidad, y también planes de comercialización de sus productos a través de la empresa privada (Peralta, 2009, p. 7).

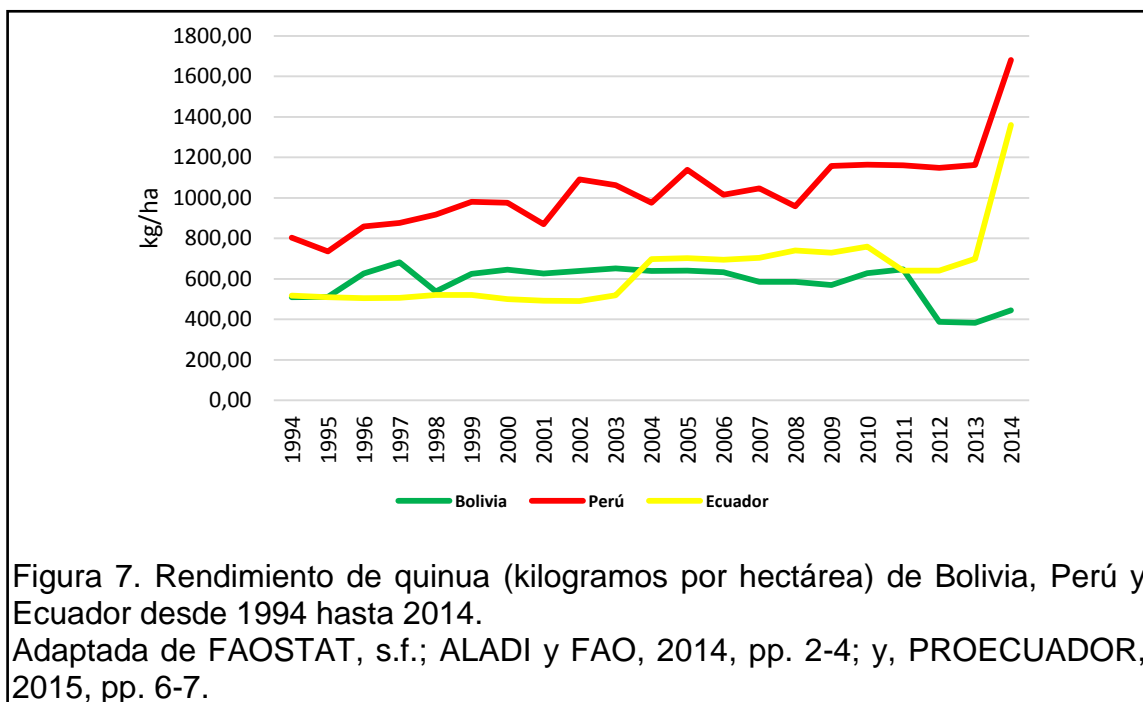
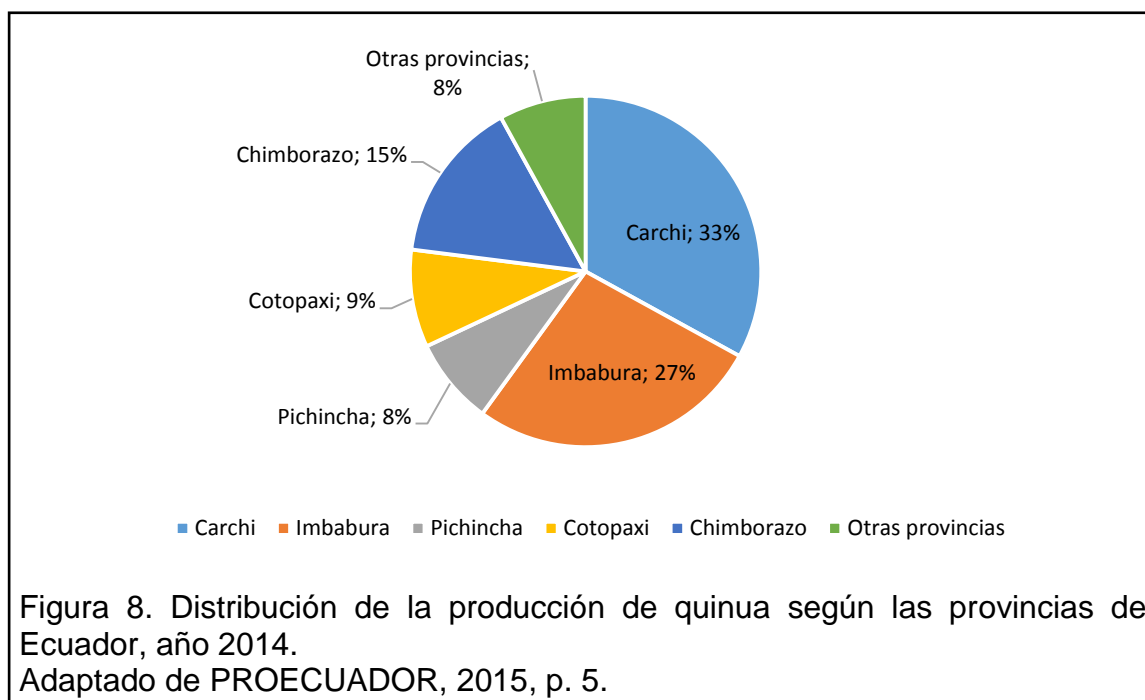


Figura 7. Rendimiento de quinua (kilogramos por hectárea) de Bolivia, Perú y Ecuador desde 1994 hasta 2014.

Adaptada de FAOSTAT, s.f.; ALADI y FAO, 2014, pp. 2-4; y, PROECUADOR, 2015, pp. 6-7.

La producción de quinua en el Ecuador se distribuye por todas las provincias de la región sierra, las cuales en la década de los 90's e inicios del siglo XI destacaban: Chimborazo, Imbabura y Cotopaxi; con un menor porcentaje de producción se encontraban Tungurahua, Pichincha y Carchi; y en abandono y casi extinción las provincias de Cañar y Azuay (Peralta, 2009, pp. 7-8). Según la Subsecretaría de Comercialización del MAGAP para el 2014, la distribución de la producción de quinua en el Ecuador ha cambiado drásticamente, ya que, para el censo nacional agropecuario realizado en el 2000, se contabilizaron 2659 UPA's, las cuales el 55% (1466 UPA's) pertenecían a la provincia de Chimborazo, donde mayoritariamente se produce quinua orgánica (Peralta, 2009, p. 8). En el 2014 la provincia con mayor producción fue Carchi, seguida por Imbabura y Chimborazo, respectivamente como se muestra en la Figura 8 (PROECUADOR, 2015, p 5).



El mejoramiento de la producción en la provincia del Carchi se debe al programa de fortalecimiento del cultivo de quinua a cargo del MAGAP, que a través de la aplicación de buenas prácticas agrícola se produjeron un estimado de 1.500 hectáreas para el año 2014 destacando el cantón Espejo, con un rendimiento de 2200 kilogramos por hectárea (equivalente a 48,8 quintales). La quinua se ha convertido en el segundo cultivo más importante, después de la

papa en el Carchi, sin embargo, se destaca que la producción de leche es el mayor rubro en la economía de las familias campesinas (Andes, 2015).

1.3. La demanda, comercio y exportación de la quinua

1.3.1. Situación internacional de la quinua

La quinua, es altamente demandada en el mercado europeo y en Estados Unidos, por lo que en las dos últimas décadas se han fomentado las investigaciones relacionadas con este cultivo, al igual que la capacitación de sus productores para la mejora de los procesos relacionados con el cultivo (Carimentrand, et al., 2014, p. 13).

Actualmente la quinua ya no puede ser considerada, como un alimento de autoconsumo de las comunidades de la región andina, sino más bien como una oportunidad de comercialización para mejorar la economía de los mismos productores (Carimentrand, et al., 2014, p. 13-14).

En los últimos años la quinua ha ido ganando interés y dinamismo en el mercado mundial, entre las principales razones que explican el incremento de la demanda están: el alto valor biológico y nutricional del grano y sus derivados, la tendencia de la población a consumir alimentos saludables, la revalorización del trabajo de las culturas ancestrales principalmente de los países de la región andina y la gran parte de oferta orgánica que tiene la quinua en el mercado internacional (Furche, et al., 2014, p. 376). A partir del 2006 las exportaciones de quinua han aumentado significativamente desde Sudamérica, donde Bolivia, Perú y Ecuador aportan con más del 80% de las exportaciones a nivel mundial (Furche, et al., 2014, p. 377).

Según datos de *Trade map* reflejados en la Tabla 5, donde se detallan el valor de las exportaciones en miles de dólares americanos y la cantidad de toneladas exportadas de quinua del 2012 al 2015 de los 20 primeros países, se puede observar que para el 2012 se exportaron cerca de 136 millones de dólares de quinua, casi la tercera parte de lo exportado el 2015 con más de 321 millones. Son más de 60, los países que han exportado quinua en los últimos años, donde la lista la encabezan Perú y Bolivia con una gran diferencia en

comparación al resto de países, donde los europeos y los del norte del continente americano siguen creciendo constantemente (ALADI y FAO, 2014, p. 7).

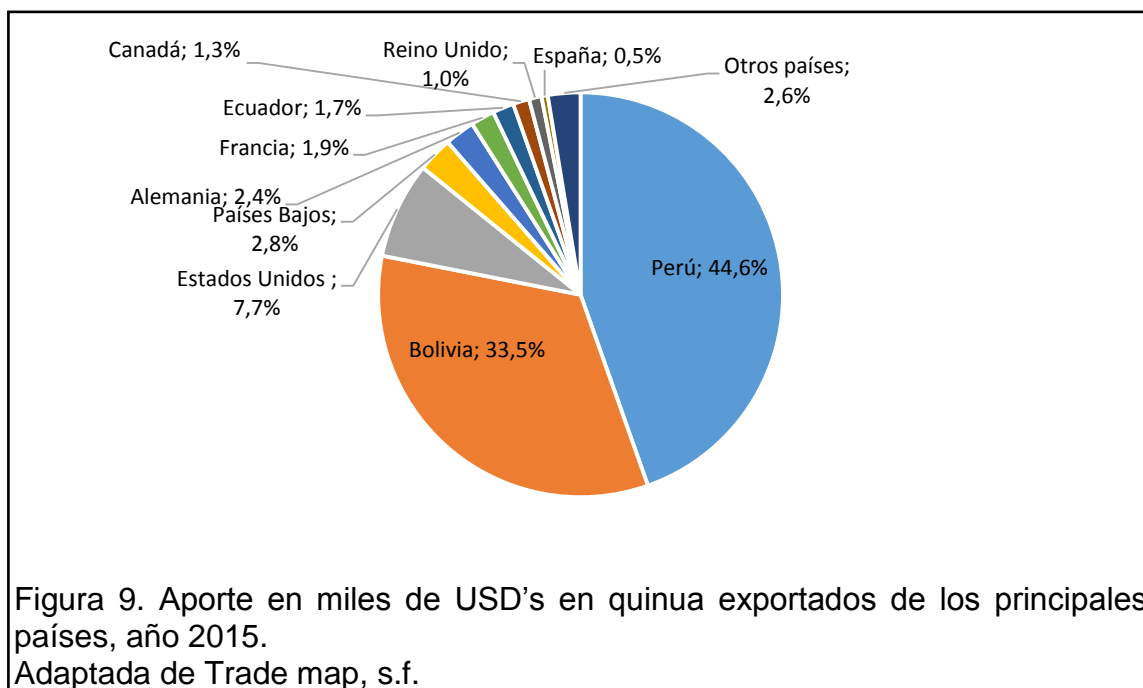
Tabla 5. Valor y cantidad exportada de quinua de los 20 primeros países del 2012 hasta el 2015

Países exportadores	2012		2013		2014		2015	
	Valor exportado (miles de USD's)	Cantidad exportada (Tm)	Valor exportado (mil USD's)	Cantidad exportada (Tm)	Valor exportado (mil USD's)	Cantidad exportada (Tm)	Valor exportado (mil USD's)	Cantidad exportada (Tm)
Perú	31.125	10.714	79.553	18.674	196.405	36.424	143.493	41.453
Bolivia	78.912	25.663	153.259	34.746	196.637	29.505	107.706	25.102
Estados Unidos	13.276	3.393	19.332	5.429	31.786	12.411	24.671	8.305
Holanda	4.705	1.629	8.740	2.253	8.502	1.176	9.101	2.055
Alemania	2.967	732	7.463	1.356	10.691	1.289	7.811	1.294
Francia	2.699	1.084	5.091	996	5.338	713	5.974	1.073
Ecuador	N/C	N/C	402	110	3.387	749	5.535	1.438
Canadá	112	29	1.004	244	2.434	1.373	4.197	3.176
Reino Unido	224	50	787	131	2.491	337	3.158	729
España	65	13	796	137	2.098	248	1.519	229
Italia	529	132	768	152	742	116	1.450	390
Bélgica	164	49	153	21	369	47	1.379	280
Austria	81	17	181	32	350	38	1.185	205
Venezuela	0	0	0	0	615	100	1.155	261
Australia	55	12	90	15	1.108	161	440	62
Colombia	0	0	0	0	104	25	422	142
Dinamarca	179	0	255	31	430	39	343	50
Israel	195	66	159	18	121	14	287	0
Suecia	31	0	79	7	200	15	169	18
China	0	0	0	0	0	0	168	26
Otros países	209	101	1.092	177	1.203	260	1.401	299
TOTAL	135.528	43.684	279.204	64.529	465.011	85.040	321.564	86.587

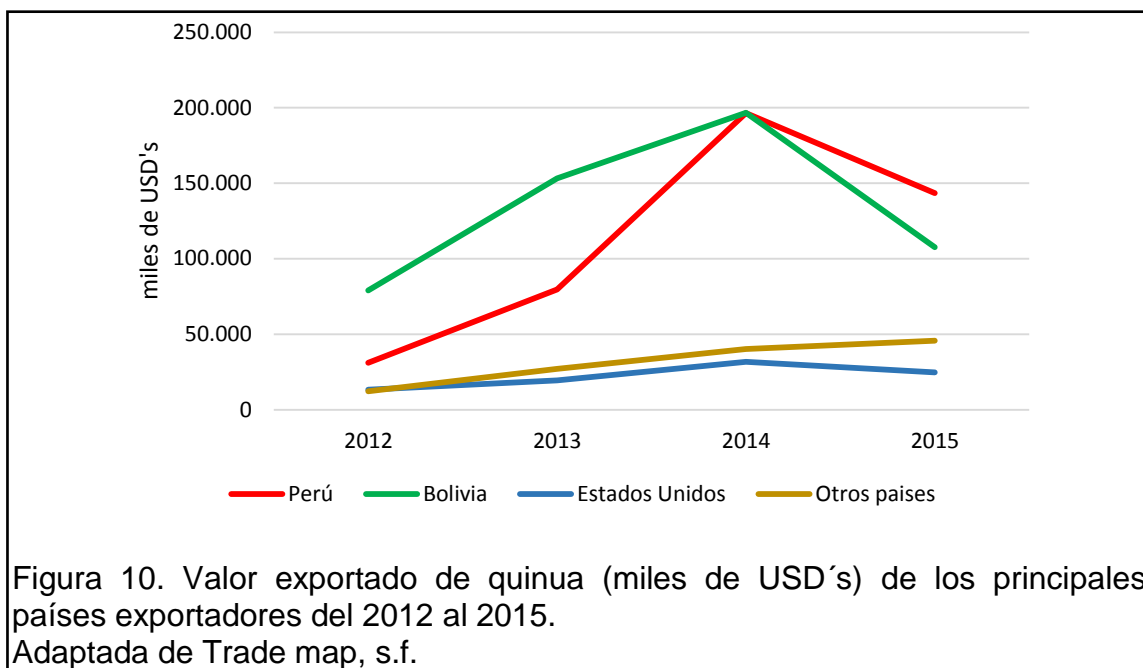
Adaptada de Trade map, s.f.

Nota: N/C = No contiene datos.

En el 2015 Perú y Bolivia conformaron casi el 80% de las exportaciones, más alejados se encuentran Estados Unidos y países de la Unión europea como Holanda, Alemania y Francia (Figura 9), sin embargo, Estados Unidos, Canadá e Italia realizan reexportaciones hacia otros destinos. Estados Unidos en el 2015 exportó 24,7 millones de dólares, los cuales 18,3 millones correspondían a las reexportaciones (ALADI y FAO, 2014, p. 7).



En los últimos años, la quinua ha incrementado la demanda a nivel mundial, y son mucho los países que la incorporan a su dieta y sus hábitos alimenticios (Bazile y Baudron, 2014, p. 49). En la Figura 10 se muestra claramente como Perú, Bolivia y Estados Unidos, poseen la mayor oferta exportable en miles de dólares americanos alrededor del mundo. Hasta el 2014, Bolivia era el líder en venta por exportaciones en el mundo, con 196,6 millones de dólares, y Perú estuvo muy parejo con 196,4 millones de dólares de quinua exportados. En el 2015 hubo una disminución en la exportación mundial de quinua en un 44%, donde Perú lideró la lista de venta de quinua para exportación con 143,5 millones de dólares. Estados Unidos es un caso atípico en la venta de quinua para exportación, ya que sus negociaciones se basan en la reexportación, ocupando casi un 80% en sus ventas que en el 2014 fueron 31,8 millones de dólares. Entre el resto de los países productores de quinua, existe una tendencia creciente, en comparación al análisis de los tres máximos exportadores (por valor exportado), teniendo la venta de 45,7 millones de dólares en el 2015.

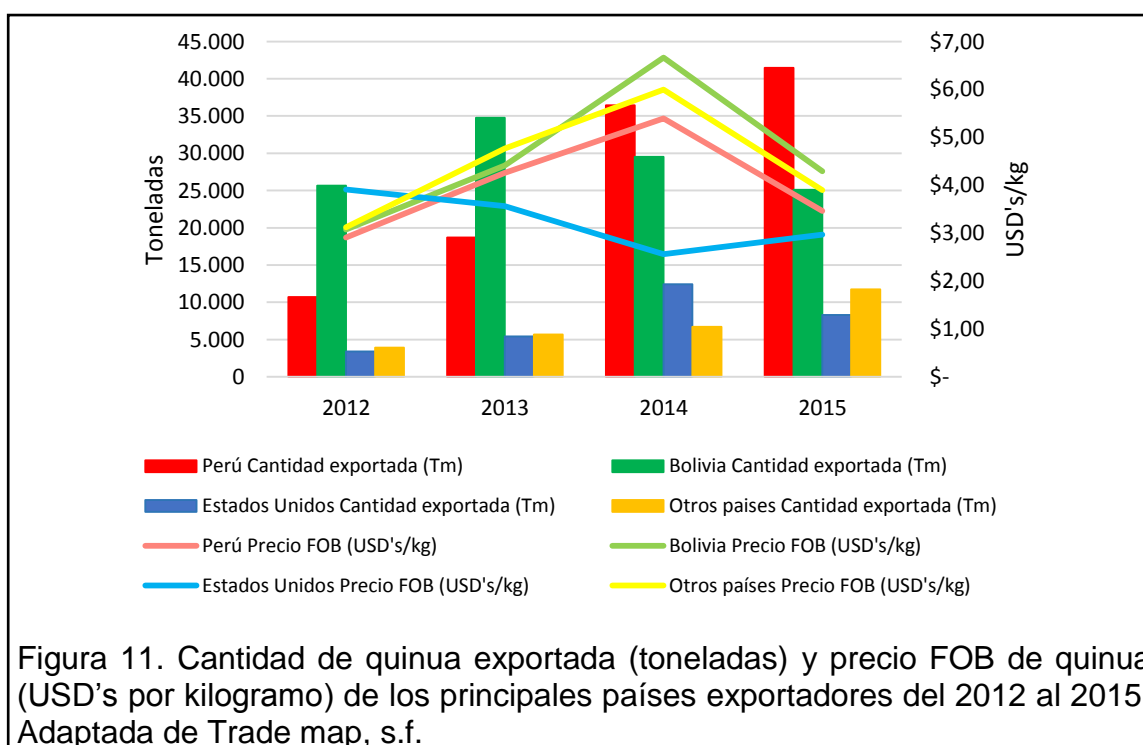


Cabe mencionar que en la década de los 90's Bolivia aparecía como el máximo exportador de quinua, con el 90% de venta mundial, que con el pasar de los años fue perdiendo espacio, por el aporte de más países que se fueron enlistando hacia las exportaciones, y sobre todo el crecimiento de Perú que en esa década apenas aportaba con el 6% de las exportaciones y que en el 2015 ya superó a Bolivia (ALADI y FAO, 2014, p. 9).

La Figura 11 muestra la cantidad de toneladas de quinua exportada entre los años 2012 y 2015, si bien es cierto entre los años 2014 y 2015 solo hubo un incremento de 1.547 toneladas de 86.587 exportadas el último año la tendencia está en aumento. Perú con 41.453 toneladas de quinua exportadas el 2015 mantiene un incremento anual considerable, Bolivia y Estados Unidos han tenido un decrecimiento del 2014 con 29.505 y 12.411 toneladas, mientras que para el 2015 fue de 25.102 y 8.305 toneladas de quinua exportadas respectivamente. Entre el otro grupo de los países exportadores de quinua se mantiene una tendencia creciente, que llegó a 11.727 toneladas en el 2015. Es importante señalar, que la producción de quinua para la exportación está en aumento con el aporte de otros, sin embargo, el valor exportado en dólares americanos está decayendo debido a la sobreoferta que existe de este

producto, principalmente en los Estados Unidos, donde alcanzó un 24,62% de disminución en su precio (Lazcano, 2015).

En el eje secundario de la Figura 11 se puede observar la evolución de precios de quinua entre el 2012 y el 2015. Históricamente el precio ha ido creciendo igual a su demanda, ya que entre los años 1992 al 2007, el precio internacional (FOB) oscilaba entre 1,10 a 1,30 USD's el kilogramo de quinua (Furche, et al., 2014, p. 380). A partir del 2008 el precio casi se duplicó, por la gran demanda de otros países, llegando a 2,90 USD's el kilogramo (ALADI y FAO, 2014, p. 13). Bolivia, gracias a la quinua real, posee precios FOB más elevados entre los máximos exportadores, vendiendo el kilogramo de quinua a 6,67 dólares en el 2014. Perú lo hizo a 5,39 dólares, Estados Unidos a 2,56 dólares y el promedio mundial estuvo en 5,47 dólares. El precio disminuyó 32% en el 2015, donde el promedio mundial fue de 3,71 dólares el kilogramo de quinua. Estados Unidos posee una tendencia decreciente en precios debido a la sobreoferta de quinua, la elaboración de productos con valor agregado utilizando la quinua y también por la gran cantidad de quinua destinada a la reexportación (Lazcano, 2015).



El comercio internacional *Trade map*, señala que más de 120 países han realizado importaciones de quinua entre el 2012 y el 2015, ubicando a Estados Unidos y Canadá como máximos importadores de este producto, seguido por un buen número de países europeos, asiáticos y del continente australiano (Tabla 6). La tendencia del consumo de quinua y sus productos elaborados han tenido un gran incremento en varios países del mundo, donde Canadá, Israel, Holanda y Estados Unidos han incrementaran entre agosto de 2012 a agosto de 2013 el 127%, 33%, 196% y 64% respectivamente el consumo de quinua y productos elaborados con la misma (ALADI y FAO, 2014, p. 10).

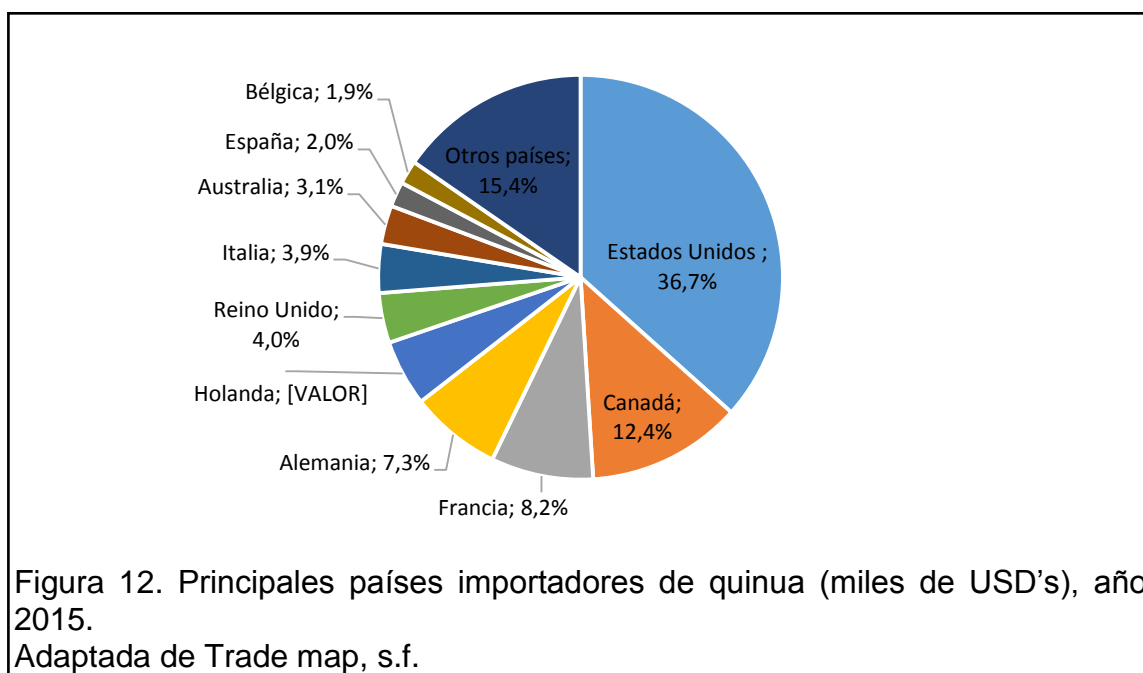
Tabla 6. Valor y cantidad importada de quinua de los 20 primeros países del 2012 hasta el 2015.

Países importadores	2012		2013		2014		2015	
	Valor importado (miles de USD's)	Cantidad importada (Tm)	Valor importado (mil USD's)	Cantidad importada (Tm)	Valor importado (mil USD's)	Cantidad importada (Tm)	Valor importado (mil USD's)	Cantidad importada (Tm)
Estados Unidos	41.741	13.712	93.254	21.903	159.180	26.155	114.479	27.893
Canadá	17.834	4.328	32.025	6.790	54.607	8.112	38.579	8.170
Francia	11.863	3.563	17.863	4.392	29.811	4.533	25.476	5.267
Alemania	992	281	2.921	641	21.150	3.232	22.742	4.899
Holanda	6.287	2.039	11.402	2.963	21.221	3.535	16.454	4.146
Reino Unido	2.244	1.060	7.024	1.828	14.836	2.617	12.467	3.311
Italia	1.867	566	4.243	955	10.568	1.641	12.244	2.945
Australia	3.212	1.052	7.774	1.968	19.205	3.086	9.563	2.326
España	547	149	2.252	453	5.698	775	6.219	1.380
Bélgica	480	172	947	188	4.521	645	5.972	1.241
Suecia	691	208	1.304	291	3.593	535	3.916	790
Japón	506	162	1.335	307	2.553	360	3.848	784
Israel	2.061	723	4.565	1.218	3.848	749	3.694	N/C*
Dinamarca	618	163	1.540	294	2.079	272	3.416	657
Suiza	767	223	1.706	360	5.532	759	3.329	634
Brasil	1.685	578	4.314	1.084	6.232	1.114	3.227	1.014
Austria	546	156	768	152	1.605	185	2.965	564
México	0	0	98	18	1.617	342	1.550	603
Nueva Zelanda	611	170	1.398	292	2.188	313	1.516	317
Corea	0	0	26	12	1.924	111	1.515	186
Otros países	2.158	805	5.842	1.446	15.080	2.832	18.608	4.463
TOTAL	96.710	30.110	202.601	47.555	387.048	61.903	311.779	71.590

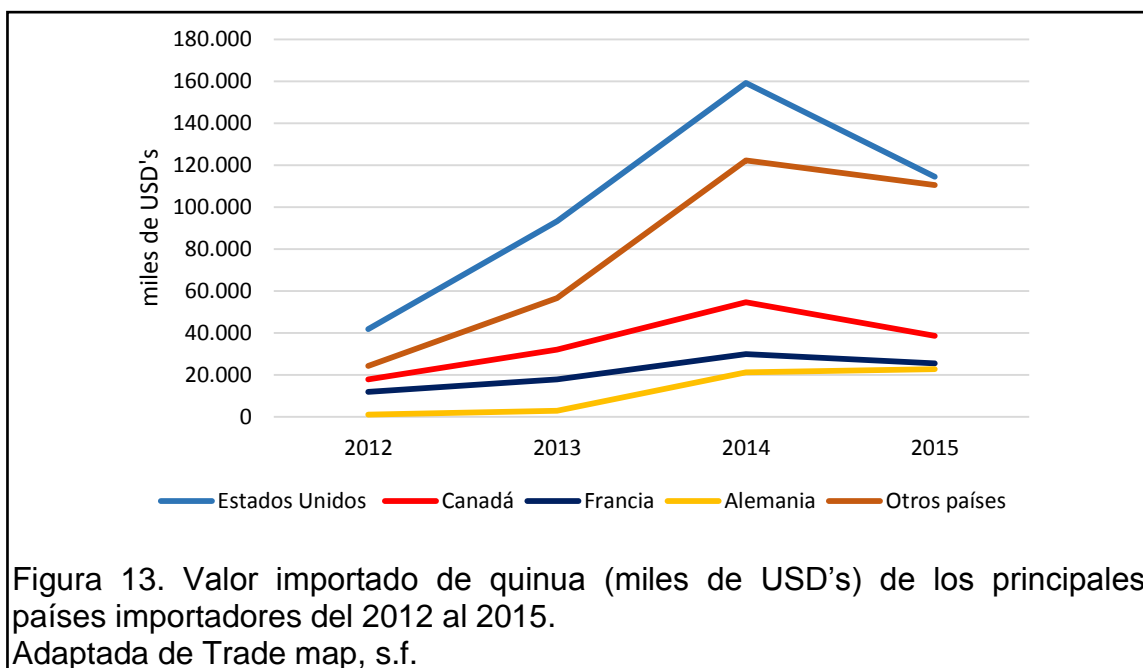
Adaptada de Trade map, s.f.

Nota: N/C = No contiene datos.

A continuación, se puede observar, los máximos importadores de quinua en el 2015, los cuales fueron Estados Unidos y Canadá ocupando el 49,1% de las importaciones seguidos por Francia (máximo importador europeo), Alemania, Holanda, Reino Unido e Italia con el 28,7%, Australia con el 3,1%, y entre los países restantes se puede destacar a Japón con el 1,2% como el máximo importador asiático (Figura 12).

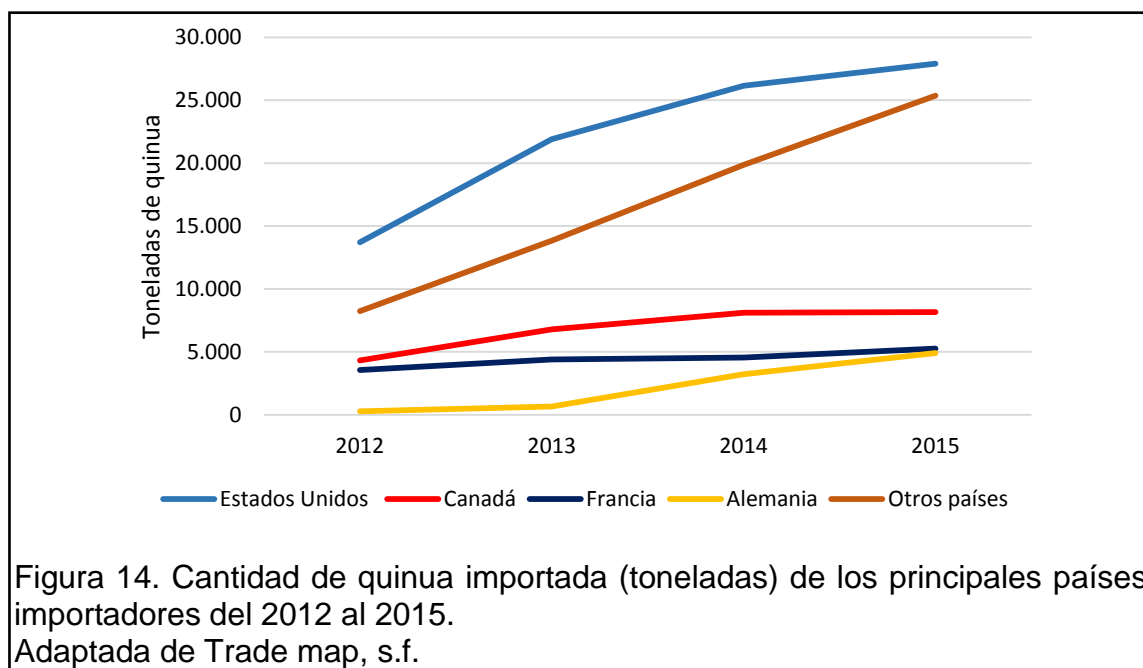


El principal destino de la quinua del mundo, sobre todo la producida por los países de la región andina es Estados Unidos, el cual ha tenido una tendencia creciente en los últimos años (Furche, et al., 2014, p. 379), llegando al 2014 con una importación de 159,2 millones de dólares, y una considerable disminución en el 2015 con 114,5 millones de dólares. En el 2014 se produjo el pico más alto en importaciones de quinua en la historia, donde después de Estados Unidos; Canadá, Francia y Alemania importaron 54,6, 29,8 y 21,2 millones de dólares respectivamente. Para el 2015 existió una disminución en el valor importado de un 15% en promedio. Entre el grupo de los países restantes la compra de quinua en el 2014 fue 56,5 millones de dólares y en el 2015 de 59,8 millones (Figura 13).



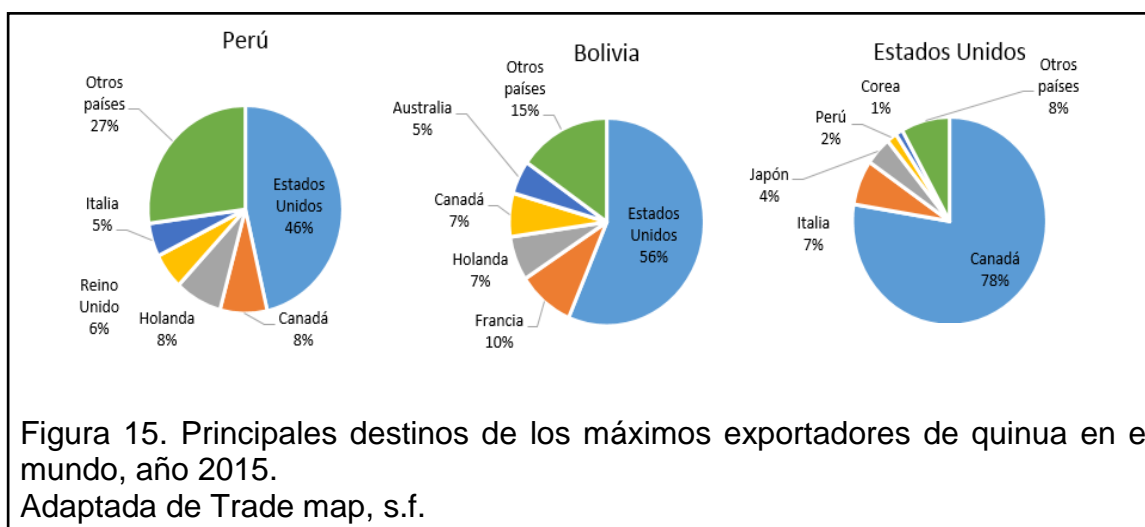
En la Figura 14, se observa la cantidad de toneladas de quinua importada entre el 2012 y el 2015, la cual, sigue una tendencia creciente a diferencia del valor importado en miles de dólares. En los últimos años se han importado más toneladas de quinua, sin embargo, debido a la caída del precio de la quinua este incremento no se ve reflejado en dólares (Lazcano, 2015).

El año con mayor importación de quinua hasta el momento es el 2015 con 71.590 toneladas compradas, en el cual Estados Unidos lidera con 27.893 toneladas, seguido por Canadá, Francia, Alemania y Holanda con 8.170, 5.267, 4.899 y 4.146 toneladas respectivamente, y, finalmente los países restantes que van en un aumento considerable importaron 25.361 toneladas de quinua en el 2015. Este incremento en el resto de países se debe al interés que tienen por este producto, principalmente el mercado asiático como Japón, Corea y China (Carimentrand, et al., 2014).



En la Figura 15 se muestran los principales destinos de la quinua de los máximos exportadores. Estados Unidos, recibe el 50% de las importaciones realizadas por los países andinos (ALADI y FAO, 2014, p. 11). La quinua peruana, es la que a mayor número de destinos ha llegado (44 países en el 2015), donde después de Estados Unidos con el 46% de la exportación, se destacan destinos como Canadá, Holanda, Reino Unido, Italia y otros países como México, Japón, Rusia, Sudáfrica y Nueva Zelanda (Romero, et al., 2015, p. 26).

Bolivia se destaca por la exportación de la quinua real, que es muy apetecida en el mercado internacional, donde sus principales clientes son Estados Unidos, Francia, Holanda, Canadá y Australia (Gandarillas, Rojas, Bonifacio, y Ojeda, 2014, p. 416). Por último, Estados Unidos es el tercer exportador de quinua, el cual, a diferencia de Perú y Bolivia, los principales mercados son: Canadá y los países asiáticos como Japón y Corea, asimismo es importante resaltar que un gran porcentaje de la quinua exportada por los Estados Unidos, es producto de la reexportación, en donde el 95% es destinada al Canadá (ALADI y FAO, 2014, pp. 7-8).



1.3.2. Exportación de quinua en el Ecuador

En el Ecuador se ha mantenido una tendencia positiva en cuanto a las exportaciones de quinua en los últimos años (PROECUADOR, 2015, p. 7). Las primeras exportaciones de quinua fueron en el año 1987, a través de la creación de la “Asociación de Productores de Quinua” (PROQUINUA), que pocos años después terminó disolviéndose, sin embargo, esta asociación permitió consolidar las primeras alianzas comerciales, para la salida del producto a otros países (Peralta, 2009, P. 4).

Según datos del Banco Central del Ecuador (BCE) mostrados en la Tabla 7, se muestran las exportaciones realizadas por el Ecuador desde el 2000 hasta el 2015, dividido por valor, cantidad y precio FOB exportado. Desde inicios del siglo XXI, se observa claramente el incremento que ha tenido el Ecuador en cuanto a las exportaciones de quinua.

Tabla 7. Valor (miles de USD's), cantidad (toneladas) y precio FOB (USD's por kilogramo) de quinua exportada por el Ecuador del 2000 hasta el 2015.

Año	Valor exportado (miles de USD's)	Cantidad exportada (Tm)	Precio FOB (USD's/kg)
2000	66	41	1,61
2001	137	97	1,42
2002	198	137	1,44
2003	334	234	1,43
2004	358	239	1,50
2005	387	258	1,50
2006	299	212	1,41
2007	520	340	1,53
2008	789	422	1,87
2009	931	384	2,42
2010	939	346	2,71
2011	1.450	555	2,61
2012	2.536	941	2,70
2013	1.527	386	3,96
2014	5.249	1.116	4,70
2015	5.535 ^a	1.438 ^a	3,85 ^a

Adaptado de Banco Central del Ecuador, s.f.; Trade map, s.f.; Peralta, 2009, p. 19; Cuadrado, 2012, pp. 70-71; y, PROECUADOR, 2015, p. 7.

Nota: ^aDatos tomado de Trade map.

En la Figura 16 se muestra la tendencia creciente que ha tenido la quinua en los últimos años llegando a exportar 5,5 millones de dólares en el 2015. Es notable visualizar el notable incremento del valor exportado en miles de dólares, que colocaron al país en séptimo lugar en exportaciones en el 2015. También es importante considerar que la quinua apenas aporta aproximadamente con el 0,4% de las exportaciones de todos cereales producidos en el Ecuador (Cuadrado, 2012, pp. 82-82).

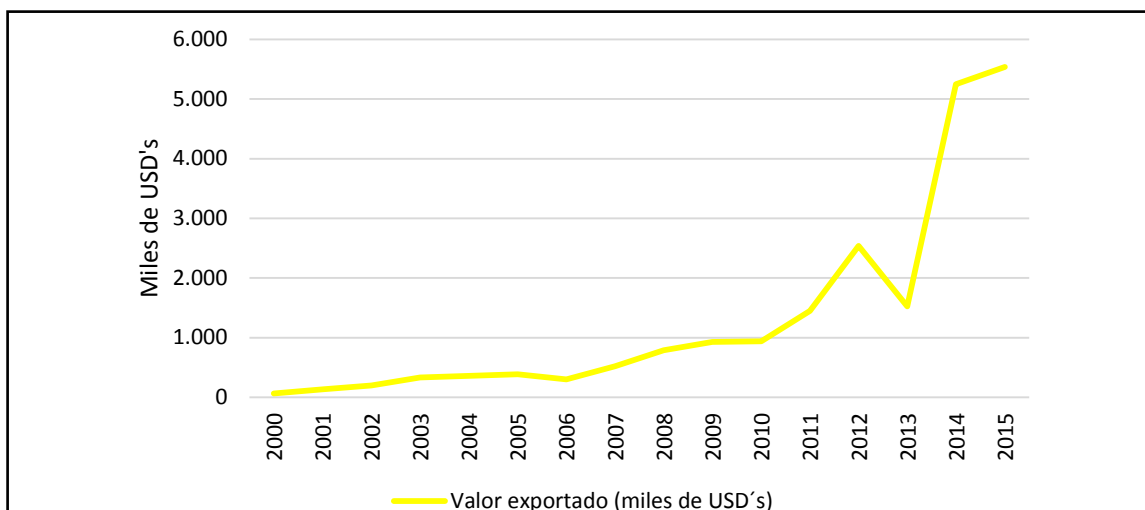


Figura 16. Valor exportado de quinua (miles de USD's) del Ecuador del 2000 al 2015.

Adaptada de Banco Central del Ecuador, s.f.; Trade map, s.f.; Peralta, 2009, p. 19; Cuadrado, 2012, pp. 70-71; y, PROECUADOR, 2015, p. 7.

La cantidad exportada de quinua ecuatoriana, ha ido alcanzando importancia en los últimos años, ya que en la primera década del siglo XXI, oscilaban entre el 10 al 35% de la producción total, y llegando a exportar en el 2015, 1.438 toneladas de quinua, que significa casi el 75% de la producción (PROECUADOR, 2015, p. 7). En cuanto al precio, Ecuador ha mantenido una tendencia similar a la de Perú y Bolivia, teniendo su punto más alto en el 2014 a 4,70 USD's el kilogramo de quinua. Este aumento en el precio puede relacionarse con la exportación mayoritaria de quinua orgánica (Peralta, et al., 2014, p. 469). Para el 2015 hubo una reducción del 18% en el valor exportado en miles de dólares, como se muestra en la Figura 17.

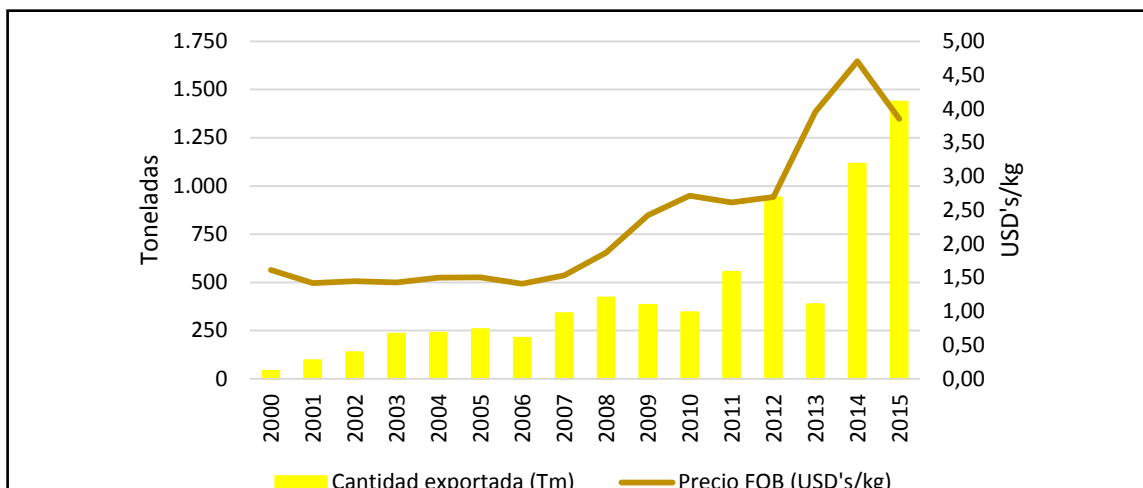


Figura 17. Cantidad exportada (Tm) y precio FOB (USD's /kg de quinua) del Ecuador del 2000 al 2015.

Adaptada de Banco Central del Ecuador, s.f.; Trade map, s.f.; Peralta, 2009, p. 19; Cuadrado, 2012, pp. 70-71; y, PROECUADOR, 2015, p. 7.

Entre los años 2000 y 2008 el principal destino de la quinua ecuatoriana era Estados Unidos, abarcando un 53% de las exportaciones nacionales, seguido por países de la Unión Europea como Reino Unido, Francia, Alemania y España (Peralta, et al., 2014, pp. 472-473). Con el pasar de los años, la quinua ecuatoriana ha mostrado interés por parte de otros países, siendo 10 el número de destinos para la exportación en el 2015, donde Estados Unidos lidera con el 33,1% seguido por Alemania, Canadá, Francia, entre otros, y recalcando a Israel como un mercado nuevo que está en aumento (Figura 18).

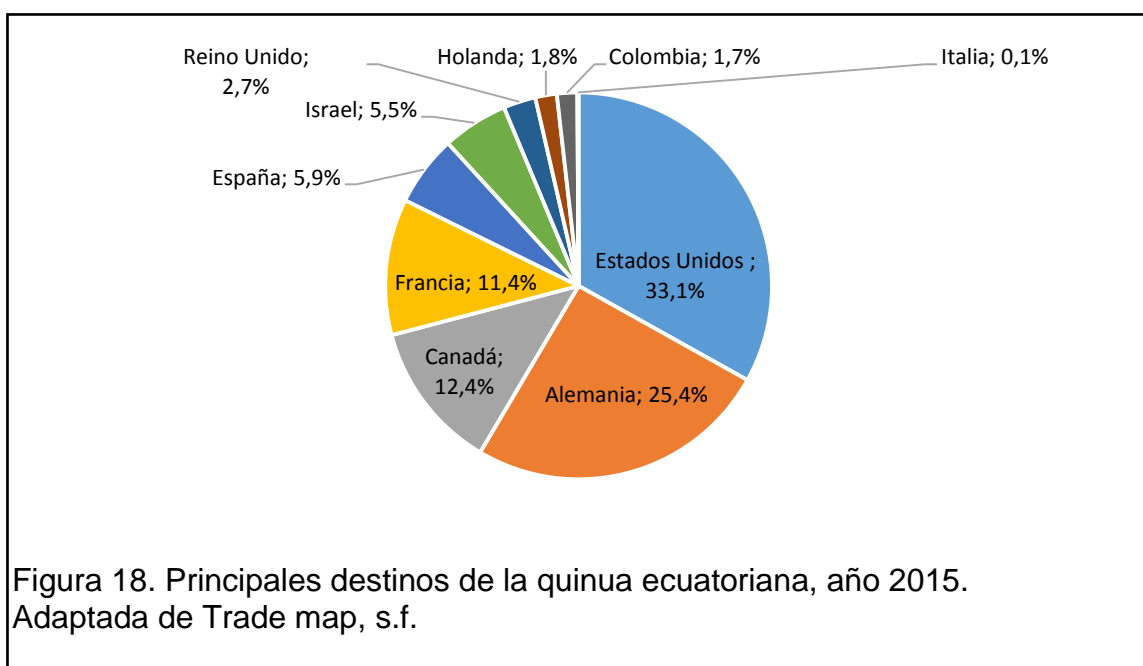


Figura 18. Principales destinos de la quinua ecuatoriana, año 2015.

Adaptada de Trade map, s.f.

1.4. Botánica, fisiología y manejo del cultivo de quinua

1.4.1. Taxonomía de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Will) fue descrita por el botánico alemán Carl Ludwig Willdenow en 1798, basándose en muestras vivas cultivadas en Berlín; los dos especímenes vivos fueron recolectados por Alexander Von Humboldt y Aimé Bonpland en uno de sus viajes a Sudamérica, originarios de las regiones del altiplano (Lack y Fuentes, 2013, p. 146). En la Tabla 8 se muestra la clasificación taxonómica de la quinua, la cual pertenece a la familia de las *Amaranthaceae*, un grupo de plantas que posee un gran número de géneros halófitos, es decir plantas que responden bien a condiciones salinas (Biondi, et al., 2014, p. 168). Son dicotiledóneas, generalmente anuales herbáceas, aunque un grupo reducido de estas plantas son arborescentes y perennes. Es un género denominado cosmopolita, es decir, de fácil adaptación a diversos ambientes, principalmente en las regiones templadas y subtropicales (Bazile y Baudron, 2014, pp. 49-50).

Tabla 8. Clasificación taxonómica de la quinua.

Reino	Vegetal
División	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Arquiclamídeas
Orden	Centrospermas
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Subfamilia	<i>Chenopodiaceae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i> Will

Tomado de Lack y Fuentes, 2013, p. 143

1.4.2. Agromorfología de la quinua

El cultivo de quinua, como producto de la domesticación ha experimentado un amplio número de modificaciones morfológicas con el pasar de los años. Entre las modificaciones que se pueden destacar están el amontonamiento de las inflorescencias en una panoja terminal, el aumento de tamaño de la planta y del grano, la pérdida de latencia en la semilla para la germinación y la reducción de la testa y la despigmentación del grano en colores más claros. Todos estos

cambios dan origen a la quinua actual, y que con el pasar de los años ha ido adaptando sus cambios gracias a la selección del ser humano y el tiempo utilizado este cultivo hace miles de años (Mujica, Izquierdo, y Marathee, 2008).

1.4.2.1. Raíz

La raíz de la quinua es de tipo pivotante con varias raicillas denominadas secundarias, terciarias, entre otras. La profundidad de la raíz posee relación con la altura de la planta, generalmente entre mayor sea la altura la raíz se fijará más profundo entre el suelo. La raíz es fuerte, poco susceptible al vuelco o acame provocado por el viento, el peso de la planta y panoja, excesiva humedad del suelo. La raíz puede sostener hasta plantas de más de dos metros de alturas (Tapia, et al., 1979, pp. 21-22).

1.4.2.2. Tallo

El tallo es de forma cilíndrica desde el cuello, tomándose de forma angulosa hacia arriba debido a las ramificaciones que se presentan de forma alterna alrededor del mismo. La textura de la medula del tallo en plantas jóvenes es blanda, y conforme se va acercando a la madurez se torna esponjoso y hueco; por otro lado, la corteza es compacta y firme. El color del tallo dependerá de la variedad, es generalmente verde o verde con axilas coloreadas rojas o amarillas; también existen tallos de color rojo en toda su longitud. El tamaño del tallo es variable, van desde los 50 cm hasta más de los dos metros de altura, generalmente terminados por una panoja principal (Tapia, et al., 1979, p. 22).

1.4.2.3. Hojas

Las hojas están formadas por pecíolo y lámina. Los pecíolos son finos y largos acanalados en la parte superior; los que se forman directamente del tallo son más largos que los que se forman entre las ramas primarias. La lámina posee varias formas en la misma planta, ya que las hojas inferiores son romboidales o triangulares según la variedad, y las hojas superiores son lanceadas o triangulares. Las hojas de las plantas jóvenes generalmente están cubiertas con papilas, que también cubren las inflorescencias y el tallo. Otra característica de las hojas es el número de dientes que varían de entre 3 a 20, estas últimas se denominan hojas aserradas (Tapia, et al., 1979, pp. 22-24).

1.4.2.4. Inflorescencia

La inflorescencia de la quinua es de forma racimosa, que por la disposición y la cantidad de las flores se denomina panoja. Las flores son incompletas, ya que carecen de pétalos; son hermafroditas o pistiladas, que según la variedad serán de diferentes porcentajes. La panoja normalmente se diferencia del resto de la planta en la parte superior terminal de la planta. Las panojas pueden ser laxas o compactas, dependiendo del tamaño de los pedicelos y los ejes secundarios, donde las compactas poseen los pedicelos y ejes secundarios más cortos que las laxas, dando una apariencia cerrada-amontonada y abierta-suelta, respectivamente (Tapia, et al., 1979, pp. 24-25). Dependiendo de la variedad las panojas poseen tres formas: amarantiforme, los glomérulos están insertos directamente en los ejes secundarios; glomerulada, los glomérulos están insertos en los ejes glomerulados, de forma globosa; y, la intermedia, que comparte características de las dos anteriores (Rojas, et al., 2014, pp. 75-76).

1.4.2.5. Grano

El grano de quinua posee varias formas, cuya calificación se resume en cuatro: lenticular, cilíndrico, elipsoidal y cónico. Al igual que el tamaño, el color también tiene una gran diversidad de tonos, clasificando tres tipos de colores de quinuas: blancas, cafés y negras (Rojas, et al., 2014, p. 76). La germinación del grano de quinua se da a pocas horas, que el mismo se haya expuesto a humedad, formando la primera radícula y formando la raíz pivotante (Tapia, et al., 1979, 27-28).

1.4.2.6. Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento o la arquitectura de la quinua es directamente afectado por la densidad de siembra, y se conocen cuatro tipos que no solo tendrán diferencias entre variedades, sino entre plantas de la misma variedad, por cuestiones poblacionales en el mismo cultivo. Los hábitos de crecimiento son: hábito simple, que son plantas que no desarrollan ramificaciones, y poseen una única panoja principal; hábito ramificado hasta el tercio inferior, que son plantas que poseen una panoja principal diferenciada, que presentan facilidades en labores culturales mecanizadas; hábito ramificado hasta el segundo tercio, que

son plantas con mayor número de ramificaciones y panoja principal diferenciada, normalmente de altos rendimientos donde también se pueden mecanizar las labores culturales; y, las de hábito ramificado con panoja principal no diferenciada, que son plantas de muchas ramificaciones, generalmente de baja altura, sin una panoja principal notoria, difícil para el trabajo mecanizado y se desarrollan generalmente cuando la densidad de plantas es baja en el cultivo (Rojas, et al., 2014, p. 75).

1.4.2.7. Color de la planta

El color de la planta dependerá de su variedad, sin embargo, normalmente en las etapas de panojamiento y floración se muestran cuatro colores comunes: verde, amarillo, rojo y púrpura, teniendo en algunos casos mixtura entre los mismos. A medida que se da la formación del grano, y la planta alcanzan la madurez fisiológica, el color se torna amarillento, crema, rosado, gris, entre otros (Rojas, et al., 2014, p. 75).

1.4.2.8. Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo variará dependiendo el genotipo, y las condiciones agroclimáticas a las que se someten. La quinua según el ciclo vegetativo se divide en tardías y precoces, cuyo periodo para alcanzar la madurez fisiológica oscilara entre 119 a 220 días. Generalmente las quinuas del altiplano son más precoces que las de los valles interandinos (Rojas, et al., 2014, p. 78).

1.4.2.9. Rendimiento de grano

El rendimiento de grano en las plantas de quinua, son dependientes inicialmente del genotipo y el manejo agronómico que se dio al cultivo; y posteriormente del desarrollo de la planta y su relación es estrecha con el diámetro de tallo, altura de la planta, el tamaño y forma de la panoja y el tamaño del grano (Rojas, et al., 2014, p. 78).

1.4.3. Fases de crecimiento de la quinua

Los eventos más relevantes durante el ciclo vegetativo cualquier planta son: la emergencia, la floración y la madurez fisiológica. En el cultivo de quinua se han identificados tres fases de mayor desarrollo: La fase vegetativa, que va desde la emergencia del grano la iniciación floral; la fase reproductiva, que va desde

la iniciación floral y la floración, que se caracteriza por la aparición de las anteras o antesis; y, la fase de maduración o también denominada llenado de granos, que va desde la floración hasta la madurez fisiológica (Bertero, 2014, p. 139).

Todas estas fases, comprenden de sub-fases que son: 1) Siembra a brotamiento; 2) Botamiento al apareamiento del primer par de hojas; 3) Del apareamiento del primer par de hojas al panojamiento; 4) Del panojamiento a la floración; y, 5) De la floración a la maduración. Cada una de estas sub-fases, tendrán un rango de duración diferente según la variedad, genotipo y el manejo dado, donde el número 3 y el 5 son los más prolongados (Tapia, et al., 1979, pp. 29-30).

1.4.4. Principales plagas y enfermedades de la quinua

El cultivo de quinua es relativamente nuevo a nivel mundial, por lo que los estudios realizados sobre plagas y enfermedades no son muy abundantes en comparación a otros cultivos como la papa. Los países andinos que presentan mayores pérdidas a causas de insectos, ácaros, nematodos, hongos, malezas entre otros son Perú y Bolivia, por su rápido aumento en la superficie de este cultivo (Gandarillas, Saravia, Plata, Quispe, y Ortiz Romero, 2014, p. 227). El resto de países, incluyendo Ecuador no presentan problemas considerables que alarmen o preocupen a los agricultores. Las principales plagas y enfermedades, que afectan al cultivo de quinua en el Ecuador, se muestran en el Anexo 05; sin embargo las plagas que más se destacan los gusanos trozadores (*Agrotis deprivata*, W. y *Agrotis ipsilon*, H.) y como enfermedades el mildiu provocado por *Peronospora variabilis* y la cercosporiosis (*Cercospora sp.*) (Suquilanda, 2010, p. 112).

1.4.5. Manejo agronómico del cultivo

1.4.5.1. Preparación del suelo

Una buena preparación del suelo en el cultivo de quinua garantizará mejores resultados en rendimiento, tolerancia a estrés y el ataque de plagas y enfermedades. La incorporación de abonos orgánicos, el uso de distintos

fertilizantes, asimismo como la rotación adecuada de cultivos como maíz, leguminosas y algunos cereales antes de la siembra de quinua son algunos de los factores que garantizaran un buen desarrollo de las plantas de quinua (Gandarillas, et al., 2014, p. 252).

El cultivo de quinua al igual que muchos más necesita labores de arado, rastrado y dependiendo del sistema de siembra a utilizar se requerirá un nivelado del terreno, en el caso de surcar. La nivelación del terreno también es importante para mejorar el drenaje del terreno, ya que la quinua no tolera excesos de agua y encharcamientos. Los surcos no deberán tener una profundidad máxima de 10 cm, siguiendo curvas de nivel según la topografía del terreno (Suquilanda, 2010, p. 105).

1.4.5.2. Sistema de siembra

La quinua tradicionalmente no es considerada un monocultivo, sino más bien se la siembra en sistemas de cultivos asociados como: papa, maíz, oca y melloco (Peralta, et al., 2014, p. 463). Esta tecnología es ancestral de los pueblos andinos donde les permitía manejar la fertilidad de los suelos, y evitar insectos, enfermedades y malezas (Suquilanda, 2010, p. 106).

Existen tres sistemas de siembra de quinua los cuales son: al voleo, en hilera y en surco. La primera consiste en esparcir las semillas de quinua por toda el área, y posteriormente con la ayuda de ramas de hierbas o el paso de animales cubrirlas para evitar el ataque de aves (Bazile, et al., 2014, p. 477). El sistema en hilera se la realiza con la ayuda de tractor o tracción animal, para realizar surcos no mayores a 10 cm de profundidad y a una distancia de 30 a 50 cm entre ellos; posteriormente la semilla es esparcida a chorro continuo sobre todo el surco y tapada con una capa de tierra. El sistema en surco, es muy similar al anterior con la variante de 70 cm o más la distancia entre surcos, con el fin de que la mayoría de labores culturales puedan ser realizadas con la ayuda de un tractor (Suquilanda, 2010, p.108).

1.4.5.3. Deshierba y aporque

Según el sistema de siembra aplicado, las malezas tendrán mayor o menor incidencia en el cultivo de quinua. Sistemas de siembra como el de voleo, son susceptibles a poseer mayor cantidad de malezas alrededor del cultivo, que por su crecimiento rápido generan competencias de agua, nutrientes y luz; por lo que complica al agricultor a realizar deshierbas, dejando obsoleto el ingreso de maquinaria que faciliten esta operación (Suquilanda, 2010, p. 109). El uso de herbicidas químicos no garantiza un control completo de malezas, teniendo incluso daños en la planta de quinua, por lo que se recomiendan métodos mecánicos, por escarda, rastra, e incluso tratamientos de fuego, según la tecnificación del cultivo (Jacobsen, 2014, p. 528).

Los sistemas de siembra en surco, facilitan las deshierbas tanto como manual como mecánica, teniendo en cuenta la edad del cultivo. Con tractor se recomienda realizar las labores de deshierba hasta las 12 semanas del cultivo, teniendo un control inicial a los 15 días, después de la emergencia de las plántulas. Es importante recalcar, que una densidad adecuada de plantas, permitirán controlar de forma natural las malezas (Suquilanda, 2010, p. 109).

El aporque es muy importante para el sostén de la planta, y la aireación del suelo. En sistemas de siembra en surco se recomienda realizar el aporque a los 45 días desde la siembra, sea por yunta o por tractor (Suquilanda, 2010, p. 109); en siembra por voleo de baja escala, se deberá hacer manual, utilizando azadón (Gómez Pando, et al., 2014, p. 458).

1.4.5.4. Depuración y raleo

La depuración en quinua es una labor cultural que consiste en eliminar plantas que no poseen las características deseadas en el cultivo como: plantas enfermas, plagadas, pequeñas y ajenas a la misma variedad. Por su parte el raleo, es una labor que complementa la depuración, y consiste en ajustar la distancia entre plantas, donde independientemente al sistema de siembra, se recomienda un distanciamiento de 8 a 10 cm entre plantas (Suquilanda, 2010, p. 110).

Estas labores culturales, son poco practicadas generalmente por los pequeños productores, teniendo así un bajón en los rendimientos por la alta población de plantas, que no logran desarrollarse adecuadamente (Gómez Pando, et al., 2014, p. 458). Se recomienda la depuración y el raleo a inicios de la floración (Suquilanda, 2010, p. 110).

1.4.5.5. Riego

El riego en quinua es importante en la germinación de la semilla, donde se recomienda una precipitación de hasta 450 mm, durante cinco días. Dependiendo de las condiciones ambientales, el cultivo requerirá riego cada 40 a 60 días, preferible riego a través de surcos por gravedad. No se recomienda por aspersión debido a que se corre el riesgo de la proliferación de enfermedades, sin embargo, si se lo realiza de esta forma se recomienda de hacer en horas de la mañana o de la tarde en condiciones nubladas (Suquilanda, 2010, p. 109).

Un ciclo vegetativo de quinua requiere mínimo de 300 a 500 mm de precipitación por hectárea, y las fases con mayor requerimiento de agua son en la germinación, inicio del panojamiento, inicio de la floración y suspenderlo en el llenado de grano (Suquilanda, 2010, p. 110).

1.4.5.6. Cosecha y post-cosecha

La cosecha de la quinua se da, cuando la planta toma un color amarillo pálido, dependiendo de la variedad que se haya sembrado. Las plantas están listas para ser cosechada cuando casi el total de sus hojas se han caído y las panojas y tallos estén relativamente secos (Suquilanda, 2010, pp. 113-114).

La cosecha y post-cosecha posee cinco etapas: 1) Siega o corte, se realiza cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica y los granos poseen alrededor de un 30% de humedad, con el objetivo de evitar pérdidas por desgrane; 2) Emparve, consiste en apilar las panojas cosechadas en forma de parvas o arcos, con el fin de evitar malograrse la cosecha, y mantenerlos entre 7 a 15 días, donde el grano llegará a una humedad del 15%; 3) Trilla, consiste en la separación del grano de la planta, la cual manualmente se puede realizar, por

golpes utilizando varios métodos, o mecánicamente utilizando una trilladora, previamente regulada con el tamaño del grano; 4) Venteo y limpieza, se realiza para separar las impurezas que no se pudieron eliminar durante el trillado, esto dependerá de la eficiencia de la maquina trilladora; 5) Secado, consiste en reducir la humedad del grano al menos hasta un 12% . En todo el proceso de cosecha y post-cosecha existen cierto porcentaje de mermas, que se presenta en la Tabla 9 (Meyhuay, 1998, pp. 17-19).

Tabla 9. Pérdidas durante la cosecha y post-cosecha.

Actividad	Causa	Merma (%)
Pre-cosecha	Ataque de aves	30 a 40
Siega o corte	Desgrane	5 a 10
Transporte	Caída de grano	1 a 5
Emparve	Pregerminación del grano, ataque de aves y roedores.	5 a 10
Trilla	Caída de grano	5 a 8
Venteo y limpieza	Caída de grano	13 a 15

Adaptada de Meyhuay, 1998, pp. 17-19

Es importante considerar, que cuando la cosecha se hace de forma mecanizada, las etapas de siega, trilla y venteo se realizan de manera simultánea utilizando una cosechadora combinada, reduciendo así las pérdidas en estas etapas (Quiroga, et al., 2014, p. 270).

1.4.6. Sistema de siembra con plántulas en quinua

Las plántulas, son plantas de cualquier familia, género o especie que llega a los primeros estadios de desarrollo, principalmente va desde la germinación hasta el desarrollo de las primeras hojas verdaderas. El término utilizado en la agricultura se refiere, a las plántulas que han crecido bajo condiciones controladas, en sustratos seleccionados y bandejas, gavetas o semilleros se denominan “pilón” o “plantilla” (Lardizabal, 2007, pp. 1-2). Los principales objetivos para la utilización de pilones son: la homogeneidad del cultivo, tener un control adecuado de densidades de producción (número de plantas por hectárea), mejor manejo de malezas, plagas y enfermedades, y facilidad en las labores culturales para el agricultor, tanto de para sistema tradicional, semi-tecnificado y tecnificado (Picón, 2011. p. 18).

De forma preliminar la empresa Pilonas la Victoria "PILVICSA", pioneros en la producción de pilones y propagación de plantas para la agricultura en el Ecuador, han iniciado trabajos relacionados al cultivo de quinua, aplicando el sistema de siembra por plántulas. Estos trabajos han demostrado resultados favorables con este método; sin embargo, no se tienen resultados debidamente valorados desde el punto de vista experimental, por lo que recomiendan realizar ensayos que apunten a la generación de alternativas tecnológicas para este cultivo.

2. CAPITULO II: Materiales y Métodos

2.1. Ubicación geográfica y características climáticas

La investigación se realizó en cinco localidades ubicadas en la provincia de Cotopaxi y una ubicada en la provincia de Pichincha, representadas en la siguiente Tabla 10.

Tabla 10. Ubicación, y características climatológicas de las localidades del experimento.

<p style="text-align: center;"><u>Hcda. Los Nevados</u></p> <p>Ubicación: Mulaló, Latacunga, Cotopaxi Altitud: 3.130 msnm Latitud: S 0° 42' 47.7" Longitud: O 78° 34' 49.9" Área Total: 0.9 ha Cultivo Anterior: Pastos Temperatura: 11.8°C Precipitación: 679 mm Humedad Relativa: 75% Clasificación climática: Seco temperado Clasificación ecológica: estepa espinosa Montano-Bajo</p>	<p style="text-align: center;"><u>Hcda. El Rosario (Lote 3)</u></p> <p>Ubicación: Pastocalle, Latacunga, Cotopaxi Altitud: 3.330 msnm Latitud: S 0° 43' 15.3" Longitud: O 78° 39' 06.6" Área Total: 1.4 ha Cultivo Anterior: Papas Temperatura: 12.7 °C Precipitación: 520 mm Humedad Relativa: 55% Clasificación climática: Seco temperado Clasificación ecológica: estepa espinosa Montano-Bajo</p>
<p style="text-align: center;"><u>Hcda. El Rosario (Lote 1)</u></p> <p>Ubicación: Pastocalle, Latacunga, Cotopaxi Altitud: 3.130 msnm Latitud: S 0° 44' 14.6" Longitud: O 78° 38' 22.7" Área Total: 14.8 ha Cultivo Anterior: Maíz Temperatura: 12.7 °C Precipitación: 520 mm Humedad Relativa: 55% Clasificación climática: Seco temperado Clasificación ecológica: estepa espinosa Montano-Bajo</p>	<p style="text-align: center;"><u>Hcda. La Aliaga</u></p> <p>Ubicación: Pastocalle, Latacunga, Cotopaxi Altitud: 3.330 msnm Latitud: S 0° 42' 56.2" Longitud: O 78° 39' 06.3" Área Total: 1.0 ha Cultivo Anterior: Papas Temperatura: 12.7 °C Precipitación: 520 mm Humedad Relativa: 55% Clasificación climática: Seco temperado Clasificación ecológica: estepa espinosa Montano-Bajo</p>
<p style="text-align: center;"><u>Hcda. Santa Isabel</u></p> <p>Ubicación: Poaló, Latacunga, Cotopaxi Altitud: 2.930 msnm Latitud: S 0° 52' 20.7" Longitud: O 78° 39' 47" Área Total: 0.2 ha Cultivo Anterior: Brócoli Temperatura: 12.4°C Precipitación: 576 mm Humedad Relativa: 65% Clasificación climática: Seco Temperado Clasificación ecológica: estepa espinosa Montano-Bajo</p>	<p style="text-align: center;"><u>Hcda. Pinguilla</u></p> <p>Ubicación: Puéllaro, Quito, Pichincha Altitud: 2.220 msnm Latitud: N 0° 05' 40" Longitud: O 78° 24' 22.1" Área Total: 1.2 ha Cultivo Anterior: Maíz Temperatura: 16.7 °C Precipitación: 782 mm Humedad Relativa: 65% Clasificación climática: Seco Subtropical Clasificación ecológica: bosque seco Montano-Bajo</p>

Adaptada de INAMHI, s.f.; y, Cañadas, 1983, pp. 84-185.

Nota: N = Norte, S = Sur, O = Oeste. El croquis de cada una de las localidades se encuentra en ANEXOS.

2.2. Materiales y Equipos

2.2.1. Campo

- Material vegetativo: semilla botánica y plántulas de la variedad INIAP – Tunkahuan.
- Invernadero.
- Gavetas de propagación
- Sustrato a base de *spagnum*
- Sembradora.
- Fertilizantes.
- Insumos agrícolas.
- Báscula.
- Flexómetro.
- GPS.
- Hoces.
- Trilladora
- Barreno
- Sacos de yute
- Libro de campo

2.2.2. Laboratorio

- Analizador de humedad
- Balanzas analíticas
- Espátulas
- Recipientes
- Divisor de muestras tipo BOERNER
- Mesas de gravedad
- Tamices
- Balanza especial compuesta de eje fiel, para peso hectolítrico
- Vasija tubular, capacidad de 1L
- Cuchilla con acople en forma de U para cortar la columna de granos
- Cámara de germinación

- Papel toalla
- Agua
- Trilladora de grano fino
- Venteadora

2.3. Metodología

2.3.1. Tratamientos

Se aplicó dos diseños experimentales. Bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial con 2 factores y 2 niveles (2^2) y 4 repeticiones.

Los factores a evaluar se muestran en la siguiente Tabla 11.

Tabla 11. Factores y niveles del primer diseño experimental.

Factor	Nombre	Niveles
1	Material de siembra (MS)	Semilla Botánica
		Plántula
2	Altitud de localidades (A)	< 3200 msnm
		> 3200 msnm

Los tratamientos en estudio para el diseño experimental se indican a continuación.

Tabla 12. Descripción de los tratamientos para el diseño experimental en arreglo factorial.

Tratamientos	Descripción (MS + A)
T1	Plántula <3200
T2	Plántula >3200
T3	Semilla <3200
T4	Semilla >3200

Nota: (MS + A) = (Material de siembra + Altitud en metros sobre el nivel del mar).

También se aplicó un segundo diseño experimental (no factorial) de bloques completamente al azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Localidad	Fecha de siembra	Altura (msnm)	Material de Siembra
T1	Los Nevados	03/03/2015	3130	Plántulas
T2	El Rosario (3)	24/03/2015	3300	Plántulas
T3	El Rosario (1)	18/01/2015	3130	Semilla
T4	Aliaga	11/02/2015	3330	Semilla (voleo)
T5	Santa Isabel	08/04/2015	2930	Plántulas
T6	Pinguilla	26/05/2015	2220	Plántulas

2.3.2. Unidad Experimental

Las localidades que manejaron los sistemas de siembra de plántulas, y semilla botánica a chorro continuo conformaron la unidad de cinco surcos por 25 metros de largo, los tres surcos centrales conformaron la “parcela neta”, y es donde se recolectó la información. En las localidades que manejaron la siembra al voleo, la unidad experimental fue de 3 metros de ancho por 25 m de largo, y la “parcela neta” fue formada por 1,80 metros de la parte central. La descripción gráfica se muestra en la Figura 19.

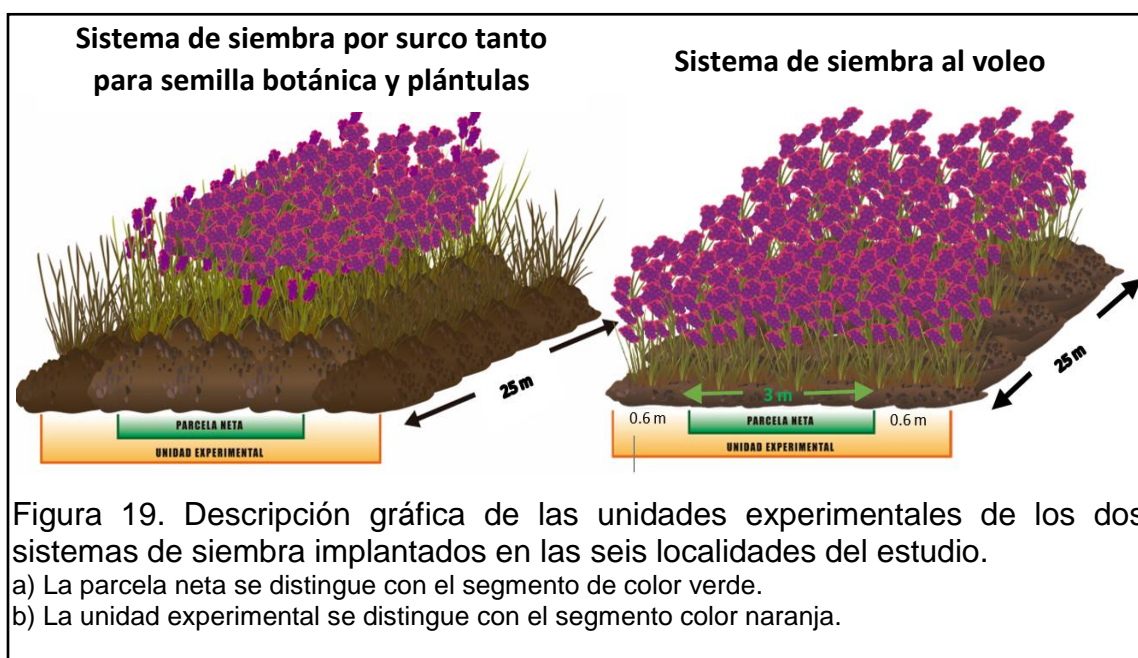


Figura 19. Descripción gráfica de las unidades experimentales de los dos sistemas de siembra implantados en las seis localidades del estudio.

- La parcela neta se distingue con el segmento de color verde.
- La unidad experimental se distingue con el segmento color naranja.

2.3.3. Análisis estadístico

Se utilizó el modelo del análisis de varianza (ADEVA) del DBCA en arreglo factorial 2 x 2 y 4 repeticiones.

Tabla 14. Modelo del análisis de varianza (ADEVA) para diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 2 x 2 y cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad (gl)
Total	15
Repeticiones	3
Material de siembra (MS)	1
Altitud (A)	1
MS x A	1
Error experimental	9
CV %	
Promedio	

El modelo del ADEVA del DBCA con 6 tratamientos.

Tabla 15. Modelo del análisis de varianza (ADEVA) de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y cuatro repeticiones.

Fuentes de variación	Grados de libertad (gl)
Total	23
Repeticiones	3
Tratamientos	5
Error experimental	15
CV %	
Promedio	

Análisis funcional, en el caso que existían diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizarán pruebas de separación de medias a través de Tukey al 5%.

2.3.4. Variables

Se registraron los datos de las diferentes variables en las plantas correspondientes a la parcela neta.

- **Altura de la planta (cm)**, se registró en 30 plantas cuando estas alcanzaron un 75% de madurez fisiológica, la medida se registró desde la base de la planta hasta el inicio de la panoja terminal.
- **Diámetro de tallo (cm)**, se registró en 30 plantas antes de la cosecha, la medida se registró de la parte central del tallo a 30 cm del suelo.
- **Plantas (m²)**, se registró el número plantas existentes en un m² cuando las plantas alcanzaron el 75% de la floración, en varios muestreos de la

parcela neta. En los sistemas de siembra en surco, se realizó el muestreo de plantas existente en un metro lineal, en base a la distancia entre surcos se calculó el número de plantas por metro cuadrado.

- **Panoja laxa (%)**, se registró antes de la cosecha el número de plantas que presenten panoja laxa.
- **Panoja compacta (%)**, se registró antes de la cosecha el número de plantas que presenten panoja compacta.
- **Cosecha (días)**, se registró el número de días desde la siembra hasta la madurez fisiológica y estén listas para la cosecha de las plantas.

2.3.4.1. Componentes del Rendimiento

- **Tamaño de la panoja (cm)**, se registró en 30 plantas antes de la cosecha el tamaño de la panoja terminal desde su base hasta su ápice.
- **Población (ha)**, se registró antes de la cosecha el número de plantas existentes en la parcela neta. De los resultados obtenidos se realizó la relación para una hectárea.
- **Rendimiento (kg ha⁻¹)**, se registró el peso de los granos obtenidos después de la cosecha de la parcela neta. De los resultados obtenidos se realizó la relación para una hectárea.

2.3.4.2. Calidad física del grano

Se realizó en una muestra de 1 kg de granos con cuatro repeticiones de cada tratamiento. Las muestras se las introdujo en un equipo homogeneizador y divisor de muestras tipo BOERNER, encargado de reducir y mezclar las muestras, tantas veces hasta obtener una muestra de 100 g. A partir de la muestra homogenizada se clasificó el grano en varias categorías como se describen a continuación:

- **Pureza (%)**, se registró los granos completos, de color blanco y crema, que no presenten ninguna anomalía.
- **Granos encapsulados (%)**, se registró de los granos que aún se presentaban con la capsula que rodea al grano.

- **Granos manchados y quebrados (%)**, se registró los granos rotos, trizados o incompletos y granos de color café, gris o negro.
- **Material inerte (%)**, se registró todo material extraño e impurezas que no correspondan al grano de quinua.
- **Granos pregerminados (%)**, se registró los granos que rompieron el proceso de latencia y mostraron el inicio del crecimiento radicular.
- **Humedad (%)**, se registró la humedad de los granos, mediante un equipo de lectura directa tipo MINIGAP.
- **Peso hectolítrico (kg hL⁻¹)**, se registró el peso de granos expresado en kg/hL colocados en una vasija tubular con capacidad de 1 L y cortados a ras sobre el nivel superior de la vasija, en un medidor de peso hectolítrico tipo SCHOPPER.
- **Peso de 1.000 granos (g)**, se registró el peso de 1.000 granos previamente contabilizados, en una balanza de precisión 0.01 g.

2.3.4.3. Calidad fisiológica del grano

El análisis fisiológico del grano se realizó en una cámara de germinación a 20 °C y 95 % de humedad relativa, donde se colocó una muestra de 125 granos libre de impurezas, sobre el sustrato de papel toalla totalmente humedecido. Después de 24 horas, se realizó el conteo de los granos germinados de la siguiente manera:

- **Germinación (%)**, se registró el número de granos que rompieron su latencia y muestran la radícula y plúmula visible.

2.4. Manejo del experimento

2.4.1. Proceso de preparación de pilones

El proceso de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) de la variedad INIAP – Tunkahuan, inicia con la selección del material, usando las semillas de calidad. El material utilizado se caracteriza por su bajo contenido de saponina y es ideal para su cultivo en la sierra en condiciones templadas – frías. Las bandejas utilizadas para la siembra son de 200 orificios, las cuales son previamente desinfectadas en un tanque de un metro cúbico, utilizando

hipoclorito a concentración de 80 ppm. El sustrato utilizado es *spagnum* enriquecido de origen alemán.

Una vez esterilizadas tanto las bandejas como el sustrato, se procede a llenar los orificios de las bandejas y a sembrar la semilla seleccionada. La siembra se realiza mecánicamente con platos de vacío los cuales facilitan el trabajo. Esta es cubierta con sustrato tamizado para evitar problemas de germinación.

Una vez terminada la siembra, las bandejas son transportadas a los bloques de campo y se mantienen en bancales a 1.20 metros de altura con una malla de plástico como recubierta para evitar el ataque de plagas. Esta malla es retirada al momento de que la germinación haya culminado, que es de aproximadamente de 6 semanas. Esto a través de la utilización de fertilizantes, insecticidas y fungicidas con sello verde y azul, y sistemas de riego tipo aguilón o ducha con dos repeticiones por día dependiendo de las condiciones climáticas.

El protocolo de aplicaciones, inicia el mismo día de la siembra, aplicando a las plantas estimulantes de crecimiento y promotores de enraizamiento. Los protocolos son aplicados en períodos de 2 y luego 5 días de por medio entre aplicación. Es necesario utilizar fungicidas y bactericidas para evitar el crecimiento de hongos patogénicos o el pudrimiento de semillas por la alta humedad existente en las bandejas. Entre los plaguicidas usados esta: Phyton, Captan y Previcur. También se utilizan fertilizantes como: NPK's, sulfatos, bioestimulantes y promotores de crecimiento en función a los requerimientos.

En un período de 6 semanas, las plantas deben haber cubierto al menos el 85% del pilón con raíz y haber desarrollado un follaje suficiente para poder establecerse en campo. La cosecha se realizó de forma manual a un promedio de 20.000 plántulas por hora – persona. Las plántulas son empacadas en gavetas de plástico o cartones dependiendo del cliente, para ser transportadas a su destino y poder realizar el trasplante.

2.4.2. Manejo de campo

Previo al trasplante de las plántulas de quinua se realizó la propagación de los pilones de este cultivo, bajo condiciones de invernadero, aplicando el manual de procedimientos de Buenas Prácticas Agrícolas.

El experimento en las seis localidades se inició en plantaciones establecidas en campo previamente al estudio, donde se aplicó las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's). Es importante mencionar que las labores de preparación de suelo, fertilización y controles fitosanitarios se realizaron según el plan de manejo de los propietarios de las localidades donde se estableció el experimento.

Inicialmente, se recopiló toda la información referente a la siembra, la cantidad de plántulas o semilla utilizada, cultivo anterior, entre otros; y se realizó la medición del área total sembrada con el GPS, la misma se dividió en unidades experimentales en cada localidad (véase en 2.1. Ubicación geográfica y características climáticas).

La preparación de los suelos fue mecanizada en todas las localidades, donde las operaciones fueron de: arada, rastrada surcada y aporque a los 45 días posteriores a la siembra, excepto en la Hacienda La Aliaga, donde solo se realizó arada y surcada. Los fertilizantes y abonos utilizados en cada una de las localidades se presentan en la Tabla 16. Estos insumos fueron agregados según la necesidad del terreno asumida por los propietarios.

Tabla 16. Insumos utilizados en la preparación del suelo, abonamiento y fertilización por hectárea en cada una de las localidades en estudio.

Hcda. Los Nevados	Hcda. Santa Isabel
<p style="text-align: center;"><u>Fertilización 1 (PS)</u></p> <p>6 sacos de 50 kg de Muriato de Potasio 2 sacos de 50 kg de Nitrato de Amonio</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 1 (45 días)</u></p> <p style="text-align: center;">240 L de Biol</p>	<p style="text-align: center;"><u>Fertilización 1 (PS)</u></p> <p>2 sacos de 50 kg de Triple 15 4 sacos de 50 kg de Muriato de Potasio 2 sacos de 50 kg de Nitrato de Amonio</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 1 (45 días)</u></p> <p style="text-align: center;">240 L de Biol</p>
Hcda. El Rosario (Lote 1)	Hcda. El Rosario (Lote 3)
<p style="text-align: center;"><u>Fertilización 1 (PS)</u></p> <p>1 saco de 50 kg de Triple 15 1 sacos de 50 kg de Muriato de Potasio 2 sacos de 50 kg de Nitrato de Amonio</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 1 (PS)</u></p> <p>10 sacos de 45 kg de Compost</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 2 (45 días)</u></p> <p>100 L de Biol</p>	<p style="text-align: center;"><u>Fertilización 1 (PS)</u></p> <p>1 saco de 50 kg de Triple 15 1 sacos de 50 kg de Muriato de Potasio 2 sacos de 50 kg de Nitrato de Amonio</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 1 (PS)</u></p> <p>10 sacos de 45 kg de Compost</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 2 (45 días)</u></p> <p>100 L de Biol</p>
Hcda. Aliaga	Hcda. Pinguilla
<p style="text-align: center;"><u>Fertilización 1 (PS)</u></p> <p>4 sacos de 50 kg de Roca fosfórica 4 sacos de 50 kg de Cal dolomita 3 sacos de 50 kg de Yeso agrícola 4 sacos de 25 kg de Sulfato de potasio 1 saco de 10 kg de Micromate 2 sacos de 40 kg de Yorin</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 1 (30 días)</u></p> <p>25 L de Biol</p> <p style="text-align: center;"><u>Fertilización 2 (45 días)</u></p> <p>4 sacos de 50 kg de Sulpomag 1 saco de 50 kg de Micromate 1 saco de 20 kg de Yorin</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 2 (60 días)</u></p> <p>25 L de Biol</p>	<p style="text-align: center;"><u>Fertilización 1 (PS)</u></p> <p>14 sacos de 50 kg Cal agrícola 8 sacos de 50 kg de Yeso agrícola 6 sacos de 50 kg de 18-46-00</p> <p style="text-align: center;"><u>Abonamiento 1 (PS)</u></p> <p>160 sacos de 100 lb de Gallinaza</p> <p style="text-align: center;"><u>Fertilización 2 (45 días)</u></p> <p>2 sacos de 20 kg de Alga soil 0,5 saco de 25 kg de Sulfato de zinc 3 sacos de 50 kg de Nitrato de amonio 2 sacos de 50 kg de Sulfato de amonio 2 sacos de 50 kg de Yara Nitabor 2 sacos de 50 kg de Muriato de potasio</p>

Nota: PS = Preparación del suelo. Los días colocados entre el paréntesis, se refieren a la labor realizada después de la siembra. Información proporcionada por los propietarios y/o encargados de cada localidad.

Durante el cultivo establecido de la quinua se extrajo una muestra de suelo, que se llevó al análisis de macro y micronutrientes en el laboratorio.

Los controles fitosanitarios se realizaron a los 15 días y 30 días, sin embargo, se debe indicar que en la localidad de la hacienda Aliaga se realizó un tercer control y en la localidad Pinguilla sólo se realizó un control a los 15 días (Tabla 17).

Tabla 17. Insumos utilizados para el control fitosanitario por hectárea en cada una de las localidades en estudio.

Hcda. Los Nevados	Hcda. Santa Isabel
<p><u>Control fitosanitario 1 (15 días)</u> 1 L de Clorpirifos</p> <p><u>Control fitosanitario 2 (30 días)</u> 1 L de Clorpirifos</p>	<p><u>Control fitosanitario 1 (15 días)</u> 1 L de Clorpirifos</p> <p><u>Control fitosanitario 2 (30 días)</u> 1 L de Clorpirifos</p>
Hcda. El Rosario (Lote 1)	Hcda. El Rosario (Lote 3)
<p><u>Control fitosanitario 1 (45 días)</u> 1 L de Lannete 0,5 L de Fijador (mezcla para 400 L)</p>	<p><u>Control fitosanitario 1 (15 días)</u> 1 L de Clorpirifos</p> <p><u>Control fitosanitario 2 (30 días)</u> 1 L de Clorpirifos</p>
Hcda. Aliaga	Hcda. Pinguilla
<p><u>Control fitosanitario 1 (30 días)</u> 500 mL de Trazer 2 L de Controlador biológico</p> <p><u>Control fitosanitario 2 (45 días)</u> 4 L de Trichoderma 2 L de Controlador biológico</p> <p><u>Control fitosanitario 3 (60 días)</u> 1 L de Bacillus thuringensis 2 L de Controlador biológico 1 L de Hongos entomopatógenos 3 L de Fijador biológico</p>	<p><u>Control fitosanitario 1 (15 días)</u> 500 g de Bacillus thuringensis 200 mL de Fijador 200 mL de Avaunt (Indoxacarb) 200 mL de Metallic (Metalaxyl) 200 mL de Growcombi 500 mL de Biosolar 200 g de Confort</p>

Nota: Los días colocados entre el paréntesis, se refieren a la labor realizada después de la siembra. Información proporcionada por los propietarios y/o encargados de cada localidad. Cada control fitosanitario corresponde a una mezcla de 400 L con agua.

Se realizó un monitoreo por las localidades cada tres semanas, donde se evaluaban factores como estado fisiológico, acame, anomalías externas del cultivo, incidencia de plagas y enfermedades, e incidencias de malezas. Según las observaciones visualizadas se accedía a la toma de datos de las distintas variables en estudio acorde a la descripción en la metodología de la investigación.

Una vez cumplido el ciclo vegetativo del cultivo, se procedía a la cosecha, la cual se realizó manualmente únicamente de las plantas correspondientes a la parcela neta de las unidades. Durante la cosecha, se procedió a tomar muestras de plantas, y dividir las en tallo – raíz y panoja, las cuales se enviaron al laboratorio para la realización de un análisis foliar.

Cosechadas las panojas se las almacenó al interior de un invernadero para permitir su reducción de humedad y facilitar el proceso de trilla, y venteo tanto de forma mecanizada como manual del grano obtenido. Posteriormente a la obtención de grano se extrajo una muestra de cada uno de los tratamientos, con sus respectivas repeticiones para la realización del análisis físico y fisiológico del grano.

Una vez obtenida toda información de las diferentes localidades, se realizó un análisis beneficio/costo, utilizando el presupuesto parcial de Perrin.

3. CAPITULO III: Resultados y Discusión

3.1. Variables agronómicas

El análisis de varianza realizado para la variable altura de planta (cm), mostró diferencias altamente significativas, para los factores analizados, incluyendo su interacción, obteniendo un coeficiente de variación del 4%. Para el diámetro de tallo, las diferencias significativas se mostraron entre materiales de siembra con un coeficiente de variación del 10,4 %, y, para el número de plantas por m² las diferencias se dieron entre material de siembra y la interacción material de siembra y la altitud de las localidades. Los resultados estadísticos se pueden apreciar en la Tabla 18.

Tabla 18. Análisis de varianza para la altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm) y número de plantas (m⁻²) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Altura de planta (cm)		Diámetro de tallo (cm)		Número de plantas (m ²)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	15	23147,1		0,45		1212,9	
Repetición	3	151,7	50,6	0,02	0,01	32,7	10,9
MS	1	6401,6	6401,6**	0,28	0,28**	885,1	885,1**
A	1	11972,7	11972,7**	0,03	0,03 ^{ns}	33,1	33,1 ^{ns}
MS x A	1	4322,4	4322,4**	0,02	0,02 ^{ns}	203,1	203,1**
Error	9	298,7	33,2	0,1	0,01	59,1	6,6
CV (%)		4		10,4		14,2	

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo.

Con el fin de evaluar el comportamiento de los materiales de siembra en todas las localidades se elaboró un diseño de bloques al azar (DBCA) para las tres variables, como se muestra en la Tabla 19, se observan diferencias altamente significativas entre tratamientos. Los coeficientes de variación para las variables la altura de planta, diámetro del tallo y número de plantas por metro cuadrado, fueron de 3,6%, 12,6% y 13,4 % respectivamente.

Tabla 19. Análisis de varianza para la altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm) y número de plantas (m^{-2}) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Altura de planta (cm)		Diámetro de tallo (cm)		Número de plantas (m^{-2})	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	23	25265,6		3,3		1393,3	
Repetición	3	154,5	51,5	0,11	0,04	26,3	8,8
Tratamientos	5	24684	4936,8**	2,85	0,57**	1296,8	259,4**
Error	15	427	28,5	0,34	0,02	70,2	4,7
CV (%)		3,6		12,6		13,4	

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo

En la Tabla 20 se muestra el análisis de varianza para las variables densidad de la panoja laxa y compacta, encontrándose diferencias altamente significativas para los factores, material de siembra y altitud; mientras que la interacción entre los dos no es significativa. El coeficiente de varianza alcanzado para panoja laxa fue de 30,5% y para compacta de 21,2%.

Tabla 20. Análisis de varianza para la panoja laxa (%) y panoja compacta (%) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Panoja laxa (%)		Panoja compacta (%)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	15	17903,1		17903,1	
Repetición	3	563,1	187,7	563,1	187,7
MS	1	1534,3	1534,3**	1534,3	1534,3**
A	1	14199,1	14199,1**	14199,1	14199,1**
MS x A	1	200,8	200,8 ^{ns}	200,8	200,8 ^{ns}
Error	9	1405,8	156,2	1405,8	156,2
CV (%)		30,5		21,2	

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo

El análisis estadístico efectuado para las tres variables, también se realizó con un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), encontrándose que las diferencias altamente significativas en las seis localidades. El coeficiente de varianza alcanzado para la panoja laxa fue de 18,1% y compacta 25,9%.

Tabla 21. Análisis de varianza para la panoja laxa (%) y panoja compacta (%) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Panoja laxa (%)		Panoja compacta (%)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	23	33322,5		33322,5	
Repetición	3	336,9	112,3	336,9	112,3
Tratamientos	5	31289,7	6257,9**	31289,7	6257,9**
Error	15	1695,9	113,1	1695,9	113,1
CV (%)		18,1		25,9	

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo

En la Tabla 22, se presentan los promedios para semilla botánica y plántulas. Las plantas obtenidas a partir de semilla botánica mostraron mayores alturas, tallos delgados, mayor número de plantas por metro cuadrado con mayor porcentaje de panojas compactas. Las plantas que fueron sembradas a partir de plántulas, en cambio mostraron alturas menores; el diámetro de los tallos es mayor en comparación a las plantas sembradas a partir de semillas; poseen un menor número de plantas por metro lineal y una relación casi de 1 a 1 entre panojas laxas y compactas.

Tabla 22. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de plantas (m^2)	Panoja laxa (%)	Panoja compacta (%)
Plántula	124,0 \pm 46,9 b	1,12 \pm 0,10 a	10,6 \pm 2,3 b	50,8 \pm 36,8 a	49,2 \pm 36,8 b
S. Botánica	164,0 \pm 13,8 a	0,86 \pm 0,12 b	25,5 \pm 6,4 a	31,2 \pm 31,4 b	68,8 \pm 31,4 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Tabla 23 se muestra el análisis funcional relacionado con la altitud de las localidades, las variables que presentaron diferencias altamente significativas fueron la altura de planta y la densidad de la panoja, teniendo como resultado que las plantas cultivadas a más de 3200 msnm poseen menor altura y un gran porcentaje de panojas compactas; por otra parte, las plantas que estuvieron debajo de los 3200 msnm poseen mayores alturas y sus panojas son laxas.

Tabla 23. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas evaluadas en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Altitud (msnm)	Altura de planta (cm)	Panoja laxa (%)	Panoja compacta (%)
>3200	116,7 \pm 39,5 b	11,2 \pm 11,5 b	88,8 \pm 11,5 a
<3200	171,4 \pm 6,2 a	70,8 \pm 19,9 a	29,2 \pm 19,9 b

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

Para la interacción entre material de siembra y altitud de las localidades, se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la Tabla 24, se presentan diferencias altamente significativas para las variables altura de planta y número de plantas por metro cuadrado. Las mayores alturas de planta se encontraron en las localidades ubicadas bajo los 3200 msnm, tanto para las sembradas a partir de semilla botánica como para las de plántulas. Posteriormente las localidades que mostraron alturas más bajas fueron las plantas obtenidas a partir de semilla botánica ubicadas a más de 3200 msnm; y, las plantas sembradas por plántulas a más de 3200 msnm respectivamente.

Las localidades ubicadas menos de 3200 msnm sembradas a partir de semilla botánica tuvieron el mayor número de plantas por metro cuadrado y son estadísticamente distintas. Las localidades ubicadas sobre los 3200 msnm sembradas a partir de plántulas, son estadísticamente distintas, y poseen un número más bajo de plantas por metro cuadrado.

Tabla 24. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Altitud (msnm)	Altura de planta (cm)	Número de plantas (m²)
Plántula	>3200	80,3 \pm 2,9 c	8,5 \pm 0,6 c
Plántula	<3200	167,8 \pm 3,7 a	12,75 \pm 0,5 c
S. Botánica	>3200	153,1 \pm 9,3 b	30,5 \pm 5,3 a
S. Botánica	<3200	175,0 \pm 6,4 a	20,5 \pm 1,3 b

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Tabla 25 se muestran los promedios, desviación estándar y prueba de Tukey realizada de las seis localidades. Los Nevados sembrada con plántulas, presentó plantas de 1,68 m de altura, un diámetro del tallo de 1,2 cm, 13 plantas por metro cuadrado y un 84% de panojas laxas. El Rosario 3 sembrada

con plántulas, en promedio se obtuvieron plantas de 0,80 m de altura, con tallos de 1,04 cm de diámetro, 9 plantas por metro lineal y un 82,5% de panojas compactas. En el Rosario 1, cuyo material de siembra fue semilla, presentó plantas de 1,75 m de alto, con un diámetro de tallo de 0,87 cm, 21 plantas por metro cuadrado y un 57,5 % de panojas laxas. La Aliaga sembrada a partir de semilla, bajo el sistema del voleo, tuvo plantas de 1,53 m de altura, con un diámetro de tallo de 0,85 cm, 31 plantas por metro cuadrado y un 95% de panojas con densidad tipo compacta. Santa Isabel sembrada a partir de plántulas, tuvo plantas de 1,69 m de altura, diámetros de tallo de 1,9 cm, 13 plantas por metro lineal y un 97,5% de panojas laxas, y finalmente la localidad ubicada en Puéllaro a 2200 msnm y sembrada a partir de plántulas, presento alturas de planta de 1,49 m, un diámetro de tallo de 1,3 cm, 12 plantas por metro cuadrado y un 91,7% de panojas laxas.

Tabla 25. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las variables agronómicas evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015

Localidad	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de plantas (m ²)	Panoja laxa (%)	Panoja compacta (%)
Nevados	167,8 ± 3,7 a	1,20 ± 0,05 bc	12,8 ± 0,5 c	84,2 ± 5,0 a	15,8 ± 5,0 c
Rosario 3	80,3 ± 2,9 c	1,04 ± 0,05 bcd	8,5 ± 0,6 c	17,5 ± 13,2 c	82,5 ± 13,2 a
Rosario 1	175,0 ± 6,4 a	0,87 ± 0,16 cd	20,5 ± 1,3 b	57,5 ± 20,6 b	42,5 ± 20,6 b
Aliaga	153,1 ± 9,3 b	0,85 ± 0,10 d	30,5 ± 2,3 a	5,0 ± 5,8 c	95,0 ± 5,8 a
Sta. Isabel	169,0 ± 2,4 a	1,86 ± 0,08 a	13,0 ± 0,5 c	97,5 ± 4,3 a	2,5 ± 4,3 c
Pinguilla	148,58 ± 6,2 b	1,33 ± 0,32 b	11,8 ± 1,0 c	91,7 ± 1,7 a	8,3 ± 1,7 c

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

Según Bonifacio, et. al. (2014, pp. 207-208) existen algunas variables que están relacionadas con el rendimiento de la quinua como: la longitud de panoja, altura de planta y el diámetro del tallo. La altura de planta dependerá de muchos factores, principalmente de la variedad, el manejo agronómico del cultivo y la población de plantas, en relación a la altura de planta puede estar afectado por el número de plantas por metro cuadrado. Según Gómez Pando, et.al. (2014, pp. 458-459) este hecho es atribuible a que las plantas han crecido excesivamente, por la acción del fototropismo, ya que al existir un número excesivo de plantas los tallos se alargaran más para poder captar la luz solar y

realizar su proceso fotosintético; por otro lado, las plantas más bajas son las que no pudieron realizar la fotosíntesis adecuadamente, por ende, su desarrollo fue limitado, resultados similares encontrados en este experimento.

Nieto, et. al. (1992, pp. 7-9) señala que la altura de planta de la variedad INIAP – Tunkahuan oscila entre 0,90 a 1,85 m entre los 2600 a 3200 msnm, valores que concuerdan con los obtenidos en este experimento, fuera de este rango la variedad comienza a tener dificultades en su crecimiento y puede estar susceptible a plagas y enfermedades que afectaran su rendimiento, hecho que fue reflejado en la localidad el Rosario 3 ubicada a 3310 msnm; esto unido a la falta de la aplicación de las BPA's, sobre todo en los riegos afectó el rendimiento.

Bonifacio, et.al. (2014, p. 208) manifiestan que el diámetro del tallo, es otra variable muy importante, ya que plantas con mayor diámetro, darán mayor sujeción a la panoja terminal, resultados concordantes en las localidades Los Nevados, Pinguilla y Santa Isabel. También añaden los autores, que las características de la variedad y otros factores exógenos (humedad del suelo, viento y ataque de pájaros) como lo señala Meyhuay (1998, pp. 17-18), pueden generar acame y roturas en los tallos de las plantas, si no son los suficientemente resistentes, hechos que fueron observados en todas las localidades.

El número de plantas por metro cuadrado es una variable muy importante en la producción de quinua, en este sentido la mayor población de plantas por metro cuadrado se alcanzó en Aliaga donde se aplicó la siembra al voleo que según varios autores generará una mayor población de plantas en detrimento del rendimiento por competencia, mientras que en el sistema de siembra por plántula la población fue adecuada ya que la competencia es menor y se obtiene mayores rendimientos (Bonifacio, et al., 2014, p. 207-209), mismos que serán discutidos más adelante.

Según Suquilanda (2010, p. 110) se recomienda en el cultivo de quinua, la depuración y el raleo, que consiste en eliminar plantas que no cumplan las características requeridas, dejando un espacio entre plantas de 8 a 10 cm, para

que tenga un mejor desarrollo. En este ensayo no fue aplicado en ninguna localidad, teniendo en cuenta que Nevados, Rosario 3, Santa Isabel y Pinguilla sembrados por plántulas tenían diferentes distancias entre surcos que iban desde 60 a 70 cm y una separación entre plantas que iban desde 13 a 20 cm; Aliaga sembrada a partir de semilla botánica al voleo fue la localidad con mayor número de plantas por metro cuadrado, que en promedio fue de 30 plantas; y, Rosario 1 también sembrado por semilla botánica bajo el sistema de chorro continuo con una separación entre surcos de 80 cm y un espacio entre plantas de 6 cm aproximadamente; estas dos últimas localidades fueron las que más problemas presentaron en cuanto a uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las plantas en sus diferentes etapas fenológicas.

La densidad de la panoja no es considerada como una variable relacionada directamente con el rendimiento. Esta variable se relaciona con el grosor del tallo y la población de plantas. Las panojas laxas o sueltas, se forman en plantas bajas con tallos más grueso; por el contrario, panojas compactas o cerradas se forman en altas poblaciones de plantas, y poseerán tallos más delgados (Rojas, et al., 2014, p. 76), que concuerda con lo observado en la localidad de El Rosario 1, sembrado a chorro continuo.

3.2. Componentes del Rendimiento

En la Tabla 26 se presenta el análisis de varianza de las variables de rendimiento, tamaño de panoja y población de plantas. Para el tamaño de panoja se encontró diferencias significativas tanto para el factor material de siembra como para el de altitud (msnm), mientras que no existió diferencias estadísticas para la interacción entre material de siembra y altitud de las localidades. Para la población de plantas hubo diferencias altamente significativas entre materiales de siembra y la interacción entre materiales de siembra y la altitud de las localidades, y además con el factor altitud. Los coeficientes de variación tanto para el tamaño de panoja, como para la población de plantas fueron de 9,2 y 14,4% respectivamente.

Tabla 26. Análisis de varianza para tamaño de panoja (cm) y población de plantas (ha) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Tamaño de panoja (cm)		Población de plantas (ha)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	15	1842,5		120551648836,9	
Repetición	3	67,5	22,5	2879719091,7	959906363,9
MS	1	631,3	631,3**	89934761826,6	89934761826,6**
A	1	892,2	892,2**	4119874689,1	4119874689,1*
MS x A	1	4,1	4,1 ^{ns}	17619575751,6	17619575751,6**
Error	9	247,4	27,5	5997717478,1	666413053,1
CV (%)		9,2		14,4	

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo.

El análisis de varianza del diseño experimental donde se estudia la relación de las seis localidades, permitió detectar diferencias altamente significativas tanto para el tamaño de la panoja como para la población de las plantas. Los coeficientes de varianza fueron 10,6 y 13,5 respectivamente (Tabla 27).

Tabla 27. Análisis de varianza para tamaño de panoja (cm) y población de plantas (ha) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Tamaño de panoja (cm)		Población de plantas (ha)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM
Total	23	6878,3		140919427945,0	
Repetición	3	96,7	32,2	2073217729,3	691072576,4
Tratamientos	5	6065,4	1213,07**	132005877949,4	26401175589,9**
Error	15	716,3	47,8	6840332266,4	456022151,1
CV (%)		10,6		13,5	

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo

En la Tabla 28 se observa el análisis de varianza realizado para la variable rendimiento por hectárea, encontrándose diferencias altamente significativas, para los factores material de siembra, altitud y su interacción. El coeficiente de variación fue 9,4%.

Tabla 28. Análisis de varianza para el rendimiento (kg ha^{-1}) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Rendimiento (kg ha^{-1})	
F.V.	gl	SC	CM
Total	15	18599061,7	
Repetición	3	320311,7	106770,6
MS	1	7389372,4	7389372,4**
A	1	7060844,7	7060844,7**
MS x A	1	3478243,7	3478243,7**
Error	9	350289,3	38921,0
CV (%)	9,4		

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo.

En la Tabla 29 se encuentra el análisis de varianza realizado para la variable rendimiento por hectárea para los seis tratamientos, aplicando el diseño experimental DBCA. Los resultados estadísticos establecieron que esta variable es altamente significativa y su coeficiente variación fue de 7%.

Tabla 29. Análisis de varianza para el rendimiento (kg ha^{-1}) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Rendimiento (kg ha^{-1})	
F.V.	gl	SC	CM
Total	23	68256948,5	
Repetición	3	467246,8	155748,9
Tratamientos	5	67094095,0	13418819,0**
Error	15	695606,8	46373,8
CV (%)	7,0		

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo

Según la prueba de Tukey ($\leq 0,05\%$), realizado para las variables tamaño de panoja, población de plantas y rendimiento, éstas difieren entre sí, alcanzando mayor tamaño de panoja en las plantas obtenidas con plántulas que las obtenidas a partir de semilla botánica. En cuanto a población total de plantas, las plantas que tuvieron como material de siembra semilla, tuvieron mayor número de plantas por hectáreas que las de plántulas, hecho que no se reflejó en el rendimiento, pero sí en las plantas sembradas a partir de plántulas (Tabla 30).

Tabla 30. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Tamaño de panoja (cm)	Población de plantas (ha)
Plántula	63,4 \pm 8,7 a	10409,1 \pm 18741,9 b
S. Botánica	50,9 \pm 9,8 b	254043,8 \pm 63423,8 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Figura 20, se muestra el promedio de la prueba de Tukey y la desviación estándar del rendimiento en relación al material de siembra. Los tratamientos sembrados a partir de plántulas tuvieron mayor rendimiento con 2.776,1 kilogramos por hectárea (equivalente a 60,9 quintales). Por otro lado, los tratamientos sembrados con semilla tuvieron rendimientos menores con 1.416,9 kilogramos por hectárea (equivalente a 31,2 quintales). La desviación estándar para plántulas y semilla botánica fue 1.235,1 y 275,6 kilogramos por hectárea respectivamente.

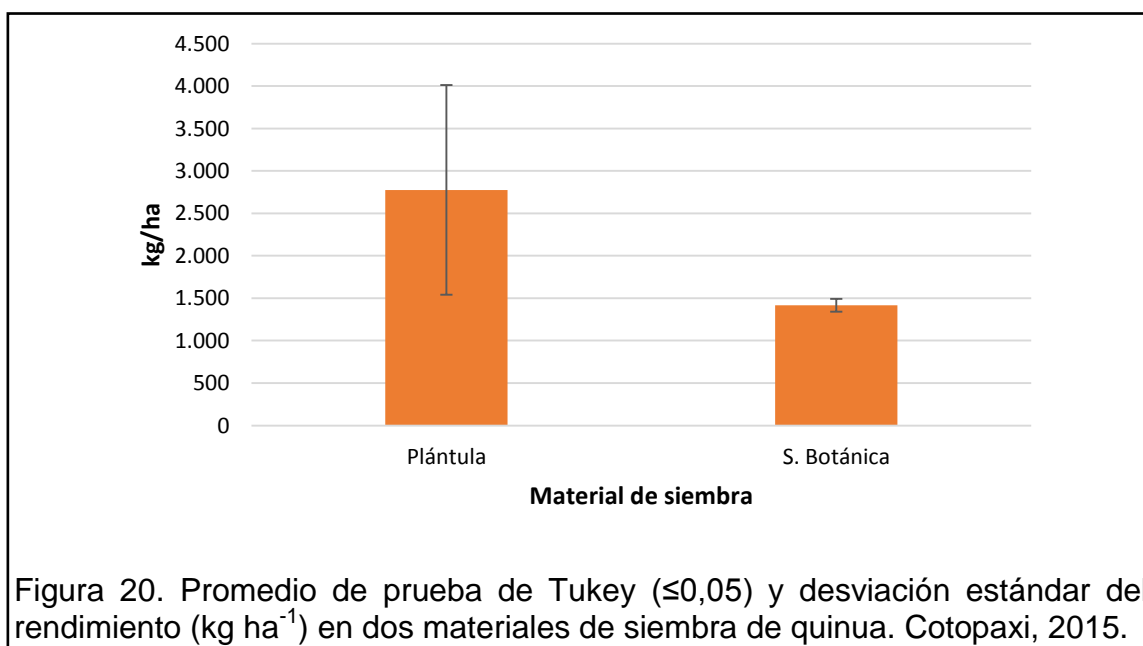


Figura 20. Promedio de prueba de Tukey ($\leq 0,05$) y desviación estándar del rendimiento (kg ha^{-1}) en dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.

En la Tabla 31 se muestra el análisis funcional de las variables para rendimiento con relación a la altitud de las localidades estudiadas. Las plantas que estuvieron bajo los 3200 msnm tuvieron mayor tamaño de panoja, menor población de plantas por hectárea y mayor rendimiento en kilogramos por hectárea. Las plantas sembradas a altitudes mayores a los 3200 msnm

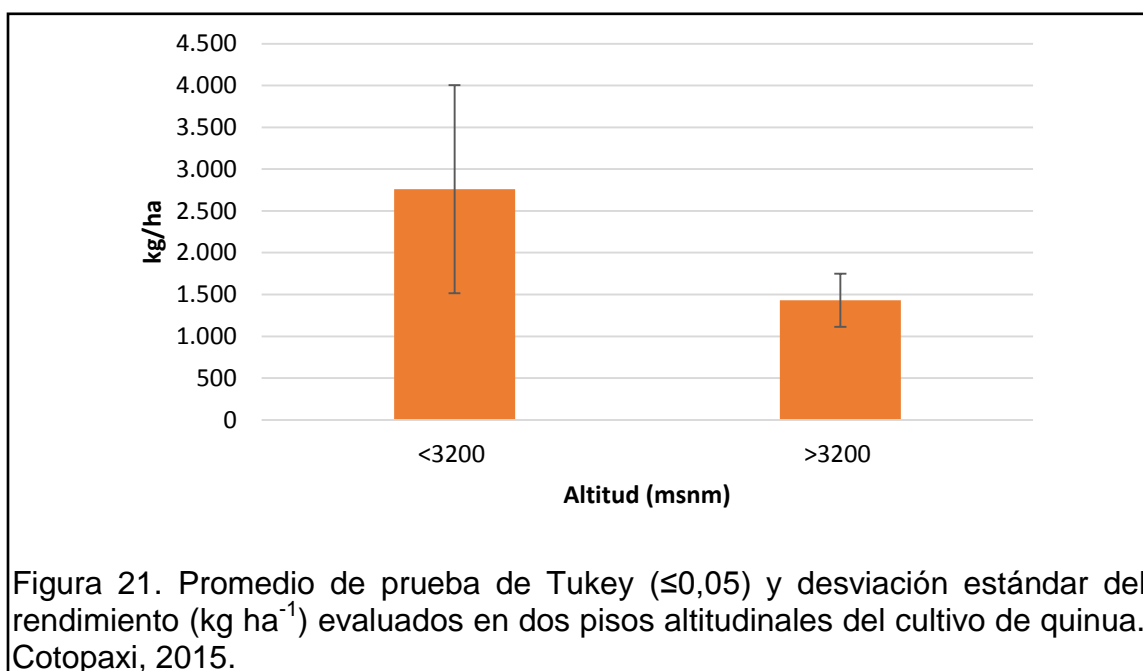
tuvieron menor tamaño de panoja, mayor número de plantas por hectárea y menor rendimiento en kilogramos por hectárea.

Tabla 31. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento evaluadas en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Altitud (msnm)	Tamaño de panoja (cm)	Población de plantas (ha)
>3200	49,7 \pm 8,3 b	195117,5 \pm 120549,5 a
<3200	64,6 \pm 8,2 a	1643024,4 \pm 45836,0 b

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Figura 21 se muestra que el rendimiento en localidades menores a los 3200 msnm fue de 2.760,8 kilogramos por hectárea (equivalente a 60,7 quintales) y una desviación estándar de 1.243,8 kilogramos. Las plantas ubicadas en las localidades mayores a los 3200 msnm tuvieron un rendimiento de 1.432,2 kilogramos por hectárea (equivalente a 31,5 quintales) y una desviación estándar de 318,1 kilogramos.



En la Tabla 32 se muestra la prueba de promedios de Tukey con la interacción entre material de siembra y la altitud de las localidades. Las dos localidades ubicadas a menos de 3200 msnm, sembrada a partir de plántulas y semilla botánica tuvieron mayor tamaño de panoja. La localidad con menor tamaño de panoja se presentó en la localidad a más de 3200 msnm y sembrado a partir de

semilla. En cuanto a población de plantas, la localidad con mayor número de plantas fue la ubicada a más de los 3200 msnm, a partir de semilla y específicamente con el sistema de siembra al voleo; por el contrario, las dos localidades sembradas a partir de plántulas tuvieron un menor número de plantas por hectárea. Por último, el tratamiento que tuvo mayor rendimiento fue el ubicado a menos de 3200 msnm y sembrado a partir de plántulas, el resto de localidades son estadísticamente iguales con un menor rendimiento por hectárea.

Tabla 32. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Altitud (msnm)	Tamaño de panoja (cm)	Población de plantas (ha)
Plántula	<3200	70,4 \pm 6,1 a	121236,3 \pm 3309,3 c
Plántula	>3200	56,5 \pm 3,5 b	86960,0 \pm 5041,3 c
S. Botánica	<3200	58,8 \pm 5,6 ab	204812,5 \pm 51848,1 b
S. Botánica	>3200	42,9 \pm 4,9 c	303275,0 \pm 15315,3 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Figura 22, se observa el promedio y la desviación estándar de la variable rendimiento. La localidad sembrada a partir de plántulas y ubicada bajo los 3200 msnm, fue la que tuvo mayor rendimiento con 3.906,7 kilogramos por hectárea (equivalente a 86 quintales) y una desviación estándar de 227,5 kilogramos. Las siguientes localidades son estadísticamente similares las cuales tuvieron los siguientes resultados: la localidad ubicada a más de 3200 msnm sembrada por plántulas tuvo un rendimiento de 1.645,6 kilogramos por hectárea (equivalente a 36,2 quintales); la localidad ubicada a menos de 3200 msnm cuyo sistema de siembra fue a partir de semilla botánica obtuvo un rendimiento de 1.615,0 kilogramos (equivalente a 35,5 quintales); y, la localidad con menor rendimiento fue la ubicada a menos de 3200 msnm a partir de semilla con 1.218,9 kilogramos por hectárea (equivalente a 26,8 quintales). La desviación estándar de estas últimas fue de 316,2, 240,4 y 121,6 kilogramos por hectárea respectivamente.

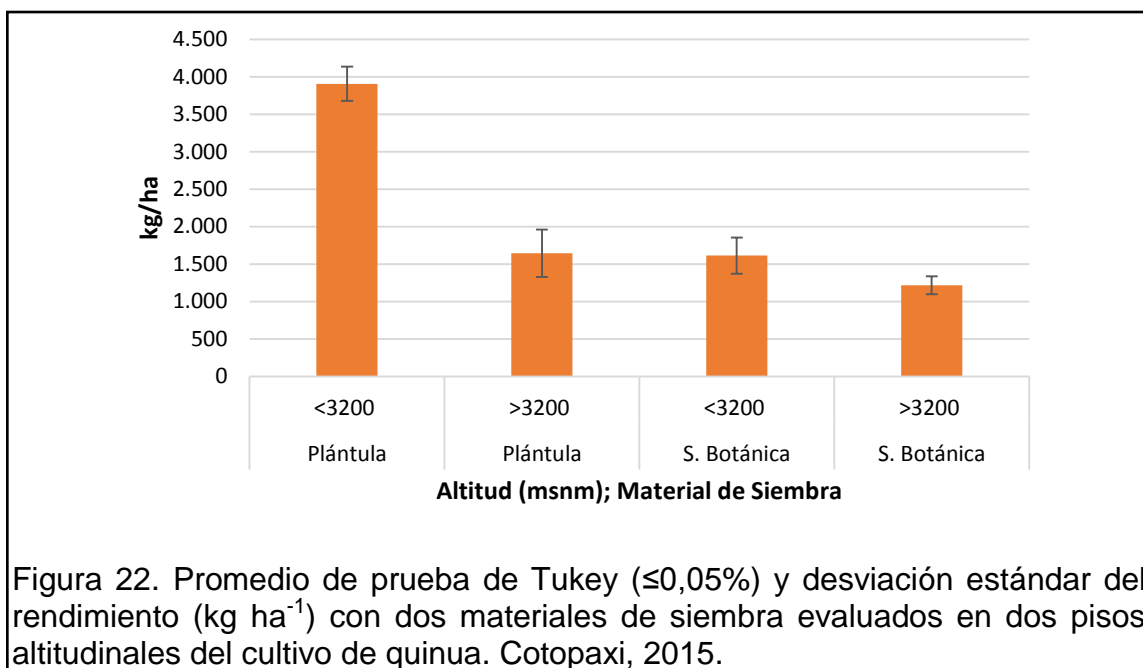


Figura 22. Promedio de prueba de Tukey ($\leq 0,05\%$) y desviación estándar del rendimiento (kg ha^{-1}) con dos materiales de siembra evaluados en dos pisos altitudinales del cultivo de quinua. Cotopaxi, 2015.

En la Tabla 33 se muestra la separación de muestras utilizando Tukey, promedios y desviación estándar de las componentes de rendimiento del diseño experimental en las seis localidades, se destaca la localidad Santa Isabel que obtuvo mayor tamaño de panoja, seguido por Nevados, Pinguilla y Rosario1, esta última fue la única sembrada a partir de semilla, el resto fue sembrada por plántulas; las panojas más pequeñas fueron de la localidad Aliaga. Con respecto a población de plantas, las localidades sembradas con semilla botánica Aliaga y Rosario 1, fueron las que más plantas expresadas por hectárea tuvieron.

Finalmente, el mayor rendimiento (kilogramos por hectárea) se tuvo en Santa Isabel, seguido por Pinguilla y Nevados, sembradas con plántulas.

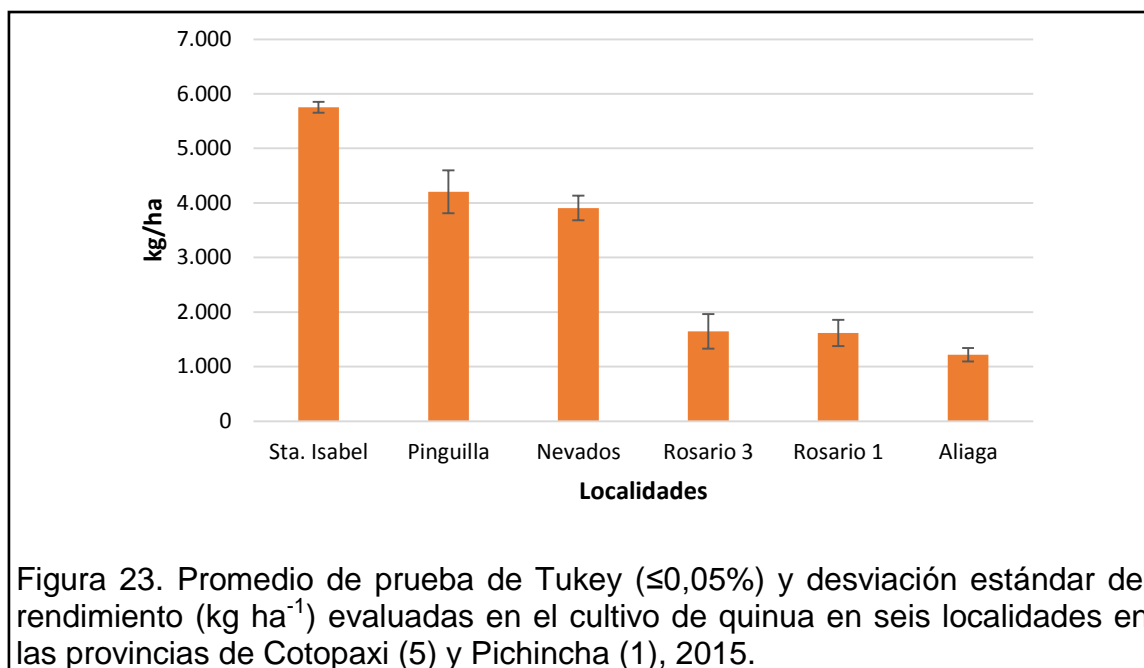
Tabla 33. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de las componentes del rendimiento evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015

Localidad	Tamaño de panoja (cm)	Población de plantas (ha)
Nevados	70,4 \pm 6,1 b	121236,3 \pm 3309,3 c
Rosario 3	56,5 \pm 3,5 bc	86960,0 \pm 5041,3 c
Rosario 1	58,8 \pm 5,6 b	204812,5 \pm 15315,3 b
Aliaga	42,9 \pm 4,9 c	303275,0 \pm 51848,1 a
Sta. Isabel	94,6 \pm 9,5 a	123000,0 \pm 1111,1 c
Pinguilla	68,5 \pm 8,7 b	112347,2 \pm 3286,8 c

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

Los promedios, prueba de Tukey ($\leq 0,05$) y la desviación estándar del rendimiento en las seis localidades se encuentran en la Figura 23, donde se observa claramente que Santa Isabel es la localidad con mayor rendimiento por hectárea con 5.755,6 kilogramos (equivalente a 126,6 quintales) y una desviación estándar de 98,9 kilogramos. Posteriormente siguen Pinguilla y Nevados con 4.205,6 y 3.906,7 kilogramos por hectárea (equivalente a 92,5 y 86 quintales) respectivamente; la desviación estándar para Pinguilla fue de 392,8 kilogramos y para Nevados de 225,7 kilogramos por hectárea.

Finalmente, las localidades que obtuvieron rendimientos más bajos fueron: Rosario 3, Rosario1 y la Aliaga, con 1.675,6, 1.615 y 1218,9 kilogramos por hectárea (equivalente a 36,9, 35,5 y 26,8 quintales) respectivamente. Las desviaciones estándar para estas localidades fueron de 316,2, 240,4 y 121,6 kilogramos por hectárea.



En base a los resultados alcanzados y analizados, el tamaño o longitud de panoja, altura de planta y diámetro del tallo están asociados con el mayor rendimiento alcanzado en las localidades mencionadas, información que concuerda con lo señalado por Bonifacio, et. al. (2014, p. 208).

En cuanto a la población de plantas, complementando lo señalado en 3.1, se puede determinar que no existe una correlación directa entre la densidad de plantas y el rendimiento. Esto dependerá exclusivamente de la capacidad compensatoria que tenga la quinua, es decir, si hay pocas plantas existirá un mayor desarrollo en tallos y panojas, sin embargo, una población relativamente alta de plantas puede asegurar una uniformidad en la madurez del cultivo como lo señala Jacobsen, (2014, pp. 527-528). A partir de esta información es necesario, establecer un punto de equilibrio en la densidad del cultivo, donde según Jacobsen (2014, p. 528) es de 100.000 plantas por hectárea es la ideal, sin embargo en este ensayo se llegó a estimar poblaciones superiores a lo que indica este autor sin detrimento en el rendimiento; exceptuando Rosario 3, que alcanzó menor número de plantas por hectárea, posiblemente debido a factores abióticos principalmente por el déficit en el riego y además la alta incidencia de *Cercospora* (*Cercospora sp.*).

En base a observaciones en campo muy importante para el análisis de los resultados, se puede indicar que las localidades Nevados, Pinguilla y Santa Isabel todas estas sembradas por plántulas, tuvieron una reducción del número de plantas del 4%, 10% y 2% respectivamente, esto es atribuible a una granizada que afectó a los Nevados a los 90 días desde su siembra, lo que redujo la densidad de plantas; en el caso de Pinguilla, tuvo una fuerte infestación por gusanos trozadores en los primeros días posteriores a la siembra, reduciendo una buena cantidad de plantas y Santa Isabel donde el efecto de reducción de plantas fue menor, estos hechos están acorde con lo señalado por varios autores respecto a la tecnología del cultivo de quinua.

Por su parte, Rosario 3 tuvo muchos problemas en el desarrollo del cultivo a lo largo del ensayo, como ya se mencionó, reduciéndose de 107.000 plantas por hectárea llegando a 86.960 plantas en la madurez fisiológica, que representa una reducción del 19%.

Las localidades Aliaga y Rosario 1, sembradas con semilla, tuvieron una mayor población de plantas, pero con rendimientos más bajos a los obtenidos en las otras localidades de estudio donde la siembra fue por plántulas, atribuible a factores de desarrollo en la arquitectura de la planta.

3.3. Calidad física del grano

El análisis de varianza para las variables físicas del grano evaluadas con dos materiales de siembra y en dos pisos altitudinales se muestra en la Tabla 34. Las variables como pureza del grano, granos encapsulados y granos manchados y quebrados mostraron diferencias altamente significativas en relación al factor material de siembra; estas mismas variables mostraron diferencias altamente significativas en relación a la altitud de las localidades en estudio.

Por otra parte, la interacción entre los dos factores mostro diferencias significativas en la variable pureza del grano, altamente significativas en la variable de grano manchado y quebrado, y no hubo diferencias significativas en la variable granos encapsulados. La variable grano pre-germinado no tuvo

diferencias significativas, en ningún factor evaluado ni en su interacción. Los coeficientes de variación fueron para pureza del grano de 2,05%, grano encapsulado 22,5%, grano manchado y quebrado 21,70% y para grano pre-germinado 104,34%.

Tabla 34. Análisis de varianza para la pureza del grano (%), grano encapsulado (%), grano manchado y quebrado (%) y grano pre-germinado (%) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Pureza del grano (%)		Grano encapsulado (%)		Grano manchado y quebrado (%)		Grano pre-germinado (%)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	15	325,50		2,89		121,94		26,04	
Repetición	3	6,82	2,27	0,16	0,05	0,91	0,30	2,44	0,81
MS	1	210,90	210,90**	0,96	0,96**	67,32	67,32**	0,34	0,34 ^{ns}
A	1	52,16	52,16**	0,94	0,94**	24,11	24,11**	4,71	4,71 ^{ns}
MS x A	1	23,79	23,79*	0,06	0,06 ^{ns}	24,55	24,55**	2,91	2,91 ^{ns}
Error	9	31,82	3,54	0,77	0,09	5,05	0,56	15,65	1,74
CV (%)		2,05		22,50		21,70		104,34	

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo.

En la Tabla 35 se encuentra el análisis realizado a las variables: pureza del grano, granos encapsulado, grano manchado y quebrado, y grano pre germinado, aplicando el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) para las seis localidades. Todas las variables anteriores presentaron diferencias altamente significativas excepto la de grano pre-germinado. Los coeficientes de variación fueron de 1,94, 20,90, 21,05 y 110,22% respectivamente.

Tabla 35. Análisis de varianza para la pureza del grano (%), grano encapsulado (%), grano manchado y quebrado (%) y grano pre-germinado (%) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Pureza del grano (%)		Grano encapsulado (%)		Grano manchado y quebrado (%)		Grano pre-germinado (%)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	23	357,03		12,16		161,06		32,53	
Repetición	3	6,03	2,01	0,09	0,03	1,07	0,36	1,95	0,65
Tratamientos	5	303,89	60,78**	11,03	2,21**	151,91	30,38**	10,48	2,10 ^{ns}
Error	15	47,11	3,14	1,03	0,07	8,08	0,54	20,09	1,34
CV (%)		1,94		20,90		21,05		110,22	

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo; ^{ns} no significativo

En la Tabla 36, se muestran el análisis de varianza de otras variables que conforman la calidad física del grano realizado para los factores material de siembra y altitud con su interacción. La variable, material inerte mostró diferencias altamente significativas en relación al material de siembra utilizado y con la interacción entre el material de siembra y la altitud; por otro lado, el factor altitud, para esta variable no fue significativa; su coeficiente de variación fue de 20,42%.

Para la humedad del grano se encontraron diferencias significativas entre materiales de siembra y para la interacción de material de siembra con la altitud de las localidades; mientras que en la altitud no presentaron diferencias significativas; y, el coeficiente de variación fue de 0,40%. Para el peso hectolítrico no se encontraron diferencias significativas ni para el factor material de siembra, ni para altitud; las diferencias altamente significativas se encontraron en la interacción entre material de siembra y altitud; el coeficiente de varianza fue de 0,67%. Por último, la variable peso de 1000 granos no encontró diferencias significativas para ningún factor evaluado; sin embargo, para la interacción entre los dos factores se encontraron diferencias altamente significativas; y, el coeficiente de variación fue de 0,61.

Tabla 36. Análisis de varianza para material inerte (%), humedad del grano (%), peso hectolítrico (kg hL⁻¹) y peso de 1000 granos (g) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Material inerte (%)		Humedad del grano (%)		Peso hectolítrico (kg.hL ⁻¹)		Peso de 1000 grano (g)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	15	29,45		0,07		23,44		0,02	
Repetición	3	1,48	0,49	0,02	0,01	1,31	0,44	0,0019	0,0006
MS	1	22,63	22,63**	0,02	0,02*	0,06	0,06 ^{ns}	0,00010	0,0001 ^{ns}
A	1	0,68	0,68 ^{ns}	0,0006	0,0006 ^{ns}	0,25	0,25 ^{ns}	0,00003	0,00003 ^{ns}
MS x A	1	2,39	2,39**	0,02	0,02*	20,25	20,25**	0,02	0,02**
Error	9	2,26	0,25	0,02	0,0023	1,56	0,17	0,0032	0,0004
CV (%)		20,42		0,40		0,67		0,61	

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo.

El análisis de varianza realizado para las seis localidades de las características físicas del grano se completa en la Tabla 37. Todas las variables mostraron diferencias altamente significativas en el experimento; sus coeficientes de variación fueron de 20,22, 1,23, 0,94 y 0,62% respectivamente.

Tabla 37. Análisis de varianza para material inerte (%), humedad del grano (%), peso hectolítrico (kg hL⁻¹) y peso de 1000 granos (g) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Material inerte (%)		Humedad del grano (%)		Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)		Peso de 1000 grano (g)	
F.V.	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	23	38,34		4,6		83,24		0,10	
Repetición	3	1,57	0,52	0,08	0,03	1,36	0,45	0,0019	0,0006
Tratamientos	5	32,21	6,44**	4,18	0,84**	76,68	15,34**	0,09	0,02**
Error	15	4,56	0,3	0,34	0,02	5,2	0,35	0,01	0,0004
CV (%)		20,22		1,23		0,94		0,62	

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo

En la Tabla 38, se muestra los promedios y Tukey con la desviación estándar de las variables físicas del grano que mostraron diferencias significativas. Para los granos cosechados en los sistemas de siembra a partir de semillas botánica, se encontró un mayor porcentaje de pureza, que los sembrados a

partir de plántulas. Las otras variables como grano encapsulado, manchado y quebrado, y material inerte, tuvieron un mayor porcentaje en los granos cosechados a partir del material de siembra por plántulas. Finalmente, la humedad del grano fue mayor en las plantas sembradas por semilla botánica.

Tabla 38. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Pureza del grano (%)	Grano encapsulado (%)	Grano manchado y quebrado (%)	Material inerte (%)	Humedad del grano (%)
Plántula	87,90 \pm 3,84 b	1,54 \pm 0,41 a	5,50 \pm 2,79 a	3,64 \pm 0,94 a	12,00 \pm 0,05 b
S. Botánica	95,16 \pm 1,28 a	1,05 \pm 0,33 b	1,40 \pm 0,16 b	1,27 \pm 0,30 b	12,06 \pm 0,07 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Tabla 39 se encuentran los promedios, desviación estándar y prueba de Tukey de las variables físicas del grano que mostraron diferencias significativas en relación al factor de la altitud. Las localidades que estuvieron a más de 3200 msnm obtuvieron mayor pureza de grano que las ubicadas a menos de 3200 msnm. Para granos encapsulados, manchados y quebrados sucedió lo contrario, las localidades a más de 3200 msnm tuvieron menor porcentaje que las ubicadas a más de 3200 msnm.

Tabla 39. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano evaluadas en el cultivo de quinua en dos pisos altitudinales. Cotopaxi, 2015.

Altitud (msnm)	Pureza del grano (%)	Grano encapsulado (%)	Grano manchado y quebrado (%)
>3200	93,34 \pm 2,88 a	1,06 \pm 0,33 b	2,23 \pm 0,91 b
<3200	89,73 \pm 5,55 b	1,54 \pm 0,41 a	4,68 \pm 3,63 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Tabla 40, se muestra el análisis funcional realizado para la interacción entre el material de siembra y la altitud de las localidades, para las variables físicas del grano, en las que se obtuvo diferencias significativas. Los tratamientos que tuvieron mayor pureza en el grano fueron los sembrados a partir de semilla botánica, tanto para las localidades ubicadas a más de 3200 msnm como las ubicadas a menos de esa altitud.

El tratamiento sembrado a partir de plántulas con alturas menores a 3200 msnm fue el que presentó mayor porcentaje de granos manchados y quebrados, el tratamiento sembrado a partir de plántulas y localizado a mayores de 3200 msnm fue el que mayor material inerte o impurezas presentó.

Tabla 40. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Altitud (msnm)	Pureza del grano (%)	Grano manchado y quebrado (%)	Material Inerte (%)
Plántula	<3200	84,88 \pm 2,76 c	7,97 \pm 1,32 a	3,05 \pm 0,65 b
Plántula	>3200	90,93 \pm 1,52 b	3,04 \pm 0,42 b	4,24 \pm 0,83 a
S. Botánica	<3200	94,58 \pm 1,20 ab	1,39 \pm 0,23 b	1,45 \pm 0,17 c
S. Botánica	>3200	95,75 \pm 2,76 a	1,41 \pm 0,06 b	1,09 \pm 0,31 c

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En la Tabla 41 se observa que las variables analizadas no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. El tratamiento sembrado a partir de plántulas y ubicado a más de 3200 msnm, y el sembrado a partir de semilla y ubicado a menos de 3200 msnm, fueron los que mayor peso hectolítrico tuvieron, el tratamiento a más de 3200 msnm a partir de plántulas, y el de menos a 3200 msnm por semilla botánica, fueron los que mayor peso hectolítrico, al igual que en el peso de 1000 granos contabilizados.

Tabla 41. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Altitud (msnm)	Humedad de grano (%)	Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)	Peso de 1000 granos (g)
Plántula	<3200	12,03 \pm 0,05 ab	60,50 \pm 0,58 b	3,17 \pm 0,02 b
Plántula	>3200	11,98 \pm 0,05 b	63,00 \pm 0,41 a	3,24 \pm 0,02 a
S. Botánica	<3200	12,03 \pm 0,05 ab	62,88 \pm 0,25 a	3,24 \pm 0,02 a
S. Botánica	>3200	12,10 \pm 0,08 a	60,88 \pm 0,63 b	3,18 \pm 0,02 b

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

Según la prueba de Tukey para las variables físicas del grano realizado en las seis localidades aplicando el Diseño de bloques completos al azar (DBCA), se observa en la Tabla 42 y 43 la mayor pureza del grano se obtuvo en la

localidad Aliaga, ubicada a más de 3200 msnm con un sistema de siembra al voleo, seguido de Pinguilla y Rosario 1.

Las localidades que obtuvieron mayor porcentaje de granos encapsulados fueron los Nevados y Pinguilla, el mayor porcentaje de grano manchado y quebrado fueron en Los Nevados y Santa Isabel. Finalmente, las localidades, con mayor porcentaje de material inerte o impurezas fueron Rosario 3, Santa Isabel y Nevados.

Tabla 42. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015

Localidad	Pureza del grano (%)	Grano encapsulado (%)	Grano manchado y quebrado (%)	Material inerte (%)
Nevados	84,88 \pm 2,76 d	1,73 \pm 0,54 ab	7,97 \pm 1,32 a	3,05 \pm 0,65 ab
Rosario 3	90,93 \pm 1,52 bc	1,36 \pm 0,09 b	3,04 \pm 0,42 c	4,24 \pm 0,83 a
Rosario 1	94,58 \pm 1,20 ab	1,36 \pm 0,09 bc	1,39 \pm 0,23 c	1,45 \pm 0,17 cd
Aliaga	95,75 \pm 1,22 a	0,75 \pm 0,07 c	1,41 \pm 0,06 c	1,09 \pm 0,31 d
Sta. Isabel	89,93 \pm 2,76 d	0,11 \pm 0,11 d	5,67 \pm 0,96 b	3,88 \pm 0,44 ab
Pinguilla	92,83 \pm 1,79 abc	2,23 \pm 0,23 a	1,44 \pm 0,39 c	2,68 \pm 0,78 bc

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

La humedad de grano en todas las localidades fue estadísticamente igual, exceptuando Pinguilla, que posee un mayor porcentaje. La localidad que tuvo mayor peso hectolítrico y mayor peso en los 1000 granos fue Santa Isabel, seguido por Pinguilla, Rosario 3 y Rosario 1.

Tabla 43. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la calidad física del grano evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015

Localidad	Humedad de grano (%)	Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)	Peso de 1000 granos (g)
Nevados	12,03 \pm 0,05 b	60,50 \pm 0,58 c	3,17 \pm 0,02 c
Rosario 3	11,98 \pm 0,05 b	63,00 \pm 0,41 b	3,24 \pm 0,02 b
Rosario 1	12,03 \pm 0,05 b	62,88 \pm 0,25 b	3,24 \pm 0,02 b
Aliaga	12,10 \pm 0,08 b	60,88 \pm 0,63 c	3,18 \pm 0,02 c
Sta. Isabel	12,05 \pm 0,06 b	66,00 \pm 1,08 a	3,35 \pm 0,03 a
Pinguilla	13,15 \pm 0,35 a	62,63 \pm 0,25 b	3,21 \pm 0,02 bc

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

Los resultados bajos alcanzados para pureza del grano, material inerte y granos defectuosos en las localidades de Santa Isabel, Rosario 3 y Los Nevados no cumplen con la Normativa INEN 1673 (1988, pp. 2-4) para este cultivo, probablemente se debe al manejo post-cosecha del grano cosechado, ya que fue realizado de forma tradicional. Sin duda este procedimiento afectó éstos parámetros, dejando así un rango de limpieza menos preciso, en comparación a la utilización de varios equipos especializados que mejoren la pureza final del grano, como lo señalan Quiroga, et al. (2014, pp. 258-259). En relación a lo anterior no es menos cierto indicar que la afectación de la ceniza volcánica emitida por el Cotopaxi, pudo afectar la calidad del grano como fue el caso de las localidades Los Nevados y Rosario 3.

Según SENASA (2015, pp. 19-20) manifiesta que una mala práctica de cosecha, es realizarla anticipadamente, sin que las plantas cumplan su madurez fisiológica, ya que se podrían alterar los parámetros físicos del grano, inconveniente que no se presentó en este ensayo, ya que todas las cosechas fueron realizadas a tiempo exceptuando Pinguilla que no alcanzó la madurez fisiológica en su totalidad.

Los Nevados y Pinguilla son las localidades que tuvieron mayor porcentaje de granos encapsulados. La primera localidad pudo presentar este problema, porque al momento de la trilla aún las panojas presentaban mayor humedad no precisamente por el estado de madurez de las mismas, sino por un efecto ambiental provocado por el rocío de la mañana, fenómeno provocado por la condensación de la humedad del aire en forma de gotas de agua por la reducción brusca de la temperatura, lo que no permitía que los granos salgan fácilmente de su cápsula al momento de la trilla (Quiroga, et al., 2014, pp. 259-261). Pinguilla tuvo una cosecha muy temprana, esto provocó que la madurez del grano no alcance su punto de cosecha, afectando la calidad del grano, como lo señala SENASA (2015, pp. 20-21). Este factor causó inconvenientes para que logre esta semilla una capacidad germinativa adecuada que se analizará más adelante.

La calidad de grano es determinante para la valoración en el mercado sobre todo en el internacional para exportación. Según Bonifacio et al. (2014, pp. 208), señalan al tipo de variedad y su valor genético como un factor determinante, así como Nieto, et al. (1992, pp. 2-8) menciona al manejo agronómico del cultivo y Meyhuay (1998, p. 17), Tapia, et al. (1979, pp. 26-27), al manejo pos cosecha de los granos.

El manejo agronómico puede de cierta manera cambiar las características del grano según su variedad, teniendo en cuenta que la parte más importante comercialmente en la quinua es su panoja (Bazile, et al., 2014, pp. 49-50), la variedad Tunkahuan utilizada en este ensayo alcanzó un rango ligeramente superior al establecido por la normativa INEN vigente y enfatizado por Nieto, et al. (1992, pp. 9-10) en la localidad Santa Isabel donde el peso hectolítrico superó los estándares señalados por la Normativa INEN vigente, con un tamaño superior a los 1,8 mm. Este hecho se atribuye a la aplicación de mejores BPA's en esta localidad, a pesar de aquello el tamaño del grano no supera a la variedad Real Boliviana o grano de oro que alcanza los 2,2 mm (Rojas et al., 2014, p. 76).

Finalmente, el almacenamiento del grano de quinua como técnica de manejo pos cosecha es muy importante para garantizar la calidad del grano, por lo que el contenido de humedad podría desencadenar el proceso germinativo de los granos, e iniciar su emergencia en el emparve y/o almacenamiento (Quiroga, et al., 2014, p. 261), esto se presentó por el agua adherida a las panojas en la localidad Los Nevados causado por el rocío de la mañana.

3.4. Calidad fisiológica

Se realizó un análisis fisiológico del grano, debido a que, en algunas localidades del experimento, cierta cantidad de la cosecha sería destinado a semilla y propagación de plántulas. El análisis de varianza de las variables fisiológicas del grano se muestra en la Tabla 44. El porcentaje de germinación tuvo diferencias significativas, en cada uno de los factores material de siembra y altitud; y diferencias altamente significativas en la interacción del material de siembra con la altitud. El coeficiente de variación fue 0,80%.

Tabla 44. Análisis de varianza para la germinación (%) de dos materiales de siembra de quinua evaluado en cuatro localidades en dos pisos altitudinales (msnm) en la provincia de Cotopaxi, 2015.

Variables		Germinación (%)	
F.V.	gl	SC	CM
Total	15	162,56	
Repetición	3	3,36	1,12
MS	1	5,52	5,52*
A	1	4,62	4,62*
MS x A	1	144,00	144,00**
Error	9	5,06	0,56
CV (%)		0,80	

Nota: MS = Material de siembra. A = Altitud. MS x A = Interacción entre Material de siembra y altitud. CV = Coeficiente de variación (%); ** altamente significativo; * significativo; ^{ns} no significativo.

En la Tabla 45 se encuentra el análisis de varianza realizado para la germinación de la planta aplicando el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), donde se presentaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 1,23%.

Tabla 45. Análisis de varianza para la germinación (%) evaluado en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015.

Variables		Germinación (%)	
F.V.	gl	SC	CM
Total	23	4,6	
Repetición	3	0,08	0,03
Tratamientos	5	4,18	0,84
Error	15	0,34	0,02
CV (%)		1,23	

Nota: CV = Coeficiente de variación. ** altamente significativo

En la Tabla 46, se encuentra los promedios, desviación estándar y prueba de Tukey de los tratamientos en relación a su material de siembra. Los granos obtenidos a partir del material de siembra por semilla mostraron mayor porcentaje de germinación que las sembradas a partir de plántulas.

Tabla 46. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano de dos materiales de siembra de quinua. Cotopaxi, 2015

Material de siembra	Germinación (%)
Plántula	93,31 \pm 2,68 b
S. Botánica	94,49 \pm 3,91 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

La prueba de Tukey realizada para el factor de altitud de localidades, mostró que los granos cosechados a menos de 3200 msnm mostraron mejor capacidad germinativa que los sembrados a más de 3200 msnm (Tabla 47).

Tabla 47. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano evaluadas en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015

Altitud (msnm)	Germinación (%)
>3200	93,36 \pm 2,76 b
<3200	94,44 \pm 3,87 a

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

En cuanto al análisis realizado con la prueba de Tukey de la interacción entre los dos factores: material de siembra y altitud, se determinó que los granos cosechados a menos de 3200 msnm con origen semilla, tuvieron mayor porcentaje de germinación y vigor. Los granos cosechados a menos 3200 msnm y de origen plántulas fueron los que también presentaron un porcentaje relativamente alto tanto para la germinación, en tanto que, las localidades que estuvieron a más de 3200 msnm sembradas tanto con semilla como con plántulas fueron las que tuvieron más bajos los porcentajes de germinación y vigor (Tabla 48).

Tabla 48. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano con dos materiales de siembra de quinua evaluado en dos pisos altitudinales (msnm). Cotopaxi, 2015.

Material de siembra	Altitud (msnm)	Germinación (%)
Plántula	<3200	90,85 \pm 0,31 c
Plántula	>3200	95,78 \pm 0,66 b
S. Botánica	<3200	98,03 \pm 0,67 a
S. Botánica	>3200	90,95 \pm 1,35 c

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

La prueba de Tukey ($\leq 0,05\%$) realizada en el DBCA con las seis localidades se muestra en la Tabla 50. Las localidades Rosario 1 y Santa Isabel fueron las que mejor resultados tuvieron en cuanto a germinación; las dos localidades fueron sembradas a partir de semilla y plántulas, respectivamente y se encontraban a menos de 3200 msnm.

Posteriormente la localidad Rosario 3 tuvo buenos porcentajes de germinación; y finalmente Nevados, Aliaga y Pinguilla, fueron las que presentaron porcentajes de germinación más bajos. En el caso de Pinguilla que fue sembrada a 2200 msnm a partir de plántulas sus porcentajes de germinación oscilan en un 75%.

Tabla 49. Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la germinación del grano evaluadas en el cultivo de quinua en seis localidades en las provincias de Cotopaxi (5) y Pichincha (1), 2015

Localidad	Germinación (%)
Nevados	90,85 \pm 0,31 c
Rosario 3	95,78 \pm 0,66 b
Rosario 1	98,03 \pm 0,67 a
Aliaga	90,95 \pm 1,35 c
Sta. Isabel	97,10 \pm 1,22 ab
Pinguilla	76,88 \pm 0,85 d

Nota: Promedios seguidos con letras similares son estadísticamente iguales.

Los resultados alcanzados en Pinguilla demuestran que la cosecha anticipada sin lograr la madurez adecuada del grano provocó dificultades en la capacidad germinativa del grano, obteniendo porcentajes por debajo del 90%; no así en el resto de localidades que alcanzaron porcentajes óptimos sobre el 90% recomendados por Planella, et al. (2014, p. 30) y Ceccato, et al. (2014, p. 153)

Cabe mencionar que en la localidad de Pinguilla tuvo un ciclo vegetativo más corto que las demás localidades, debido a que en zonas más bajas la temperatura es mayor, lo que hizo que las plantas entren más rápido a madurez fisiológica, respecto a las otras localidades donde el ciclo vegetativo fue más largo por tener temperaturas más bajas como lo señala Bertero (2014, pp. 138-139).

El grano de quinua según su variedad con unas pocas horas en presencia de humedad romperá la latencia e iniciará la germinación (Tapia, et al., 1979, p. 26), este comportamiento fisiológico de la semilla se obtuvo en este ensayo, donde no se presentó problemas en la germinación, salvo en Pinguilla por las razones ya indicadas.

3.5. Análisis económico del experimento

El análisis económico del experimento se realizó de acuerdo al presupuesto parcial de Perrin et.al (1998), que considera únicamente los valores que varían en el experimento como se muestran en la Tabla 50. Los costos de los rubros fueron los considerados a la fecha en el que se realizó el experimento que fue entre marzo a octubre del 2015, se muestran más al detalle en el Anexo 06.

Adicionalmente se muestra el porcentaje correspondiente solamente a los costos de la siembra, en la que se incluyen el material de siembra y la maquinaria utilizada. Las localidades sembradas con plántulas poseen una mayor inversión en relación al material de siembra (de 29,2 a 45,3%), que las sembradas a partir de semilla botánica (de 10,9 a 17,7%).

Tabla 50. Costos de producción de quinua (USD's ha⁻¹) de seis localidades y la relación de la tecnología, 2015.

Labores y Actividades	Nevados	Rosario 3	Rosario 1	Aliaga	Sta. Isabel	Pinguilla
Preparación del suelo	\$ 130,0	\$ 100,0	\$ 70,0	\$ 70,0	\$ 130,0	\$ 144,0
Análisis de suelo	\$ 19,7	\$ 19,7	\$ 19,7	\$ 19,7	\$ 19,7	\$ 19,7
Plántulas (MS)	\$ 1.000,0	\$ 856,0			\$ 1.000,0	\$ 1.000,0
Semilla botánica (MS)			\$ 194,0	\$ 180,0		
Maquinaria para siembra	\$ 60,0	\$ 60,0	\$ 20,0		\$ 60,0	\$ 60,0
Fertilización	\$ 358,0	\$ 232,0	\$ 242,0	\$ 647,9	\$ 364,0	\$ 958,2
Control fitosanitario ^a	\$ 86,0	\$ 46,0	\$ 36,8	\$ 196,7	\$ 86,0	\$ 42,4
Labores culturales	\$ 40,0	\$ 40,0	\$ 40,0		\$ 40,0	\$ 48,0
Cosecha	\$ 680,0	\$ 288,0	\$ 280,0	\$ 208,0	\$ 1.008,0	\$ 300,0
Transporte maquinaria	\$ 90,0	\$ 30,0	\$ 30,0		\$ 30,0	\$ 100,0
Riego mecanizado	\$ 100,0	\$ 45,0			\$ 45,0	\$ 60,0
Alquiler terreno (ha/año)	\$ 400,0					
Otros	\$ 40,0				\$ 40,0	\$ 7,0
Mano de obra	\$ 181,4	\$ 105,5	\$ 101,4	\$ 183,9	\$ 181,4	\$ 590,0
Imprevistos (2%)	\$ 63,7	\$ 36,4	\$ 20,7	\$ 30,1	\$ 60,1	\$ 66,5
Procesamiento ^d	\$ 382,5	\$ 162,0	\$ 157,5	\$ 117,0	\$ 567,0	\$ 36,8
Total costos de producción	\$ 3.631,3	\$ 2.020,6	\$ 1.212,1	\$ 1.653,2	\$ 3.631,2	\$ 3.432,5
Relación del material de siembra con costo total de producción (%).	29,19	45,33	17,66	10,89	29,19	30,88

Nota: MS = Material Siembra. La información fue proporcionada por los propietarios de cada hacienda, y los costos con mayor detalle se encuentran en ANEXOS. ^a Insecticidas, fungicidas y maquinaria de aplicación. ^b Maquinaria, ^c 8,0 USD's por 45,45 kg. ^d 4,5 USD's por 45,45 kg.

En la Tabla 51, se encuentran el promedio de los rendimientos obtenidos en cada localidad, con el precio de venta por kilogramos de quinua al que fue comercializada en octubre del 2015.

Tabla 51. Análisis de costos de seis localidades con base en el rendimiento (kg ha⁻¹), precio de venta, ingreso total, costo de la tecnología y relación de los ingresos en función de la tecnología, 2015.

Localidad	Promedio rendimiento (kg/ha)	Precio de venta (USD/kg)	Ingreso Total (USD/ha)	Tecnología de cultivo (USD/ha)	Incremento de los ingresos en función de la tecnología (%) ^a
Nevados	3.906,7	\$ 1,5	\$ 6.016,3	\$ 1.060,0	275,71
Rosario 3	1.645,6	\$ 1,5	\$ 2.534,2	\$ 916,0	116,13
Rosario 1	1.615,0	\$ 1,5	\$ 2.487,1	\$ 214,0	113,98
Aliaga	1.218,9	\$ 1,5	\$ 1.877,1	\$ 180,0	86,02
Sta. Isabel	5.755,6	\$ 1,5	\$ 8.863,6	\$ 1.060,0	406,19
Pinguilla	4.205,6	\$ 1,3	\$ 5.551,3	\$ 1.060,0	254,40

Nota: El precio se basa en 70,00 dólares el quintal de quinua en todas las localidades excepto Pinguilla que se comercializó a 60,00 dólares. ^a Comparación de los ingresos totales, con el promedio del ingreso de las localidades que usaron semilla botánica como material de siembra.

Finalmente, se realizó un análisis beneficio/costo el cual se obtiene, a partir de la división de los ingresos con los costos de producción como se muestra en la Tabla 52. Las localidades, Nevados, Rosario 3, Santa Isabel y Pinguilla fueron sembrados a partir de plántulas, donde se puede evidenciar costos de producción más altos; Rosario 1 y la Aliaga, posee costos de producción más bajos ya que fueron sembrados por semilla, que no representa un rubro altamente considerable. La localidad que más ingresos generó fueron Nevados, Santa Isabel y Pinguilla.

Tabla 52. Análisis beneficio/costo de las localidades en estudio (USD's ha⁻¹), 2015.

Localidad	Costos de Producción (CP)	Ingreso Total (IT)	Beneficio (IT-CP)	Beneficio/Costo
Nevados	\$ 3.631,30	\$ 6.016,27	\$ 2.384,27	\$ 1,66
Rosario 3	\$ 2.020,60	\$ 2.534,16	\$ 513,56	\$ 1,25
Rosario 1	\$ 1.212,08	\$ 2.487,10	\$ 1.275,02	\$ 2,05
Aliaga	\$ 1.653,20	\$ 1.877,09	\$ 223,89	\$ 1,14
Sta. Isabel	\$ 3.631,18	\$ 8.863,56	\$ 5.232,38	\$ 2,44
Pinguilla	\$ 3.432,53	\$ 5.551,33	\$ 2.118,81	\$ 1,62

Nota: IT – CP = Ingreso total – Costos de producción.

Según el análisis de costos se puede mencionar, que las localidades que mayor beneficio/costo tuvieron fueron las de Santa Isabel y Rosario 1, sembradas a partir de plántulas y semilla, respectivamente, es decir que por

cada dólar invertido y recuperado en el caso de Santa Isabel tiene un ingreso neto de 1,44 dólares, y Rosario 1 de 1,01 dólares, que según la escala de producción, la siembra por plántulas se ve reflejada en ingresos mayores a pesar del costo de la plántula y de las inversiones realizadas.

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

A la vista de los resultados alcanzados y bajo las condiciones de manejo agronómico de este experimento, permite llegar a las siguientes conclusiones:

La siembra con plántulas y la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's) en el cultivo de la quinua, es una buena alternativa, ya que permite lograr altos rendimientos, que triplican el promedio nacional y mejoran la calidad del grano, aspectos muy importantes en la producción de materia prima para la agroindustria.

El uso de semilla botánica en la siembra del cultivo de quinua, alcanza rendimientos similares al promedio nacional, sin embargo, se debe recalcar que para este rendimiento es necesario que se aplique las BPA's, como fue el caso de la localidad Rosario¹

El uso de plántulas de quinua permitió alcanzar un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta a lo largo de su fenología, factores determinantes en la fisiología del cultivo y que determinaron mejor morfología en: altura de planta, diámetro del tallo, densidad y tamaño de panoja. Este sistema de siembra favorece el control de población de plantas, como también facilita las labores culturales del manejo agronómico. Todos estos aspectos aportaron a que las plantas tengan mejores características agronómicas, que favorecen a la producción.

Los mejores rendimientos se obtuvieron en las localidades a menos 3200 msnm con plántulas frente al sistema de siembra semilla botánica. También se obtuvo un mayor rendimiento sobre los 3200 msnm con plántulas, pero con un promedio similar a la media nacional; en tanto que con semilla botánica el rendimiento en esas condiciones de altitud fue menor.

En zonas más bajas como Pinguilla ubicada a 2200 msnm, el ciclo vegetativo se acorta un 25% comparado a zonas altas consideradas en este experimento.

Utilizar plántulas de quinua en sistemas de producción intensivos tecnificados, que requieren el uso de maquinaria especializada y otras inversiones complementarias en el uso de insumos y otros afines, en zonas óptimas en la variedad Tunkahuan por debajo de los 3200 msnm.

La calidad del grano en el cultivo de quinua considerando los parámetros de: pureza, material inerte y granos defectuosos, presento características diferentes en las localidades estudiadas al igual que con plántula y semilla botánica, que en ésta última fue de mejor calidad.

La calidad del grano en este estudio cumplió con la Normativa vigente INEN 1673:1998, destacando la localidad de Santa Isabel que alcanzó quinua grado1.

Las plantas sembradas por plántulas requieren una mayor inversión en relación a los rubros de insumos, maquinaria y mano de obra de la siembra, que las plantas sembradas a partir de semilla botánica.

El análisis económico permite establecer que el mayor beneficio/ costo se alcanzó en Santa Isabel y Rosario 1, sembradas por plántulas y semilla botánica respectivamente; a pesar de que los costos de inversión del cultivo fueron más altos en Santa Isabel.

4.2. Recomendaciones

Los resultados obtenidos permiten mejorar los sistemas de producción de los productores a pequeña escala de quinua del país utilizando plántulas, como una nueva alternativa de siembra, siempre y cuando los pequeños y medianos productores, se organicen como gremios de productores tecnificados de quinua en el país.

Realizar estudios en otras zonas potenciales para el cultivo de quinua, aplicando esta nueva alternativa tecnológica de siembra por plántula, tanto como producción convencional como orgánica con fines de exportación.

5. REFERENCIAS

- ALADI, y FAO. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de la quinua*. Santiago de Chile: FAO.
- Andes. (2015). *Gobierno impulsará la siembra de 2.000 hectáreas de quinua en el norte del Ecuador*. Tulcan, Ecuador. Recuperado el 16 de Junio de 2016, de Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/gobierno-impulsara-siembra-2000-hectareas-quinua-norte-ecuador.html>
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). Recuperado el 16 de Junio de 2016 de: <https://www.bce.fin.ec/>.
- Bazile, D., y Baudron, F. (2014). Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidad. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 49-64). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Bazile, D., Martínez, E., Fuentes, F., Chia, E., Namdar Irani, M., Olguín, P., . . . Vidal, A. (2014). La quínoa en Chile. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 477-503). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Bazile, D., Salcedo, S., y Santivañez. (2014). Conclusiones: Desafíos entre oportunidades y amenazas para el futuro de la quinua en torno a los cambios globales. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 708-712). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Bertero, H. (2014). Control ambiental del desarrollo. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 138-152). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Biondi, S., Ruiz, K., Martínez, E., Zurita Silva, A., Orsini, F., Antognoni, F., . . . Jacobsen, S. E. (2014). Tolerancia a condiciones salinas. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el*

mundo en 2013 (pp. 167-184). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Bonifacio, A., Gómez Pando, L., y Rojas, W. (2014). Mejoramiento genético de la quinua y el desarrollo de variedades modernas . En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 203-226). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Cañadas, L. (1983). *El Mapa Bioclimático y ecológico del Ecuador*. Quito, Ecuador: MAG PRONAREG.

Carimentrand, A., Baudoin, A., Lacroix, P., Bazile, D., y Chia, E. (2014). Las dinámicas de la comercialización de la quinua en los países andinos: ¿Qué oportunidades y retos para la agricultura familiar campesina? En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 394-408). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Ceccato, D., Delatorre Herrera, J., Burrieza, H., Bertero, D., Martinez, E., Delfino, I., . . . Castellón, M. (2014). Fisiología de las semillas y respuesta a las condiciones de germinación. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 153-166). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Cely, L., y Ducón, J. (2015). Posibilidades en el comercio internacional de la quinua: un análisis desde la perspectiva de la competitividad. *Equidad y Desarrollo*(24), 119-137. Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de Universidad de La Salle: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ed/article/view/3683>

Chevarria Lazo, M., Bazile, D., Dessauw, D., Louafi, S., Trommetter, M., y Hocde, H. (2014). Los sistemas que regulan el intercambio de los recursos genéticos: importancia para el acceso, la circulación y la innovación en el caso de la quinua. En D. Bazile, D. Bertero, y C.

- Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 95-123). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Cuadrado, S. (2012). *La quinua en el Ecuador Situación actual y su Industrialización*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- FAO. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Santiago de Chile: FAO.
- FAOSTAT. (s.f.). Recuperado el 16 de Junio de 2016 de: <http://faostat.fao.org/>.
- Fuentes, F., y Paredes González, X. (2014). Perspectivas Nutracéuticas de la Quinua: Propiedades biológicas y aplicaciones funcionales. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 341-357). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Furche, C., Salcedo, S., Krivonos, E., Rabczuk, P., Jara, B., Fernández, D., y Correa, F. (2014). Comercio Internacional de Quinua. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 376-393). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Gandarillas, A., Rojas, W., Bonifacio, A., y Ojeda, N. (2014). La Quinua en Bolivia: perspectiva de la Fundación PROINPA. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 410-431). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Gandarillas, A., Saravia, R., Plata, G., Quispe, R., y Ortiz Romero, R. (2014). Principales Plagas y enfermedades de la quinua. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 227-256).
- Garandillas, H., Nieto, C., y Castillo, R. (1989). *Boletín Técnico No. 67: Razas de quinua en el Ecuador*. Quito, Ecuador: INIAP.

- Gómez Pando, L., Mujica, Á., Chura, E., Canahua, A., Perez, A., Tejada, T., . . . Ccoñas, W. (2014). Perú. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 450-461). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- INEN. (1998). *NTE INEN 1673:1998. Quinua Requisitos*. Quito, Ecuador: INEN.
- INIAP. (2015). *INIAP TUNKAHUAN variedad de quinua con amplia aceptación entre los agricultores*. Recuperado el 25 de mayo de 2015: de INIAP: http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_contentyview=article&id=848:iniap-tunkahuan-variedad-de-quinua-con-amplia-aceptacion-entre-los-agricultores&catid=98:noticias
- INIAP. (2015) . *La quinua un grano madre*. Recuperado el 25 de mayo de 2015 de: INIAP:
http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_contentyview=article&id=826:la-quinua-un-grano-madre&catid=97:noticias&Itemid=208
- Jacobsen, S. E. (2014). Adaptación y posibilidades para la quinua en las latitudes septentrionales de Europa. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 520-533). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Jellen, E., Maughan, P., Fuentes, F., y Kolano, B. (2014). Botánica, Filogenia y Evolución. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 12-25). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Lack, W., y Fuentes, S. (2013). *The discovery, naming and typification of *Chenopodium quinoa* (Chenopodiaceae)*. Berlin, Alemania: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin (BGBM). Recuperado el 23 de Junio de 2016, de Bio One: <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.3372/wi.43.43117>
- Lardizabal, R. (2007). *Producción de plántulas en Bandejas*. Cortes, Honduraz: MCA - EDA.

- Lazcano, M. (2015). *Precio de la exportada a Estados Unidos baja en 24,62%*. La Paz, Bolivia: La Razón. Recuperado el 19 de Junio de 2016, de La Razón / Economía: http://www.la-razon.com/economia/Producto-precio-quinua-exportada-Estados_Unidos-baja_0_2248575142.html
- Martínez, E. (2014). Quinua: Aspectos nutricionales del arroz de los Incas. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 331-340). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Maughan, P., Eric, J., y Raney, J. (2014). Herramientas moleculares y genómicas para la quinua. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 26-32). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Mazón, N., Peralta, E., Monae, C., Subía, C., y Rivera, M. (2005). *INIAP "Pata de venado" (Tarhua chaqui) Nueva variedad de quinua precoz y de grano dulce*. Quito, Ecuador: INIAP.
- Meyhuay, M. (1998). *Quinua: Operaciones de Poscosecha*. Lima, Perú: INDDA.
- Mujica, A., y Jacobsen, S. E. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres . En M. Moraes, B. Ollgaard, L. P. Kvist, Borchsenius, y H. Balsvev, *Botánica Económica de los Andes Centrales* (pp. 449-457). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Mujica, A., Izquierdo, J., y Marathee, J. P. (2008). *Origen y descripción de la quinua*. La Paz, Bolivia: Condensan. Recuperado el 11 de Julio de 2016, de <http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap1.htm>
- Mullo, A. (2011). *Respuesta del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Will) a tres tipos de abonos orgánicos, con tres niveles de aplicación, bajo el sistema de labranza mínima, en la comunidad, Chacabamba Quishuar, Provincia de Chimborazo*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Muñoz, M. (2013). *Quinua: ¿empresarial o de autoconsumo?* Santiago de Chile: ODEPA.
- Nieto, C., Peralta, E., y Castillo, R. (1986). *Boletín Divulgativo No. 187: INIAP - Imbaya e INIAP - Cochasqui, primeras variedades de quinua para la sierra ecuatoriana.* Quito, Ecuador: INIAP.
- Nieto, C., Vimos, C., Monteros, C., Caicedo, C., y Rivera, M. (1992). *INIAP - Ingapirca e INIAP - Tunkahuan, dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina.* Quito, Ecuador: INIAP.
- Peralta, E. (2009). *La Quinua en el Ecuador "Estado del Arte"*. Quito, Ecuador: INIAP. Recuperado el 05 de Junio de 2016, de INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20ARTE%20QUINUA%202.pdf>
- Peralta, E., INIAP, y Mazón, N. (2014). La Quinua en Ecuador. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 462-476). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Peterson, A. J., y Murphy, K. M. (2014). La Quinua en los Estados Unidos y Canadá. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 665-680). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Picón, R. (2011). *Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en los municipios de esquipulas y chiquimula, departamento de chimula, guatemala. 2011.* Chiquimula, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Pinto, M. (2013). *El cultivo de la Quinua y el clima del Ecuador.* Quito - Ecuador: INAMHI.
- Piva, G., Brasse, C., y Mehinagic, E. (2014). Quinua d' Anjou: Comienzo del sector de quinua Francesa. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto,

Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013 (pp. 534-541). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Planella, M., López, M., y Bruno, M. (2014). La domesticación y distribución prehistórica. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estados del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 33-48). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

PROECUADOR. (2015). *Análisis Sectorial: Quinua 2015*. Quito, Ecuador: PROECUADOR, Ministerio de Comercio Exterior.

Pulvento, C., Riccardi, M., Biondi, S., Orsini, F., Jacobsen, S. E., Ragab, R., . . . Lavini, A. (2014). La Quinua en Italia: Investigación y Perspectivas. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 542-557). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Quiroga, C., Escalera, R., Aroni, G., Bonifacio, A., González, J. A., Villca, M., . . . Ruiz, A. (2014). Procesos tradicionales e innovaciones tecnológicas en la cosecha, beneficiado e industrialización de la quinua . En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 258-298). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gómez Pando, L., León Lobos, P., Alercia, A., . . . Bazile, D. (2014). Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (pp. 65-94). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

Romero, C. A., Moreyra, J. C., y Urrego, E. (2015). *Quinua Peruana: Situación Actual y Perspectivas en el mercado Nacional en Internacional al 2015*. Lima, Perú: MINAGRI-DEEIA.

SENASA. (2015). *Manejo de BPA'S en el cultivo de quinua*. Bogotá, Colombia: SENASA.

- Suquilanda, M. (2010). *Producción orgánica de Cultivos Andinos*. Cotopaxi, Ecuador: FAO - MAGAP.
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A., Ortiz, R., . . . Zañabria, E. (1979). *La Quinua y la Kañiwa: Cultivos Andinos*. Bogotá, Colombia : Instinto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Trade Map. (s.f.). Recuperado el 16 de Junio de 2016 de: www.trademap.org/Index.aspx?lang=es.
- Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L., y Mazón, N. (2011). *Boletín Divulgativo No 146: Potencial Agroindustrial de la Quinua*. Quito, Ecuador: INIAP.
- Winkel, T., Álvarez, R., Bommel, P., Bourliaud, J., Chevarría, L., Cortes, G., . . . Vieira, M. (2014). Altiplano Sur de Bolivia. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (págs. 432-449). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Zevallos, V., Ciclitira, P., y Herencia, L. (2014). Quinua, enfermedad celíaca y la dieta sin gluten. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (págs. 358-374). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.
- Zurita Silva, A., Jacobsen, S. E., Razzaghi, F., Alvarez Flores, R., Ruiz, K., Morales, A., y Silva, H. (2014). Respuestas a la sequía y adaptación de la quinua. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto, *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013* (págs. 182-202). Santiago de Chile y Montpellier, Francia: FAO y CIRAD.

ANEXOS

Anexo 1. Países productores de quinua y en proceso de investigación en el mundo hasta el 2013

Continentes	País	Área Producida (ha)			Parcelas en estudio	En proceso de iniciar estudios ^a	
		>5000	500 < 5000	< 500			
América del Norte	Canadá		X				
	Estados Unidos		X				
	México			X			
	Bolivia	X					
	Perú	X					
	Ecuador		X				
	Chile		X				
	Colombia			X			
	Brasil			X			
	Argentina			X			
América del Sur	Venezuela				X		
	Francia			X			
	España				X		
	Italia				X		
	Inglaterra				X		
	Bélgica				X		
	Holanda				X		
	Dinamarca				X		
	Suecia				X		
	Alemania				X		
Europa	Polonia				X		
	Austria				X		
	Rumania				X		
	Serbia				X		
	Turquía				X		
	Portugal				X		
	Grecia				X		
Asia	India			X			
	Rusia				X		
	China				X		
	Japón				X		
	Pakistán				X		
	Bahréin					X	
	Omán					X	
	Tailandia					X	
	Vietnam					X	
	E. Árabes Unidos					X	
África	Yemen					X	
	Marruecos			X			
	Mali				X		
	Burkina Faso				X		
	Egipto				X		
	Kenia				X		
	Namibia				X		
	Costa de Marfil					X	
	Túnez					X	
	Argelia					X	
Oceanía	Libia					X	
	Togo					X	
	Etiopía					X	
	Arabia Saudita					X	
	Zambia					X	
	Uganda					X	
	Madagascar					X	
	Australia			X			

Nota: ^aPlanificación de iniciar estudios a partir del año 2013. Adaptado de: Bazile y Baudron, 2014

Anexo 2. Número de accesiones de quinua e instituciones recolectoras en el mundo

N°	País	Número de Instituciones ^a	Número de accesiones
1	Bolivia	6	6721
2	Perú	9	6302
3	Alemania	2	987
4	Ecuador	1	673
5	Argentina	3	492
6	India	3	294
7	Chile	5	286
8	Estados Unidos	1	229
9	Japón	1	191
10	Inglaterra	2	65
11	Australia	2	36
12	Colombia	1	28
13	Etiopia	1	20
14	Sudáfrica	2	19
15	Hungría	1	17
16	Eslovaquia	1	15
17	España	3	9
18	Kenia	1	6
19	Canadá	1	5
20	Austria	2	5
21	Portugal	2	4
22	Uruguay	1	3
23	República Checa	1	3
24	Zambia	1	3
25	Turquía	1	3
26	Lesoto	1	2
27	Brasil	1	1
28	Suecia	1	1
29	Romania	1	1
30	Jordania	1	1
		59	16422

Nota: ^a Incluyen Institutos agropecuarios, Departamentos de conservación, Universidades, Facultades, Centros de investigación, entre otros. Tomado de: Rojas, et al., 2014.

Anexo 3. Requerimientos de precipitación, temperatura y altitud de los 5 ecotipos de quinua sudamericana y generalidades de las plantas de los 5 ecotipos de quinua sudamericana

Ecotipo: Quinua	Precipitación (m)	Temperatura mínima (°C)	Altitud (msnm)
Altiplano	400 – 800	0	3600 – 3800
Valle interandino	700 – 1500	3	2500 – 3500
Salares	250 – 400	-1	2300 – 3600
Nivel del mar	800 – 1500	5	0 – 800
Yungas	0 – 2000	11	1500 – 2000

Nota: Tomado de: Chevarria Lazo, et al., 2014.

Ecotipo: Quinua	Datos de Cultivo	Planta	Panoja
Altiplano	Único. Susceptible al mildiu (<i>Peronospora farinosa</i>)	Altura de 0,5 a 1,5 m	Tallo con panoja principal generalmente compacta
Valle interandino	Único o asociado. Resistencia al mildiu	Alturas hasta 2,5 m	Tallo con muchas ramificaciones con panoja laxa
Salares	Único sembradas a 1m x 1m en hoyos. Se caracterizan por el gran tamaño del grano mayor a 2,2 mm.	Altura de 0,5 a 2,0 m	Tallo con panoja principal compacta.
Nivel del mar	Único o asociado. Producen granos color crema transparente	Altura de 1,0 a 1,4 m	Tallo ramificado, con panoja laxa
Yungas	Único o asociado. Plantas de color verde antes de la floración, posterior a esta toman color anaranjado	Alturas hasta 2,2 m	Tallo algo ramificado, entre panojas laxas y compactas.

Nota: Adaptado de: FAO, 2011.

Anexo 4. Características morfológicas generales de las razas de quinua en el Ecuador

Raza de quinua	Ubicación	Planta	Hojas	Panoja	Grano
Imbabura	Desde la provincia del Carchi hasta la del Cañar	Hábito ramificado, que da aspecto piramidal a la planta de colores rojo, púrpura y verde. En condiciones favorables, pueden llegar a sobrepasar los 2 m de altura	Grandes y triangulares, con dientes pronunciados	Glomeruladas, laxa de 50 cm de largo por 20 a 30 de ancho	Entre 1,2 y 1,6 mm de diámetro. Amargo o dulce de color blanco
Pichincha	Pichincha (cantón Mejía) y Imbabura (cantón Otavalo)	Hábito sencillo de colores rojo y verde. Tamaño mediano de 1,50 a 1, 80 m de altura	Triangulares, aserradas y ligeramente lobuladas de 6 a 8 cm de largo por 5 a 7 de ancho	Diferenciadas amarantiformes, poco compactas de 30 a 50 cm de largo por 4 a 7 de ancho	Pequeñas, blancas y amargas
Illiniza	Imbabura (Otavalo y Pimampiro), Pichincha (Quito, Mejía y Cayambe), Tungurahua (Ambato y Quero), Cotopaxi (Latacunga y Saquisilí) y Chimborazo (Riobamba y Guamote)	Hábito ramificado de colores verdes y púrpuras, muy pocas rojas. Tamaño pequeño de hasta 1,2 m altura	Romboidales medianas de 6 a 9 cm de largo por 5 a 7 de ancho, con pocos dientes o sin ellos (única raza ecuatoriana que tiene esta forma)	Poco diferenciada, glomerulada, compacta de 30 a 40 cm de largo por 10 cm de diámetro	Pequeñas, blancas y amargas
Antisana	Carchi (Montufar) y Pichincha (Mejía)	Hábito sencillo de colores verde y púrpura. Tamaño pequeño de hasta 1 m altura	Romboidales pequeñas de 2 a 9 dientes de 7 cm de largo por 6 de ancho	Glomeruladas, compacta de 25 a 35 cm de largo por 10 de ancho	Grandes y blancas (semejantes a accesiones bolivianas)
Chimborazo	Carchi (Montufar y Espejo), Imbabura (Otavalo), Pichincha (Cayambe, Quito y Mejía), Cotopaxi (Latacunga), Tungurahua (Quero y Ambato), Chimborazo (Riobamba, Colta y Guamote) y Cañar (Cañar)	Hábito ramificado verde, púrpura y rojo de más de 2 m de altura	Triangulares de 9 a 11 cm de largo por 9 a 10 de ancho con bordes ondulados y dentados	Entre la principal y secundarias dan un aspecto piramidal. Glomerulada, compacta de 60 a 80 cm de largo	Pequeñas, blancas y coloreadas, amargas y dulces
Buerán	Chimborazo y Cañar	Hábito sencillo sin ramificaciones de color púrpura. Tamaño de 1,8 a 2 m de altura	Triangulares medianas con pocos dientes de 8 a 10,5 cm de largo por 7 a 8 de ancho	Amarantiforme, laxa de 50 a 60 cm de largo por 10 a 15 de ancho.	Pequeña y amarga

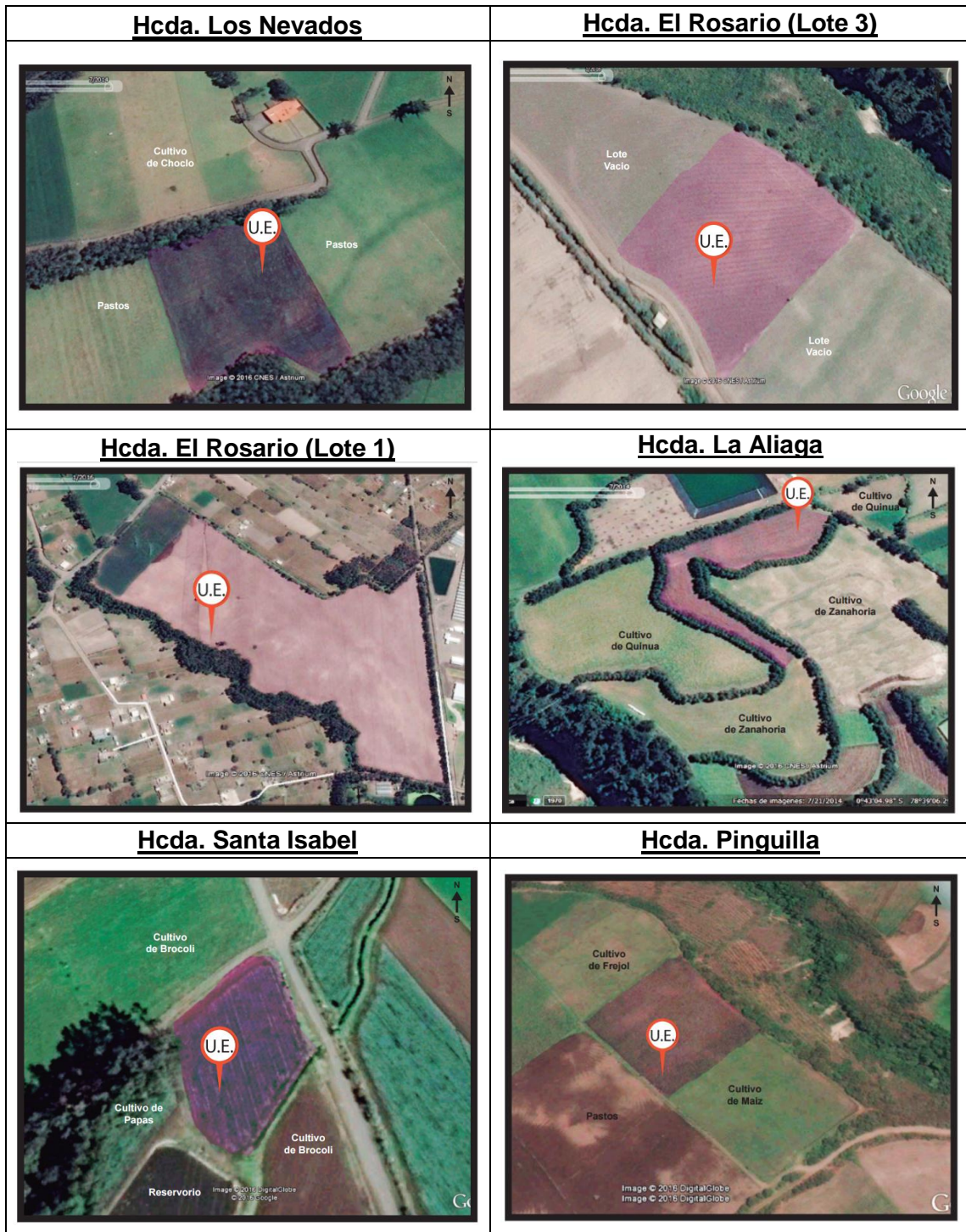
Nota: Adaptado de: Gandarillas, Rojas, Bonifacio, y Ojeda, 2014.

Anexo 5. Principales plagas y enfermedades del cultivo de quinua en el Ecuador.

Nombre científico	Nombre común	Daño causado	Controles Generales
Lagas			
<i>Agrotis deprivata</i> ,W <i>Agrotis ipsilon</i> ,H	Gusanos trozadores	Cortan tallos de las plántulas, a la altura del cuello	<p>Arar el campo días antes a la siembra, rotación de cultivos.</p> <p>Uso de trampas de luz, trampas con feromonas.</p> <p>Uso de bioinsecticidas y ecoplaguicidas como por ejemplo: <i>Bacillus thuringiensis</i>, <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Metharrizium anisopliae</i>, entre otros.</p> <p>Uso de insecticidas y plaguicidas químicos.</p> <p>Uso de jabones insecticidas.</p>
<i>Copitarsia sp.</i> , <i>Spodoptera sp.</i> <i>Peridroma saucia</i> ,H	Gusanos cortadores o gusanos defoliadores	Cortan hojas, tallos e inflorescencias	
<i>Tuta absoluta</i>	Gusano pegador de hojas	Pegan las hojas masticando la epidermis del envés	
<i>Naupactus sp.</i>	Coleóptero cortador	Cortan hojas	
<i>Paranatus yusti</i> . Y	Saltón de hojas	Ninfas y adultos producen picaduras. Encrespan y secan las hojas	
<i>Proba salli</i> . Stall	Chinche del follaje	Pican las hojas, dejando aberturas	
<i>Aphididae sp.</i>	Pulgones	Pican las hojas y succionan la savia	
<i>Liriomyza sp.</i>	Minador de las hojas	Dejan minas en las hojas	
Enfermedades			
<i>Peronospora variabilis</i>	Mildiú o cenicilla	Provocan defoliación intensa con coloración grisácea	<p>Utilizar semilla certificada, Roturación del campo con anticipación.</p> <p>Uso de biofungicidas como: <i>Thichoderma sp.</i></p> <p>Uso de fungicidas químicos</p>
<i>Cercospora sp.</i>	Cercosporiosis	Provocan defoliación intensa	
<i>Phoma exigua</i>	Mancha ojival	Manchan los tallos	
<i>Damping. off</i>	Mal del tallo	Estrangulan el cuello de las plántulas	

Nota: Adaptada de Gandarillas, Saravia, Plata, Quispe, y Ortiz Romero, 2014; y, Suquilanda, 2010.

Anexo 6. Croquis de las localidades en estudio



Nota: T = Tratamiento. UE = Unidad experimental.

Anexo 7. Costos de producción (USD's) en una hectárea por localidad

LOS NEVADOS

RUBROS	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO (USD's)	VALOR TOTAL (USD's)
COSTOS DE PRODUCCIÓN				
Maquinaria y equipos				
Preparación del suelo				
Arada	hora/tractor	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Rastrada	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Surcada	hora/tractor	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Siembra				
Transplante de plántulas	ha/transplantadora	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Abonamiento				
Aplicación foliar de biol	hora/tractor bomba	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Control fitosanitario				
Aplicación de insectisida (2 vec)	hora/tractor bomba	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Labores culturales				
Aporque (rascadillo)	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Cosecha (combinada)	qq/cosechadora	85	\$ 8,00	\$ 680,00
Subtotal				\$ 1.010,00
Mano de obra				
Preparación del suelo	jornal	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Siembra	jornal	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Abonamiento	hora/jornal	4	\$ 1,53	\$ 6,12
Fumigación	hora/jornal	6	\$ 1,53	\$ 9,18
Aporque	hora/jornal	4	\$ 1,53	\$ 6,12
Aplicación foliar de madurador	jornal	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Subtotal				\$ 181,42
Insumos agrícolas				
Siembra				
Pilones	plantas/ha	125000	\$ 0,008	\$ 1.000,00
Fertilización				
Nitrato de Amonio	saco 50 kg	6	\$ 25,00	\$ 150,00
Muriato de Potasio	saco 50 kg	2	\$ 24,00	\$ 48,00
Abonamiento				
Biol	litro	240	\$ 0,50	\$ 120,00
Control fitosanitario 1				
Clorpirifos (mezcla de insumos)	litro	1	\$ 13,00	\$ 13,00
Control fitosanitario 2				
Clorpirifos (mezcla de insumos)	litro	1	\$ 13,00	\$ 13,00
Aplicación de madurador				
Sugar Mover	litro	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Subtotal				\$ 1.384,00
Otros gastos del lote				
Análisis de suelo				\$ 19,68
Transporte transplantadora				\$ 30,00
Terreno (alquiler) y Agua				\$ 500,00
Tranporte implementos tractor				\$ 60,00
Subtotal				\$ 609,68
Total Costos de Producción				\$ 3.185,10
Imprevistos y procesamiento de quinua				
Imprevistos	% CP	2		\$ 63,70
Gastos proceso quinua	qq/procesado	85	\$ 4,50	\$ 382,50
Total Costos (I y P)				\$ 446,20
COSTOS TOTALES				\$ 3.631,30
INGRESO BRUTO				
Quinua	kg	3906,67	\$ 1,54	\$ 6.016,27
INGRESO TOTAL				\$ 6.016,27
INGRESO NETO (INGRESO BRUTO - COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTALES)				\$ 2.384,97
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO				\$ 1,66

ROSARIO 3

RUBROS	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO (USD's)	VALOR TOTAL (USD's)
COSTOS DIRECTOS				
Maquinaria y equipos				
Preparación del suelo				
Arada	hora/tractor	5	\$ 10,00	\$ 50,00
Rastrada	hora/tractor	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Surcada	hora/tractor	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Siembra				
Transplante de plántulas	ha/transplantadora	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Abonamiento				
Aplicación foliar de biol	hora/tractor bomba	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Control fitosanitario				
Aplicación de insectisida (2 vec)	hora/tractor bomba	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Labores culturales				
Aporque (rascadillo)	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Cosecha (combinada)	qq/cosechadora	36	\$ 8,00	\$ 288,00
Subtotal				\$ 528,00
Mano de obra				
Preparación del suelo	hora/jornal	10	\$ 1,53	\$ 15,30
Siembra	jornal	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Abonamiento	hora/jornal	3	\$ 1,53	\$ 4,59
Control fitosanitario	hora/jornal	3	\$ 1,53	\$ 4,59
Aporque	jornal	3	\$ 12,00	\$ 36,00
Subtotal				\$ 105,48
Insumos agrícolas				
Siembra				
Pilones	plantas/ha	107000	\$ 0,008	\$ 856,00
Fertilización				
Triple 15	saco 50 kg	1	\$ 28,00	\$ 28,00
Compost	saco 45 kg	10	\$ 6,00	\$ 60,00
Nitrato de Amonio	saco 50 kg	2	\$ 25,00	\$ 50,00
Muriato de Potasio	saco 50 kg	1	\$ 24,00	\$ 24,00
Abonamiento				
Biol	litro	100	\$ 0,50	\$ 50,00
Control fitosanitario				
Clorpirifos (mezcla de insumos)	litro	2	\$ 13,00	\$ 26,00
Subtotal				\$ 1.094,00
Otros gastos del lote				
Análisis de suelo				\$ 19,68
Transporte transplantadora				\$ 30,00
Riego				\$ 45,00
Subtotal				\$ 94,68
Total Costos de Producción				\$ 1.822,16
Imprevistos y procesamiento de quinua				
Imprevistos	% CP	2		\$ 36,44
Gastos proceso quinua	qq/procesado	36	\$ 4,50	\$ 162,00
Total Costos (I y P)				\$ 198,44
COSTOS TOTALES				\$ 2.020,60
INGRESO BRUTO				
Quinua	kg	1645,56	\$ 1,54	\$ 2.534,16
INGRESO TOTAL				\$ 2.534,16
INGRESO NETO (INGRESO BRUTO - COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTALES)				\$ 513,56
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO				\$ 1,25

ROSARIO 1

RUBROS	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (USD's)
COSTOS DIRECTOS				
Maquinaria y equipos				
Preparación del suelo				
Arada	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Rastrada	hora/tractor	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Surcada	hora/tractor	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Siembra				
Sembradora chorro continua	hora/sembradora	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Abonamiento				
Aplicación foliar del biol	hora/tractor bomba	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Control fitosanitario				
Aplicación de insectisida	hora/tractor bomba	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Labores culturales				
Aporque (rascadillo)	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Cosecha (combinada)	qq/cosechadora	35	\$ 8,00	\$ 280,00
Subtotal				\$ 460,00
Mano de obra				
Preparación del suelo	jornal	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Abonamiento	hora/jornal	4	\$ 1,53	\$ 6,12
Fumigación	hora/jornal	6	\$ 1,53	\$ 9,18
Aporque	hora/jornal	4	\$ 1,53	\$ 6,12
Subtotal				\$ 101,42
Insumos agrícolas				
Siembra				
Semilla INIAP	kg	30	\$ 4,00	\$ 120,00
Semilla (Hcda. Santa Isabel)	kg	37	\$ 2,00	\$ 74,00
Fertilización				
Triple 15	saco 50 kg	1	\$ 28,00	\$ 28,00
Compost	saco 50 kg	10	\$ 6,00	\$ 60,00
Nitrato de Amonio	saco 50 kg	2	\$ 25,00	\$ 50,00
Muriato de Potasio	saco 50 kg	1	\$ 24,00	\$ 24,00
Abonamiento				
Biol	litro	100	\$ 0,50	\$ 50,00
Control fitosanitario				
Lannete	litro	1	\$ 14,80	\$ 14,80
Fijador	litro	0,5	\$ 4,00	\$ 2,00
Subtotal				\$ 422,80
Otros gastos del lote				
Análisis de suelo				\$ 19,68
Transporte sembradora				\$ 30,00
Subtotal				\$ 49,68
Total Costos de Producción				\$ 1.033,90
Imprevistos y procesamiento de quinua				
Imprevistos	% CP	2		\$ 20,68
Gastos proceso quinua	qq/procesado	35	\$ 4,50	\$ 157,50
Total Costos (I y P)				\$ 178,18
COSTOS TOTALES				\$ 1.212,08
INGRESO BRUTO				
Quinua	kg	1615,00	\$ 1,54	\$ 2.487,10
INGRESO TOTAL				\$ 2.487,10
INGRESO NETO (INGRESO BRUTO - COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTALES)				\$ 1.275,02
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO				\$ 2,05

ALIAGA

RUBROS	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (USD's)
COSTOS DIRECTOS				
Maquinaria y equipos				
Preparación del suelo				
Arada	hora/tractor	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Rastrada (cruza)	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Labores culturales				
Cosecha (combinada)	qq/cosechadora	26	\$ 8,00	\$ 208,00
Subtotal				\$ 278,00
Mano de obra				
Preparación del suelo	jornal	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Siembra	jornal	5	\$ 15,00	\$ 75,00
Fertilización 2	jornal	10	\$ 4,59	\$ 45,90
Abonamiento (2 veces)	hora/jornal	6	\$ 1,53	\$ 9,18
Control fitosanitario (3 veces)	hora/jornal	9	\$ 1,53	\$ 13,77
Subtotal				\$ 183,85
Insumos agrícolas				
Siembra				
Semilla INIAP	kg	45	\$ 4,00	\$ 180,00
Fertilización 1				
Roca fosfórica	saco 50 kg	4	\$ 14,50	\$ 58,00
Cal dolomita	saco 50 kg	4	\$ 8,90	\$ 35,60
Yeso agrícola	saco 50 kg	3	\$ 8,60	\$ 25,80
Sulfato de potasio	saco 25 kg	4	\$ 26,50	\$ 106,00
Micromate	funda de 10 kg	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Yorin	saco de 40 kg	2	\$ 55,00	\$ 110,00
Fertilización 2				
Sulpomag	saco de 50 kg	4	\$ 40,00	\$ 160,00
Micromate	saco de 50 kg	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Yorin	saco de 40 kg	0,5	\$ 55,00	\$ 27,50
Abonamiento 1				
Biol	litro	25	\$ 0,50	\$ 12,50
Abonamiento 2				
Biol	litro	25	\$ 0,50	\$ 12,50
Control fitosanitario 1				
Trazer	500 mL	1	\$ 16,65	\$ 16,65
Controlador biológico	litro	2	\$ 12,00	\$ 24,00
Control fitosanitario 2				
Trichoderma	litro	4	\$ 12,00	\$ 48,00
Controlador biológico	litro	2	\$ 12,00	\$ 24,00
Control fitosanitario 3				
Bacillus thuringensis	litro	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Controlador biológico	litro	2	\$ 12,00	\$ 24,00
Hongos entomopatógenos	litro	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Fijador orgánico	litro	3	\$ 12,00	\$ 36,00
Subtotal				\$ 1.024,55
Otros gastos del lote				
Análisis de suelo				\$ 19,68
Subtotal				\$ 19,68
Total Costos de Producción				\$ 1.506,08
Imprevistos y procesamiento de quinua				
Imprevistos	% CP	2		\$ 30,12
Gastos proceso quinua	qq/procesado	26	\$ 4,50	\$ 117,00
Total Costos (I y P)				\$ 147,12
COSTOS TOTALES				\$ 1.653,20
INGRESO BRUTO				
Quinua	kg	1218,89	\$ 1,54	\$ 1.877,09
INGRESO TOTAL				\$ 1.877,09
INGRESO NETO (INGRESO BRUTO - COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTALES)				\$ 223,89
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO				\$ 1,14

SANTA ISABEL

RUBROS	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (USD's)
COSTOS DIRECTOS				
Maquinaria y equipos				
Preparación del suelo				
Arada	hora/tractor	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Rastrada	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Surcada	hora/tractor	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Siembra				
Transplante de plántulas	ha/transplantadora	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Abonamiento				
Aplicación foliar de biol	hora/tractor bomba	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Control fitosanitario				
Aplicación insectisida (2 veces)	hora/tractor bomba	6	\$ 10,00	\$ 60,00
Labores culturales				
Aporque (rascadillo)	hora/tractor	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Cosecha (combinada)	qq/cosechadora	126	\$ 8,00	\$ 1.008,00
Subtotal				\$ 1.338,00
Mano de obra				
Preparación del suelo	jornal	4	\$ 20,00	\$ 80,00
Siembra	jornal	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Abonamiento	hora/jornal	4	\$ 1,53	\$ 6,12
Control fitosanitario	hora/jornal	6	\$ 1,53	\$ 9,18
Aporque	hora/jornal	4	\$ 1,53	\$ 6,12
Aplicación foliar de madurador	jornal	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Subtotal				\$ 181,42
Insumos agrícolas				
Siembra				
Pilones	plantas/ha	125000	\$ 0,008	\$ 1.000,00
Fertilización				
Triple 15	saco 50 kg	2	\$ 28,00	\$ 56,00
Nitrato de Amonio	saco 50 kg	4	\$ 25,00	\$ 100,00
Muriato de Potasio	saco 50 kg	2	\$ 24,00	\$ 48,00
Abonamiento				
Biol	litro	240	\$ 0,50	\$ 120,00
Control fitosanitario				
Clorpirifos (mezcla de insumos)	litro	2	\$ 13,00	\$ 26,00
Aplicación de madurador				
Sugar Mover	litro	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Subtotal				\$ 1.390,00
Otros gastos del lote				
Análisis de suelo				\$ 19,68
Transporte transplantadora				\$ 30,00
Riego				\$ 45,00
Subtotal				\$ 94,68
Total Costos de Producción				\$ 3.004,10
Imprevistos y procesamiento de quinua				
Imprevistos	% CP	2		\$ 60,08
Gastos proceso quinua	qq/procesado	126	\$ 4,50	\$ 567,00
Total Costos (I y P)				\$ 627,08
COSTOS TOTALES				\$ 3.631,18
INGRESO BRUTO				
Quinua	kg	5755,56	\$ 1,54	\$ 8.863,56
INGRESO TOTAL				\$ 8.863,56
INGRESO NETO (INGRESO BRUTO - COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTALES)				\$ 5.232,38
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO				\$ 2,44

PINGUILLA

RUBROS	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL (USD's)
COSTOS DIRECTOS				
Maquinaria y equipos				
Preparación del suelo				
Arada	hora/tractor	5	\$ 12,00	\$ 60,00
Rastrada	hora/tractor	4	\$ 12,00	\$ 48,00
Surcada	hora/tractor	3	\$ 12,00	\$ 36,00
Siembra				
Transplante de plántulas	ha/transplantadora	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Labores culturales				
Aporque (rascadillo)	hora/tractor	4	\$ 12,00	\$ 48,00
Cosecha				
Trilladora	ha/trilladora	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Venteadora	ha/venteadora	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Subtotal				\$ 552,00
Mano de obra				
Preparación del suelo	jornal	5	\$ 20,00	\$ 100,00
Siembra	jornal	4	\$ 15,00	\$ 60,00
Fertilización 2	jornal	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Control fitosanitario	jornal	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Aporque	jornal	0,5	\$ 20,00	\$ 10,00
Cosecha	jornal	10	\$ 20,00	\$ 200,00
Trilla y venteo	jornal	5	\$ 20,00	\$ 100,00
Manipuleo y Otros	jornal	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Subtotal				\$ 590,00
Insumos agrícolas				
Siembra				
Pilones	plantas/ha	125000	\$ 0,008	\$ 1.000,00
Fertilización 1				
Cal agrícola	saco 50 kg	17	\$ 4,20	\$ 71,40
Yeso agrícola	saco 50 kg	8	\$ 8,60	\$ 68,80
18-46-00	saco 50 kg	6	\$ 40,00	\$ 240,00
Gallinaza (abono)	saco 100 lb	160	\$ 1,50	\$ 240,00
Fertilización 2				
Alga soil	saco 20 kg	2	\$ 27,00	\$ 54,00
Sulfato de zinc	saco 25 kg	0,5	\$ 44,00	\$ 22,00
Nitrato de amonio	saco 50 kg	3	\$ 26,00	\$ 78,00
Sulfato de amonio	saco 50 kg	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Yara Nitabor	saco 50 kg	2	\$ 45,00	\$ 90,00
Muriato de Potasio	saco 50 kg	2	\$ 27,00	\$ 54,00
Control fitosanitario				
Bacillus thuringensis	funda 500 g	1	\$ 7,00	\$ 7,00
Fijador	200 mL	1	\$ 1,20	\$ 1,20
Avaunt (Indoxacarb)	200 mL	1	\$ 6,20	\$ 6,20
Metallic (Metalaxyl)	200 mL	1	\$ 7,80	\$ 7,80
Growcombi	tarro	1	\$ 7,20	\$ 7,20
Biosolar	500 mL	1	\$ 7,50	\$ 7,50
Confort	funda 200 g	1	\$ 5,50	\$ 5,50
Subtotal				\$ 2.000,60
Otros gastos del lote				
Análisis de suelo				\$ 19,68
Transporte transplantadora				\$ 100,00
Riego				\$ 60,00
Subtotal				\$ 179,68
Total Costos de Producción				\$ 3.322,28
Imprevistos y procesamiento de quinua				
Imprevistos	% CP	2		\$ 66,45
Sacos	unidad	92	\$ 0,40	\$ 36,80
Piola	rollo	2	\$ 3,50	\$ 7,00
Total Costos (I y P)				\$ 110,25
COSTOS TOTALES				\$ 3.432,53
INGRESO BRUTO				
Quinua	kg	4205,56	\$ 1,32	\$ 5.551,34
INGRESO TOTAL				\$ 5.551,34
INGRESO NETO (INGRESO BRUTO - COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTALES)				\$ 2.118,81
RELACIÓN BENEFICIO / COSTO				\$ 1,62

Anexo 8. Resultados de los análisis de suelos, foliares y calidad de grano (primera repetición) realizados a las localidades

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14% y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf. 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FI
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-613
 Fecha emisión informe: 29/06/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Pilonas La Victoria / UDLA
 Dirección: Mulalo, Rumipamba
 Provincia: Cotopaxi
 Cantón: Latacunga
 Teléfono: 0999131998
 Correo Electrónico: fabdar@live.com
 N° Orden de Trabajo: SFA-15-GLS-1329
 N° Factura/Documento: 2604

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo
 Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
 Cultivo: Quinua
 Provincia: Cotopaxi
 Cantón: Latacunga
 Parroquia: Lasso
 Muestreado por: Fabián Guerrón
 Fecha de muestreo: 03-06-2015
 Fecha de recepción de la muestra: 11-06-2015
 Coordenadas: X: ----
 Y: ----
 Altitud: ----
 Fecha de inicio de análisis: 11-06-2015
 Fecha de finalización de análisis: 29-06-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-151411	S2 Parcela 3	pH	Potenciométrico	---	6,11
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2,31
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,12
		Fósforo	Colorimétrica	ppm	162,1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,51
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	6,56
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1,18
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	190,0
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	7,38
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	0,99
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	3,29

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef. 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2 Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-SFA-E1
 Fecha emisión Informe: 29/06/2015

DATOS DEL CLIENTE

Empresa solicitante: Pilonés La Victoria / UDLA
 Dirección: Mulalo, Rumipamba
 Provincia: Cotopaxi
 Cantón: Latacunga
 Teléfono: 0999131998
 Correo Electrónico: fabdar@live.com
 N° Orden de Trabajo: SFA-15-GIS-1329
 N° Factura/Documento: 2604

DATOS DE LA MUESTRA:

Nombre de muestra: Suelo
 Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
 Cultivo: Quinua
 Provincia: Cotopaxi
 Cantón: Latacunga
 Localidad: Lasso
 Preparado por: Fabián Guerrón
 Fecha de muestreo: 03-06-2015
 Fecha de inicio de análisis: 11-06-2015
 Fecha de recepción de la muestra: 11-06-2015
 Fecha de finalización de análisis: 29-06-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-151414	S 5 <i>Las Neveles</i>	pH	Potenciométrico	---	5,82
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	2,81
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,14
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	70,6
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,15
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	3,79
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,94
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	313,8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	4,37
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	3,61
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	2,73

Elaborado por: Daniel Bedoya, Katty Pastas, Luis Caruarán

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Prohíbida la reproducción parcial de este informe.



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASESORAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRICULTOR

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléfono: 02-2372-842/2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FI

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E13
Fecha emisión Informe: 29/06/2015

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o Empresa solicitante: Pilonos La Victoria / UDLA

Dirección: Mulalo, Rumipamba

Teléfono: 0999131998

Correo Electrónico: fabdar@live.com

Provincia: Cotopaxi

Cantón:
Latacunga

N° Orden de Trabajo: SFA-15-GLS-1329

N° Factura/Documento: 2604

DATOS DE LA MUESTRA:

Nombre de muestra: Suelo

Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco

Cultivo: Quinua

Provincia: Cotopaxi

Coordenadas: X: ---

Cantón: Latacunga

Y: ---

Localidad: Lasso

Altitud: ---

Preparado por: Fabián Guerrón

Fecha de muestreo: 03-06-2015

Fecha de inicio de análisis: 11-06-2015

Fecha de recepción de la muestra: 11-06-2015

Fecha de finalización de análisis: 29-06-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-151412	53 <i>Altocega</i>	pH	Potenciométrico	---	6,53
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	4,31
		Nitrogeno	Volumétrico	%	0,27
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	263,4
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,96
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	11,20
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1,62
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	415,4
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	10,72
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	9,01
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	10,01

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. No se permite la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTOR	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Lloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FC Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Informe N°: LN-SFA-E35
 Fecha emisión Informe: 29/06/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Pilonas La Victoria / UDLA

Dirección: Mulalo, Rumipamba

Teléfono: 0999131998

Correo Electrónico: fabdar@live.com

Provincia: Cotopaxi

Cantón:
Latacunga

N° Orden de Trabajo: SFA-15-GLS-1329

N° Factura/Documento: 2604

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo

Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco

Cultivo: Quinua

Provincia: Cotopaxi

X: ---

Cantón: Latacunga

Coordenadas: Y: ---

Parroquia: Lasso

Altitud: ---

Muestreado por: Fabián Guerrón

Fecha de muestreo: 03-06-2015

Fecha de inicio de análisis: 11-06-2015

Fecha de recepción de la muestra: 11-06-2015

Fecha de finalización de análisis: 29-06-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SEA-15-1413	S-4 Sta. Isabel	pH	Potenciométrico	---	7,64
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	3,30
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,17
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	166,2
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,91
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	16,40
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3,38
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	398,5
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	15,08
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	8,25
Zinc	Absorción Atómica	ppm	12,54		

Analizado por: Daniel Beroya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CIUDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2 Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA/E15-1696
 Fecha emisión Informe: 11/08/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Productos San José
Dirección: Joaquín Manchano N74-34 y Mariano Cardenal
Provincia: Pichincha **Cantón:** Quito
Teléfono: 2481236
Correo Electrónico: nunezparraga@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: SFA-15-CGL5-1768
N° Factura/Documento: 3280

DATOS DE LA MUESTRA:


Tipo de muestra: Suelo **Conservación de la muestra:** Lugar fresco y seco
Cultivo: Caña de azúcar
Provincia: Cotopaxi
Cantón: Latacunga *Puellaro*
Parroquia: Pinguilla
Muestreado por: Fabián Guerrón
Fecha de muestreo: 22-07-2015 **Fecha de inicio de análisis:** 27-07-2015
Fecha de recepción de la muestra: 27-07-2015 **Fecha de finalización de análisis:** 11-08-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-155316	en <i>Pinguilla</i>	pH	Potenciométrico	---	6,46
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	4,13
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,21
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	252,8
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	1,39
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	12,05
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	3,95
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	390,6
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	18,99
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	9,04
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	12,30

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FI
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2 Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E11
 Fecha emisión informe: 29/06/2015

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o Empresa solicitante: Pilonas La Victoria / UDLA

Dirección: Mulalo, Rumipamba

Teléfono: 0999131998

Correo Electrónico: fabdar@live.com

Provincia: Cotopaxi

Cantón:
Latacunga

N° Orden de Trabajo: SFA-15-GLS-1329

N° Factura/Documento: 2604

DATOS DE LA MUESTRA:

Nombre de muestra: Suelo Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco

Cultivo: Quinua

Provincia: Cotopaxi

X: ----

Cantón: Latacunga

Coordenadas: Y: ----

Muestreo: Lasso

Altitud: ----

Analizado por: Fabián Guerrón

Fecha de muestreo: 03-06-2015

Fecha de inicio de análisis: 11-06-2015

Fecha de recepción de la muestra: 11-06-2015

Fecha de finalización de análisis: 29-06-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-151410	S 1 <i>Rosario</i>	pH	Potenciométrico	---	6,81
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	1,26
		Nitrogeno	Volumétrico	%	0,06
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	89,6
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,27
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	5,17
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1,01
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	82,8
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	4,97
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	6,63
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	4,09

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Prohibida la reproducción parcial de este informe.



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



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : PILVECSA
Dirección : PICHINCHA
Ciudad :
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : PILGUBILLA
Provincia : PICHINCHA
Cantón : QUITO
Parroquia : PUELLARO
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo : QUINUA
Fecha de Muestreo : 27/09/2015
Fecha de Ingreso : 30/09/2015
Fecha de Salida : 15/10/2015

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	(%)										(ppm)					
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.S.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na		
27887	QUINUA PANCHA	2,95	0,67	5,46	0,39	0,45	0,23	68,70	22,6	31,3	5,9	239,4	37,3				
27888	QUINUA RAZ V TALLO	0,89	0,20	2,90	0,44	0,22	0,05	57,10	10,6	31,5	8,1	286,7	13,8				

INTERPRETACION
B = Bajo
S = Suficiente
A = Alto

[Handwritten Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Handwritten Signature]

LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS

Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO									
Nombre :	PILVICA	Nombre :	EL ROSARIO 1	Cultivo :	QUINUA								
Dirección :	COTOPAXI	Provincia :	COTOPAXI	Fecha de Muestreo :	11/08/2015								
Ciudad :		Cantón :	LATACUNGA	Fecha de Ingreso :	14/08/2015								
Teléfono :		Parroquia :	PASTOCALLE	Fecha de Salida :	23/08/2015								
Fax :		Ubicación :											

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	ANÁLISIS (%)										(ppm)				
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
27702	T3 RAIZ	0,62	0,07	1,05	0,43	0,16	0,05		5,7	16,3	7,4	274,7	19,7			
27703	T3 TALLO	0,44	0,15	1,90	0,39	0,12	0,05		10,4	28,3	4,1	30,8	13,6			
27704	T3 PANNOJA	1,86	0,43	2,82	0,35	0,24	0,15		14,5	27,7	6,4	123,8	23,8			

INTERPRETACION
 B = Bajo
 S = Suficiente
 A = Alto

[Handwritten signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORIO



ASOCIACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN DEL MANEJO DE SUELOS Y AGUAS




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


REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	PILONES LA VICTORIA	Nombre :	LA ALIAGA	Cultivo :	QUINUA
Dirección :	COTOPAXI	Provincia :	COTOPAXI	Fecha de Muestreo :	31-08-2015
Ciudad :		Cantón :	LATACUNGA	Fecha de Ingreso :	07-09-2015
Teléfono :		Parroquia :	PASTOCALLE	Fecha de Salida :	22-09-2015
Fax :		Ubicación :			

N° Muest. Laboral	Identificación del Lote	ANÁLISIS DE ELEMENTOS QUÍMICOS (%)										ANÁLISIS DE ELEMENTOS QUÍMICOS (ppm)				
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
27844	RAIZ Y TALLO	0,80	0,12	2,95	0,60	0,17	0,08	81,29	13,6	26,5	6,6	238,5	16,2			
27845	PANDEA	2,27	0,48	3,92	0,42	0,29	0,22	76,40	23,6	28,0	7,3	410,0	21,9			



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN DEL MANEJO DE SUELOS Y AGUAS



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

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	PILVCSA	Nombre :	PILVCSA	Cultivo :	QUINUA
Dirección :	COTOPAXI	Provincia :	COTOPAXI	Fecha de Muestreo :	29-09-2015
Ciudad :		Cantón :	LATACUNGA	Fecha de Ingreso :	29-09-2015
Teléfono :		Parroquia :	LASSO	Fecha de Salida :	15-10-2015
Fax :		Ubicación :			

N° Muest. Laboral	Identificación del Lote	ANÁLISIS DE ELEMENTOS QUÍMICOS (%)										ANÁLISIS DE ELEMENTOS QUÍMICOS (ppm)				
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.S.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
27883	QUINUA PANDEA ISABEL	2,60	0,23	5,39	0,66	0,45	0,20	76,50	8,2	49,1	5,0	121,8	38,8			
27884	RAIZ Y TALLO ISABEL	1,14	0,13	1,98	0,52	0,23	0,07	55,80	6,6	64,9	7,4	25,7	17,5			
27885	QUINUA PANDEA ROSARIO	2,82	0,53	4,02	1,09	0,39	0,28	85,80	13,2	47,1	11,4	960,4	74,6			
27886	QUINUA RAIZ Y TALLO ROSARIO	0,81	0,15	2,50	0,84	0,18	0,07	87,90	16,3	37,2	7,3	82,7	21,1			



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



REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO																
Nombre :	PILONES LA VICTORIA	Nombre :	LOS NEVALCOS	Cultivo :	QUINUA	Fecha de Muestreo :	31/08/2015	Fecha de Ingreso :	07/09/2015	Fecha de Salida :	22/09/2015									
Dirección :	COTOPAXI	Provincia :	COTOPAXI	Zn :	21,9	B :	9,8	Cu :	5,9	Fe :	116,2	Mn :	24,5							
Ciudad :		Cantón :	LATAJUNGA	B :	11,6	Mg :	0,34	Na :	67,4											
Teléfono :		Parroquia :	LASSO																	
Fax :		Ubicación :																		
N° Muest. Laboral.		Identificación del Lote		(%)										(ppm)						
27842	RAIZ Y TALLO	N	P	K	Ca	Mg	S	MLO.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na					
27843	PASAJA	0,63	0,09	1,69	0,25	0,15	0,05	76,00	9,8	21,9	5,9	116,2	24,5							
		2,36	0,50	3,46	0,48	0,34	6,24	82,90	11,6	33,8	9,3	855,9	67,4							



Santa Catalina, 22 de marzo de 2016

Señores,
HDA. PINGUILLA
Presente.-

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA

Con el objeto de atender su pedido de análisis físico y fisiológico en muestras de quinua se procedió a realizar el análisis respectivo, obteniendo los siguientes resultados, del lote Nro. 3:

CULTIVO:	QUINUA
VARIEDAD:	
FECHA INICIAL:	17-03-2016
FECHA FINAL:	21-03-2016
PROCEDIMIENTO:	ISTA-Análisis de Semillas.

ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE	PESO GRAMOS
SEMILLA PURA	94.93	7.5
SEMILLAS ENCAPSULADAS	1.26	0.1
MATERIA INERTE	1.26	0.1
SEMILLAS MANCHADAS	2.55	0.2
TOTAL	100%	7.9
PESO HECTOLÍTRICO	62.5	
HUMEDAD	13.5 %	

ANÁLISIS DE CALIDAD FISIOLÓGICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	PORCENTAJE DE VIGOR
SEMILLA DE LA VARIEDAD	76	66.7
OBSERVACIONES:	Análisis realizado en cámara de germinación a 20° C y 95% de humedad relativa.	

NOTA: Los resultados de este análisis deben ser utilizados únicamente para control interno de calidad, no son de un laboratorio oficial ni acreditado.

Esperamos que estos resultados sean de utilidad para ustedes y estaremos siempre dispuestos a prestar nuestros servicios cuando ustedes los estimen conveniente.

Atentamente,


JOSE VELASQUEZ C.
RESPONSABLE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
INIAP ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

CANCELADO
Av. Eloy Alfaro N30-360 y Av. Amazonas
Edificio MAGAP - 4to. piso
Telf.: + (503) 21 2667646 | 2668063 | 2504906
www.iniap.gob.ec





Santa Catalina, 22 de marzo de 2016

Señores,
HDA. SANTA ISABEL
Presente.-

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA

Con el objeto de atender su pedido de análisis físico y fisiológico en muestras de quinua se procedió a realizar el análisis respectivo, obteniendo los siguientes resultados, del lote Nro. 1:

CULTIVO:	QUINUA
VARIEDAD:	
FECHA INICIAL:	16-03-2016
FECHA FINAL:	18-03-2016
PROCEDIMIENTO:	ISTA-Análisis de Semillas.

ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE	PESO GRAMOS
SEMILLA PURA	88.4	7.6
SEMILLAS MANCHADAS	6.9	0.6
MATERIA INERTE	4.7	0.4
TOTAL	100%	8.6
PESO HECTOLTRICO	66.5	
HUMEDAD	12 %	

ANÁLISIS DE CALIDAD FISIOLÓGICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	PORCENTAJE DE VIGOR
SEMILLA DE LA VARIEDAD	96.3	96
OBSERVACIONES:	Análisis realizado en cámara de germinación a 20° C y 95% de humedad relativa.	

NOTA: Los resultados de este análisis deben ser utilizados únicamente para control interno de calidad, no son de un laboratorio oficial ni acreditado.

Esperamos que estos resultados sean de utilidad para ustedes y estaremos siempre dispuestos a prestar nuestros servicios cuando ustedes los estimen conveniente.

Atentamente,

JOSE VELASQUEZ C.
RESPONSABLE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
INIAP ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas
Edificio MAGAP - 4to. piso
Tel. - (099 2) 2587845 | 2685083 | 2504008
www.iniap.gob.ec





Santa Catalina, 22 de marzo de 2016

Señores,
HDA. ALTAGA
Presente.-

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA

Con el objeto de atender su pedido de análisis físico y fisiológico en muestras de quinua se procedió a realizar el análisis respectivo, obteniendo los siguientes resultados, del lote Nro. 4;

CULTIVO:	QUINUA
VARIEDAD:	
FECHA INICIAL:	17-03-2016
FECHA FINAL:	21-03-2016
PROCEDIMIENTO:	ISTA-Análisis de Semillas.

ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE	PESO GRAMOS
SEMILLA PURA	97.29	7.2
SEMILLAS ENCAPSULADAS	0.67	0.05
MATERIA INERTE	0.67	0.05
SEMILLAS MANCHADAS	1.37	0.1
TOTAL	100%	7.4
PESO HECTOLÍTRICO	61	
HUMEDAD	12.2 %	

ANÁLISIS DE CALIDAD FISIOLÓGICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	PORCENTAJE DE VIGOR
SEMILLA DE LA VARIEDAD	89.7	89
OBSERVACIONES:	Análisis realizado en cámara de germinación a 20° C y 95% de humedad relativa.	

NOTA: Los resultados de este análisis deben ser utilizados únicamente para control interno de calidad, no son de un laboratorio oficial ni acreditado.

Esperamos que estos resultados sean de utilidad para ustedes y estaremos siempre dispuestos a prestar nuestros servicios cuando ustedes los estimen conveniente.

Atentamente,


JOSE VELASQUEZ C.
RESPONSABLE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
INIAP ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

CANCELADO

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas
Edificio MAGAP - 4to. piso
Tel: + (593 2) 2567845 | 2566083 | 2504906
www.iniap.gob.ec





Santa Catalina, 22 de marzo de 2016

Señores.
HDA. EL ROSARIO
Presente.-

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA

Con el objeto de atender su pedido de análisis físico y fisiológico en muestras de quinua se procedió a realizar el análisis respectivo, obteniendo los siguientes resultados, del lote Nro. 1:

CULTIVO:	QUINUA
VARIEDAD:	
FECHA INICIAL:	16-03-2016
FECHA FINAL:	18-03-2016
PROCEDIMIENTO:	ISTA-Análisis de Semillas.

ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE	PESO GRAMOS
SEMILLA PURA	96.1	7.4
SEMILLAS ENCAPSULADAS	1.3	0.1
SEMILLAS INERTE	1.3	0.1
MATERIA MANCHADAS	1.3	0.1
TOTAL	100%	7.7
PESO HECTOLÍTRICO	63	
HUMEDAD	12 %	

ANÁLISIS DE CALIDAD FISIOLÓGICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	PORCENTAJE DE VIGOR
SEMILLA DE LA VARIEDAD	98.6	97.3
OBSERVACIONES:	Análisis realizado en cámara de germinación a 20° C y 95% de humedad relativa.	

NOTA: Los resultados de este análisis deben ser utilizados únicamente para control interno de calidad, no son de un laboratorio oficial ni acreditado.

Esperamos que estos resultados sean de utilidad para ustedes y estaremos siempre dispuestos a prestar nuestros servicios cuando ustedes los estimen conveniente.

Atentamente,

JOSE VELASQUEZ C.
RESPONSABLE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
INIAP ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA

CANCELADO
DESTROYED

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas
Edificio MAGAP - 4to piso
Telf: + (593 2) 2567645 | 2565063 | 2504908
www.iniap.gob.ec





Santa Catalina, 22 de marzo de 2016

Señores,
HDA. EL ROSARIO
Presente.-

RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICO Y FISIOLÓGICO DE MUESTRAS DE QUINUA

Con el objeto de atender su pedido de análisis físico y fisiológico en muestras de quinua se procedió a realizar el análisis respectivo, obteniendo los siguientes resultados, del lote Nro. 3:

CULTIVO:	QUINUA
VARIEDAD:	
FECHA INICIAL:	17-03-2016
FECHA FINAL:	18-03-2016
PROCEDIMIENTO:	ISTA-Análisis de Semillas.

ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE	PESO GRAMOS
SEMILLA PURA	92.5	7.4
SEMILLAS ENCAPSULADAS	1.25	0.1
SEMILLAS INERTE	2.5	0.2
MATERIA MANCHADAS	3.75	0.3
TOTAL	100%	8.0
PESO HECTOLÍTRICO	63	
HUMEDAD	12 %	

ANÁLISIS DE CALIDAD FISIOLÓGICA		
COMPONENTES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	PORCENTAJE DE VIGOR
SEMILLA DE LA VARIEDAD	98.6	97.3
OBSERVACIONES:	Análisis realizado en cámara de germinación a 20° C y 95% de humedad relativa.	

NOTA: Los resultados de este análisis deben ser utilizados únicamente para control interno de calidad, no son de un laboratorio oficial ni acreditado.

Esperamos que estos resultados sean de utilidad para ustedes y estaremos siempre dispuestos a prestar nuestros servicios cuando ustedes los estimen conveniente.

Atentamente,


JOSE VELASQUEZ C.

**RESPONSABLE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
INIAP ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**

Av. Eloy Alfaro N30-360 y Av. Amazonas
Edificio MAGAP 4to. piso
Telf. - (503 2) 2667845 | 2666963 | 2604096
www.iniap.gob.ec



CANCELADO

Anexo 09. Tabla de los resultados obtenidos en las seis localidades con sus repeticiones de la fase de campo, 2015.

LOCALIDAD	REP.	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Número de plantas (lineal)	Número de plantas (m ²)	Tamaño de panoja (cm)	Panoja laxa (%)	Panoja compacta (%)	Población de planta (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Cosecha (días)
Hda. Los Nevados	1	164,83	1,18	8	13	74,83	80,00	20,00	123111	3595,6	180
Hda. El Rosario 3	1	84,33	1,05	5	9	54,50	23,33	76,67	86002	1186,7	190
Hda. El Rosario 1	1	167,53	0,77	18	22	57,66	86,66	13,34	221500	1653,3	193
Hda. Aliaga	1	160,00	0,92		36	50,00	10,00	90,00	356600	1302,2	200
Hda. Santa Isabel	1	168,50	1,93	8	13	93,33	96,66	3,34	124444	5624,4	175
Hda. Pinguilla	1	140,33	1,08	7	12	57,66	86,66	13,34	115556	3657,8	124
Hda. Los Nevados	2	172,33	1,27	8	13	76,33	86,66	13,34	122778	4115,6	180
Hda. El Rosario 3	2	80,33	1,04	5	8	55,50	6,67	93,33	83335	1911,1	190
Hda. El Rosario 1	2	181,00	0,80	17	21	63,66	56,66	43,34	212500	1923,3	193
Hda. Aliaga	2	161,50	0,95		27	41,00	10,00	90,00	273300	1333,3	200
Hda. Santa Isabel	2	167,50	1,76	8	13	101,66	100,00	0,00	122667	5855,6	175
Hda. Pinguilla	2	155,00	1,16	8	13	66,33	93,33	6,67	114722	4186,7	124
Hda. Los Nevados	3	164,66	1,16	7	12	64,33	80,00	20,00	116278	3897,8	180
Hda. El Rosario 3	3	78,33	0,98	6	9	54,16	6,67	93,33	94335	1733,3	190
Hda. El Rosario 1	3	179,66	0,80	15	19	62,66	46,66	53,34	186750	1350,0	193
Hda. Aliaga	3	149,00	0,80		25	39,00	0,00	100,00	246600	1168,9	200
Hda. Santa Isabel	3	172,50	1,83	7	12	81,66	96,66	3,34	121778	5742,2	175
Hda. Pinguilla	3	150,66	1,28	7	11	71,83	90,00	10,00	110222	4520,0	124
Hda. Los Nevados	4	169,50	1,20	8	13	66,00	90,00	10,00	122778	4017,8	180
Hda. El Rosario 3	4	78,00	1,09	5	8	61,66	33,33	66,67	84168	1751,1	190
Hda. El Rosario 1	4	171,66	1,10	16	20	51,33	40,00	60,00	198500	1533,3	193
Hda. Aliaga	4	142,00	0,73		34	41,50	0,00	100,00	336600	1071,1	200
Hda. Santa Isabel	4	167,33	1,93	8	14	101,66	96,66	3,34	123111	5800,0	175
Hda. Pinguilla	4	148,33	1,79	7	11	78,30	96,66	3,34	108889	4457,8	124

Anexo 10. Tabla de los resultados obtenidos en las seis localidades con sus repeticiones de la fase de laboratorio, 2015.

LOCALIDAD	REP.	Pureza (%)	Granos encapsulados (%)	Granos manchados y quebrados (%)	Material Inerte (%)	Granos pregerminados (%)	Humedad (%)	Peso hectolítrico (kg/hL)	Peso de 1000 granos (g)	Germinación (%)
Hda. Los Nevados	1	81,70	2,40	8,60	2,40	4,90	12,10	60,00	3,15	90,70
Hda. El Rosario 3	1	92,50	1,25	2,50	3,75	0,00	12,00	63,00	3,24	95,00
Hda. El Rosario 1	1	96,10	1,30	1,27	1,23	0,10	12,00	63,00	3,24	98,60
Hda. Aliaga	1	97,29	0,67	1,37	0,67	0,00	12,20	61,00	3,18	89,70
Hda. Santa Isabel	1	88,40	0,00	6,90	4,35	0,35	12,00	66,50	3,36	96,30
Hda. Pinguilla	1	94,93	2,15	1,26	1,66	0,00	13,50	62,50	3,20	76,00
Hda. Los Nevados	2	84,30	1,55	9,43	2,85	1,87	12,00	61,00	3,18	91,00
Hda. El Rosario 3	2	90,30	1,45	3,00	4,12	1,13	11,90	63,00	3,24	96,10
Hda. El Rosario 1	2	94,30	1,41	1,45	1,45	1,39	12,00	62,50	3,22	98,00
Hda. Aliaga	2	96,10	0,84	1,45	1,05	0,56	12,00	61,50	3,19	90,00
Hda. Santa Isabel	2	90,40	0,15	5,95	3,50	0,00	12,10	64,50	3,32	98,70
Hda. Pinguilla	2	91,50	2,48	1,05	3,15	1,82	12,90	63,00	3,23	78,00
Hda. Los Nevados	3	85,10	1,84	7,45	3,00	2,61	12,00	60,00	3,15	90,50
Hda. El Rosario 3	3	89,10	1,32	3,50	5,45	0,63	12,00	62,50	3,21	95,50
Hda. El Rosario 1	3	93,20	1,45	1,15	1,65	2,55	12,10	63,00	3,26	97,10
Hda. Aliaga	3	95,10	0,76	1,35	1,24	1,55	12,10	60,00	3,14	91,50
Hda. Santa Isabel	3	91,40	0,24	4,85	3,51	0,00	12,10	66,00	3,34	96,00
Hda. Pinguilla	3	91,20	1,95	1,96	3,40	1,49	12,80	62,50	3,20	77,00
Hda. Los Nevados	4	88,40	1,12	6,40	3,95	0,13	12,00	61,00	3,19	91,20
Hda. El Rosario 3	4	91,80	1,42	3,15	3,63	0,00	12,00	63,50	3,26	96,50
Hda. El Rosario 1	4	94,70	1,26	1,69	1,45	0,90	12,00	63,00	3,24	98,40
Hda. Aliaga	4	94,50	0,74	1,48	1,38	1,90	12,10	61,00	3,19	92,60
Hda. Santa Isabel	4	89,50	0,05	4,98	4,15	1,32	12,00	67,00	3,38	97,40
Hda. Pinguilla	4	93,70	2,34	1,47	2,49	0,00	13,40	62,50	3,19	76,50

Anexo 11. Material fotográfico



Plántula de quinua, lista para trasplante



Plántulas de quinua a 45 días después de la siembra en la localidad Rosario 3



Invernadero Pilonera "PILVICSA"



Explicación de la evaluación del cultivo, localidad Santa Isabel



Preparación de estacas e implementos para el levantamiento de unidades experimentales



Evaluación del cultivo a los 45 días después de la siembra, localidad Santa Isabel



Plántulas de quinua 70 días después de la siembra en la localidad Santa Isabel



Levantamiento unidades experimentales, localidad Los Nevados



Levantamiento unidades experimentales, localidad Aliaga



Plantas de quinua entre floración e inicio de madurez fisiológica, en la localidad Aliaga



Controles fitosanitarios mecanizados en localidad Santa Isabel



Toma de dato localidad Rosario 3



Uniformidad de plantas de quinua en etapa de floración, en la localidad Los Nevados



Hoja afectada con *Cercospora*, localidad Rosario 3



Plantas de quinua por chorro continuo entrando a madurez fisiológica en la localidad Rosario 1



Plantas de quinua iniciando madurez fisiológica en la localidad Rosario 1



Quinoa en etapa de floración en la localidad Los Nevados



Quinoa lista para cosecha, localidad La Aliaga



Panoja en floración de quinoa en localidad Rosario 3



Quinoa en avanzado estado de madurez, localidad Rosario 1



Quinoa lista para cosechar, localidad Los Nevados



Panoja de quinoa de densidad laxa, localidad Santa Isabel



Quinoa en avanzada madurez fisiológica, localidad Rosario 3



Cosecha de quinoa de forma manual, localidad los Nevados



Quinoa en madurez fisiológica, localidad Pinguilla en Puéllaro



Evaluación del cultivo antes de la cosecha, localidad Pinguilla



Cosecha de quinoa, localidad Los Nevados



Trilla de panojas de quinoa cosechadas



Quinoa lista para cosecha, localidad Rosario 3



Tamizado del grano de quinoa, separación de impurezas



Quinoa a cosechar, localidad Pinguilla



Quinoa tamizada



Impurezas obtenidas en el tamizado



Clasificación de la muestra de quinua



Equipo BOERNER, homogeneizador de muestras



Equipo del lecho fluidizo, para separación de impurezas



Balanza de alta precisión



Pesaje de las partes clasificadas en el muestreo