

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



TRABAJO DIRIGIDO

**CARACTERIZACIÓN DE GRANOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
DE LAS ACCESIONES DE GERMOPLASMA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA - UMSA**

MARCO ANTONIO ECHENIQUE QUEZADA

**La Paz – Bolivia
2011**

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

**“CARACTERIZACIÓN DE GRANOS DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) DE LAS ACCESIONES DE GERMOPLASMA DE
LA FACULTAD DE AGRONOMÍA - UMSA”**

*Trabajo Dirigido Presentado como requisito
parcial para optar el Título de Licenciado en
Ingeniería Agronómica*

MARCO ANTONIO ECHENIQUE QUEZADA

Asesor:

Ing. M.Sc. Félix Mamani Reynoso

Tribunal Examinador:

Ing. Ph.D. Félix Marza Mamani

Ing. Rafael Murillo García

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

**La Paz – Bolivia
2011**

A Dios, a la Vida, a mi Familia

Con inmensa gratitud y reconocimiento al inagotable apoyo y sacrificio de mis padres: Emilio Echenique Tapia y Hortencia Quezada de Echenique, a mis hermanos Fanny, Betty, Celia, Lourdes, Wilson, Rubén y Filomena, a toda mi familia.

Un agradecimiento especialmente a Fátima por todo el apoyo brindado.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres quienes que me dieron el don de la vida el tesoro más valioso que puede dar el ser humano junto al amor y comprensión. Quienes sin limitar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida en mi educación, a mis hermanos quienes siempre me apoyaron con su alegría y esperanza a quienes la ilusión de su existencia ha sido verme convertido en persona de bien apoyando siempre mis proyectos viendo mis logros, tropiezos y animando a seguir adelante.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, institución de enorme calidad, por haber contribuido a mi formación profesional y a todo el personal administrativo.

Agradezco al Programa Granos Andinos (PROGRANO) por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo dirigido y a todo el personal técnico con los que comenzamos este programa en especial a la señorita Máxima Limachi Limachi por el apoyo desinteresado y fe para la concreción de este trabajo.

La mas sincera gratitud y reconocimiento de manera especial a mi asesor y mas que todo amigo Ing. M.Sc. Félix Mamani Reynoso, por su apoyo, consejos, aporte de su experiencia y conocimientos invaluable que me brindo para llevar a cabo este trabajo, y sobre todo su gran paciencia para que este trabajo llegue a su fin.

A los ingenieros: Ing. Ph.D. Félix Marza Mamani y al Ing. Rafael Murillo García por las valiosas contribuciones y sugerencias pertinentes para la culminación de ésta culminación

Al Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas, Ing. Andrés Bustamante, Ing. Justina Condori, Ing. Silvia Aliaga, por su apoyo y colaboración en momentos donde necesitaba de ellos y no se excusaron.

A todos los compañeros y amigos de estudio, por su amistad y por todo los momentos buenos y malos que viví con ellos tanto dentro como fuera de las aulas de esta querida facultad.

CONTENIDO

Pag.

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESÚMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Justificación del Trabajo.....	3
1.3. Objetivos del Trabajo.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Metas.....	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Contexto Normativo.....	5
2.2. Marco Conceptual.....	6
2.2.1. La quinua.....	6
2.2.2. Importancia de la quinua	6
2.2.3. Características del grano de Quinua	7
2.2.4. Forma del grano	9
2.2.5. Tamaño de grano	9
2.2.6. Atributos de calidad del grano de quinua	10
2.2.7. Recursos Fitogenéticos.....	11
2.2.8. Conservación de recursos Fitogenéticos	12
2.2.9. Conservación <i>ex situ</i> – <i>in situ</i>	12
2.2.10. Bancos de Germoplasma	13
2.2.11. Conservación de Germoplasma.....	13
2.2.12. Germoplasma	14
2.2.13. Entrada o accesión de germoplasma	14
2.2.14. Manejo y uso de germoplasma	14
2.2.15. Sistemas de Información geográfica (SIG).....	18
2.2.16. Importancia de los SIG	18
2.2.17. Sistemas de Información Geográfica y Recursos genéticos	19
2.2.18. Análisis Multivariado	19
III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA	22
3.1. Localización	22
3.1.1. Características del Programa Granos Andinos (PROGRANO) .	22

3.2.	Materiales	24
3.2.1.	Material Genético	24
3.2.2.	Material de Laboratorio	24
3.2.3.	Material de Gabinete	24
3.3.	Métodos	25
3.3.1.	Procedimiento de Trabajo	25
3.4.	Variables	26
3.4.1.	Variables Cuantitativas	26
3.4.2.	Variables Cuantitativas	27
IV.	SECCIÓN PROPOSITIVA	29
4.1.	Aspectos Propositivos del Trabajo Dirigido	29
4.1.1.	Análisis de Estadística Descriptiva	29
4.1.2.	Análisis de correlación simple de Pearson	30
4.1.3.	Análisis de componentes principales	30
4.1.4.	Análisis de conglomerados	30
4.1.5.	Estudio de la Distribución geográfica de las accesiones de quinua	30
4.2.	Resultados	31
4.2.1.	Análisis descriptivo de las accesiones de quinua	31
4.2.2.	Análisis de Frecuencias	32
4.2.2.1.	Germinación (%) (G)	32
4.2.2.2.	Peso Hectolítrico (Kg/hl) (PH)	32
4.2.2.3.	Diámetro de Grano (mm.) (DDG)	33
4.2.2.4.	Espesor de grano (mm.) (EDG)	34
4.2.2.5.	Color de Perigonio (CPG)	35
4.2.2.6.	Color de Pericarpio (CPC)	35
4.2.2.7.	Color del Epispermo (CEP)	36
4.2.2.8.	Apariencia del epispermo (AEP)	37
4.2.2.9.	Aspecto del perisperma (APP)	37
4.2.2.10.	Borde del grano (BDG)	38
4.2.2.11.	Forma del grano (FDG)	39
4.2.3.	Análisis Multivariado	39
4.2.3.1.	Análisis de correlaciones de las variables cuantitativas	39
4.2.3.2.	Análisis de Factores mediante Componentes Principales (A.C.P.) para variables cuantitativas	40
4.2.3.3.	Análisis de correlaciones de las variables cualitativas	43
4.2.3.4.	Análisis de Factores mediante Componentes Principales (A.C.P.) para variables cualitativas	44
4.2.4.	Distribución geográfica de las accesiones de quinua	47
4.2.4.1.	Procedencia de las colectas realizadas por (PROGRAMA) ...	47
V.	SECCIÓN CONCLUSIVA	53
VI.	RECOMENDACIONES	56
VII.	BIBLIOGRAFÍA	57

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Clases de grano en quinua (por el tamaño y diámetro de grano.....	10
Cuadro 2. Forma y Borde de grano de quinua.....	28
Cuadro 3. Parámetros estadísticos de las variables cuantitativas de las 168 accesiones de grano de quinua.....	31
Cuadro 4. Matriz de correlaciones para variables cuantitativas del grano de quinua.....	40
Cuadro 5. Varianza total explicada del análisis de factores mediante ACP para variables cuantitativas del grano de quinua.....	40
Cuadro 6. Matriz de correlaciones para variables cualitativas del grano de quinua.....	44
Cuadro 7. Varianza total explicada del análisis de factores mediante ACP para variables cualitativas del grano de quinua.....	44
Cuadro 8. Procedencia de las accesiones de quinua.....	48
Cuadro 9. Descripción de variables cualitativas de 168 accesiones de quinua.....	49
Cuadro 10. Descripción de variables cuantitativas de 168 accesiones de quinua.....	50

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.	Subregiones del altiplano Boliviano.....	23
Figura 2.	Diagrama de frecuencias para el % de germinación.....	32
Figura 3.	Diagrama de frecuencias para el peso hectolítrico.....	33
Figura 4.	Diagrama de frecuencias para el diámetro de grano.....	34
Figura 5.	Diámetro de frecuencias para el espesor de grano.....	34
Figura 6.	Diagrama de frecuencias para el color de perigonio.....	35
Figura 7.	Diagrama de frecuencias para el color de pericarpio.....	36
Figura 8.	Diagrama de frecuencias para el color de episperma.....	36
Figura 9.	Diagrama de frecuencias para la apariencia de episperma.....	37
Figura 10.	Diagrama de frecuencias para el aspecto de perisperma.....	38
Figura 11.	Diagrama de frecuencias para el borde de grano.....	38
Figura 12.	Diagrama de frecuencias para la forma de grano.....	39
Figura 13.	Grafica de sedimentación variables cuantitativas del grano de quinua	41
Figura 14.	Gráfica de distribución de correlación de las variables cuantitativas del grano de quinua en los dos primeros planos factoriales.....	42
Figura 15.	Representación de observaciones en el primer y segundo eje del ACP variables cuantitativas del grano de quinua.....	43
Figura 16.	Grafica de sedimentación variables cualitativas del grano de quinua	45
Figura 17.	Gráfica de distribución de correlación de las variables cualitativas del grano de quinua en los dos primeros planos factoriales.....	46
Figura 18.	Representación de observaciones en el primer y segundo eje del ACP variables cualitativas del grano de quinua.....	47
Figura 19.	Imagen satelital de distribución de las accesiones de quinua.	51
Figura 20.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua.....	52
Figura 21.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Aroma del departamento de La Paz.....	81
Figura 22.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Camacho del departamento de La Paz.....	82
Figura 23.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Ingavi del departamento de La Paz.....	83
Figura 24.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Los Andes del departamento de La Paz.....	84
Figura 25.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Murillo del departamento de La Paz.....	85
Figura 26.	Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Omasuyos del departamento de La Paz	86

Figura 27. Mapa de distribución de las accesiones de quinua en la provincia Pacajes del departamento de La Paz..... 87

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pag.
Fotografía 1. Colocado de granos de quinua en la cámara de germinación.....	88
Fotografía 2. Granos de quinua germinados y evaluados a las 15 horas.....	88
Fotografía 3. Granos de quinua germinados y evaluados a las 30 horas.....	88
Fotografía 4. Evaluación del diámetro de grano con el vernier digital.....	88
Fotografía 5. Granos de quinua con diferentes diámetros.....	88
Fotografía 6. Evaluación del espesor de grano con el vernier digital.....	87
Fotografía 7, 8, 9. Evaluación del peso hectolítrico de los granos de quinua.....	89
Fotografía 10, 11. Variabilidad en cuanto a los colores del grano de quinua.....	89
Fotografía 12, 13. Equipos para la observación de características cualitativas del grano de quinua.....	89

INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Matriz Básica de datos (MBD) de recolección de 168 accesiones de quinua.....	63
Anexo 2. Descripción de las variables cuantitativas de 168 accesiones de quinua.....	71
Anexo 3. Descripción de las variables cualitativas de 168 accesiones de quinua.....	75
Anexo 4. Dendograma de variables cuantitativas.....	79
Anexo 5. Dendograma de variables cualitativas.....	80
Anexo 6. Mapas de distribución geográfica de las 168 accesiones de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) por provincia.....	81
Anexo 7. Fotografías.....	88

RESUMEN

Con el propósito de completar la información disponible del banco de germoplasma de quinua del Programa Granos Andinos (PROGRANO) dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA, se caracterizó y evaluó 168 accesiones, que corresponden al material nuevo que fue colectada en los últimos dos años. Se analizó e identificó las variables cualitativas y cuantitativas del grano para poder incorporarlos al germoplasma de quinua de la Facultad de Agronomía - UMSA.

El análisis estadístico descriptivo de las 168 accesiones del grano de quinua muestra que las variables con más altos coeficientes de variación fueron: El peso hectolítrico (kg/hl) con una media 14.02 kg/Hl, el porcentaje de germinación (%) con una media 93.4 %, el diámetro de grano (mm) con una media 1.93 mm.

La variabilidad en los granos de quinua respecto al color que predominan son el color de perigonio pajizo (26%), el color de pericarpio pajizo (49.4%) y el color de episperma crema suave (59%). Es predominante en los granos de quinua la apariencia de episperma vítreo (59.5 %), el aspecto de perisperma sucroso (75 %), el borde de grano afilado (84.5 %) y forma de grano lenticular (40 %).

Del análisis de componentes principales (ACP) para variables cuantitativas del grano se encontró un aporte de 45.75 % para el primer componente asociado a las variables peso hectolítrico, diámetro de grano y espesor de grano y un 23.86% para el segundo asociado al porcentaje de germinación.

Del análisis de componentes principales (ACP) para variables cualitativas del grano se encontró un aporte de 24.63% para el primer componente asociado a las variables color de perigonio y el color de pericarpio, un 17.21% para el segundo asociado con la variable apariencia de episperma, un 15.34% para el tercero asociado con la variable borde de grano, y un 14.67% para el cuarto asociado al color de episperma y forma de grano.

Además que la mayor proporción de las accesiones recolectadas pertenecen a la provincia Los Andes (73 accesiones) y la que presenta menor cantidad de

accesiones recolectadas es la provincia Murillo (3 accesiones) del departamento de La Paz.

El valor de este trabajo se presenta en la caracterización de los granos de quinua, que servirá de base para posteriores trabajos de refrescamiento de la semilla, conservación, mejoramiento y documentación de toda la información respecto a su variabilidad y así emplearla en el futuro como una estrategia más para hacerle frente al cambio climático siendo parte de la seguridad alimentaria, puesto que este cultivo se desarrolla en condiciones extremas.

I. INTRODUCCIÓN

Los cultivos de la región andina se caracterizan por ser ricos en variabilidad genética, a pesar de ello en la mayoría de las especies no esta siendo usada adecuadamente debido al desconocimiento tanto de su diversidad como de sus formas de utilización.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por ser un cultivo ancestral constituye la mayor diversidad genética cultivada y silvestre de la zona andina (3121 accesiones) y la caracterización de este material genético en los bancos de germoplasma *in situ* como *ex situ* es importante, estos son realizados por técnicos y profesionales; dentro de esta actividad es necesario coordinar conocimientos y experiencias para contar con descriptores de fácil uso y mayor utilidad tanto para el agricultor como por los técnicos dedicados a la conservación y utilización de la diversidad genética.

Los resultados de la caracterización y el proceso de mejora genética es una alternativa que permite aumentar los rendimientos del cultivo a partir del material genético base denominado germoplasma.

Para que una colección genética tenga valor para los investigadores botánicos y fitomejoradores, inicialmente se debe contar con una descripción de los rasgos morfológicos, agronómicos y evaluaciones a diversos factores. El mejorador requiere de ésta información, en la cual encontrará la descripción esquematizada de las características que interesan y los individuos (accesiones) que sean útiles.

El mejorador de quinua requiere de información sobre las características del material genético disponible en un banco de germoplasma. La caracterización del germoplasma no debe hacerse sólo sobre los caracteres agromorfológicos de la planta, sino también, sobre aspectos referidos al grano.

El manejo de los recursos fitogenéticos es un proceso complejo, incluye desde la identificación de un conjunto de genes hasta la conservación y utilización de los mismos, en muchas de estas actividades se necesita de datos georeferenciales

que permita identificar zonas agroecológicas de mayor diversidad genética a través del análisis de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que hace este proceso más eficaz.

El proceso de elaboración de mapas y evaluación de la distribución geográfica, ha sido realizado aplicando programas (S.I.G.) para el mapeo y análisis espacial de los datos como el ArcView, los cuales contribuyen enormemente al estudio de nuestra diversidad.

1.1. Planteamiento del Problema.

La productividad es muy aleatoria y presenta amplia variabilidad en todo el país, debido a la cantidad y a la distribución periódica de las lluvias. En la zona andina algunos años son más críticos, por la sequías recurrentes ocasionadas por el calentamiento de las aguas de Océano Pacífico, fenómeno denominado “el niño”, mientras que en la zona tropical con el cambio climático ocasionado por el niño las precipitaciones se incrementan provocando desbordes de ríos e inundaciones. En la actualidad, se comienza a aplicar una política mundial sobre la conservación de la biodiversidad y emprende el camino hacia la investigación y conservación de las especies olvidadas o subutilizadas.

Actualmente el Programa Granos Andinos (PROGRANO) dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA, trabaja en planes y proyectos integrales de conservación y manejo de la biodiversidad en granos andinos, en mejoramiento genético y manejo de germoplasma de granos andinos (quinua, cañahua, tarwi, maíz, amaranto o millmi, cebada y haba), formando investigadores y fortaleciendo su capacidad de investigación, considerando estrategias de conservación de recursos fitogenéticos, las cuales dependen básicamente del tipo de germoplasma y de los objetivos de la conservación.

El proceso de caracterización y evaluación de los granos que se conservan en la colección de germoplasma de quinua del Programa Granos Andinos (PROGRANO), están siendo discontinuas, debido al incremento constante del número de accesiones en la colección de quinua.

1.2. Justificación del Trabajo

La conservación y el manejo de los recursos genéticos es uno de los objetivos prioritarios de la investigación agrícola, por la importancia que ellos representan tanto para la población actual como para las futuras generaciones.

En provincias como Aroma, Camacho, Ingavi, Los Andes, Murillo, Omasuyos y Pacajes del departamento de La Paz se realizan actividades de producción agrícola donde destacan los cultivos, de papa, maíz andino o de altura, quinua, cañahua, haba, tarwi, trigo, cebada para grano, y pastos constituyéndose en unos verdaderos reservorio de material genético de importancia única y trascendental.

En la actualidad la importancia de conservación *ex situ* es una estrategia que se aplica para no perder la diversidad genética. La conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de los organismos fuera de su hábitat natural, conservando las especies amenazadas y los recursos genéticos en bancos de semillas, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos.

En el programa Granos Andinos se preserva una colección de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de más de 1750 accesiones, la mantención de esta amplia variabilidad, constituye una relevante contribución al proceso de investigación dentro la UMSA y en diferentes provincias del altiplano boliviano.

Con este trabajo se fortalecerá la base de datos de la colección de germoplasma de quinua, los cuales permiten actualizar datos existentes en el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía – UMSA, que serán de gran utilidad para el proceso de mejoramiento y coadyuvaran en el impacto del desarrollo de la productividad de éste cultivo y por tanto en el beneficio a los investigadores, productores, transformadores, estudiantes y personas que deseen obtener información y tener opciones múltiples de orientar futuras investigaciones.

Durante las gestiones 2008 -2010, la mayor parte del germoplasma (815 accesiones) ha sido caracterizado y evaluado según criterios de características del grano, sin embargo, el material colectado en los dos últimos años, alcanza a 168 accesiones y no fue caracterizado, motivo por el cual se efectuó este trabajo de investigación con el propósito de completar la caracterización y mapeo del germoplasma de quinua.

1.3. Objetivos del Trabajo

1.3.1. Objetivo General

Fortalecer la base de datos del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía - UMSA con el proceso de caracterización del grano de 168 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características cuantitativas y cualitativas del grano de las accesiones de germoplasma de quinua.
- Realizar el mapeo de 168 accesiones de quinua en base a las características cuantitativas y cualitativas del grano.

1.4. Metas

- Caracterizar granos de 168 accesiones de quinua.
- Obtener 7 mapas de ubicación geográfica de las provincias de recolección del grano de las accesiones de quinua.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto Normativo

El Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, en su capítulo segundo, establece la conveniencia de conceder la máxima prioridad a la custodia de la valiosa diversidad de características únicas existentes en las colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos, fomentando y consolidando la cooperación entre los programas nacionales e internacionales para el mantenimiento de dichas colecciones (FAO, 1996).

La Comunidad Andina de Naciones (CAN), conformada por Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y en ese entonces también Venezuela, el 2 de julio de 1996 promulgó la Decisión 391, que en su Artículo 6 establece que “los recursos genéticos de los cuales los países firmantes son originarios, son bienes o patrimonio de la Nación o Estado” (FAO, 2009).

La nueva Constitución política del Estado, en su Artículo 348, engloba a la biodiversidad como recurso natural y en el Art. 349, inciso I, establece que “los recursos naturales son de propiedad y dominio directo, indivisible e imprescriptible del pueblo boliviano y corresponde al Estado su administración en función del interés colectivo”. Asimismo, en el Art. 381 inciso II, establece que “el Estado protegerá todos los recursos genéticos y micro-organismos que se encuentren en los ecosistemas del territorio, así como los conocimientos asociados con su uso y aprovechamiento” (FAO, 2009).

El Decreto Supremo 29611 de 25 de junio de 2008, creó el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente (MDRAYMA). En el artículo 5 inciso (a) establece que entre sus funciones el INIAF tiene: “Dirigir, realizar y ejecutar procesos de investigación, innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semilla, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos” (MDRyT; INIAF 2009).

A partir de este Decreto, el INIAF asume la responsabilidad de conservar los Recursos Genéticos a corto, mediano y largo plazo, sin embargo ha delegado la conservación a los Bancos del Sistema Nacional de Recursos Genéticos bajo el marco del Proyecto de Transición de los Bancos de Germoplasma, para su administración completa por el estado (FAO,2009).

En febrero de 2009, se disuelve el Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente (MDRAyMA), entidad del cual dependía el INIAF y se crea en su lugar el Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Tierras (MDRyT) separando al Ministerio Medio Ambiente y Agua, sin embargo el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, ve el tema referido a la normativa sobre recursos genéticos.

El Decreto Supremo 24676 sobre acceso a recursos genéticos, es la normativa vigente en el país, y la Autoridad Nacional competente en el tema es el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos (FAO, 2009).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. La quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una especie que posee una gran variabilidad y diversidad genética, con elevadas cualidades nutricionales, fundamentalmente el de su proteína (Apaza, 2005).

Desde el punto de vista de su variabilidad genética puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, siendo la región andina y dentro de ella, las orillas del lago Titicaca, las que muestran mayor diversidad y variación genética (FAO, 2001).

2.2.2. Importancia de la quinua

En Bolivia el cultivo de quinua reviste una vital importancia por ser el pilar principal de la agricultura en el altiplano, debido a que se constituye en la principal fuente

alimenticia de ésta región y el único que puede ser cultivado de forma extensivo y es parte de la seguridad alimentaria de los pueblos andinos quechuas y aymaras (Gandarillas, 1997).

La importancia de la quinua radica en su valor alimenticio para el ser humano, ya que se las puede preparar de varias formas. En la industria la panificación, preparación de fideos y galletas (Bravo 1975).

En el campo de la nutrición tiene especial significancia pues aporta un alto porcentaje de proteínas y calcio. Valor nutritivo relacionado con el tamaño del embrión en el grano, (Lescano, 1994). Asimismo Tapia (2001), indica que el contenido de proteína es importante y varía de acuerdo a la variedad genética, la edad de maduración de la planta, la localización del cultivo y la fertilidad del suelo. El contenido de proteínas y grasas de éstos granos es más alto que el de los cereales como el trigo que presentan un 8.6 %.

2.2.3. Características del grano de Quinua

El fruto de la quinua esta cubierto por capas donde el perigonio cubre la semilla y se desprende con facilidad al frotarlo (Tapia, 1990), el pericarpio esta adherido a la semilla, presentando alvéolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente (Torres, Minaya, 1980). Debajo del pericarpio existen dos capas que cubren la semilla, la segunda capa está ligada al perisperma (Varriano y De Francisco, 1984).

Grace (1985), Aguilar y Jacobsen (2003) citados por Correa (2005), indican que el rendimiento y tamaño de Grano de quinua, son los principales determinantes de su calidad principales criterios de selección en el mejoramiento de la especie.

El color de grano esta determinado por el color del pericarpio y cuando éste es translúcido, está determinado por el color del epispermo. Las diferentes coloraciones del perigonio, pericarpio y episperma son la razón para que la inflorescencia de la quinua presente tan variados colores (Tapia, 1979).

2.2.3.1. Perigonio

El perigonio contiene una semilla, la que se desprende con facilidad al frotar el fruto cuando esta seco. El color de fruto esta asociado con el color del perigonio que puede ser verde, púrpura o rojo. En estado maduro es de forma estrellada por la quilla que presenta los cinco sépalos (Tapia, 1990; Gandarillas, 1985; Lescano, 1980; Cornejo, 1976; León, 1964).

El perigonio tiene un aspecto membranáceo, opaco de color claro, con estructura alveolar, con un estrato de células de forma poligonal – globosa y de paredes finas lisas (Gallardo et al; 1997).

2.2.3.2. Pericarpio

El pericarpio del fruto esta pegado a la semilla, presenta alveolos y en algunas variedades se separa fácilmente, en el se encuentra la saponina (Gandarillas, 1985). El pericarpio es la primera capa que da color al grano es de naturaleza celulósica impermeable al agua (Lescano, 1994).

2.2.3.3. Epispermo

El Epispermo es la membrana delgada, lisa, sin poros, algunas pocas huellas de rugosidades de la capa anterior, que envuelve a la semilla (embrión y perisperma). (Gandarillas, 1985; Zabaleta, 1982; Tapia, 1979; León, 1979). El epispermo puede ser de color translúcido, blanco, café y negro (Lescano, 1980).

2.2.3.4. Perisperma

El perisperma se encuentra al centro de la semilla arrollado en círculo por el embrión, es de color claro y formado por almidón, (León, 1994), en forma similar, Zabaleta (1982) dice que el perisperma incluye pequeños granos de almidón de micras de diámetro, que tienen la característica de no formar geles y se colorean de azul al ser tratados con lugol. Además el almidón de la quinua tiene bajo contenido de gluten (Lescano, 1994).

2.2.3.5. Endospermo - Embrión

El endospermo está constituido por el embrión, que se enrolla en un círculo externo al perisperma pudiendo distinguirse los cotiledones y la radícula. (Tapia, 1990; Zabaleta, 1982).

El embrión que presenta la quinua es mucho más grande que el de los cereales y de ahí probablemente su mayor contenido de aminoácidos. El endospermo es menor y es así que los almidones de la quinua se acumulan en el perisperma de la semilla (Lescano, 1994).

2.2.4. Forma del grano

La semilla de quinua es de forma globulosa, lenticular, y en consecuencia sus caras son ligeramente convexas, pero una de ellas ofrece una leve prominencia central opaca, aunque raras veces translúcidas. Sus bordes son generalmente afilados y excepcionalmente redondeados (Contreras, 1994).

El grano de quinua presenta tres formas: cónica, cilíndrica y elipsoidal; el borde del grano puede ser afilado o redondeado. Este último carácter es muy importante para propósitos taxonómicos, ya que la quinua cultivada, con pocas excepciones tiene el borde afilado o prominente, en tanto que las silvestres lo tienen redondeado (Gandarillas, 1985).

2.2.5. Tamaño de grano

El tamaño del grano de quinua es un parámetro importante desde el punto de vista económico, ya que en el mercado interior al igual que el exterior, el precio es mayor por tener granos grandes (Gandarillas y Bonifacio, 1992; Rodríguez de la Zerda, 1988; Almeida, 1987).

La mayor concentración de grano grande se encuentra en la parte sur del altiplano boliviano, donde se cultiva con el nombre de quinua Real y es la más comercial y cotizada (Gandarillas y Bonifacio, 1992), en cambio los granos de quinua de grano pequeño, mediano y dulce, están distribuidos en el altiplano norte, tiene un mercado limitado (Tapia, 1990).

El Instituto Boliviano de Normalización y Calidad IBNORCA (2007), mediante la norma NB 312004, realiza una clasificación por diámetro de grano, donde se presentan cuatro clases (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clases de grano en quinua (por el tamaño y diámetro de grano)

Clase	Tamaños de los granos	Diámetro de los granos (mm)
Especiales	Extragrandes	Mayores a 2.20
Primera	Grandes	Entre 1.75 a 2.20
Segunda	Medianos	Entre 1.35 a 1.75
Tercera	Pequeños	Menores a 1.35

Fuente: IBNORCA Norma Boliviana 312004 (2007)

2.2.6. Atributos de calidad del grano de quinua

La calidad de semilla se juzga por su apariencia física, es decir, tamaño, color, uniformidad y ausencia de materiales extraños tales criterios, son útiles cuando se trata de grano comercial (CRS, 1992).

Desde el punto de vista comercial se desea que la semilla sea de tamaño grande de color blanco uniforme, libre de ajaras (semillas de color negro), libre de saponinas, libre de impurezas de origen orgánico y mineral, semilla no manchada ni amarillenta (Mujica, 1996).

En la actualidad las plantas procesadoras de quinua tienen una disminución considerable en el procesamiento del grano, debido a que el producto bruto contiene muchas impurezas, lo cual representa una pérdida económica que repercute en los costos de comercialización (Aroni, 1995).

2.2.6.1. Atributos físicos

Entre los atributos Físicos del Grano de quinua, podemos mencionar; Peso Volumétrico, Peso de 1000 granos, Humedad de semilla, Pureza física y los Daños mecánicos (Espinoza, 1996).

Peso Volumétrico.- Es el peso en kilogramos de un determinado volumen de granos, se refiere al peso de un hectolitro (100 litros), es una característica que refleja el grado de desarrollo de la semilla. Sirve para evaluar la calidad de la

semilla. El peso hectolítrico está influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad; cuanto menor es la semilla, mayor es su peso volumétrico. La información del peso volumétrico además de ser útil en la evaluación de la calidad de semilla, es esencial para el cálculo de la capacidad de silos y depósitos en general (Espindola, 1982)..

2.2.6.2. Atributos fisiológicos

Entre los atributos fisiológicos del grano de quinua están; la Germinación y el Vigor.

Germinación.- La germinación es definida como la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, manifestándose su capacidad para dar origen a una plántula normal, sobre condiciones ambientales favorables (Espinoza, 1996).

Es la característica más importante de la semilla. Para las diferentes especies se tiene estándares ya definidos. Por regla general, se espera un porcentaje mayor a 80, para su determinación existen diferentes métodos en función a la disponibilidad de equipos y el tamaño de la semilla (Sauma y Escobar, 2000).

Germinación es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales que para la clase de semilla que se está ensayando indican la capacidad para desarrollarse normal bajo condiciones favorables en el suelo (ISTA, 1985).

2.2.7. Recursos Fitogenéticos

Los recursos filogenéticos son la suma de todas las combinaciones de genes, esto implica que el material (Germoplasma) tiene o puede tener valor económico o utilitario, actual o futuro. En tanto son útiles, el hombre aprovecha los recursos filogenéticos y para ello debe conocerlos, manejarlos y utilizarlos racionalmente (Jaramillo y Baena, 2000).

Los recursos fitogenéticos se constituyen en un bien material y fuente de una amplia variedad de plantas, sobre las otras formas de vida que dependen de ellas para su subsistencia. Desde el punto de vista de mejoramiento, los recursos fitogenéticos fortalecen las bases de la agricultura (Cubillos, 1992; Vilela y Candeira, 1994).

Los recursos genéticos vegetales son recolecciones o poblaciones de materiales reproductivos que se mantienen y utilizan como fuentes de variación genética en el mejoramiento de los cultivos (Manrique, 1989).

2.2.8. Conservación de recursos Fitogenéticos

Las plantas se conservan dependiendo de su necesidad y/o utilidad actual y futura. Los recursos filogenéticos se pueden conservar fuera de su hábitat natural (*ex situ*), o combinando los métodos *in situ* y *ex situ*, de manera complementaria. La selección de uno o varios métodos depende de las necesidades, las posibilidades y del objetivo de la especie (Jaramillo y Baena, 2000). Los recursos filogenéticos se conservan para utilizarlos y ello sólo es posible si se conocen sus características (Gonzales *et al.* 1998).

La preservación implica, recolección, conservación, caracterización, evaluación, documentación, intercambio y capacitación del personal que trabaje con ellos (Manrique, 1989).

2.2.9. Conservación *ex situ* – *in situ*

La conservación *ex situ* se refiere a la conservación de las especies silvestres y/o cultivadas fuera de su hábitat natural, a través de diferentes alternativas como bancos de germoplasma, jardines botánicos y técnicas biotecnológicas en laboratorio. Comprende una serie de actividades que incluyen: a) la adquisición de germoplasma, b) multiplicación preliminar, c) Almacenamiento, d) Manejo de Germoplasma conservado, e) Caracterización y Evaluación (Gonzales *et al.* 1998).

La conservación de recursos genéticos *in situ*, es el mantenimiento continuado de una población en la comunidad a la cual pertenece y dentro del ambiente al que está adaptado (Lleras, 1991).

2.2.10. Bancos de Germoplasma

El banco de germoplasma, es un conjunto de valores o especies, que contienen información sobre un determinado aspecto específico y que son almacenados en forma ordenada (Lescano, 1994). Es un Banco de genes (semillas, cultivos, tubérculos raíces reservantes), donde se guardan recursos genéticos que ayudan a proteger la biodiversidad, cuya pérdida reduciría conjuntos genéticos vegetales disponibles para agricultores y científicos (Huamán, 1986).

Un banco de germoplasma es una estructura organizativa, que se establece dentro de una estrategia global de conservación de recursos genéticos y cuyos objetivos son propios de la conservación genética y la disponibilidad de germoplasma. Esta disponibilidad puede tener propósitos prácticos o de investigación y se constituye en un factor fundamental para la certificación de semillas (Manrique, 1989).

2.2.11. Conservación de Germoplasma

La importancia de conservar la variación genética en cada uno de los cultivos, ha originado la creación de los bancos de germoplasma, en los que toda muestra que representa la variación genética de una población es cualificada con el término *accesión* (Vilela y Candeira, 1994).

La conservación de germoplasma es el proceso mediante el cuál se logra preservar la materia prima de la variación genética, no sólo con el afán de evitar su desaparición, sino fundamentalmente para disponer de una reserva de material listo para ser utilizado. De nada serviría si luego de los esfuerzos desplegados en la colección, el material no se conserve bajo condiciones apropiadas, así poder mantenerlo por periodos de tiempo más o menos largos (Esquinas, 1983).

2.2.12. Germoplasma

El germoplasma es un recurso genético constituido por la variación genética organizada en un conjunto de materiales diferentes entre sí, con fines de utilización en la investigación especialmente en el mejoramiento genético. Las muestras de poblaciones pueden ser cultivares primitivos, tradicionales o modernas, poblaciones silvestres de la especie de interés, líneas primitivas o pre mejoramiento, líneas avanzadas o estables modernas, e híbridos propagados clonalmente (Goedert *et al.* 1995).

2.2.13. Entrada o accesión de germoplasma

Entrada o accesión de germoplasma es un término utilizado para nombrar una muestra vegetal recolectado para su procesamiento, eventual almacenamiento y evaluación. (Esquinas, 1983). Una entrada o accesión de germoplasma debe presentar dos características fundamentales; presentar una muestra genética de poblaciones y permitir mantener los niveles de variación genética obtenidos (Goedert *et al.* 1995).

Accesión es el término utilizado para calificar toda muestra de germoplasma que representa la variación genética de una población o de un individuo propagado por clon, toda accesión adecuadamente propagada debe producir las características genéticas de la población que fue obtenida (Vilela, 1994).

2.2.14. Manejo y uso de germoplasma

2.2.14.1. Recolección

La mayor parte de las especies, el material a recolectar son semillas, en otros casos pueden tratarse de bulbos, tubérculos, raíces, plantas enteras o incluso granos de pólen. En esta actividad se debe recolectar la máxima variabilidad genética de especies, se deberá incluir datos de pasaporte, características climáticas, edafológicas y del tipo de vegetación del lugar. Estos datos acompañarán a las muestras en el futuro y pueden ser gran utilidad a los fitomejoradores (Manrique, 1989).

2.2.14.2. Conservación

La conservación de la agrobiodiversidad, es una ciencia relativamente nueva. Las colecciones en el pasado eran para el uso de fitomejoradores y disciplinas asociadas. Muchas colecciones sirvieron como material de investigación (Nieto *et al.* 1983).

Es el proceso mediante el cuál se logra preservar la materia prima (genes), no sólo con el afán de evitar su desaparición, sino también de disponer de reserva del material para ser utilizado. La conservación de especies que se reproducen por semilla se aconseja almacenar, para semillas “ortodoxas” a largo plazo en recipientes cerrados. Así mismo las semillas “recalcitrantes” son las pierden rápidamente su viabilidad y no es posible su conservación por periodos largos de tiempo (Esquinas, 1983).

2.2.14.3. Caracterización y evaluación

La caracterización y evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas, determinar su utilidad, estructura variabilidad genética y relaciones entre ellas, y localizar genes que estimulen su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos, las dos actividades requieren exactitud, cuidado y constancia e incluyen un componente importante para el registro de datos (Jaramillo y Baena, 2000).

La caracterización consiste en registrar las características de la planta que pueden observarse fácilmente (**de visu**) y capaces de expresarse en cualquier medio ambiente (Lezcano, 1994).

La caracterización es la toma de datos cualitativos para describir y diferenciar entradas de una misma especie; los datos de caracterización se pueden agrupar de manera general en:

1. Caracteres de la planta: Altura, forma, hábito de crecimiento y ramificación

2. Caracteres de la hoja: forma, ancho, longitud, color, tipo de borde y nervaduras.
3. Caracteres de la flor: forma, color, tipo de cáliz
4. Caracteres del fruto: forma, color, volumen, y número de semillas por fruto
5. Caracteres de la semilla: tamaño, color, forma
6. Caracteres de las partes subterráneas: tamaño, forma y color.

Muchas de éstas características parten de las claves taxonómicas utilizadas para diferenciar géneros y especies (Querol, 1988).

La caracterización es la descripción de la variación en una colección de germoplasma, en términos de características morfológicas con alta heredabilidad, es decir características cuya expresión es altamente independiente del medio ambiente (Lescano, 1994).

2.2.14.4. Descriptores

Los descriptores, permiten evaluar las colecciones, utilizando para ello ciertas características que permitan identificarlos individualmente, o agruparlas a todas aquellas colecciones que tiene características similares, o presenten características especiales. Estas características que permiten la descripción de las colecciones ya sean como individuales o en grupos de colecciones con características similares cultivadas en una determinada área geográfica (Manrique, 1989).

Un descriptor es un carácter o atributo referente a la forma, estructura y comportamiento de un individuo, el descriptor es un rango, cuya expresión es fácil de medirse contarse o evaluarse (Rea, 1985). Así mismo Tapia (1979), define como un descriptor a las características botánicas, que uniformizan los criterios de evaluación en los bancos de germoplasma.

- Estados del descriptor

Existen distintas categorías de datos, según la expresión del descriptor, puede ser: cualitativa o cuantitativa. Si es cualitativa, se generan datos binarios

(llamados de doble estado), datos con secuencia (ordinales) y datos sin secuencia (nominales). Si es cuantitativa, los datos pueden ser discontinuos (discretos) y continuos. Para el registro de datos deben tomarse las siguientes sugerencias:

- Cualitativos (binario), cada descriptor presenta dos estados (Presente = 1, Ausente = 0)
- Cuantitativos de tipo ordinal, el descriptor, se registra una serie de estados predefinidos; altura de planta: 1= Corta, 3= Intermedia, 5= Alta)
- Cualitativos de tipo nominal, el descriptor, registra usando una serie de estados previamente definidos; (1= Blanco, 2= Crema, 3= Amarillo)
- Cuantitativos de tipo continuo, el descriptor registra en unidades internacionales (SI) estándar (Altura de planta = 0.9 m, peso de 100 semillas = 250 g), (Hidalgo, 2003).

- **Instrumentos de medición**

Las características también se expresan de maneras diferentes requiriendo variados instrumentos para registrarlas, algunas veces bastará con observar y registrar la presencia o ausencia de una característica, en otras será necesario contar y/o medir estructuras utilizando cintas métricas, reglas de varios tamaños y graduaciones. El registro de datos muy precisos necesitará herramientas como cartas de colores, calibradores vernier, microscopios, balanzas, medidores de pH, etc. (Giaccometti, 1988).

- **Identificación Botánica.**

En ésta etapa se establece la identificación correcta de las especies a las que pertenecen las accesiones, una vez registrada esta información las diferencias entre las accesiones deben ser buscadas dentro de las respectivas especies (Giaccometti, 1988).

- **Elaboración del registro de accesiones**

Esta etapa basada en el preconocimiento de los llamados “descriptores de pasaporte”, comienza la eventual identificación de las duplicaciones entre las

accesiones reunidas, muchas veces introducidas reiteradamente y frecuentemente escondidas de la correcta identificación botánica bajo diferentes nombres o denominaciones locales (Giaccometti, 1988).

2.2.15. Sistemas de Información geográfica (SIG)

Se define como el conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente, capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y sus atributos (Ortiz, 2002).

Es un sistema integrado que permite trabajar con información espacial, utilizada para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas, relacionada con el estudio científico de la Biodiversidad, aplicada en el estudio de la distribución, monitoreo y preservación de éstos recursos naturales (Cabrera, 2002).

2.2.16. Importancia de los SIG

El mapeo regional de la cubierta terrestre se ha convertido en una fuente de datos cada vez más importantes en una variedad de estudios científicos, incluido el cambio en el uso de la tierra, el modelaje de clima, las interacciones de vegetación con el agua, la energía y la respuesta del ecosistema al cambio ambiental (Jacobsen, 1999).

Orienta la producción y generación de información geográfica digital, mejora los procesos de estandarización, y sistemas de clasificación de información relacionada con los recursos naturales de la calidad ambiental, difundir esta información y ponerla al alcance de organizaciones públicas, privadas, ONGs, agencias de cooperación, universidades y otras instituciones interesadas en esta información (Ortiz, 2002; Cabrera, 2002).

Permiten realizar superposiciones de mapas, transformaciones de escala, representación gráfica y de bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, pruebas analíticas y repetir modelos conceptuales en

despliegue espacial. Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (Ortiz, 2002).

2.2.17. Sistemas de Información Geográfica y Recursos genéticos

El manejo de recursos genéticos, el mapeo y el análisis espacial de datos de colecciones biológicas puede ser llevado a cabo con Sistemas de Información Geográfica, es un proceso que comprende desde la identificación de una colección de genes para la conservación y utilización de los mismos (Jaramillo y Baena 2000).

La información incluye bases de datos, que permite visualizar la distribución geográfica de cada una de las especies, esa información puede agruparse para elaborar atlas de distribución, realizar seguimiento temporal de la variación en la distribución de una especie, o determinar el área con mayor número de especies, relacionando con características ambientales, datos topográficos, climáticos, fisiográficos, edafológicos y geológicos (Ortiz, 2002).

Los SIG agregan valor a los recursos genéticos en tanto pueden usarse para desarrollar estrategias de conservación, monitorear la diversidad genética, seleccionar posibles sitios para la cosecha, diseñar reservas para conservación *in situ* e incrementar el uso de germoplasma (IPGRI, 2001).

2.2.18. Análisis Multivariado

Se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a investigación. Cualquier análisis simultáneo de más de dos variables puede ser considerado aproximadamente como análisis multivariante (Hair *et al.*, 2000).

El análisis estadístico multivariado es una rama de las matemáticas, que permite el estudio simultáneo de numerosas variables en una población o conjunto de individuos y el resultado de las relaciones de esas características e individuos, permiten estructurar grupos en función de la importancia de las variables (León y Quiroz, 1994 y Ferreira 1987).

Las técnicas estadísticas multivariante son herramientas muy útiles para caracterizar germoplasma, debido a que básicamente permiten describir o agrupar un conjunto de accesiones, tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerara la relación existente entre todos los caracteres en estudio (Rojas, 2003 citado por Franco e Hidalgo 2003).

2.2.18.1. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Una de las técnicas del análisis multivariado mas difundida en la actualidad es el Análisis de Componentes Principales, propuesto por Kart Pearson (1901) y desarrollado por Hotelling (1933), este análisis tiene como finalidad, construir un conjunto de nuevas variables o componentes, con las características de que la mayor parte de la información o variabilidad inicial va a concentrarse en los primeros ejes o componentes (Varela 1998).

Es un método para la extracción de espacio factorial a partir de la representación de los n individuos como n puntos en un espacio p - adimensional, se extraerá un nuevo espacio p - adimensional. El objetivo que se persigue con la perpendicularidad de los factores es pasar de un conjunto de p variables correlacionadas entre sí a un nuevo conjunto de p variables, combinaciones lineales de las originales, que estén correlacionadas (Aferran 2001).

2.2.13.2. Análisis Cluster

El análisis Cluster denominado también, análisis de clasificación, construcción de tipologías y análisis que clasifica los objetos de tal forma que cada objeto es muy parecido a los que hay en el conglomerado con respecto a algún criterio de selección predeterminado. Los conglomerados de objetos resultantes deberían mostrar un alto grado de homogeneidad interna (dentro del conglomerado) y un alto grado de heterogeneidad externa (entre conglomerados). Por tanto, si la clasificación es acertada, los objetos dentro de los conglomerados estarán muy próximos cuando se representen gráficamente y los diferentes grupos estarán muy alejados (Hair *et al.* 1999).

Existen dos grandes familias de métodos estadísticos que permiten clasificar un conjunto dado de unidades de observaciones: a) los métodos de clasificación propiamente dichos, fraccionan un conjunto dado de unidades de observación en sub-conjuntos homogéneos, b) los procedimientos de clasificación o de partición, distribuyen o asignan los elementos de un conjunto dado de unidades de observación entre clases pre-establecidas (Crivisqui, 1997 y Langrand, 1997).

Estos dos grandes tipos de análisis clúster, el primer grupo con estructura arborescente, de forma que clúster de niveles mas bajos van siendo englobados en otros de niveles superiores se denominan jerárquicos, mientras el segundo no dependen unos de otros, se conocen como no jerárquicos. Los métodos no jerárquicos pueden, a su vez producir clúster disjuntos (cada caso pertenece a un sólo clúster), o bien solapados (un caso puede pertenecer a más de un grupo), (Pérez, 2001).

III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó en los ambientes del Programa Granos Andinos (PROGRANO) dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA del departamento de La Paz.

3.1.1. Características del Programa Granos Andinos (PROGRANO)

Actualmente el Programa Granos Andinos (PROGRANO) dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA, trabaja en el mejoramiento genético, manejo de germoplasma de granos andinos (quinua, cañahua, tarwi, maíz, amaranto o millmi, cebada y haba), formando investigadores y potenciando su capacidad investigativa y de creación.

Las funciones y actividades que desarrolla PROGRANO es conservar los recursos genéticos fuera de su centro de origen (conservación *ex situ*), mediante actividades de recolección, conservación, caracterización, evaluación y multiplicación, además identificó áreas con mayor diversidad genética de cultivares de granos andinos como la quinua, cañahua, tarwi y maíz, cultivos que en años pasados fueron y seguirán siendo fuente importante para los ingresos económicos y seguridad alimentaria, estos cultivos actualmente están siendo promovidas a ser conservadas, caracterizadas y evaluadas de forma participativa con los mismos agricultores.

3.1.2. Macro localización

El altiplano Boliviano ocupa una superficie de 178.662 km² (16.4% del territorio nacional), tiene una altura entre los 3600 y 4100 m.s.n.m., el altiplano se divide en tres subregiones (figura N° 1).

- Altiplano Norte con 13.600 km², ubicado en el departamento de La Paz, cubriendo las provincias Los Andes, Omasuyos, Ingavi, Muñecas, Camacho, con

una precipitación promedio anual de 538 mm, temperatura promedio anual de 7.7 °C y una humedad relativa del 62%.

- El Altiplano Central con 91.079 km², comprende las provincias Loayza, Pacajes, Aroma, Gualberto Villarroel, José Manuel Pando del departamento de La Paz, Totora, Sajama, Cercado, Saucari, Nor Carangas, Sur Carangas, Litoral y Poopo del departamento de Oruro, con una precipitación media anual de 340 mm, temperatura media anual de 5.7 °C y una humedad relativa de 50 %.

- El Altiplano Sur con 73.983 km², abarca las provincias Ladislao Cabrera, Parte de la Provincia Abaroa del Departamento de Oruro, Guijarro, Daniel Campos, Nor y Sur Lipez y Enrique Valdivieso del departamento de Potosí, con una precipitación promedio anual de 150 mm., temperatura promedio anual de 11 °C y una humedad relativa de 35%. Desde el punto de vista agrícola, el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es de fundamental importancia ya que ésta se adapta bien a las condiciones extremas de la región (Terceros *et al*; 2007).



Figura Nº 1 Subregiones del Altiplano Boliviano
Fuente: ISNAR 2006

3.1.3. Micro localización

Las accesiones de quinua provienen de siete diferentes provincias del departamento de La Paz las cuales son:

- Provincia Aroma, municipios de Ayo Ayo, Calamarca, Patacamaya y Sica Sica.
- Provincia Camacho, municipios de Puerto Acosta y Puerto Carabuco.
- Provincia Ingavi, Municipios de Desaguadero, Guaqui, Tihuanacu y Viacha.
- Provincia Los Andes, municipios de batallas, Laja, Pucarani y Puerto Pérez.
- Provincia Murillo, municipio de El Alto.
- Provincia Omasuyos, municipios de Achacachi y Ancoraimes.
- Provincia Pacajes, municipios de Caquiaviri, Comanche y Nazacara.

3.2. Materiales

3.2.1. Material Genético

En el trabajo se utilizaron 175 accesiones de quinua, procedentes del germoplasma de quinua del Programa Granos Andinos, que fueron recolectadas en comunidades del altiplano norte y centro del departamento de La Paz en la gestión agrícola 2007 – 2008.

3.2.2. Material de Laboratorio

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| - Cámara de Germinación | - Balanza electrónica de Precisión |
| - Vernier Digital | - Máquina fotográfica |
| - Estereoscopio | - Lupas |
| - Probeta | - Cajas Petri |
| - Pinzas | - Papel filtro |
| - Registros | - Sobres |

3.2.3. Material de Gabinete

Los materiales utilizados para la elaboración de mapas de la caracterización del grano de las nuevas accesiones de quinua, son:

- Formularios de Recolección
- Datos de distribución del germoplasma
- Libro de registros
- Cuadro de colores Munsell
- Material Cartográfico
- Mapas Formato DIV, Shapfile, ESRI. (Software DIVA-GIS, ArcView)
- Software ArcView version 3.2
- Computadora
- Paquete estadístico SPSS V.11.5

3.3. Métodos

El trabajo se realizó en las instalaciones del Programa Granos Andinos (PROGRANO) de la Facultad de Agronomía – UMSA, de manera sistemática de acuerdo a los objetivos específicos referidos a los atributos del grano, mediante métodos estandarizados y análisis en laboratorio con uso de herramientas y equipos adecuados para este trabajo.

Inicialmente se establecieron las características cuantitativas y cualitativas a evaluar en los granos de quinua y por último se realizó los mapas de distribución geográfica de las accesiones de quinua.

3.3.1. Procedimiento de Trabajo

Primero se recopiló la información bibliográfica para la caracterización de las accesiones colectadas de germoplasma de quinua, se organizó la información obtenida en una base de datos. Finalmente se realizó la evaluación para la información con la que posteriormente se generó conclusiones finales.

La realización de la prueba de germinación con los granos de quinua siguiendo las normas establecidas por Internacional Seed Test Association (ISTA 1985).

Para la evaluación y caracterización del grano de quinua realizado en laboratorio, se registraron 11 caracteres entre variables cualitativas y cuantitativas, tomando en cuenta los caracterizadores uniformizados por el CIRF (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, 1981), y comparados con los descriptores del INIAE

(Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria 2006), para el cultivo de quinua.

Para la ubicación geográfica de la colección de germoplasma de quinua se utilizaron registros de pasaportes georeferenciados con datos de latitud, longitud y altitud. El mapeo y la verificación de la distribución geográfica se realizaron mediante el uso del programa SIG ArcView 3.2. Para procesar los datos estadísticamente se aplicó análisis estadístico descriptivo, clúster jerárquico, componentes principales y factorial para lo cual se utilizó el paquete estadístico SPSS V. 11.5

3.4. Variables

3.4.1. Variables Cuantitativas

- Germinación (%). (G)

Para las pruebas de germinación, se realizaron cinco sub muestras de 100 semillas cada una. Colocando los granos sobre papel filtro en el interior de las cajas Petri y añadiendo agua destilada. El material previamente acondicionado se colocó en la cámara de germinación a una temperatura de 20 a 25 °C, pasadas 24 horas se realizó el conteo de semillas germinadas y se calculó el porcentaje.

- Peso Hectolítrico (Kg/hl). (PH)

El peso hectolítrico se evaluó pesando los granos de quinua en un volumen conocido, primeramente se procedió al secado de los granos en la mufla a una temperatura constante de 105°C durante 24 horas, luego se empleó una probeta graduada 10 ml de volumen (esto a falta de la balanza Shoper) a la que se añadió un volumen de semilla limpia, esta semilla se vació en una caja Petri para registrar el peso en una balanza electrónica, esto se realizó para tres repeticiones por accesión, registrando los datos en planillas elaboradas para este fin.

- Diámetro de Grano (mm.). (DDG)

Para la evaluación de las accesiones en función al diámetro de grano, se tomaron al azar 20 granos tomados de un grupo representativo de cada accesión (evitando caracterizar granos pequeños o grandes, o con alteraciones morfológicas granos partidos o atacados por insectos, que no representen a la población), con la ayuda de un calibrador (vernier) digital, se midió en mm.

- **Espesor de grano (mm.). (EDG)**

Para la evaluación de las accesiones en función al espesor de grano, se tomaron los mismos 20 granos y con la ayuda de un calibrador (vernier) digital, se procedió a medir en mm.

3.4.2. Variables Cuantitativas

- **Color de Perigonio. (CPG)**

Para esta variable se tomaron granos que aun contenían el perigonio, se compararon con el cuadro de colores de Munsell (Muñoz *et al.* 1993) y se procedió a anotar el color al que correspondían cada accesión.

- **Color de Pericarpio. (CPC)**

La evaluación del color de pericarpio se lo realizó mediante la comparación de la capa externa pegada a la semilla (Pericarpio), de cada una de las accesiones y se las codificó en base a la tabla de colores de Munsell (Muñoz *et al.* 1993).

- **Color del Epispermo. (CEP)**

Esta variable fue evaluada en base a la tabla de colores de Munsell (Muñoz *et al.* 1993), comparando cada grano con las tablas hasta igualar al color, quitando el pericarpio del grano, para luego comparar la capa interior delgada y lisa que envuelve a la semilla.

- **Apariencia del epispermo. (AEP)**

Este carácter se evaluó, observando en estereoscopio y teniendo en cuenta dos categorías

1. Vítreo
2. Opaco

- **Aspecto del perisperma. (APP)**

Este carácter se evaluó, observando en estereoscopio y teniendo en cuenta dos categorías:

1. Aspecto cenizo (polvoriento)
2. Aspecto sucroso (azucarado)

- **Borde del grano. (BDG)**

La evaluación del borde de grano se realizó en 20 granos de cada accesión de quinua observándolos con lupas y en estereoscopio, tomando en cuenta el lado transversal y lateral de las semillas.



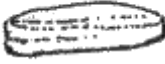






1. Afilado
2. Redondeado (Ajaras)

- **Forma del grano. (FDG)**

Para la evaluación de la forma de grano, se realizó observaciones en 20 granos tomadas al azar, por accesión, con la ayuda de lupas y un estereoscopio, el mismo que fue codificado en cuatro categorías:

1. Lenticular
2. Cilíndrico
3. Elipsoidal
4. Cónico

Cuadro 2. Forma y Borde de Grano de quinua

Borde	Forma			
	1.Lenticular	2.Cilíndrico	3.Elipsoidal	4.Cónico
1.Afilado		 	 	
2.Redondeado				

Fuente: Gandarillas (1985)

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1. Aspectos Propositivos del Trabajo Dirigido.

Los trabajos realizados por el IBTA, Fundación PROINPA regional Altiplano, Universidad Técnica de Oruro, Universidad Mayor de San Andrés, diferentes Fundaciones y ONGs, con el propósito de analizar la variabilidad genética de la quinua, indican que el análisis del grano es importante para poder comenzar trabajos de fitomejoramiento en un Banco de Germoplasma, así también predecir áreas potenciales y con mayor variabilidad, aplicando programas S.I.G.

Las 168 accesiones evaluadas en este trabajo fueron recolectadas en la gestión agrícola 2007 – 2008, la información obtenida de la caracterización y evaluación del grano, se presentan en la matriz básica de datos (Anexo 1), la que se construyó a partir de, compuesta por 4 variables cuantitativas (Anexo 2) y 7 variables cualitativas (Anexo 3).

Los resultados y análisis se presentan en cuatro partes. La primera parte muestra la amplitud de variación del germoplasma en cuanto a sus variables cuantitativas con un análisis de estadística descriptiva. La segunda parte muestra los resultados en base al análisis de frecuencia descrita en todas sus características. La tercera parte presenta los resultados del análisis multivariado (Componentes principales y conglomerados). La tercera parte presenta los mapas mapas elaborados con los datos de georeferenciación de las accesiones de quinua.

4.1.1. Análisis de Estadística Descriptiva.

Permitió estimar y describir el comportamiento de las accesiones en relación a cada carácter, los análisis de tendencia central y de dispersión; media aritmética, rango de variación, desviación estándar y el coeficiente de variación, permitiendo mostrar la variabilidad de la colección en relación a la información cuantitativa.

En cambio la información cualitativa fue analizada mediante análisis de frecuencia relativa y absoluta que permitió formar, grupos de accesiones por características comunes.

4.1.2. Análisis de correlación simple de Pearson.

El coeficiente de correlación simple fue centrado mediante el programa estadístico SPSS v. 11.5, mediante la reducción de datos con análisis factorial. El análisis de correlación simple de Pearson permitió averiguar el grado de asociación entre las variables de estudio.

4.1.3. Análisis de componentes principales

Se aplicó el análisis de componentes principales con el fin de representar en un espacio reducido la relación entre las accesiones, de esta forma se evaluó la relación de las variables, los componentes principales se evaluaron mediante el programa SPSS v. 11.5, en el módulo reducción de datos.

4.1.4. Análisis de conglomerados

Este análisis se realizó mediante el programa SPSS v. 11.5, en el módulo clasificar, utilizándose los métodos de conglomerados no jerárquicos de K-medias.

4.1.5. Estudio de la Distribución geográfica de las accesiones de quinua

Una vez colectados los datos del GPS en grados decimales (UTM), se utilizó el módulo texto DBF, que permitió crear un archivo de texto, de esta manera se creó los mapas de distribución de las accesiones de quinua con la ayuda del programa ArcView. 3.2.

4.2. Resultados.

4.2.1. Análisis descriptivo de las accesiones de quinua.

Las variables analizadas fueron; % de germinación, peso hectolítrico, diámetro de grano y espesor de grano. La descripción de éstas variables se observa en el cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros estadísticos de las variables cuantitativas de grano de 168 accesiones de quinua

Variable	Media	Varianza	Desvío Estándar	Coef. de var. (%)	Valor mínimo	Valor máximo
% Germinación	93,40	127,86	11,31	12.11	28,00	100,00
Peso Hectolítrico	14,02	3,52	1,88	13.41	9,27	19,49
Diámetro de grano	1,93	0,04	0,20	10.36	1,02	2,59
Espesor de grano	1,11	0,01	0,09	8.11	0,87	1,35

El porcentaje de germinación medio en los granos de las accesiones de quinua es de 93.4 %, con una desviación estándar de 11.31%, existiendo un rango de desviación de 28% a 100% mínimo valor que corresponde a la accesión de la provincia Los Andes N° 22, podemos indicar que el alto valor de germinación se debería a que las accesiones recolectadas pertenecen a cultivos de la gestión agrícola 2007 - 2008, (Anexo 2).

El peso hectolítrico presentó una media de 14.02 kg/Hl, el mínimo valor se registró para la accesión N° 100 de la provincia Los Andes con 9.27 kg/Hl y el máximo de 19.49 Kg/Hl para la accesión de la provincia Omasuyos N° 133 (Anexo 2).

El diámetro de grano presentó una media de 1.93 cm, con un desvío estándar de 0.20 cm, existiendo un rango de desviación de 1.02 cm a 2.59 cm, mínimo valor que corresponde a la accesión de la provincia Los Andes N° 103 y valor máximo que corresponde a la accesión de la provincia Pacajes N° 8 (Anexo 2).

Dentro del material genético estudiado, el carácter espesor de grano varía en un rango de 0.87 cm a 1.35 cm, valores correspondientes a las accesiones N° 135 de la provincia Omasuyos y accesión N° 8 de la provincia Pacajes respectivamente, con desviación estándar de 0.09 mm con una media de 1.11 mm. (Anexo 2).

De acuerdo a los resultados se observa que los rangos de variación son bajos para las cuatro variables de estudio ($CV < 30\%$), se puede indicar que los rangos de variación entre las accesiones no son elevados o significativos.

4.2.2. Análisis de Frecuencias.

4.2.2.1. Germinación (%). (G)

Esta variable nos indica el estado en la que se encuentran los granos de quinua, con respecto a su porcentaje de germinación (figura 2) presenta 8 clases en intervalos de 9 %G. cada una.

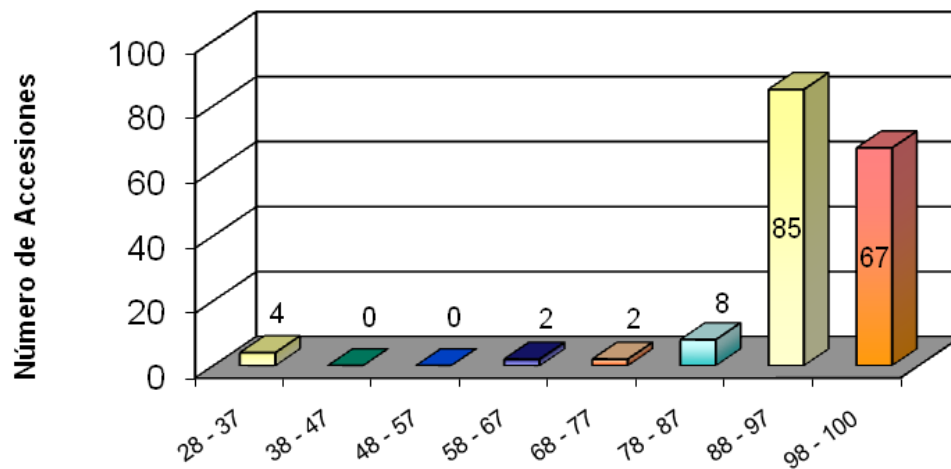


Figura Nº 2. Diagrama de frecuencias para el % de Germinación

Como se puede advertir en la figura 2, las mayores frecuencias (85 acc.) se encuentran en un rango de 88% a 97% de germinación, en porcentaje representa el 50.6% de toda la población, 16 accesiones están por debajo del 88% de germinación y 67 accesiones están por encima de 97% de germinación que porcentualmente representan el 9.5% y 39.9% de la población respectivamente.

4.2.2.2. Peso Hectolítrico (Kg/hl). (PH)

El peso hectolítrico del grano de 168 accesiones de quinua (figura 3), presenta 9 clases en intervalos de 1.23 kg/hl.

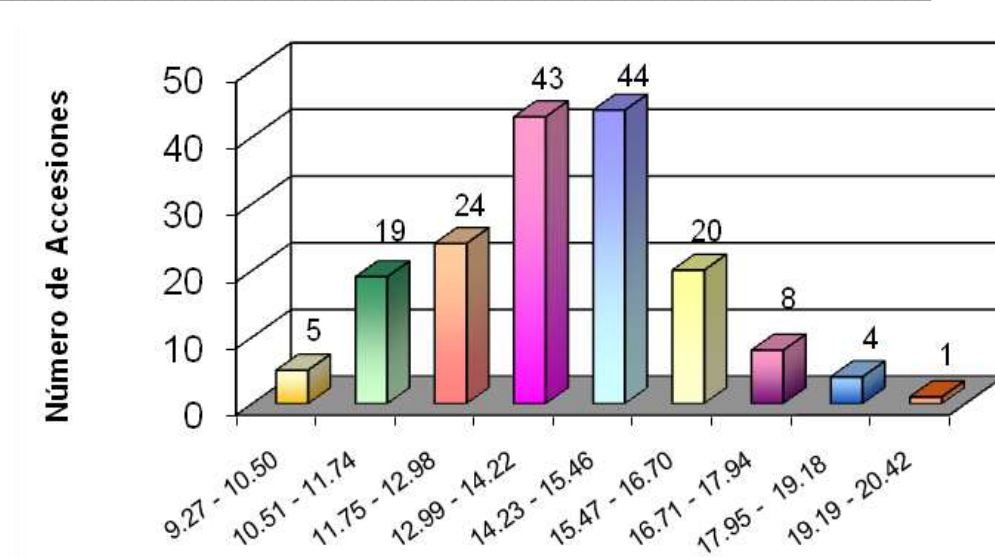


Figura Nº 3. Diagrama de frecuencias para el Peso Hectolítrico

Como se puede observar en la figura 3, las mayores frecuencias (87 acc.) se encuentran en un rango de 12.99 kg/Hl a 15.46 kg/Hl, en porcentaje representa el 51.8 % de toda la población, 48 accesiones están por debajo de 12.99 kg/Hl y 33 accesiones están por encima de 15.46 kg/Hl que porcentualmente representan el 28.6% y 19.6% de la población respectivamente.

4.2.2.3. Diámetro de Grano (mm.). (DDG)

La amplitud del diámetro de grano en las accesiones de quinua (figura 4), muestra 8 clases en intervalos de 0.19 mm.

De acuerdo a la categorización realizada por IBNORCA (2007), el 8.3% de las accesiones viene a ser granos de categoría extragrande (especiales), 74.4% grano grande (primera), 16.7% grano mediano (segunda) y el 0.6% grano pequeño (tercera), tomando en cuenta esta categorización y de acuerdo a Rodríguez de la Zerda (1988), el 56% viene a ser grano industrial tipo de primera y el 44% restante son considerados de segunda.

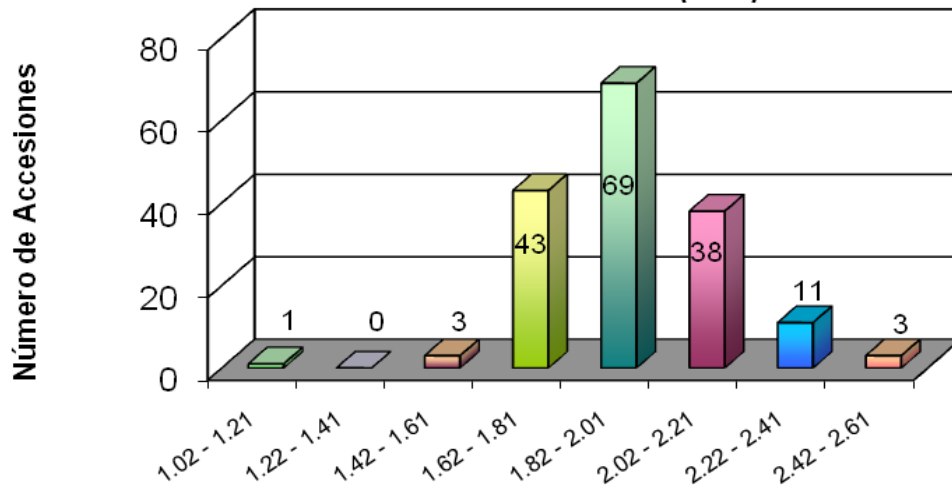


Figura N° 4. Diagrama de frecuencias para el Diámetro de Grano

Como se puede observar en la figura 4, las mayores frecuencias (150 acc.) se encuentran en un rango de 1.62 mm a 2.21 mm (granos medianos a granos Extragrandes, IBNORCA, 2007), en porcentaje representa el 89.3 % de toda la población, 4 accesiones están por debajo de 1.62 mm y 14 accesiones están por encima de 2.21 mm que porcentualmente representan el 2.4% y 8.3% de la población respectivamente.

4.2.2.4. Espesor de grano (mm.). (EDG)

El espesor de grano (figura 5) de las 168 accesiones de quinua presenta 7 clases en intervalos de 0.06 mm.

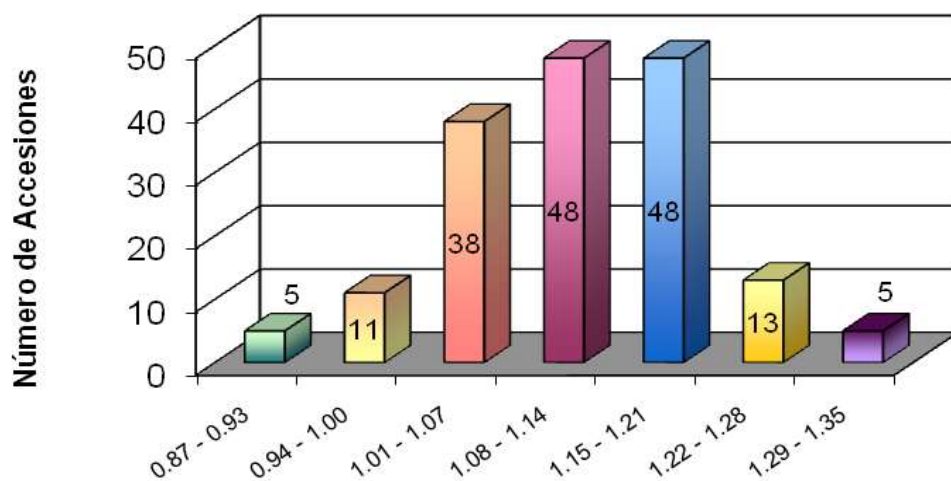


Figura N° 5. Diagrama de frecuencias para el Espesor de Grano

Como se puede observar en la figura 5, las mayores frecuencias (134 acc.) se encuentran en un rango de 1.01mm a 1.21mm, en porcentaje representa el 79.8% de toda la población, 16 accesiones están por debajo de 1.01mm y 18 accesiones están por encima de 1.21 mm que porcentualmente representan el 9.5% y 10.7% de la población respectivamente.

4.2.2.5. Color de Perigonio. (CPG)

Según el cuadro de colores de Munsell las accesiones presentan 14 tonos de color de perigonio (figura 6), encontrados en las 168 accesiones de quinua.

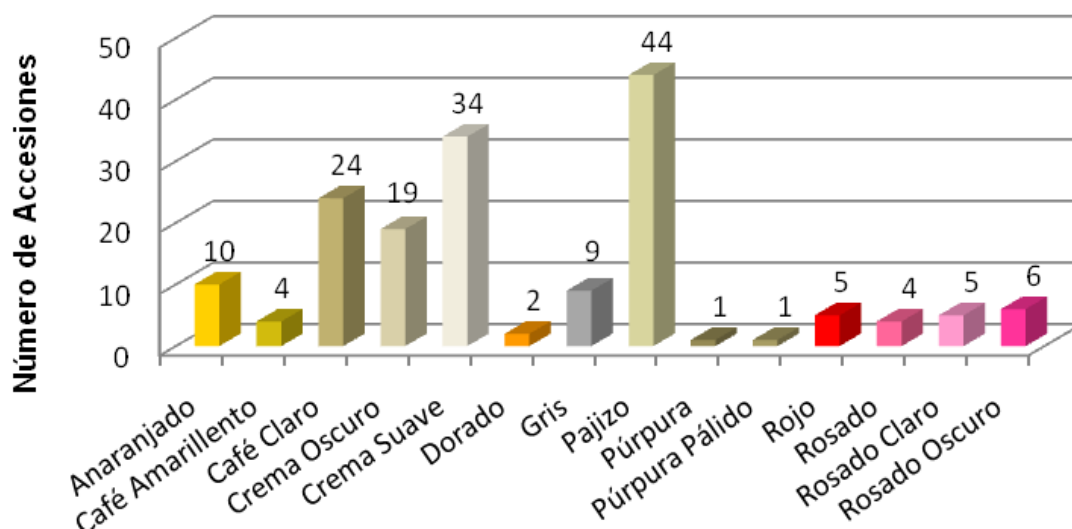


Figura Nº 6. Diagrama de frecuencias para el Color de Perigonio

Como se observa en la figura 6, el 26.2% de las accesiones tienen el perigonio de color pajizo (44 acc.), 20.2% es de color crema suave (34 acc.), 14.3% es de color café claro (24 acc.), el resto de las accesiones 39.3% se distribuyen en proporciones inferiores al 11% en la gama de otros colores (66 acc.).

4.2.2.6. Color de Pericarpio. (CPC)

Según el cuadro de colores de Munsell las accesiones presentan 12 tonos de color de pericarpio (figura 7), encontrados en las 168 accesiones de quinua.

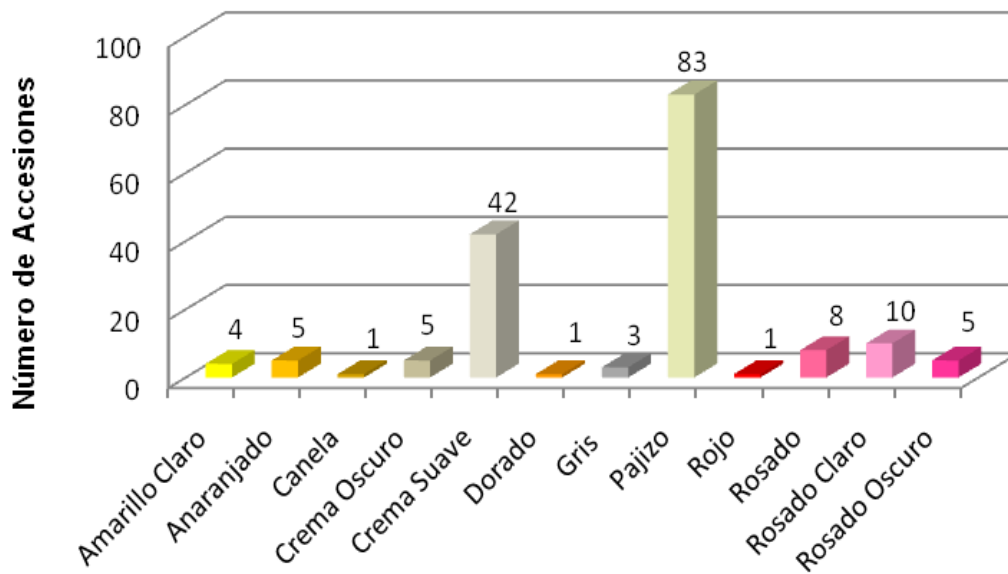


Figura N° 7. Diagrama de frecuencias para el Color de Pericarpio

Como se observa en figura 7, el 49.4% de las accesiones tienen el pericarpio de color pajizo (83 acc.), 25% es de color crema suave (42 acc.), el resto de las accesiones 25.6%, se distribuyen en proporciones inferiores al 6% en la gama de otros colores (43 acc.).

4.2.2.7. Color del Epispermo. (CEP)

Según el cuadro de colores de Munsell las accesiones presentan 6 tonos de color de epispermo (figura 8), encontrados en las 168 accesiones de quinua.

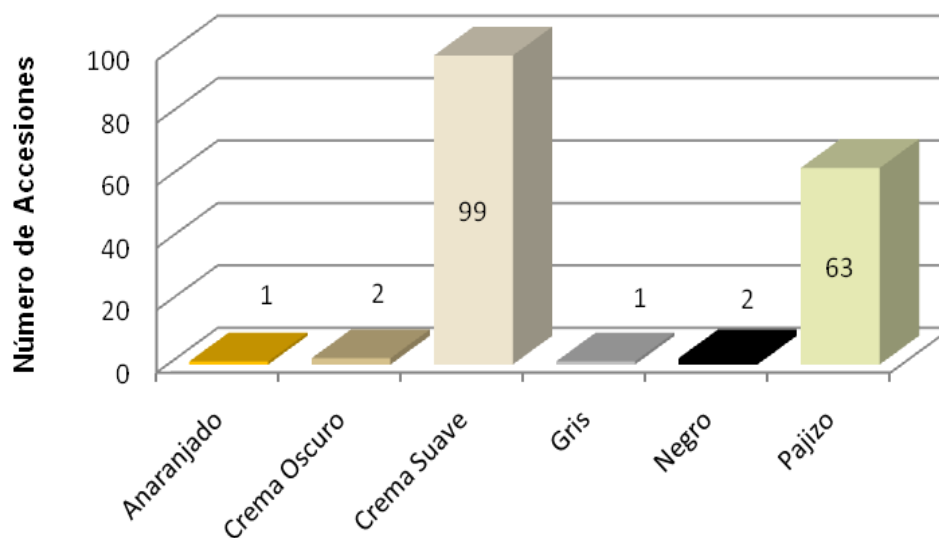


Figura N° 8. Diagrama de frecuencias para el Color de Episperma

Como se observa en figura 8, el 58.9% de las accesiones tienen el episperma de color crema suave (99 acc.), 37.5% es de color pajizo (63 acc.), el resto de las accesiones 3.6%, se distribuyen en proporciones inferiores al 1.2% en la gama de otros colores (6 acc.).

4.2.2.8. Apariencia del epispermo. (AEP)

Podemos apreciar los resultados de la apariencia de episperma (figura 9) de los granos de las 168 accesiones de quinua.

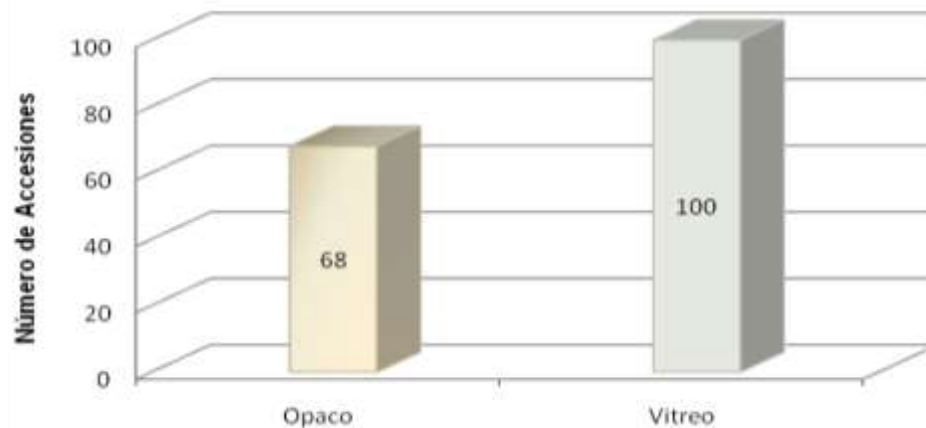


Figura N° 9. Diagrama de frecuencias para la Apariencia de Episperma

Como se muestra en la figura 9, el 59.5% de las accesiones presentan la apariencia del episperma vítreo (100 acc.), y el 40.5% de las accesiones presentan una apariencia de episperma opaco (68 acc.). El Episperma en el género *Chenopodium* puede ser vítreo y traslúcido o amiláceo y opaco y los granos de Episperma vítreo, se denominan de carácter “chullpi”. Gandarillas (1982).

4.2.2.9. Aspecto del perisperma. (APP)

Podemos apreciar los resultados del aspecto de perisperma (figura 10) de los granos de las 168 accesiones de quinua.

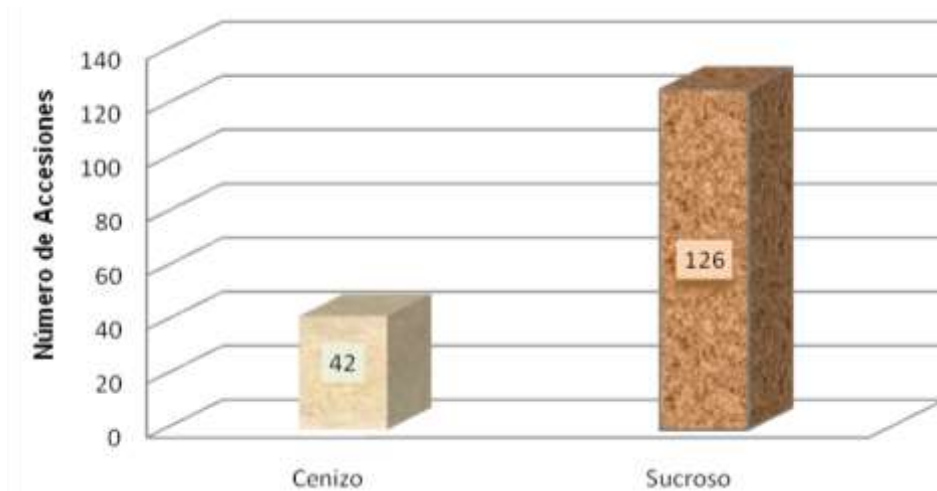


Figura Nº 10. Diagrama de frecuencias para el Aspecto de Perisperma

Como se muestra en la figura 10, el 75% de las acciones presentan aspecto de perisperma sucroso o azucarado (126 acc.), y el 25% de las acciones presentan un aspecto de perisperma cenizo o polvoriento (42 acc.).

4.2.2.10. Borde del grano. (BDG)

Podemos apreciar los resultados del tipo borde de grano (figura 11) que se presentan en las 168 acciones de quinua analizadas en el trabajo.

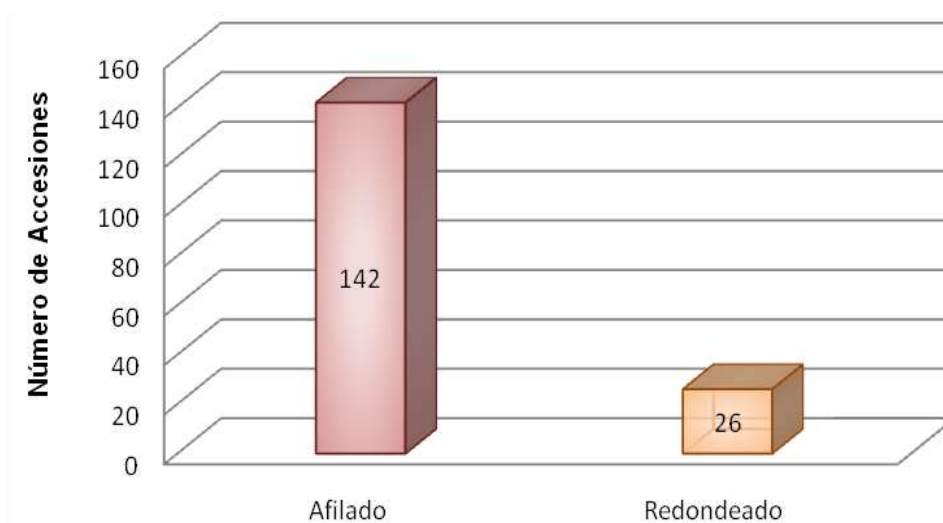


Figura Nº 11. Diagrama de frecuencias para el Borde de Grano

Como se muestra en la figura 11, el 84.5% de las acciones presentan borde afilado (142 acc.), y el 15.5% de las acciones presentan borde redondeado (26 acc.).

4.2.2.11. Forma del grano. (FDG)

Podemos apreciar los resultados de la forma de grano (figura 12) que se presentan en las 168 accesiones de quinua analizadas en el trabajo.

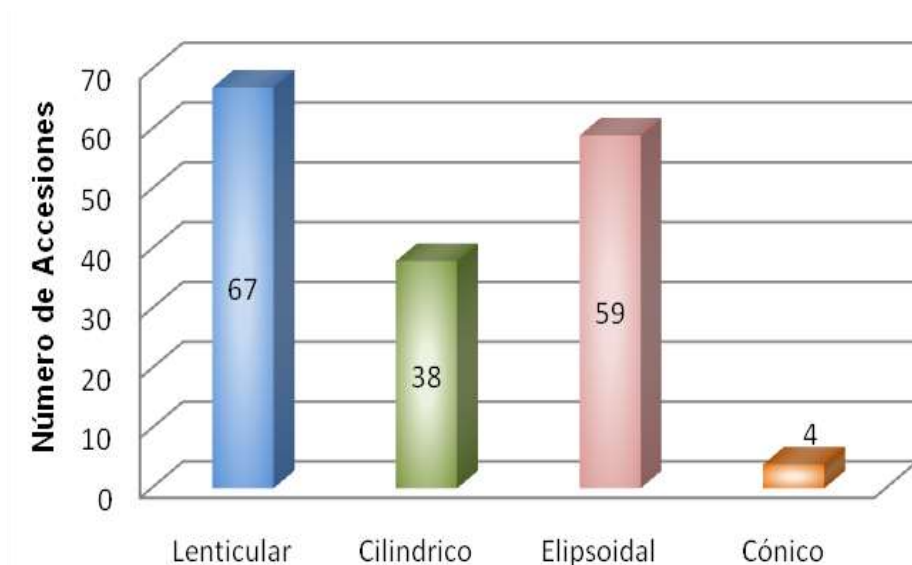


Figura Nº 12. Diagrama de frecuencias para la Forma de Grano

Como se muestra en la figura 12, el 40% de las accesiones presentan forma lenticular (67 acc.), 35% de las accesiones forma elipsoidal (59 acc.), 22.6% de las accesiones presentan forma cilíndrico (38 acc.), y el 2.4% de las accesiones presentan forma cónico (4 acc.).

4.2.3. Análisis Multivariado

4.2.3.1. Análisis de correlaciones de las variables cuantitativas.

Este análisis se realizó para ver la correlación que existe entre las variables cuantitativas donde los valores oscilan entre 1 y -1, siendo 1 la máxima similitud (Crisci, 1983), se considera que existe mayor correlación cuando los valores se acercan mas a 1, son directamente proporcionales y cuando los valores se acercan mas a -1 son inversamente proporcionales. Se pueden observar los resultados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Matriz de Correlaciones Variables Cuantitativas del grano de quinua

VARIABLES	%	Peso	Diámetro	Espesor
	Germinación	Hectolítrico	de Grano	de Grano
% Germinación	1			
Peso Hectolítrico	0,061	1		
Diámetro de Grano	0,142	0,287 **	1	
Espesor de Grano	0,179	0,331 **	0,518 **	1

Se puede observar en el cuadro 4, que existe correlaciones entre las variables peso hectolítrico con el diámetro y espesor de grano, un incremento en el diámetro de grano y espesor del grano se traducirá en un peso menor en el peso hectolítrico. Lo cuál menciona Espinoza (1996), que cuanto menor sea el tamaño del grano mayor será el peso hectolítrico. De la misma manera se observar correlación positiva entre el diámetro de grano y el espesor de grano, granos con mayor espesor podrán tener mayor diámetro de grano.

4.2.3.2. Análisis de Factores mediante Componentes Principales (A.C.P.) para variables cuantitativas.

Para la evaluación de las accesiones de quinua e identificación de grupos que presentan características similares se realizó el análisis de componentes principales y análisis factorial. Cada componente principal es independiente de los otros, es decir que la variación no se expresa en ningún otro componente (Crisci, 1983).

Cuadro 5. Varianza total explicada del Análisis de Factores mediante ACP para variables cuantitativas del grano de quinua

Factor	Autovalores Iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% Varianza	% Acumulado	Total	% Varianza	% Acumulado
1	1,830	45,754	45,754	1,830	45,75	45,75
2	0,954	23,857	69,611	0,954	23,86	69,61
3	0,739	18,465	88,076			
4	0,477	11,924	100,000			

Observando el cuadro 5, se han generado cuatro ejes o componentes lineales, con la información de las variables originales., se observa que el primer factor reúne a variables que se expresan principalmente por la relación entre el peso hectolítrico, el diámetro de grano y el espesor de grano, y explica el 45.75% de la varianza, el segundo factor por el porcentaje de germinación el cual explica el

23.86 % de la varianza acumulada. El análisis de factores indica que con dos ejes o componentes se explica el 69.61% de la información total de las variables.

La gráfica de sedimentación es una forma objetiva de decidir cuantos ejes retener, el criterio indica retener a aquellos ejes o componentes que tengan valores propios mayores a 1, de esta forma para este estudio se emplearan los dos primeros ejes.

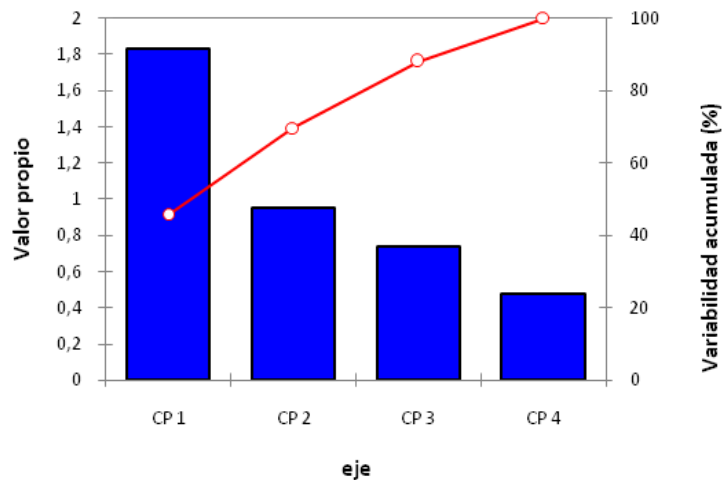


Figura 13. Grafica de sedimentación variables cuantitativas del grano de quinua

La varianza total explicada (cuadro 5) y el gráfico de sedimentación coincide en que solo dos los componentes mayores y explican el 69.61 % de la variabilidad total (figura 13).

Por ser un análisis normado, es posible representar las proyecciones de las variables originales sobre dos ejes principales, la figura 14 muestra la distribución espacial de las cuatro variables respecto al punto de origen indicando que cuando más distantes se encuentran del punto de origen y se acercan más a la unidad (1 o -1) su contribución es de mayor importancia, también indica el grado de asociación entre variables, la que esta determinada por la separación angular que forman entre las mismas, mostrando una alta asociación cuando se encuentran más cercanas una de otra.

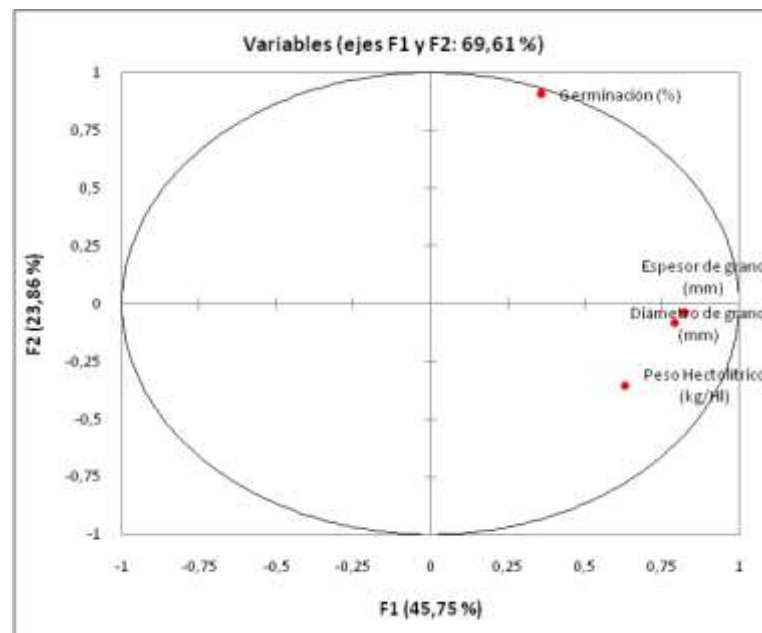


Figura 14. Gráfica de distribución de correlaciones de las variables cuantitativas del grano de quinua en los dos primeros planos factoriales

Los resultados se interpretan a partir de la información de éstos dos ejes. El primer eje recoge información que representa a la magnitud de la varianza o del valor propio (45.75% de la información total), en este eje se hallan representadas las accesiones de mayor peso hectolítico, diámetro y espesor de grano, éstas variables presentan coeficientes de correlación positiva (por la misma dirección u orientación de las variables respecto a los ejes generados). Por otra parte el segundo eje (vertical) que explica el 23.86% de la información total, se encuentra representado por el porcentaje de germinación, por lo tanto las accesiones que se distribuyan en este eje contrastará a aquellas accesiones con altos y bajos porcentajes de germinación.

En la figura 15 se muestra la nube de individuos sobre los dos primeros ejes factoriales donde hace que se puedan observar diferentes agrupamientos de individuos. La nube de individuos con el círculo rojo, agrupa a aquellos individuos con mayores valores en las variables; espesor de grano, diámetro de grano y peso hectolítico, ya que como se ha mencionado en la interpretación de variables, sobre el primer eje se agrupan los individuos principalmente debido al valor observado en estas variables, estos individuos se contraponen a los

encerrados con círculo color magenta o lila que por encontrarse la mayoría en el lado negativo del primer eje o componente principal, se caracterizan por su menor valor en las variables mencionadas respecto al tamaño de grano.

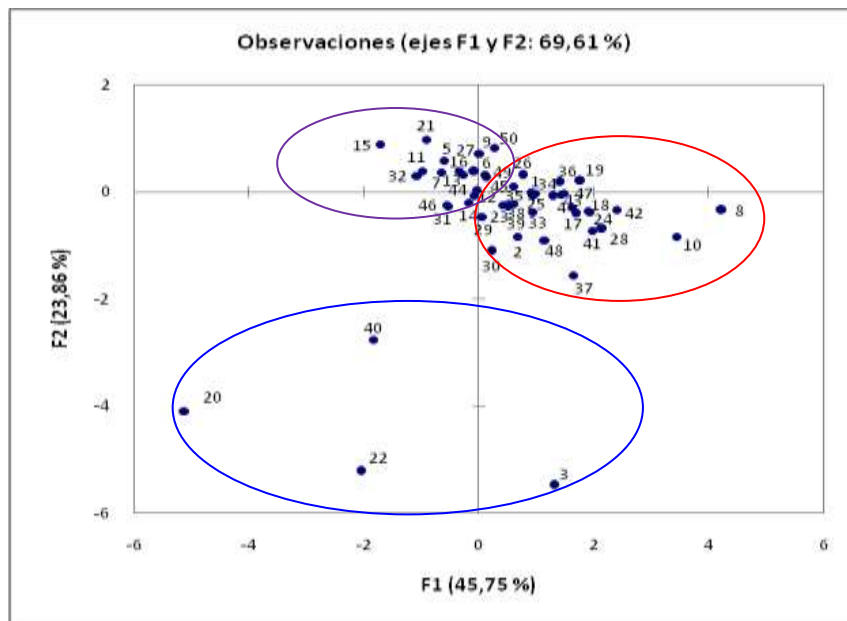


Figura 15. Representación de observaciones en el primer y segundo eje del ACP variables cuantitativas del grano de quinua

Por otro lado se resalta las observaciones 20, 40, 22 y 3 que son diferentes del resto de individuos, esto se atribuye a que dichos individuos presentan un menor porcentaje de germinación (como se ha mencionado en el anterior acápite sobre el segundo eje se contraponían individuos respecto a su porcentaje de germinación) con respecto de los individuos de la parte superior del plano factorial. Para su mejor comprensión de agrupamiento se realizó el análisis de clúster jerárquico que se presenta en el anexo 4.

4.2.3.3. Análisis de correlaciones de las variables cualitativas.

Este análisis se realizó para ver la correlación que existe entre las variables cuantitativas donde los valores oscilan entre 1 y -1, siendo 1 la máxima similitud (Crisci, 1983), se considera que existe mayor correlación cuando los valores se acercan mas a 1, son directamente proporcionales y cuando los valores se acercan mas a -1 son inversamente proporcionales. Se pueden observar los resultados en el cuadro 6.

Cuadro 6. Matriz de correlaciones variables cualitativas del grano de quinua

Variables	Color Perigonio	Color de pericarpio	Color de Episperma	Aspecto de Perisperma	Apariencia Episperma	Forma grano	Borde grano
Color Perigonio	1						
Color Pericarpio	0,607 **	1					
Color Episperma	-0,029	0,039	1				
Asp. Perisperma	-0,089	-0,053	-0,022	1			
Apa. Episperma	-0,031	0,004	-0,027	-0,196	1		
Forma de grano	-0,164	-0,072	0,034	0,000	0,040	1	
Borde de grano	-0,089	-0,143	-0,079	0,057	-0,051	0,161	1

Se puede observar en el cuadro 6, que existe correlación positiva entre las variables color de pericarpio con el color de perigonio, la tonalidad de color de perigonio se traducirá en obtener una tonalidad de color semejante del pericarpio del grano.

4.2.3.4. Análisis de Factores mediante Componentes Principales (A.C.P.) para variables cualitativas

Se realizó el análisis de componentes principales y análisis factorial a partir de la Matriz Básica de Datos (MBD Anexo 1) de las accesiones de quinua que presentan características similares, donde cada componente principal es independiente de los otros, es decir representa una variación no expresada en ningún otro componente (Crisci, 1983).

Cuadro 7. Varianza total explicada del Análisis de Factores mediante ACP para variables cualitativas del grano de quinua

Factor	Autovalores Iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% Varianza	% Acumulado	Total	% Varianza	% Acumulado
1	1,724	24,633	24,633	1,724	24,63	24,63
2	1,205	17,209	41,842	1,205	17,21	41,84
3	1,074	15,341	57,183	1,074	15,34	57,18
4	1,027	14,670	71,853	1,027	14,67	71,85
5	0,828	11,826	83,680			
6	0,767	10,952	94,632			
7	0,376	5,368	100,000			

De acuerdo a los resultados del cuadro 7, se han generado siete ejes o componentes lineales, con la información de las variables originales. El análisis de factores indica que el primer componente representado principalmente por la relación entre el color de perigonio y el color de pericarpio, el segundo componente representado por la apariencia de episperma, el tercer componente

representado por el borde de grano, el cuarto componente representado por el color de episperma y la forma de grano, explican el 71.85% de la varianza y que con dos ejes o componentes se puede explicar el 41.84% de la información total de las variables.

La gráfica de sedimentación es una forma objetiva de decidir cuantos ejes retener, el criterio indica retener a aquellos ejes o componentes que tengan valores propios mayores a 1, de esta forma para este estudio se emplearan los cuatro primeros ejes.

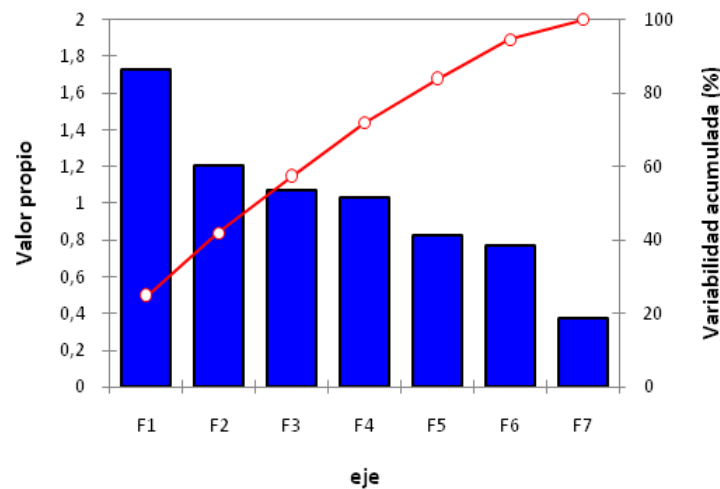


Figura 16. Gráfica de sedimentación variables cualitativas del grano de quinua

La varianza total explicada (cuadro 7) y el gráfico de sedimentación coincide en que solo cuatro de los componentes mayores y explican el 71.85 % de la variabilidad total (figura 16).

La figura 17 muestra la distribución espacial de las siete variables respecto al punto de origen como indicamos anteriormente, cuando más distantes se encuentran del punto de origen y se acercan más a la unidad (1 o -1) su contribución es de mayor importancia para la tipificación de los individuos, también indica el grado de asociación entre variables, la que esta determinada por la separación angular que forman entre las mismas, mostrando una alta asociación cuando las diferentes variables se encuentran más cercanas una de otra en el plano factorial.

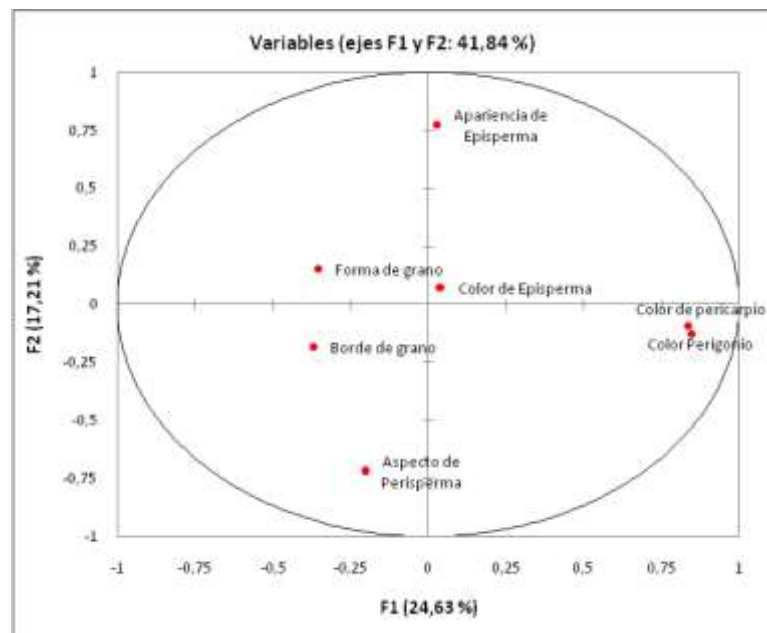


Figura 17. Gráfica de distribución de correlaciones de las variables cualitativas del grano de quinua en los dos primeros planos factoriales

Los resultados se interpretan a partir de la información de éstos dos ejes. El primer eje recoge información que representa de acuerdo a la magnitud de la varianza o del valor propio 24.63% de la información total, en este eje se hallan representadas las variables color de pericarpio y color de perigonio que están asociadas entre si positivamente (por la misma dirección u orientación de las variables) también se encuentran la forma de grano y borde de grano. En el segundo eje (vertical) que explica el 17.21% de la información total se hallan representadas las variables Color de episperma, apariencia de episperma y aspecto de perisperma.

En la figura 18 se muestra la nube de datos de los individuos sobre los dos primeros ejes factoriales, se pueden observar diferentes agrupamientos de individuos, de acuerdo a las características que presentaron. El agrupamiento de mayor número de individuos del círculo negro (grupo 1) se caracteriza por presentar mayor frecuencia de colores de perigonio pajizo, crema suave, café claro y mayores frecuencias de color de pericarpio pajizo y crema suave. La nube de individuos con el círculo rojo (grupo 2) agrupa a los individuos con apariencia de episperma vítreo y aspecto de perisperma sucroso. La nube de individuos con el círculo naranja (grupo 3) agrupa a aquellos individuos con diferente color de perigonio rosado oscuro y color de pericarpio rosado. Los individuos agrupados

en el círculo verde (grupo 4) con apariencia de episperma vítreo y aspecto de perisperma sucroso.

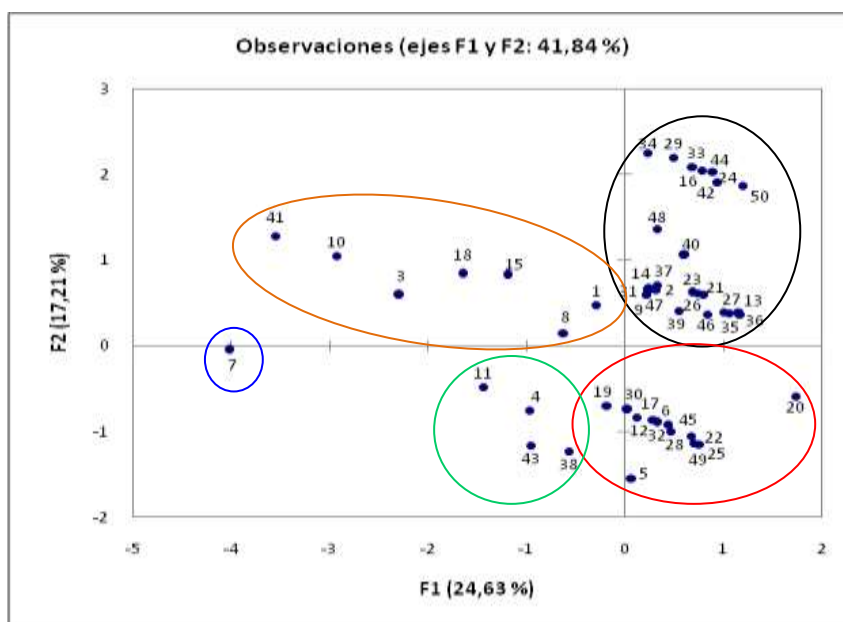


Figura 18. Representación de observaciones en el primer y segundo eje del ACP variables cualitativas del grano de quinua

Finalmente se resalta la observación 7 que es diferente del resto de individuos, esto se debe al color de pericarpio (color rojo) en contra posición al resto de individuos del lado positivo del primer eje con color de pericarpio Crema suave, pajizo, anaranjado, amarillo claro, rosado claro y gris Para su mejor comprensión de agrupamiento se realizó el análisis de clúster jerárquico que se presenta en el anexo 5.

4.2.4. Distribución geográfica de las accesiones de quinua.

Los mapas obtenidos con el análisis espacial, muestran la situación geográfica de las 168 accesiones de quinua colectados en las provincias Aroma, Camacho, Ingavi, Los Andes, Murillo y Pacajes del departamento La Paz, como se puede apreciar en las figuras 21 al 27 (Anexo 6).

4.2.4.1. Procedencia de las colectas realizadas por (PROGRAMO)

La cantidad total de accesiones de germoplasma de quinua descritas son 168 y su procedencia es del altiplano norte y sur del departamento La Paz (Informe final proyecto Germa-Grano 2008), 73 accesiones colectadas en la provincia Los Andes, 34 accesiones de la provincia Ingavi, 25 accesiones provienen de la

provincia Aroma, 21 accesiones de la provincia Omasuyos, 6 accesiones de la provincia Camacho, 6 accesiones de la provincia Pacajes y 3 accesiones de la provincia Murillo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Procedencia de las Accesiones de quinua

Altiplano	Provincia	Municipio	Latitud	Longitud
Norte	Los Andes	Batallas	16°19' S	68°29' O
		Puerto Pérez	16°20' S	68°35' O
		Pucarani	16°22' S	68°29' O
		Laja	16°32' S	68°23' O
	Omasuyos	Ancoraimes	15°55' S	68°54' O
		Achacachi	16°02' S	68°41' O
	Camacho	Puerto Acosta	15°32' S	69°15' O
		Puerto Carabuco	15°45' S	69°04' O
	Murillo	El Alto	16°30' S	68°09' O
	Ingavi	Tihuanacu	16°32' S	68°40' O
		Desaguadero	16°33' S	69°02' O
		Guaqui	16°36' S	68°51' O
		Viacha	16°39' S	68°17' O
	Centro	Aroma	Calamarca	16°54' S
Ayo Ayo			17°05' S	68°00' O
Patacamaya			17°14' S	67°55' O
Sica Sica			17°19' S	67°45' O
Pacajes		Comanche	16°51' S	68°28' O
		Nazacara	16°55' S	68°44' O
		Caquiaviri	17°01' S	68°36' O

Fuente: Elaboración Propia (2010)

A continuación (cuadro 9 y 10) se describen las características cualitativas y cuantitativas del grano de 168 accesiones de quinua y la cantidad de colectas que se realizó en cada una de las 7 provincias del altiplano norte y centro del Departamento de La Paz.

Cuadro 9. Variables Cualitativas de 168 accesiones de quinua

Variable	Estado	Nº de Accesiones por Provincia							%
		Aroma	Camacho	Ingavi	Los Andes	Murillo	Omasuyos	Pacajes	
Color de Perigonio	Anaranjado	2	1	1	3		3		6
	Café Amarillento	3			1				2.4
	Café Claro	4	1	7	9		1	2	14.3
	Crema Oscuro	6		6	2		5		11.3
	Crema Suave	6		5	18	2	2	1	20.2
	Dorado				1		1		1.2
	Gris			2	5		2		5.4
	Pajizo	3	4	9	19	1	7	1	26.2
	Púrpura				1				0.6
	Púrpura Pálido				1				0.6
	Rojo			2	3				3
	Rosado				3			1	2.4
	Rosado Claro			1	4				3
	Rosado Oscuro	1		1	3			1	3.6
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Color de Pericarpio	Amarillo Claro	2			2				2.4
	Anaranjado	2		1			2		3
	Canela	1							0.6
	Crema Oscuro	2		1	1		1		3
	Crema Suave	7	1	8	20		5	1	25
	Dorado						1		0.6
	Gris	1			2				1.8
	Pajizo	9	5	18	33	2	12	4	49.4
	Rojo			1					0.6
	Rosado	1		1	5			1	4.8
	Rosado Claro			3	6	1			6
Rosado Oscuro			1	4				3	
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Color de Episperma	Anaranjado				1				0.6
	Crema Oscuro			1			1		1.2
	Crema Suave	12	6	19	42	2	15	3	59
	Gris	1							0.6
	Negro	1			1				1.2
	Pajizo	11		14	29	1	5	3	37.5
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Aspecto Perisperma	Cenizo	11	0	11	14	2	4	0	25
	Sucroso	14	6	23	59	1	17	6	75
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Apariencia Episperma	Opaco	12	3	17	24	1	7	4	40.5
	Vítreo	13	3	17	49	2	14	2	59.5
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Borde de Grano	Afilado	22	5	31	58	3	18	5	84.5
	Redondeado	3	1	3	15	0	3	1	15.5
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Forma de Grano	Lenticular	10	4	9	35	2	7	0	40
	Cilíndrico	4	0	14	11	1	5	3	22.6
	Elipsoidal	10	2	9	26	0	9	3	35
	Cónico	1	0	2	1	0	0	0	2.4
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100

Fuente: Elaboración propia (2011)

Cuadro 10. Descripción de Variables Cuantitativas de 168 accesiones de quinua

Variable	Estado	N ^a de Accesiones por Provincia							%
		Aroma	Camacho	Ingavi	Los Andes	Murillo	Omasuyos	Pacajes	
Germinación (%)	28 - 37	1		1	2				2.4
	38 - 47								
	48 - 57								
	58 - 67	1		1					1.2
	68 - 77			2					1.2
	78 - 87	2	5	2	2	2	2		8.9
	88 - 97	15	1	18	31	1	12	2	47.6
98 - 100	6		10	38		7	4	38.7	
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Peso Hectolítrico (kg/Hl)	9.27 - 10.50			5	5				6
	10.51 - 11.74			1	13		1		8.9
	11.75 - 12.98	3			12		7	1	13.7
	12.99 - 14.22	5	4	11	15	2	5	1	25.6
	14.23 - 15.46	7	1	8	19	1	7	1	26.2
	15.47 - 16.70	5	1	6	7			1	11.9
	16.71 - 17.94	4		3				1	4.8
	17.95 - 19.18	1			2			1	2.4
	19.19 - 20.42						1		0.6
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Diámetro de Grano (mm)	1.02 - 1.21				1				0.6
	1.22 - 1.41								
	1.42 - 1.61	1		1	1				1.8
	1.62 - 1.81	2	1	9	27		1	3	25.6
	1.82 - 2.01	6	3	16	29		14	1	41.1
	2.02 - 2.21	13	1	6	11	1	6		22.6
	2.22 - 2.41	3	1	1	3	2		1	6.5
	2.42 - 2.61			1	1			1	1.8
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100
Espesor de Grano (mm)	0.87 - 0.93			1	3		1		3
	0.94 - 1.00	2		4	2	1		2	6.51
	1.01 - 1.07	5	1	9	18	1	3	1	22.6
	1.08 - 1.14	6	1	8	25		8		28.6
	1.15 - 1.21	10	2	7	21		7	1	28.6
	1.22 - 1.28	2	1	3	4	1	2		7.7
	1.29 - 1.35		1	2				2	3
TOTAL		25	6	34	73	3	21	6	100

Elaboración Propia (2011)

Las 168 accesiones fueron recolectadas de parcelas y personas que tenían cultivos de quinuas criollas y mejoradas según la información proporcionada por los agricultores y su distribución geográfica se muestran en las figuras 19 y 20.

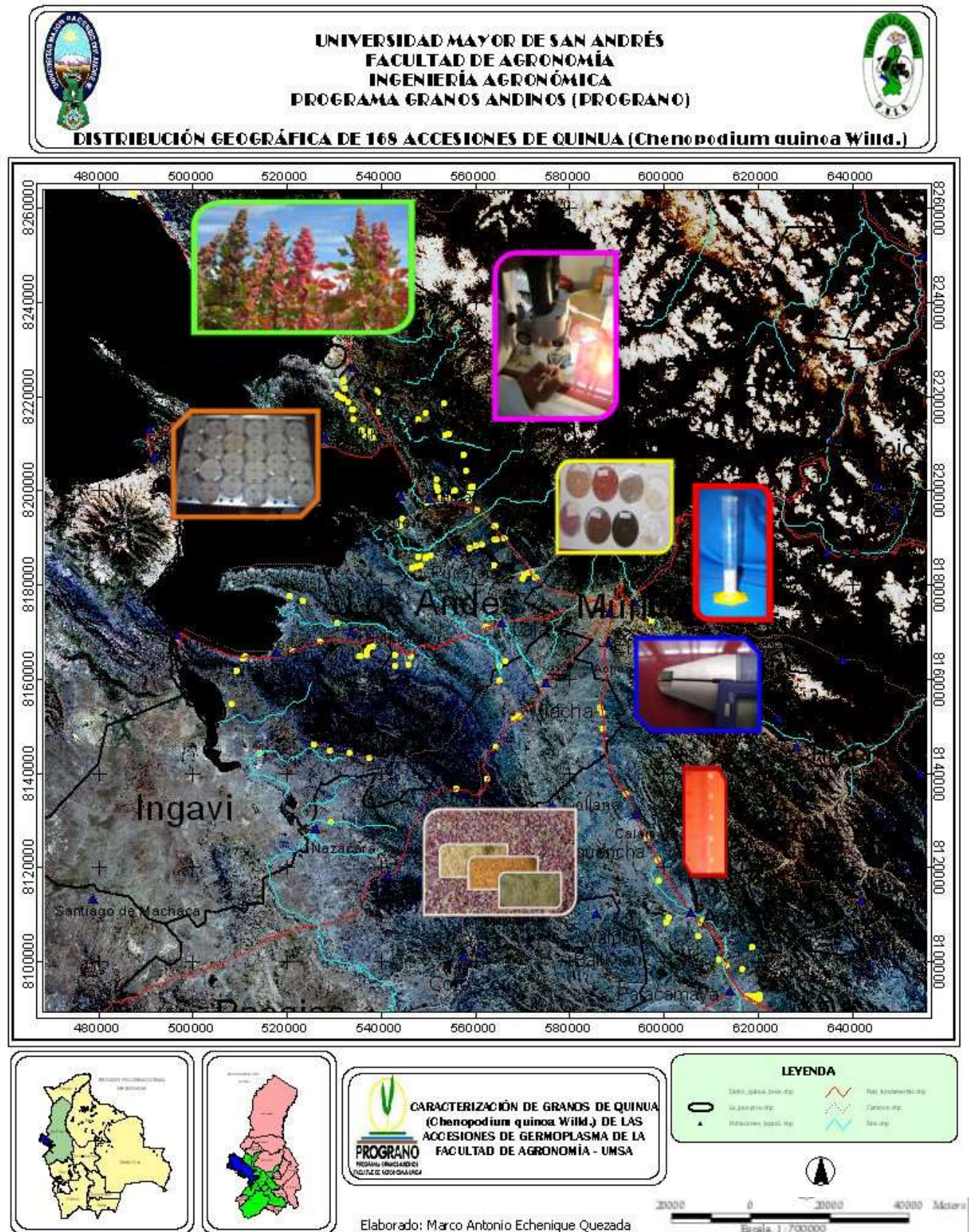


Figura 19. Imagen Satelital de distribución de las accesiones de quinua

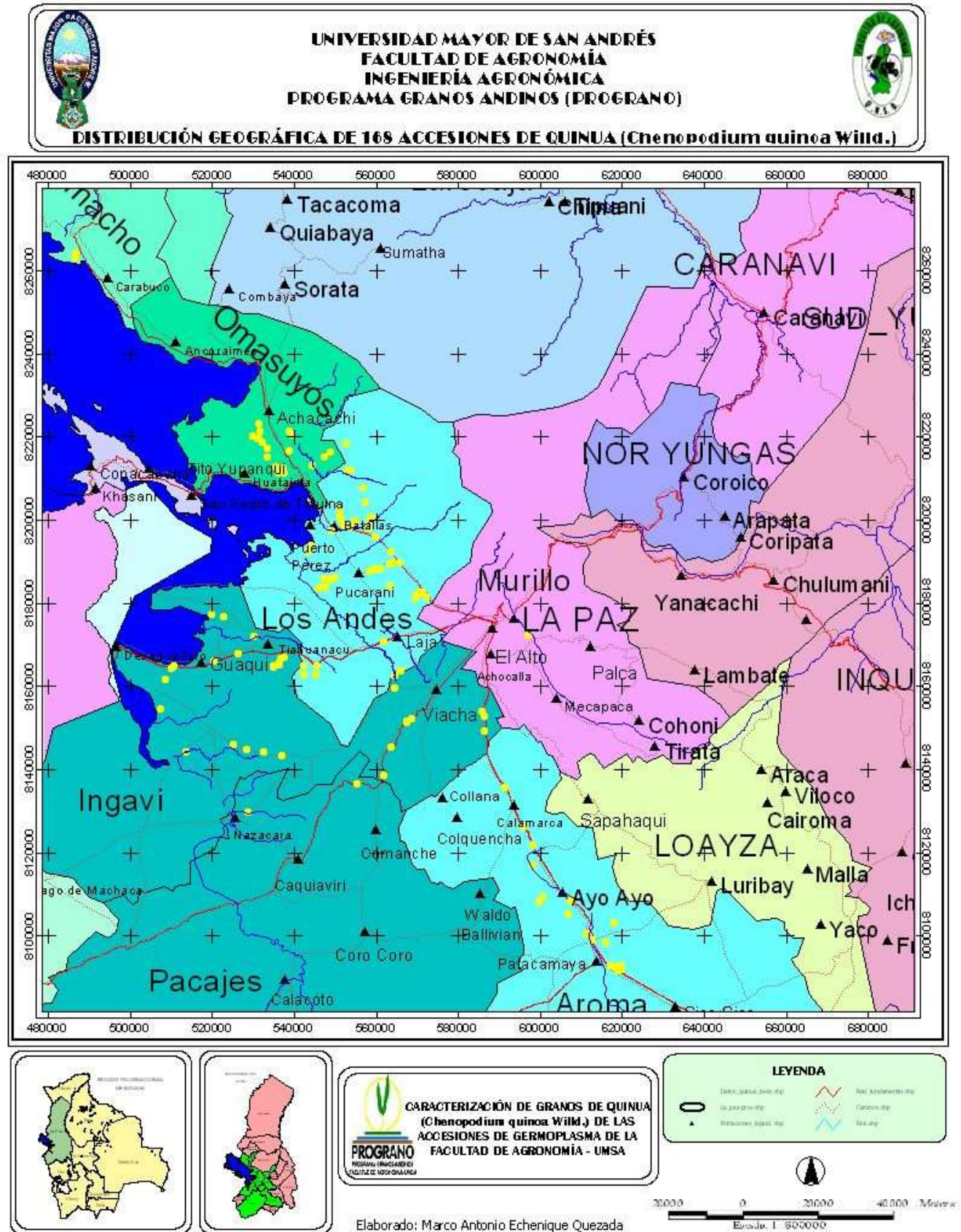


Figura 20. Mapa de distribución de las accesiones de quinua

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

De acuerdo a los objetivos planteados y tomando en cuenta que los resultados obtenidos en el trabajo nos servirán de base para la introducción de éstas accesiones al germoplasma de quinua, se tiene las siguientes conclusiones:

1. El análisis descriptivo del grano de 168 accesiones de quinua se observó una amplia variabilidad fenotípica en cuanto se refiere a las características del grano de quinua.
2. Las variables que presentaron altos coeficientes de variación fueron: a) El peso hectolítrico (kg/hl) con una media 14.02 kg/Hl, pesos que varían \pm 1.88 kg/hl el mínimo valor registrado fue para la accesión N° 100 de la provincia Los Andes con 9.27 kg/Hl y el máximo de 19.49 Kg/Hl para la accesión de la provincia Omasuyos N° 133, con coeficiente de variación de 13.38 %. b) El porcentaje de germinación (%) con una media 93.4 %, germinación que varía \pm 11.31%, valor mínimo valor que corresponde a la accesión de la provincia Los Andes N° 22, coeficiente de variación de 12.11 %. c) El diámetro de grano (mm) con una media 1.93 mm, tamaños que varían \pm 0.20 mm, valor mínimo que corresponde a la accesión de la provincia Los Andes N° 103 y valor máximo que corresponde a la accesión de la provincia Pacajes N° 8, con coeficiente de variación de 10.35 %.
3. El 90.5 % de las accesiones (152 acc.) presentó un alto porcentaje de germinación por encima de los 88%G, el 63% de las accesiones (107 acc.) presentó peso hectolítrico por encima de los 12.99 kg/Hl de peso, el 97.6% de las accesiones (164 acc.) presentaron diámetros de grano por encima de los 1.62 mm. de diámetro, el 90.5% de las accesiones (152 acc.) presentan espesor de grano por encima de los 1.01 mm.
4. La variabilidad en los granos de quinua referidos al color de perigonio, color de pericarpio y color de episperma es amplia. De 14 colores de perigonio encontrados el que predomina es el color de perigonio pajizo, de 12 colores de pericarpio el que predomina es el color de pericarpio pajizo y de 6 colores de episperma el color crema suave se encuentra en mayor cantidad, donde el color es establecido por comparación con el cuadro de colores de Munsell.

5. Es predominante en los granos de quinua la apariencia de episperma vítreo (59.5 %), el aspecto de perisperma sucroso (75 %), el borde de grano afilado (84.5 %) y forma de grano lenticular (40 %).
6. Las variables cuantitativas: peso hectolítrico, diámetro de grano y espesor de grano presentan una correlación entre ellas, cuando tamaño de grano es mayor el peso hectolítrico es menor. Las Variables cualitativas: Color de perigonio y color de pericarpio presentan una correlación positiva alta entre ellas cuando existe color de pericarpio definido el color de perigonio obtendrá el mismo color.
7. El análisis de conglomerados identificó 5 grupos para las variables cuantitativas y 11 grupos para las variables cualitativas en los granos de las accesiones de quinua.
8. Del análisis de componentes principales (ACP) para variables cuantitativas de las accesiones se encontró un aporte de 45.75 % para el primer componente y un 23.86% para el segundo.
9. El análisis de vectores propios como parte de ACP identificó que el primer componente esta asociado a las variables peso hectolítrico, diámetro de grano y espesor de grano y el segundo componente con el porcentaje de germinación.
10. Podemos destacar que de los cinco grupos formados en la gráfica de clúster el grupo 2 se caracteriza por contener a los granos de las accesiones con mayor peso hectolítrico y menor diámetro de grano, el grupo 3 contiene a los granos con menor % de germinación, el grupo 4 contiene a los granos con mayor porcentaje de germinación, diámetro y espesor de grano, y el grupo 5 contiene a los granos con menor peso hectolítrico y menor espesor de grano.
11. Del análisis de componentes principales (ACP) para variables cualitativas del grano se encontró un aporte de 24.63% para el primer componente un 17.21% para el segundo, un 15.34% para el tercero y un 14.67% para el cuarto.
12. El análisis de vectores propios como parte de ACP identificó que el primer componente esta asociado a las variables color de perigonio y el color de

pericarpio, el segundo componente con la variable apariencia de episperma, el tercer componente con la variable borde de grano, el cuarto componente con la variable color de episperma y forma de grano, el quinto componente con la variable aspecto de perisperma.

13. Entre los 11 grupos de accesiones formados en el gráfico de clúster sobresalen el grupo 2 que se caracteriza por tener color de pericarpio de color crema oscuro, color de pericarpio crema suave y forma de grano cilíndrico, el grupo 3 se caracteriza por tener color de perigonio rosado claro, el grupo 4 por tener color de perigonio y de pericarpio de color rojo y forma de grano cónico, el grupo 6 caracterizado por el color de perigonio rosado y color de pericarpio rosado oscuro, el grupo 7 caracterizado por el color de perigonio café amarillento y color de pericarpio amarillo claro, el grupo 8 caracterizado por el color de perigonio gris, color de pericarpio gris y el color de episperma negro, el grupo 9 por el color de episperma anaranjado y borde de grano redondeado, el grupo 10 por el color de pericarpio canela y color de episperma gris, el grupo 11 caracterizado por el color de pericarpio anaranjado.
14. La mayor proporción de accesiones recolectadas pertenecen a la provincia Los Andes (73 accesiones) y la que presenta menor cantidad de accesiones recolectadas es la provincia Murillo (3 accesiones).

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones emitidas, se recomienda:

1. Empezar trabajos futuros de mejoramiento, considerando los grupos formados por el análisis de componentes principales y conglomerados en las accesiones de quinua, de acuerdo a los caracteres de grano importantes que se obtuvieron como son el color y tamaño de grano y otros que sean importantes para el investigador.
2. Realizar el refrescamiento inmediato de las accesiones de quinua que presentaron porcentajes de germinación menor a 60% para evitar que sigan perdiendo el poder germinativo.
3. Tomar en cuenta los colores de perigonio o color de la panoja, cuando se procede a la evaluación en la etapa de cosecha del grano, por que en el futuro provoca confusión cuando se procede a la evaluación en laboratorio.
4. Codificar el color de grano en base a un nuevo catálogo formado del germoplasma y estandarizando tomando como base el cuadro de colores de Munsell.
5. Realzar la siembra de éstas accesiones en campo para poder hacer el refrescamiento y evaluar las características de la planta y en base a éstos datos completar la base de datos del germoplasma de quinua.
6. Realizar recolección de nuevo material genético en otras provincias del departamento de La Paz y otros departamentos productores para evaluar los granos de quinua tomando como base las características evaluadas en este material.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, R. 1987. Quinua, objetivos, metas y proyecciones en el Ecuador. In: Reunión Nacional sobre producción, uso y comercialización de la Quinua. INIAP. Quito – Ecuador. pp. 1 – 4.
- APAZA, V. 2005. Origen y Descripción de la Quinua, Manejo y Mejoramiento de Quinua Orgánica. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno. Manual N° 01. Puno – Perú. 7 p.
- ARONI, G. 1995. Experiencias de Extensión Agrícola en el Altiplano Sud. In Memorias del Seminario taller sobre Oferta tecnológica para el cultivo de Quinua y transferencia de tecnología. La Paz . Bolivia: IBTA. pp. 63 - 64.
- CABRERA, J. 2002 Sistemas de Información Geográfica para Mesoamérica. Síntesis de la Reunión (PDF). Consultado 22 Nov. 2010. Disponible en: <http://ccad.sgsica.org/noticias/2002/sig150302.htm>
- CONTRERAS, A. 1994. Caracterización física y química del grano de quinua. Facultad Nacional de Ingeniería – carrera Ingeniería química. CORDEOR – PAC. Prácticas Industriales P.Q.R. Oruro – Bolivia. 27 p.
- CORNEJO, G. 1976. Hojas de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) fuente de proteína. En: 2da Convención Internacional de Chenopodiaceas. Potosí – Bolivia. 26 – 29 abril. IICA. Serie informes de conferencias, cursos y reuniones. N° 96. Bolivia. pp. 177 – 180.
- ESPINDOLA, G. 1982. Botánica y Morfología de la Quinua: Curso a nivel de productores. Estación Experimental de Patacamaya. IBTA. Boletín Informativo. 135 p.
- ESQUINAS, A.J. 1983. Los recursos fitogenéticos una inversión segura para el futuro. Instituto Nacional de investigaciones Agrarias. Consejo internacional de recursos Fitogenéticos. FAO. Madrid – España. pp. 39 – 44.
- FAO. 1996. Plan de Acción Mundial para la conservación y la utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Declaración de Leipzig. Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Leipzig – Alemania. 64 p.

-
- FAO. 2009. Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación. In: Estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación (RFAA) en Bolivia. La Paz – Bolivia. pp. 33 – 35.
 - Fundación para la Promoción e Investigación en Productos Andinos (PROINPA). 2003. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Rubro Granos Altoandinos. La Paz – Bolivia. s/p.
 - FRANCO, T.L.; HIDALGO, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica y recursos fitogenéticos, boletín técnico N° 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali – Colombia. 89 p.
 - GALLARDO, M; GONZALES, A; PONNESSA, G. 1997. Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. Chenopodiaceas. Lilloa. 39 p.
 - GANDARILLAS. H. 1985. Estudios de herencia en la quinua. In: Curso de quinua nivel técnico. Estación Experimental Santa Catalina. Quito – Ecuador. INIAP. 5 p.
 - GANDARILLAS, H., BONIFACIO, A. 1992. Herencia del tiempo de madurez, altura de planta y tamaño del grano en la quinua. In: Actas del VII Congreso Internacional sobre cultivos Andinos. IBTA – ORSTOM. La Paz – Bolivia. 3 p.
 - GIACOMETTI, D. 1988. Descriptores para caracterización y evaluación de germoplasma. In: Encuentro sobre Recursos genéticos (Jaboticabal, 1988). Informes Jaboticabal. Brasil. 125 p.
 - GOEDERT, C; VALLS, J; VEIGA, A. 1995. Subprograma de recursos genéticos del cono sur, implicación para los INIAS y el PROCISUR. Montevideo – Uruguay. pp. 5 – 11.
 - HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TOTHAM, i.; BLACK, W.C., 2000, Análisis Multivariante, 5ta edición, Prentice Hall, Madrid – España. 798 p.
 - HIDALGO, R. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización, Morfología de recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico N° 8. Instituto Internacional de recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali – Colombia. 89 p.
 - INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACIÓN Y CALIDAD (IBNORCA). 2007. Quinua en Grano- Clasificación y Requisitos. Norma Boliviana NB 312004. La Paz – Bolivia. 4 p.

-
- INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2008. Informe Anual 2008. MDRyT, INIAF. La Paz – Bolivia. 26 p.
 - INIEA (Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria). 2006. Manual para Caracterización *In situ* de Cultivos Nativos, conceptos y Procedimientos. Proyecto conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres. PER/98/G33. Primera edición. Lima - Perú. pp. 16 – 112.
 - IPGRI (BIOVERSITY). 2001. Boletín de las Américas. Un portal de la información sobre recursos filogenéticos DIVA GIS. Cali – Colombia. 59 p.
 - International Seed Testing Association (ISTA). 1985. Seed Science and Technology; International Rules for Seed Testing. Rules 1985. Volume 13 Number 2. 520 p.
 - JACOBSEN. SVEN-E. 1999. Primer Taller Internacional Sobre Quinua. Recursos genéticos y Sistemas de Producción. Proyecto Quinua (CIP – DANIDA), La Molina, LIMA – Perú. 134 p.
 - JARAMILLO, S; BAENA, M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación Ex situ de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Grupo Américas. Cali – Colombia. 122 p.
 - LEON-VELARDE, C. y QUIROZ, R. 1994. Análisis de sistemas agropecuarios: Uso de Métodos Bio-matemáticos. Centro de Investigaciones de recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA). La Paz – Bolivia. 255 p.
 - LEON, J. 1964. Plantas alimenticias Andinas. IICA. Zona Andina. Boletín técnico N° 6. Lima – Perú. 112 p.
 - LESCANO, R.J. 1994. Genética y Mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, cañahua, tarwi, kiwicha, papa amarga, ullucu, mashua y oca. Programa Internacional de Waru Waru, convenio INADE/PELT-COTESU. Puno – Perú. 459 p.
 - LESCANO, R.J. 1980. Segundo Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Riobamba – Ecuador. pp. 31 -45
 - MANRIQUE, A. 1989. Conservación de los recursos filogenéticos: Utilización de los recursos genéticos vegetales de interés para América del Sur. La Molina. Perú. pp. 1 – 26.

-
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra (MDRyT), Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). 2009. Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación en Bolivia. La Paz – Bolivia. 3 p.
 - NIETO, C; CASTILLO, R; PERALTA, E; REA, J. 1984. Guía para el manejo y Preservación de los recursos fitogenéticos. INIAP, CIRF, CIID. Publicación Miscelánea N° 47. Est. Exp. “Santa Catalina”, Quito – Ecuador. 55 p.
 - ORTIZ, G. 2002. Sistemas de Información Geográfica (SIG). Aplicación en las ciencias sociales. pp. 18 - 22. Consultado 14 dic. 2010. Disponible en: <http://recursos.gabrielortiz.com>.
 - PROYECTO GERMO-GRANO. 2008. Informe final, Programa Granos Andinos (PROGRANO). Fac. Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. pp. 5-12.
 - QUEROL, D. 1988. Recursos genéticos, Nuestro tesoro olvidado. Editado por industrial gráfica. Lima – Perú. pp. 53 – 63.
 - REA, J. 1985. Recursos filogenéticos agrícolas de Bolivia, bases para establecer el sistema. Comité Internacional de recursos fitogenéticos. Grupo consultivo de Investigación agrícola internacional. La Paz – Bolivia. 51 p.
 - RODRIGUEZ DE LA ZERDA, W. 1988. Industrialización de la Quinua. In: Seminario nacional sobre quinua y cultivos andinos. La Paz – Bolivia. pp. 20–25.
 - TAPIA, M. 1990. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Oficina Regional para la América latina y el Caribe. Lima – Perú. 43 p.
 - TAPIA, M. 1979. La Quinua y la Kañiwa, cultivos andinos. CIID/IICA. Oficina regional para la América latina. Serie de libros y materiales educativos N° 40. Bogota – Colombia. pp.11 – 19.
 - TERCEROS, R; ANDERSSSEN L; MONASTERIO, M. 2007. Regímenes climáticos del altiplano sur de Bolivia: una región afectada por la desertificación. Revista geográfica Venezolana. Vol. 48, No 1. pp. 11-32. Consultado 21 nov. 2010. Disponible en la World Web: <http://www2.scielo.org.ve>
 - TORRES, H; MINAYA, I. 1980. Escarificadora de Quinua. Publicaciones Miscelaneas N° 243. IICA. Lima – Peru. pp. 35 – 38.
 - VARRIANO, E; DE FRANCISCO. 1984. Ultraestructura del fruto de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Microestructura Food. 20 p.

- VILELA, E., CANDEIRA, A. 1994. Principios genéticos para recursos genéticos. In: Curso de conservación de germoplasma – semente. EMBRAPA – CENARGEM. Brasilia - Brasil. 20 p.
- VARELA, M. 1998. Análisis Multivariado de datos Aplicados a las Ciencias Agrícolas. Ediciones INCA, La Habana – Cuba. pp. 1, 5, 37.
- VICENTE, J. y VASQUEZ, A. 2007. Curso Taller Análisis Multivariado con SPSS 11.5 for Windows. La Paz – Bolivia. pp. 3 – 4.

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz Básica de Datos (MBD) de recolección de 168 accesiones de quinua

No Acc.	País	Dpto.	Provincia	Municipio	Localidad	Nombre del donante
1	04	01	Ingavi	Viacha	Hilata Arriba	Eusebio Alanoca
2	04	01	Ingavi	Viacha	Hilata Arriba	Eusebio Alanoca
3	04	01	Ingavi	Viacha	Hilata Arriba	Eusebio Alanoca
4	04	01	Ingavi	Viacha	Quiñamaya	Eusebio Alanoca
5	04	01	Ingavi	Viacha	Quiñamaya	Geronimo Poma
6	04	01	Ingavi	Viacha	Coniri	Pedro Mamani
7	04	01	Ingavi	Viacha	Chacoma	Pedro Atahuichi
8	04	01	Pacajes	Comanche	Paacota	Lorenzo Sirpa
9	04	01	Pacajes	Comanche	Paacota	Lorenzo Sirpa
10	04	01	Pacajes	Comanche	Paacota	Lorenzo Sirpa
11	04	01	Pacajes	Comanche	Paacota	Lorenzo Sirpa
12	04	01	Pacajes	Comanche	Paacota	Lorenzo Sirpa
13	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Achaca	Flora Flores
14	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Achaca	María López
15	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Achuta Grande	Francisca Chambi
16	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Chivo	Miguel Aduviri Chipana
17	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Chivo	Miguel Aduviri Chipana
18	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Chivo	Elizabeth Mamani
19	04	01	Los Andes	Laja	Santa Rosa	Ninguno
20	04	01	Los Andes	Laja	Santa Rosa	Cresencio Mamani
21	04	01	Los Andes	Laja	Santa Rosa	Cresencio Mamani
22	04	01	Los Andes	Laja	Santa Rosa	Santiago Mamani
23	04	01	Los Andes	Laja	Santa Rosa	Santiago Mamani
24	04	01	Ingavi	Viacha	Achica Chico	Felipe López
25	04	01	Ingavi	Viacha	Achica chico	Adrian Mamani
26	04	01	Ingavi	Viacha	Llajmapampa	Emiliana Quispe
27	04	01	Aroma	Calamarca	Huayhursi	Cecilio Callizaya
28	04	01	Aroma	Calamarca	Huayhursi	Claudina Fernández
29	04	01	Aroma	Calamarca	Huayhursi	Maximo Choque
30	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Collana Tholar	Eulogio Apaza
31	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Pomani	Lucio Canqui
32	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Pomani	Ninguno
33	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Pomani	Ninguno
34	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Sullcavi	Ninguno
35	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Ayo Ayo	Ninguno
36	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Sullcavi	Nicasio Alanoca
37	04	01	Aroma	Patacamaya	Viscachani	Ninguno
38	04	01	Aroma	Patacamaya	Calchani	Plácida Alanoca
39	04	01	Aroma	Patacamaya	Colchani	Calixto Quispe
40	04	01	Aroma	Patacamaya	Colchani	Ninguno
41	04	01	Aroma	Patacamaya	Colchani	Ninguno
42	04	01	Aroma	Patacamaya	Colchani	Leonardo Flores
43	04	01	Aroma	Patacamaya	Mantecani	Ninguno
44	04	01	Aroma	Patacamaya	Mantecani	Ninguno
45	04	01	Aroma	Patacamaya	Viscachani	Ninguno
46	04	01	Aroma	Patacamaya	Viscachani	Feliciano Yujra
47	04	01	Aroma	Patacamaya	Chiarhumani	Donato Laura
48	04	01	Aroma	Ayo Ayo	Ayo Ayo	Ninguno
49	04	01	Los Andes	Laja	Capacasi	Ninguno
50	04	01	Los Andes	Laja	Capacasi	Ninguno
51	04	01	Los Andes	Laja	Capacasi	Yovana Espejo

No Acc.	País	Dpto.	Provincia	Municipio	Localidad	Nombre del donante
52	04	01	Los Andes	Laja	Capacasi	Lazaro Carvajal
53	04	01	Los Andes	Laja	Corapata	Ramón Condori
54	04	01	Los Andes	Laja	Corapata	Francisco Condori
55	04	01	Los Andes	Pucarani	Chojnacollo	Ninguno
56	04	01	Los Andes	Pucarani	Chojnacollo	Ninguno
57	04	01	Los Andes	Pucarani	Chojnacollo	Ninguno
58	04	01	Aroma	Patacamaya	Mantecani	Ninguno
59	04	01	Aroma	Patacamaya	Mantecani	Ninguno
60	04	01	Aroma	Patacamaya	Mantecani	Ninguno
61	04	01	Los Andes	Pucarani	Patamanta	Ninguno
62	04	01	Los Andes	Pucarani	Patamanta	Ninguno
63	04	01	Los Andes	Pucarani	Pampacollo	Ninguno
64	04	01	Los Andes	Pucarani	Pampacollo	Ninguno
65	04	01	Los Andes	Pucarani	Pampacollo	Celia Mamani
66	04	01	Los Andes	Pucarani	Pampacollo	Ninguno
67	04	01	Los Andes	Pucarani	Pampacollo	José Ramos
68	04	01	Los Andes	Pucarani	Pampacollo	José Ramos
69	04	01	Los Andes	Pucarani	Chaucha	Florencio mamani
70	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Arriba	Mario Vasquez
71	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Arriba	Ninguno
72	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Arriba	Eusebio Quispe
73	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Centro	Ninguno
74	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Baja	Celestino Espinoza
75	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Grande	Ninguno
76	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Grande	Ninguno
77	04	01	Los Andes	Pucarani	Iquiaca Baja	Ninguno
78	04	01	Los Andes	Pucarani	Coachijo	Ninguno
79	04	01	Los Andes	Puerto Perez	Canapata	Ninguno
80	04	01	Los Andes	Puerto Perez	Cachilaya	Ninguno
81	04	01	Los Andes	Batallas	Cotosuma	Ninguno
82	04	01	Camacho	Puerto Acosta	Cachacheque	Ninguno
83	04	01	Camacho	Puerto Acosta	Cachacheque	Ninguno
84	04	01	Camacho	Puerto Acosta	Cachacheque	Ninguno
85	04	01	Camacho	Puerto Acosta	Cachacheque	Ninguno
86	04	01	Camacho	Puerto Carabuco	Wallajsantia	Ninguno
87	04	01	Camacho	Puerto Carabuco	Wallajsantia	Ninguno
88	04	01	Los Andes	Pucarani	Chunu Chulluni	Ninguno
89	04	01	Los Andes	Pucarani	Janko Kala	Ninguno
90	04	01	Los Andes	Batallas	Corqueamaya	Ninguno
91	04	01	Los Andes	Batallas	Catacota	Ninguno
92	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
93	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
94	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
95	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
96	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
97	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Vicente Layme
98	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Vicente Layme
99	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
100	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
101	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
102	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
103	04	01	Los Andes	Batallas	Suriquiña	Ninguno
104	04	01	Los Andes	Batallas	Tuquia	Ninguno
105	04	01	Los Andes	Batallas	Tuquia	Ninguno
106	04	01	Los Andes	Batallas	Peñas	Ninguno

No Acc.	País	Dpto.	Provincia	Municipio	Localidad	Nombre del donante
107	04	01	Los Andes	Batallas	Peñas	Ninguno
108	04	01	Los Andes	Batallas	Huancoyo	Ninguno
109	04	01	Murillo	La Paz	Kallutaca	Ninguno
110	04	01	Murillo	La Paz	Kallutaca	Ninguno
111	04	01	Murillo	La Paz	Kallutaca	Ninguno
112	04	01	Los Andes	Laja	Puente Pallina	Ninguno
113	04	01	Los Andes	Laja	Puente Pallina	Ninguno
114	04	01	Los Andes	Laja	Curva Pucara	Ninguno
115	04	01	Los Andes	Laja	Chuñu Chuñuni	Ninguno
116	04	01	Los Andes	Laja	Chuñu Chuñuni	Natalio Choque
117	04	01	Los Andes	Laja	Chusacani	Ninguno
118	04	01	Los Andes	Laja	Chusacani	Ninguno
119	04	01	Omasuyos	Achacachi	Cota Cota Baja	Feliciano Yujra
120	04	01	Omasuyos	Achacachi	Samancha	Antonio Huanquiri
121	04	01	Omasuyos	Achacachi	Cota Cota	Ninguno
122	04	01	Omasuyos	Achacachi	Tairo	ramón Quispe
123	04	01	Omasuyos	Achacachi	Pallerete	Ninguno
124	04	01	Omasuyos	Achacachi	Santiago de pacha	Ninguno
125	04	01	Omasuyos	Achacachi	Santiago de pacha	Ninguno
126	04	01	Omasuyos	Achacachi	Santiago de pacha	Ninguno
127	04	01	Omasuyos	Achacachi	Santiago de pacha	Ninguno
128	04	01	Omasuyos	Achacachi	Thola Thola	Ninguno
129	04	01	Omasuyos	Achacachi	Thola Thola	Victoria Pacaure
130	04	01	Omasuyos	Achacachi	Chawira Grande	Ninguno
131	04	01	Omasuyos	Achacachi	Chawira Grande	Ninguno
132	04	01	Omasuyos	Achacachi	Phajchani Molino	Félix Quispe
133	04	01	Omasuyos	Achacachi	Phajchani Molino	Ninguno
134	04	01	Omasuyos	Achacachi	Phajchani Grande	Fermín Alanoca
135	04	01	Omasuyos	Achacachi	Huancollo	Fermín Alanoca
136	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Huancollo	René Tancara
137	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Huancollo	Ninguno
138	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Huancollo	Ninguno
139	04	01	Ingavi	Tiahuanacu	Huancollo	Ninguno
140	04	01	Ingavi	Guaqui	Patarani	Eusebio Laura
141	04	01	Ingavi	Guaqui	Kassa Santa Rosa	Ninguno
142	04	01	Ingavi	Guaqui	Kassa Santa Rosa	Maria Velez
143	04	01	Ingavi	Guaqui	Kassa Santa Rosa	Ninguno
144	04	01	Ingavi	Guaqui	Kassa Santa Rosa	Ninguno
145	04	01	Ingavi	Guaqui	Kassa Santa Rosa	Ninguno
146	04	01	Ingavi	Guaqui	Kassa Santa Rosa	Ninguno
147	04	01	Ingavi	Viacha	San Pedro de Taca Kanapata	Emilio Peñasco
148	04	01	Ingavi	Jesus de Machaca	Achaca centro	Ninguno
149	04	01	Ingavi	Jesus de Machaca	Achaca centro	Ninguno
150	04	01	Ingavi	Jesus de Machaca	Kalla baja	Ninguno
151	04	01	Ingavi	Viacha	Lawacollo	Ninguno
152	04	01	Ingavi	Viacha	Jonk'o Milluni	Ponciano Asistiri
153	04	01	Ingavi	Viacha	Coypa	Basilio Cussi
154	04	01	Los Andes	Batallas	Chirapaca	Ninguno
155	04	01	Los Andes	Batallas	Karuiza	Victor Copa
156	04	01	Los Andes	Batallas	Central Karwiza	Moises Flores
157	04	01	Los Andes	Batallas	Central Karwiza	Moises Flores
158	04	01	Los Andes	Batallas	Central Karwiza	Ninguno
159	04	01	Los Andes	Batallas	Central Karwiza	Victor Ramos Copa
160	04	01	Omasuyos	Achacachi	Coromata baja	Ninguno
161	04	01	Omasuyos	Achacachi	Coromata baja	Ninguno

No Acc.	País	Dpto.	Provincia	Municipio	Localidad	Nombre del donante
162	04	01	Omasuyos	Achacachi	Coromata baja	Marco Mamani
163	04	01	Los Andes	Batallas	Coroyo	Ninguno
164	04	01	Los Andes	Batallas	Coroyo	Ninguno
165	04	01	Los Andes	Batallas	Pariri	Ninguno
166	04	01	Los Andes	Batallas	Chirapaca	Justina vda. De Choquehuanca
167	04	01	Pacajes	Nazacara	Villa Anta	Ninguno
168	04	01	Omasuyos	Achacachi	Tunusi	Ninguno

(Continuación ANEXO 1)

No Acc.	Nombre del recolector	Forma de recolecta	Fecha de recolección	Latitud	Longitud	Altitud
1	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 42' 47"	68° 21' 13"	3877
2	Teresa Mamani	Campo	25-Mar-08	16° 42' 47"	68° 21' 13"	3877
3	Teresa Mamani	Campo	25-Mar-08	16° 42' 47"	68° 21' 13"	3877
4	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 43' 12"	68° 21' 50"	3881
5	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 43' 07"	68° 21' 51"	3882
6	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 46' 24"	68° 24' 01"	3910
7	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 50' 08"	68° 25' 04"	3951
8	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 51' 15"	68° 28' 43"	4119
9	Maxima Limachi	Campo	25-Mar-08	16° 51' 15"	68° 28' 43"	4119
10	Teresa Mamani	Campo	25-Mar-08	16° 51' 15"	68° 28' 43"	4119
11	Teresa Mamani	Campo	25-Mar-08	16° 51' 15"	68° 28' 43"	4119
12	Teresa Mamani	Campo	25-Mar-08	16° 51' 15"	68° 28' 43"	4119
13	Teresa Mamani	Campo	26-Mar-08	16° 35' 55"	68° 40' 15"	3881
14	Teresa Mamani	Campo	26-Mar-08	16° 36' 01"	68° 40' 16"	3887
15	Teresa Mamani	Campo	26-Mar-08	16° 32' 06"	68° 42' 59"	3857
16	Maxima Limachi	Campo	26-Mar-08	16° 29' 33"	68° 47' 08"	3831
17	Maxima Limachi	Campo	26-Mar-08	16° 29' 33"	68° 47' 08"	3831
18	Maxima Limachi	Campo	26-Mar-08	16° 29' 07"	68° 48' 43"	3823
19	Maxima Limachi	Campo	27-Mar-08	16° 36' 27"	68° 22' 49"	3873
20	Maxima Limachi	Campo	27-Mar-08	16° 37' 07"	68° 23' 34"	3866
21	Teresa Mamani	Campo	27-Mar-08	17° 37' 07"	68° 23' 34"	3866
22	Marco A. Echenique	Campo	27-Mar-08	16° 38' 42"	68° 23' 32"	3871
23	Teresa Mamani	Campo	27-Mar-08	16° 38' 42"	68° 23' 32"	3871
24	Teresa Mamani	Campo	31-Mar-08	16° 41' 46"	68° 11' 32"	3863
25	Marco A. Echenique	Campo	31-Mar-08	16° 42' 22"	68° 11' 14"	3932
26	Marco A. Echenique	Campo	31-Mar-08	16° 44' 15"	68° 11' 11"	3937
27	Marco A. Echenique	Campo	31-Mar-08	16° 51' 45"	68° 08' 21"	4062
28	Teresa Mamani	Campo	31-Mar-08	16° 56' 49"	68° 05' 51"	4010
29	Teresa Mamani	Campo	31-Mar-08	16° 59' 16"	68° 04' 36"	3997
30	Maxima Limachi	Campo	31-Mar-08	17° 01' 47"	68° 04' 27"	3953
31	Maxima Limachi	Campo	31-Mar-08	17° 06' 32"	68° 03' 34"	3908
32	Maxima Limachi	Campo	31-Mar-08	17° 05' 58"	68° 03' 13"	3901
33	Maxima Limachi	Campo	31-Mar-08	18° 05' 58"	68° 03' 13"	3901
34	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 06' 32"	67° 59' 21"	3844
35	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 06' 14"	67° 59' 04"	3897
36	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 08' 08"	67° 59' 41"	3923
37	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 10' 42"	67° 57' 05"	3865
38	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 15' 13"	67° 53' 13"	3833
39	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 14' 50"	67° 52' 19"	3869
40	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 14' 49"	67° 52' 20"	3869
41	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 15' 03"	67° 52' 41"	3846
42	Maxima Limachi	Campo	01-Abr-08	17° 15' 19"	67° 57' 19"	3857
43	Marco A. Echenique	Campo	01-Abr-08	17° 15' 33"	67° 52' 44"	3832
44	Marco A. Echenique	Campo	01-Abr-08	17° 15' 35"	67° 52' 44"	3837
45	Marco A. Echenique	Campo	01-Abr-08	17° 14' 57"	67° 53' 45"	3814
46	Marco A. Echenique	Campo	01-Abr-08	17° 14' 57"	67° 53' 45"	3813
47	Marco A. Echenique	Campo	01-Abr-08	17° 11' 30"	67° 56' 19"	3852
48	Marco A. Echenique	Campo	01-Abr-08	17° 06' 35"	67° 59' 12"	3882
49	Marco A. Echenique	Campo	08-Abr-08	16° 26' 50"	68° 19' 18"	3956
50	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 26' 48"	68° 19' 21"	3956
51	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 26' 13"	68° 19' 52"	3955

No Acc.	Nombre del recolector	Forma de recolecta	Fecha de recolección	Latitud	Longitud	Altitud
52	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 26' 17"	68° 20' 09"	3947
53	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 26' 35"	68° 20' 39"	3931
54	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 26' 59"	68° 20' 53"	3924
55	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 25' 25"	68° 24' 16"	3896
56	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 25' 25"	68° 24' 16"	3897
57	Maxima Limachi	Campo	08-Abr-08	16° 25' 25"	68° 24' 16"	3897
58	Maxima Limachi	Campo	15-Abr-08	17° 09' 19"	67° 53' 13"	4035
59	Maxima Limachi	Campo	15-Abr-08	18° 09' 19"	67° 53' 13"	4035
60	Maxima Limachi	Campo	15-Abr-08	17° 11' 49"	67° 54' 23"	3919
61	Maxima Limachi	Campo	26-Abr-08	16° 22' 21"	68° 22' 59"	3945
62	Teresa Mamani	Campo	26-Abr-08	16° 22' 21"	68° 22' 59"	3945
63	Teresa Mamani	Campo	26-Abr-08	16° 22' 25"	68° 23' 54"	3958
64	Teresa Mamani	Campo	26-Abr-08	16° 22' 32"	68° 24' 14"	3946
65	Teresa Mamani	Campo	26-Abr-08	16° 23' 07"	68° 25' 41"	3907
66	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 23' 15"	68° 26' 22"	3897
67	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 23' 13"	68° 26' 23"	3895
68	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 23' 13"	68° 26' 23"	3895
69	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 23' 30"	68° 27' 10"	3881
70	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 24' 17"	68° 31' 51"	3848
71	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 24' 27"	68° 32' 17"	3844
72	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 24' 39"	68° 32' 28"	3834
73	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 24' 40"	68° 32' 29"	3831
74	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 25' 33"	68° 33' 05"	3832
75	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 25' 35"	68° 33' 26"	3832
76	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 25' 39"	68° 33' 34"	3834
77	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 25' 46"	68° 34' 04"	3834
78	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 24' 33"	68° 33' 20"	3839
79	Marco A. Echenique	Campo	26-Abr-08	16° 20' 57"	68° 35' 28"	3857
80	Maxima Limachi	Campo	26-Abr-08	16° 20' 09"	68° 35' 10"	3838
81	Maxima Limachi	Campo	26-Abr-08	16° 18' 18"	68° 32' 17"	3848
82	Maxima Limachi	Campo	28-Abr-08	15° 41' 59"	69° 07' 25"	3842
83	Maxima Limachi	Campo	28-Abr-08	15° 41' 59"	70° 07' 25"	3842
84	Maxima Limachi	Campo	28-Abr-08	15° 41' 59"	71° 07' 25"	3842
85	Maxima Limachi	Campo	28-Abr-08	15° 41' 59"	72° 07' 25"	3842
86	Maxima Limachi	Campo	28-Abr-08	15° 42' 41"	69° 07' 18"	3837
87	Maxima Limachi	Campo	28-Abr-08	15° 42' 41"	70° 07' 18"	3837
88	Maxima Limachi	Campo	29-Abr-08	16° 20' 53"	68° 24' 13"	3978
89	Maxima Limachi	Campo	29-Abr-08	16° 20' 55"	68° 24' 06"	3988
90	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 19' 03"	68° 26' 20"	3963
91	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 17' 50"	68° 27' 24"	3948
92	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 17' 55"	68° 27' 21"	3950
93	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 17' 12"	68° 27' 12"	3967
94	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 17' 12"	68° 27' 12"	3967
95	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 17' 12"	68° 27' 12"	3967
96	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 17' 12"	68° 27' 12"	3967
97	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 16' 57"	68° 27' 01"	3982
98	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 16' 57"	68° 27' 01"	3982
99	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 16' 34"	68° 26' 50"	3995
100	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 16' 32"	68° 26' 48"	3999
101	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 16' 29"	68° 26' 45"	3957
102	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 16' 26"	68° 27' 03"	3980
103	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 14' 36"	68° 27' 40"	4015
104	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 12' 41"	68° 27' 59"	4026
105	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 12' 41"	68° 27' 59"	4026
106	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 10' 24"	68° 29' 40"	3999

No Acc.	Nombre del recolector	Forma de recolecta	Fecha de recolección	Latitud	Longitud	Altitud
107	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 10' 24"	68° 29' 40"	3999
108	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 10' 25"	68° 30' 05"	3995
109	Marco A. Echenique	Campo	30-Abr-08	16° 31' 48"	68° 05' 23"	3818
110	Marco A. Echenique	Campo	30-Abr-08	16° 31' 48"	69° 05' 23"	3818
111	Marco A. Echenique	Campo	30-Abr-08	16° 31' 48"	70° 05' 23"	3818
112	Marco A. Echenique	Campo	29-Abr-08	16° 32' 36"	68° 25' 09"	3859
113	Teresa Mamani	Campo	29-Abr-08	16° 32' 36"	69° 25' 09"	3859
114	Teresa Mamani	Campo	30-Abr-08	16° 35' 54"	68° 34' 13"	3876
115	Teresa Mamani	Campo	30-Abr-08	16° 37' 00"	68° 34' 27"	3909
116	Teresa Mamani	Campo	30-Abr-08	16° 37' 03"	68° 36' 02"	3923
117	Teresa Mamani	Campo	30-Abr-08	16° 35' 52"	68° 36' 06"	3891
118	Maxima Limachi	Campo	30-Abr-08	16° 35' 52"	69° 36' 06"	3891
119	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 10' 43"	68° 38' 45"	3840
120	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 10' 42"	68° 39' 42"	3903
121	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 10' 01"	68° 39' 00"	3859
122	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 09' 55"	68° 40' 01"	3882
123	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 08' 41"	68° 41' 04"	3901
124	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 07' 30"	68° 41' 11"	3883
125	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 07' 34"	68° 48' 10"	3885
126	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 06' 39"	68° 41' 43"	3886
127	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 06' 17"	68° 42' 13"	3870
128	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 06' 11"	68° 42' 32"	3863
129	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 05' 54"	68° 43' 04"	3854
130	Maxima Limachi	Campo	19-May-08	16° 04' 16"	68° 42' 21"	3852
131	Teresa Mamani	Campo	19-May-08	16° 04' 12"	68° 42' 18"	3852
132	Teresa Mamani	Campo	19-May-08	16° 05' 14"	68° 38' 12"	3872
133	Teresa Mamani	Campo	19-May-08	16° 05' 48"	68° 37' 50"	3884
134	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 07' 48"	68° 38' 06"	3855
135	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 07' 48"	69° 38' 06"	3760
136	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 34' 46"	68° 38' 46"	3860
137	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 34' 57"	68° 39' 13"	3868
138	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 35' 27"	68° 39' 26"	3877
139	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 35' 49"	68° 39' 28"	3882
140	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 34' 18"	68° 45' 00"	3834
141	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 36' 13"	68° 54' 15"	3842
142	Teresa Mamani	Campo	20-May-08	16° 35' 58"	68° 53' 55"	3827
143	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 36' 13"	68° 54' 15"	3833
144	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 37' 40"	68° 55' 01"	3849
145	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 37' 40"	69° 55' 01"	3849
146	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 37' 40"	70° 55' 01"	3849
147	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 47' 09"	68° 52' 13"	3823
148	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	17° 47' 09"	68° 52' 13"	3842
149	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	18° 47' 09"	68° 52' 13"	3842
150	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 46' 12"	68° 45' 46"	3886
151	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 46' 54"	68° 43' 48"	3897
152	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 47' 05"	68° 41' 30"	3892
153	Marco A. Echenique	Campo	20-May-08	16° 47' 40"	68° 39' 04"	3910
154	Marco A. Echenique	Campo	21-May-08	16° 17' 39"	68° 30' 43"	3872
155	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 16' 52"	68° 30' 58"	3885
156	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 16' 24"	68° 31' 06"	3891
157	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 16' 24"	69° 31' 06"	3891
158	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 16' 23"	68° 31' 04"	3891
159	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 15' 31"	68° 31' 10"	3915
160	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 09' 45"	68° 34' 55"	3929
161	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 08' 36"	68° 33' 22"	3945

No Acc.	Nombre del recolector	Forma de recolecta	Fecha de recolección	Latitud	Longitud	Altitud
162	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 07' 57"	68° 32' 26"	3968
163	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 06' 47"	68° 30' 15"	4106
164	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 16' 54"	68° 28' 59"	3922
165	Teresa Mamani	Campo	21-May-08	16° 16' 55"	68° 29' 07"	3917
166	Marco A. Echenique	Campo	21-May-08	16° 17' 46"	68° 29' 46"	3896
167	Marco A. Echenique	Campo	16-Jun-08	16° 55' 04"	68° 43' 40"	3844
168	Marco A. Echenique	Campo	19-Jun-08	16° 05' 12"	68° 42' 05"	3864

ANEXO 2

Descripción de las Variables Cuantitativas de 168 accesiones de quinua

No Acc.	Peso Hectolítico (kg/Hl)	Germinación (%)	Diámetro de grano (mm)	Espesor de grano (mm)
1	15,714	97	1,99	1,15
2	16,400	89	1,91	1,15
3	15,968	34	2,20	1,32
4	15,606	95	2,06	1,23
5	13,654	99	1,91	1,03
6	12,742	94	1,87	1,20
7	14,694	98	1,71	1,07
8	16,075	99	2,59	1,35
9	13,214	100	1,82	1,17
10	18,182	96	2,26	1,31
11	15,135	99	1,73	1,00
12	17,429	99	1,72	1,05
13	15,263	99	1,72	1,10
14	17,179	97	1,75	1,04
15	11,321	96	1,61	1,09
16	14,762	99	1,81	1,07
17	16,949	96	1,89	1,26
18	13,977	91	2,14	1,31
19	15,000	100	2,17	1,21
20	11,714	34	1,42	0,88
21	11,754	99	1,75	1,12
22	13,509	28	1,81	1,11
23	15,294	94	1,96	1,14
24	16,615	97	2,22	1,16
25	15,246	97	2,12	1,12
26	13,971	98	2,05	1,16
27	14,600	99	1,94	1,06
28	17,077	94	2,17	1,21
29	15,091	90	1,90	1,11
30	14,154	81	2,08	1,12
31	15,652	93	1,91	0,99
32	13,077	94	1,89	1,01
33	15,806	94	2,15	1,09
34	15,968	98	2,08	1,15
35	15,345	97	1,99	1,16
36	15,352	100	2,11	1,17
37	16,923	83	2,17	1,18
38	13,443	90	2,05	1,16
39	12,809	89	2,32	1,08
40	14,865	60	1,70	1,03
41	15,797	91	2,29	1,19
42	16,857	98	2,17	1,24
43	13,953	95	2,20	1,21
44	14,583	95	1,94	1,08
45	12,716	93	2,14	1,16
46	13,396	89	2,03	1,03
47	15,806	98	2,05	1,19
48	16,825	90	2,10	1,12
49	14,386	98	1,91	1,11
50	11,370	98	1,96	1,22
51	11,719	92	1,80	1,12

No Acc.	Peso Hectolítico (kg/Hl)	Germinación (%)	Diámetro de grano (mm)	Espesor de grano (mm)
52	15,532	98	1,71	1,12
53	14,906	99	1,81	1,16
54	13,607	96	2,09	1,20
55	11,429	98	1,82	1,11
56	14,426	100	1,95	1,18
57	15,870	100	1,85	1,15
58	14,773	99	1,73	1,03
59	12,432	33	1,52	0,97
60	18,281	96	2,27	1,25
61	16,512	81	1,78	1,17
62	12,258	98	1,90	1,12
63	12,500	96	1,91	1,15
64	13,594	94	1,97	1,17
65	15,185	98	1,94	1,15
66	15,333	99	2,06	1,23
67	15,323	100	2,11	1,15
68	13,492	100	1,92	1,18
69	12,714	98	1,99	1,16
70	12,037	96	1,86	1,16
71	11,132	97	1,70	1,11
72	15,091	97	1,96	1,06
73	14,237	98	1,92	1,15
74	15,625	98	1,80	1,06
75	18,158	95	1,84	1,13
76	15,231	97	1,95	1,26
77	16,667	97	1,78	1,11
78	14,595	99	1,71	1,05
79	12,712	96	1,83	1,10
80	13,443	99	1,86	1,16
81	14,048	99	2,23	1,08
82	14,776	95	2,07	1,21
83	13,455	96	1,76	1,18
84	13,934	99	1,83	1,23
85	13,276	94	1,89	1,06
86	13,962	89	1,86	1,08
87	15,000	97	2,24	1,33
88	11,967	92	1,83	1,12
89	14,667	95	1,92	1,07
90	10,984	98	1,72	1,04
91	9,833	100	1,71	1,03
92	10,364	98	1,68	1,09
93	12,642	100	1,83	1,04
94	15,469	98	2,03	1,18
95	14,182	99	1,86	1,10
96	11,475	99	1,80	1,07
97	12,340	100	1,71	1,05
98	13,333	100	1,76	1,08
99	11,698	96	1,76	1,11
100	9,273	91	1,72	1,06
101	14,130	99	1,78	1,13
102	13,659	99	1,72	1,02
103	15,238	95	1,02	1,02
104	13,243	95	1,71	1,09
105	13,269	100	1,80	1,13
106	14,063	99	2,03	1,16

No Acc.	Peso Hectolítico (kg/Hl)	Germinación (%)	Diámetro de grano (mm)	Espesor de grano (mm)
107	15,000	100	1,71	1,03
108	11,273	92	1,84	1,07
109	14,138	96	2,38	0,97
110	13,016	98	2,07	1,03
111	15,429	97	2,30	1,22
112	12,593	96	2,33	1,25
113	15,139	92	2,34	1,18
114	18,158	97	1,95	1,05
115	10,926	90	1,78	0,99
116	11,571	99	2,06	1,20
117	10,423	98	2,08	1,05
118	10,217	97	1,76	0,90
119	10,568	97	2,10	1,10
120	11,967	97	1,92	1,04
121	12,712	97	1,84	1,08
122	14,921	99	2,02	1,15
123	12,679	93	1,82	1,11
124	12,373	100	1,88	1,15
125	12,623	93	1,88	1,16
126	15,000	95	2,08	1,21
127	14,219	90	2,05	1,23
128	14,063	95	1,97	1,19
129	13,607	85	1,97	1,20
130	14,462	95	2,07	1,27
131	13,818	98	1,89	1,12
132	13,158	99	1,85	1,13
133	19,487	98	1,88	1,16
134	12,903	95	2,03	1,09
135	15,102	95	1,92	0,87
136	14,634	65	1,99	0,95
137	14,909	98	1,96	1,11
138	16,182	93	1,98	1,07
139	13,273	94	1,98	1,02
140	14,231	100	1,94	1,11
141	14,194	95	1,87	1,21
142	13,231	99	2,03	1,08
143	13,820	96	2,43	1,23
144	14,107	92	1,94	1,06
145	13,455	84	1,82	0,93
146	11,455	75	1,86	1,00
147	13,750	94	1,95	1,10
148	10,833	88	1,72	1,00
149	14,000	69	1,72	0,95
150	17,297	98	1,72	1,05
151	11,273	97	1,87	1,02
152	10,893	82	1,73	1,10
153	15,000	100	1,79	1,15
154	13,385	91	2,03	1,14
155	14,561	95	1,96	1,09
156	14,746	99	2,10	1,01
157	11,176	97	1,79	1,00
158	13,908	95	2,49	1,03
159	10,938	89	1,93	1,08
160	14,915	100	1,91	1,13
161	14,474	95	1,70	1,05

No Acc.	Peso Hectolítico (kg/Hl)	Germinación (%)	Diámetro de grano (mm)	Espesor de grano (mm)
162	12,830	98	1,92	1,13
163	12,750	93	1,62	0,90
164	15,902	98	2,05	1,20
165	16,250	85	1,89	1,15
166	12,857	94	1,84	1,08
167	12,182	88	1,77	1,00
168	14,386	85	1,97	1,01

ANEXO 3

Descripción de las Variables Cualitativas de 168 accesiones de quinua

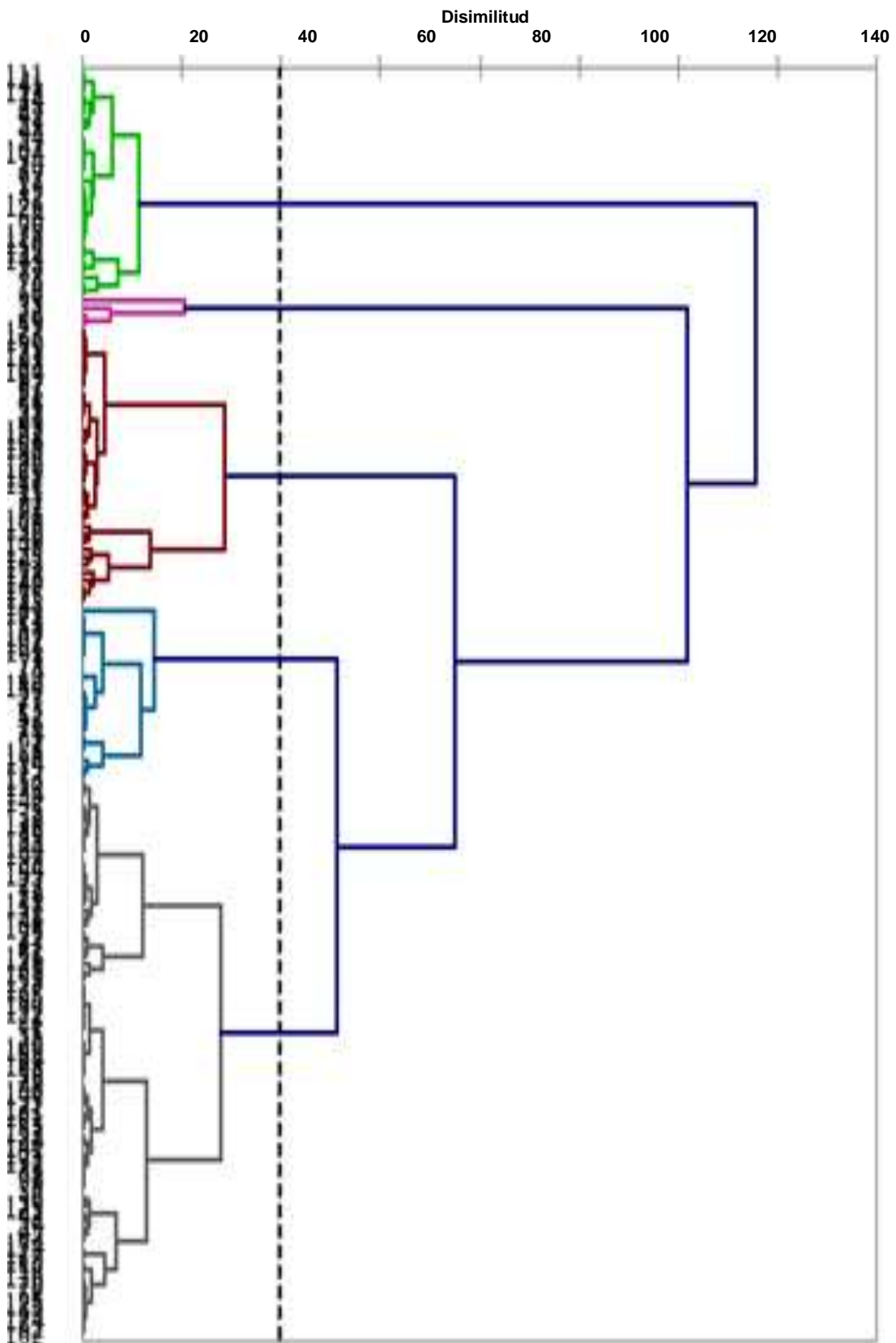
No Acc.	Color de Perigonio	Color de Pericarpio	Color de Episperma	Aspecto de Perisperma	Apariencia de Perisperma	Forma de Grano	Borde de Grano
1	Gris	Rosado claro	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
2	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
3	Crema suave	Rosado	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Cónico	Redondeado
4	Rosado claro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
5	Crema oscuro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Redondeado
6	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
7	Rojo	Rojo	Crema oscuro	Sucroso	Vitreo	Cónico	Afilado
8	Café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Redondeado
9	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
10	Rosado oscuro	Rosado	Pajizo	Sucroso	Opaco	Cilíndrico	Afilado
11	Rosado	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
12	Café claro	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
13	Gris	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Opaco	Cilíndrico	Afilado
14	Crema oscuro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
15	Rosado oscuro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Opaco	Cilíndrico	Afilado
16	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Opaco	Cilíndrico	Afilado
17	Café claro	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
18	Crema suave	Rosado claro	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
19	Café amarillento	Amarillo claro	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
20	Gris	Gris	Negro	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
21	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
22	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
23	Café claro	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
24	Café claro	Anaranjado	Pajizo	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
25	Café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
26	Crema oscuro	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
27	Crema oscuro	Crema suave	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
28	Crema oscuro	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
29	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
30	Crema oscuro	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
31	Anaranjado	Crema suave	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
32	Crema oscuro	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
33	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
34	Café amarillento	Amarillo claro	Pajizo	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
35	Crema suave	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
36	Crema oscuro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
37	Crema oscuro	Crema oscuro	Pajizo	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
38	Crema suave	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
39	Anaranjado	Anaranjado	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
40	Café amarillento	Gris	Negro	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
41	Rosado oscuro	Rosado	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cónico	Afilado
42	Café claro	Anaranjado	Pajizo	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
43	Café amarillento	Amarillo claro	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
44	Crema suave	Pajizo	Pajizo	Cenizo	Opaco	Cilíndrico	Afilado
45	Pajizo	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilíndrico	Afilado
46	Café claro	Crema oscuro	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
47	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
48	Café claro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Lenticular	Redondeado
49	Pajizo	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
50	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
51	café claro	Pajizo	Anaranjado	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Redondeado

No Acc.	Color de Perigonio	Color de Pericarpio	Color de Episperma	Aspecto de Perisperma	Apariencia de Perisperma	Forma de Grano	Borde de Grano
52	café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
53	Café claro	Gris	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
54	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
55	Café claro	Pajizo	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
56	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
57	Crema suave	Pajizo	Pajizo	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
58	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
59	Café claro	Canela	Gris	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
60	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
61	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
62	Púrpura pálido	Rosado claro	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
63	Rosado oscuro	Rosado	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
64	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
65	Rosado oscuro	Rosado claro	Pajizo	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Redondeado
66	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
67	Rosado claro	Rosado	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
68	Café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
69	Rosado	Rosado oscuro	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
70	Rosado claro	Crema suave	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Redondeado
71	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
72	Rosado oscuro	Rosado claro	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
73	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
74	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
75	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
76	Crema suave	Rosado claro	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
77	Rosado	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
78	Pajizo	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
79	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
80	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
81	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
82	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
83	Café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
84	Anaranjado	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
85	Pajizo	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
86	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
87	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
88	Crema oscuro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
89	Gris	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Redondeado
90	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
91	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cónico	Redondeado
92	Gris	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
93	Rojo	Rosado oscuro	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
94	Rojo	Rosado oscuro	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
95	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
96	Café claro	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Redondeado
97	Café claro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Redondeado
98	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
99	Anaranjado	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Redondeado
100	Anaranjado	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
101	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
102	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cilindrico	Afilado
103	Gris	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
104	Café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
105	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
106	Dorado	Crema oscuro	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado

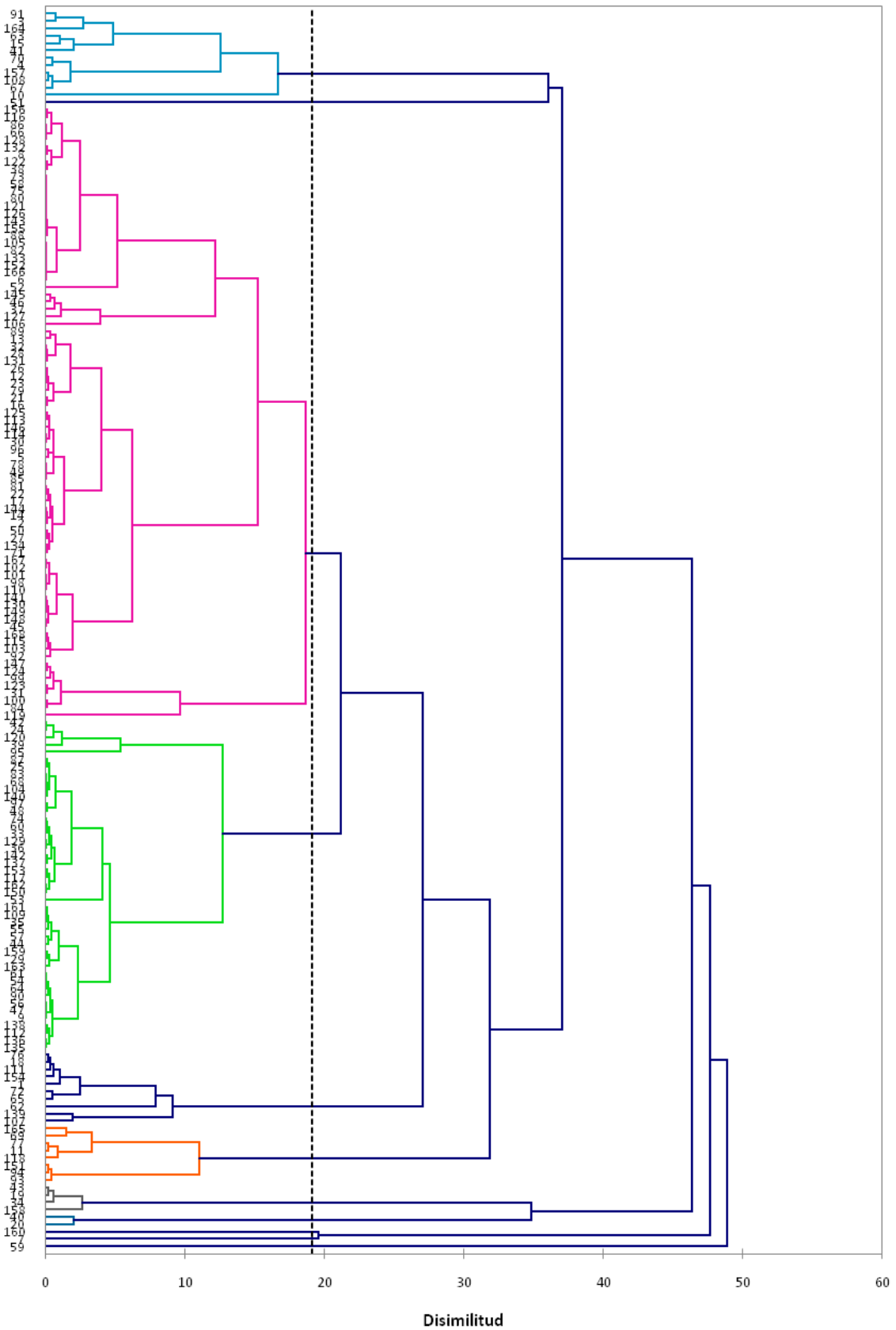
No Acc.	Color de Perigonio	Color de Pericarpio	Color de Episperma	Aspecto de Perisperma	Apariencia de Perisperma	Forma de Grano	Borde de Grano
107	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Opaco	Cilindrico	Afilado
108	Rosado claro	Rosado	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
109	Crema suave	Pajizo	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
110	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
111	Crema suave	Rosado claro	Crema suave	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
112	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
113	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
114	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
115	Gris	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cilindrico	Afilado
116	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Redondeado
117	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
118	Rosado	Rosado claro	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
119	Anaranjado	Dorado	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
120	Crema oscuro	Anaranjado	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
121	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
122	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
123	Anaranjado	Crema suave	Pajizo	Cenizo	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
124	Anaranjado	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
125	Crema oscuro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
126	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
127	Gris	Crema oscuro	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
128	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Redondeado
129	Crema oscuro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Lenticular	Afilado
130	Pajizo	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
131	Pajizo	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
132	Crema oscuro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Redondeado
133	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
134	Crema oscuro	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
135	Café claro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
136	Café claro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado
137	Café claro	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Cilindrico	Afilado
138	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
139	Pajizo	Rosado claro	Crema suave	Cenizo	Opaco	Lenticular	Redondeado
140	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Opaco	Lenticular	Afilado
141	Crema oscuro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
142	Café claro	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cilindrico	Afilado
143	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
144	Crema oscuro	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
145	Pajizo	Crema oscuro	Crema suave	Cenizo	Opaco	Cilindrico	Afilado
146	Café claro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
147	Anaranjado	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
148	Pajizo	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
149	Crema oscuro	Pajizo	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
150	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cilindrico	Afilado
151	Rojo	Rosado oscuro	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado
152	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
153	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Cenizo	Vitreo	Cilindrico	Afilado
154	Crema suave	Rosado claro	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Redondeado
155	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Lenticular	Afilado
156	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Lenticular	Redondeado
157	Rosado claro	Rosado	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
158	Crema oscuro	Amarillo claro	Pajizo	Sucroso	Opaco	Lenticular	Afilado
159	Crema suave	Crema suave	Pajizo	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
160	Dorado	Anaranjado	Crema oscuro	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
161	Pajizo	Crema suave	Crema suave	Cenizo	Opaco	Elipsoidal	Afilado

No Acc.	Color de Perigonio	Color de Pericarpio	Color de Episperma	Aspecto de Perisperma	Apariencia de Perisperma	Forma de Grano	Borde de Grano
162	Crema suave	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cilindrico	Afilado
163	Púrpura	Crema suave	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Afilado
164	Rojo	Rosado	Crema suave	Sucroso	Opaco	Elipsoidal	Redondeado
165	Anaranjado	Rosado oscuro	Pajizo	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
166	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Elipsoidal	Afilado
167	Pajizo	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Opaco	Cilindrico	Afilado
168	Gris	Pajizo	Crema suave	Sucroso	Vitreo	Cilindrico	Afilado

ANEXO 4 Dendrograma de Variables Cuantitativas



ANEXO 5 Dendrograma de Variables Cualitativas



ANEXO 6

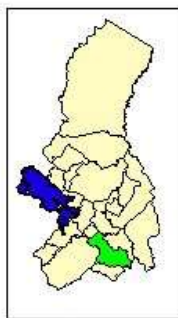
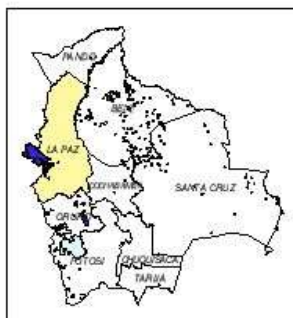
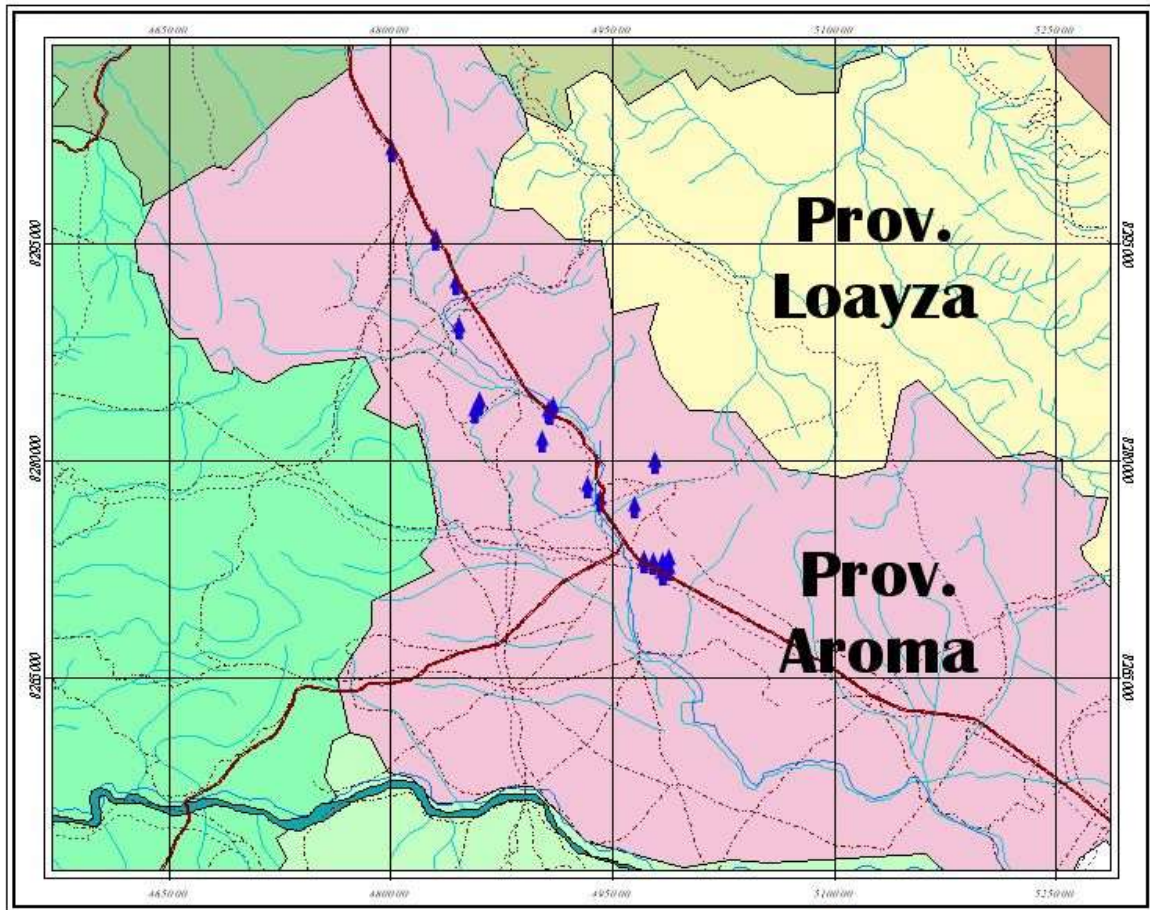
Mapas de distribución geográfica de las accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por Provincia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRAMO)

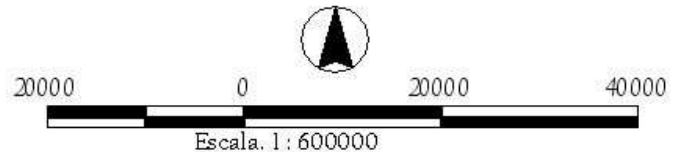


PROVINCIA AROMA - DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial
 Cartas Topográficas
 Escala: 1:250 000; S=de la serie: ED-19-16
 ED-19-15, ED-19-01, ED-19-03, ED-19-06
 © IGN-19-07

Proyección: UTM, Zona 19
 Esferoide: WGS 84
 Datum: WGS 84



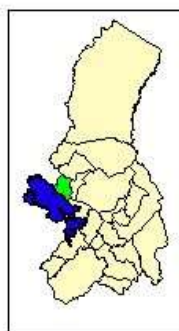
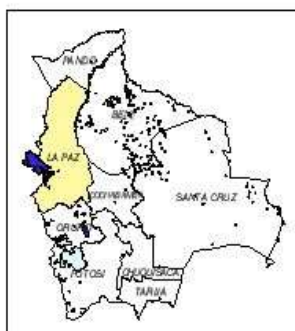
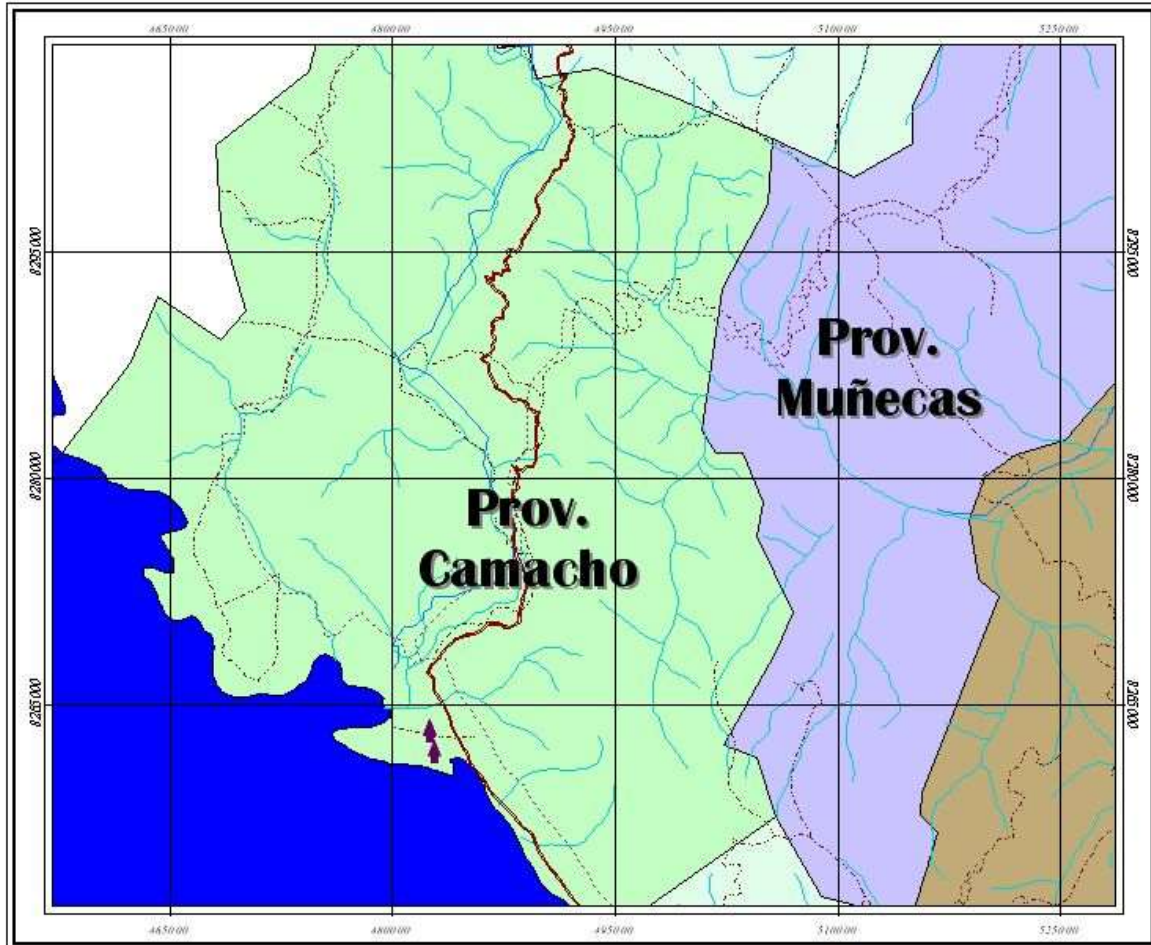
Elaboración: Marco Antonio Echenique Quezada



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRAMA)**



PROVINCIA CAMACHO - DEPARTAMENTO DE LA PAZ

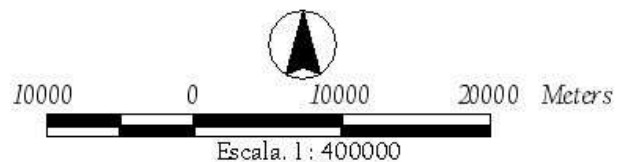


LEYENDA

Datos_quinua_fosis.shp	Caminos.shp	Rios_mayores_19.shp
Camacho	Waz_secundarias.shp	Rios.shp
Red_fundamental.shp	Lago_Alfaca_19.shp	Rios_menores.shp

Escala Plana de Coordenadas Geográficas
Cartas Topográficas
Escala 1:100000; N° de hoja: 19-14
19-15, 19-16, 19-17, 19-18, 19-19, 19-20, 19-21, 19-22, 19-23, 19-24, 19-25, 19-26, 19-27, 19-28, 19-29, 19-30

Proyección UTM, Zona 19
Escala: 1:50000
Datum: WGS84



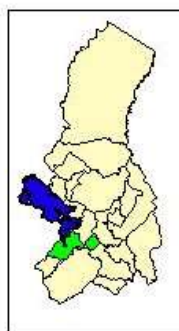
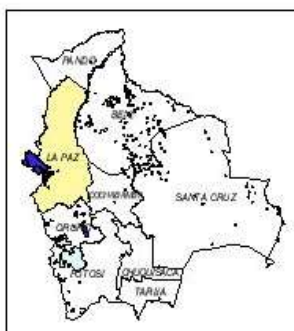
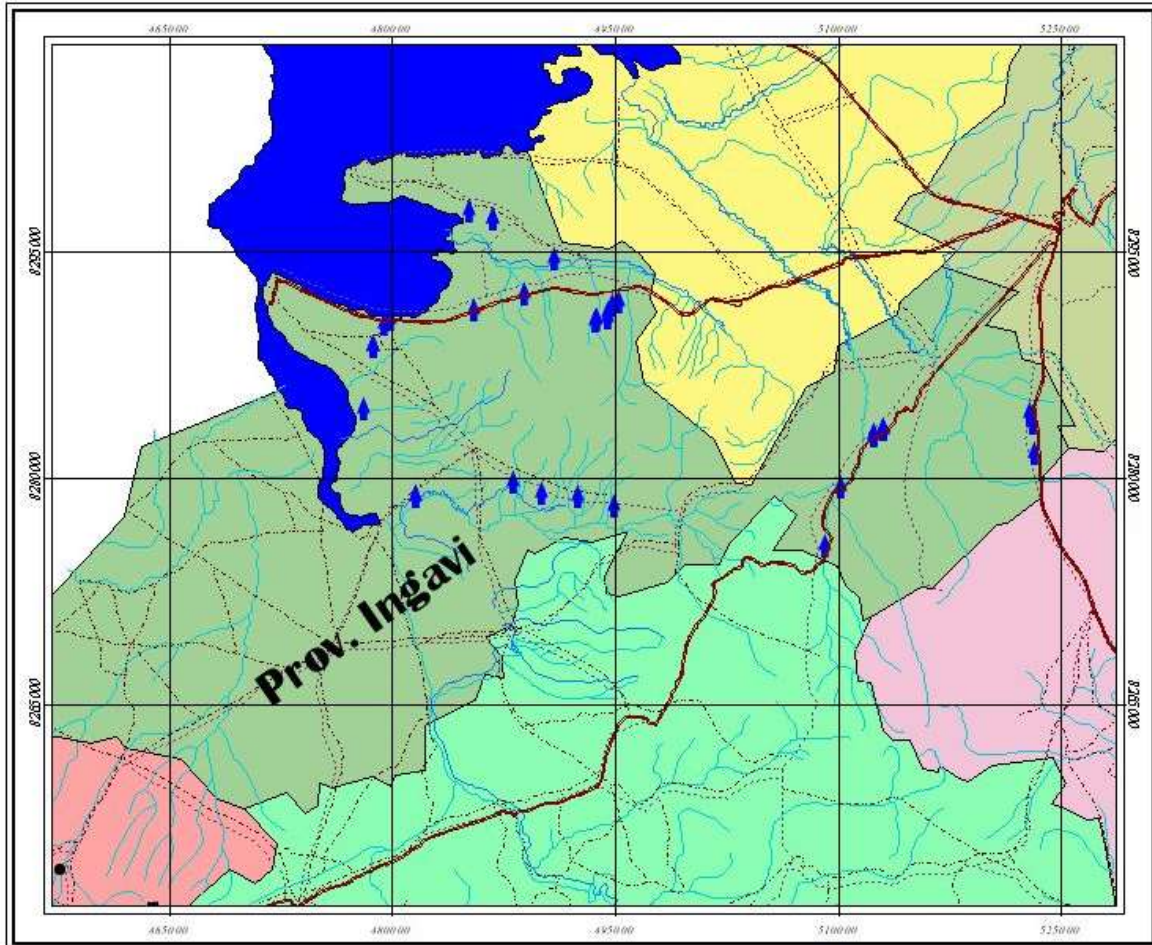
Elaboración: Marco Antonio Echeñique Quezada



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRÓNOMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRAMA)**



PROVINCIA INGAVI - DEPARTAMENTO DE LA PAZ

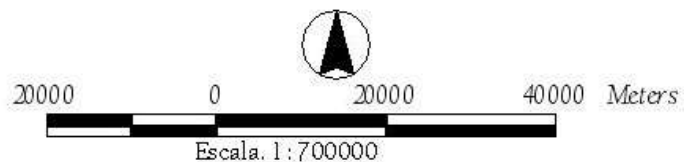


LEYENDA

Datos quinua_tesis.shp		Caminos.shp		Ros_mayores_19.shp
	Ingavi	Wac_secundarias.shp		Ros.shp
	Red_fundamental.shp	Lago_Sifacsa_19.shp		Ros_menores.shp

Escala: Flax de Océano y Cielo Terrestrial
Cartas Topográficas
Estr: 1:250000; N° de hoja: SD-19-14
SD-19-11, SD-19-01, SE-19-01, SE-19-06
N°SE-19-07

Proyección UTM, Zona 19
Elevación: MGS
Datum: WGS84



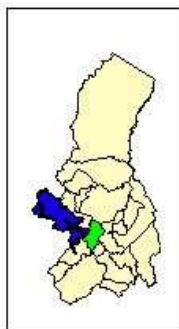
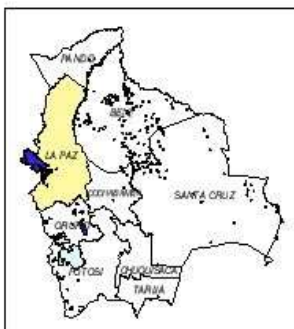
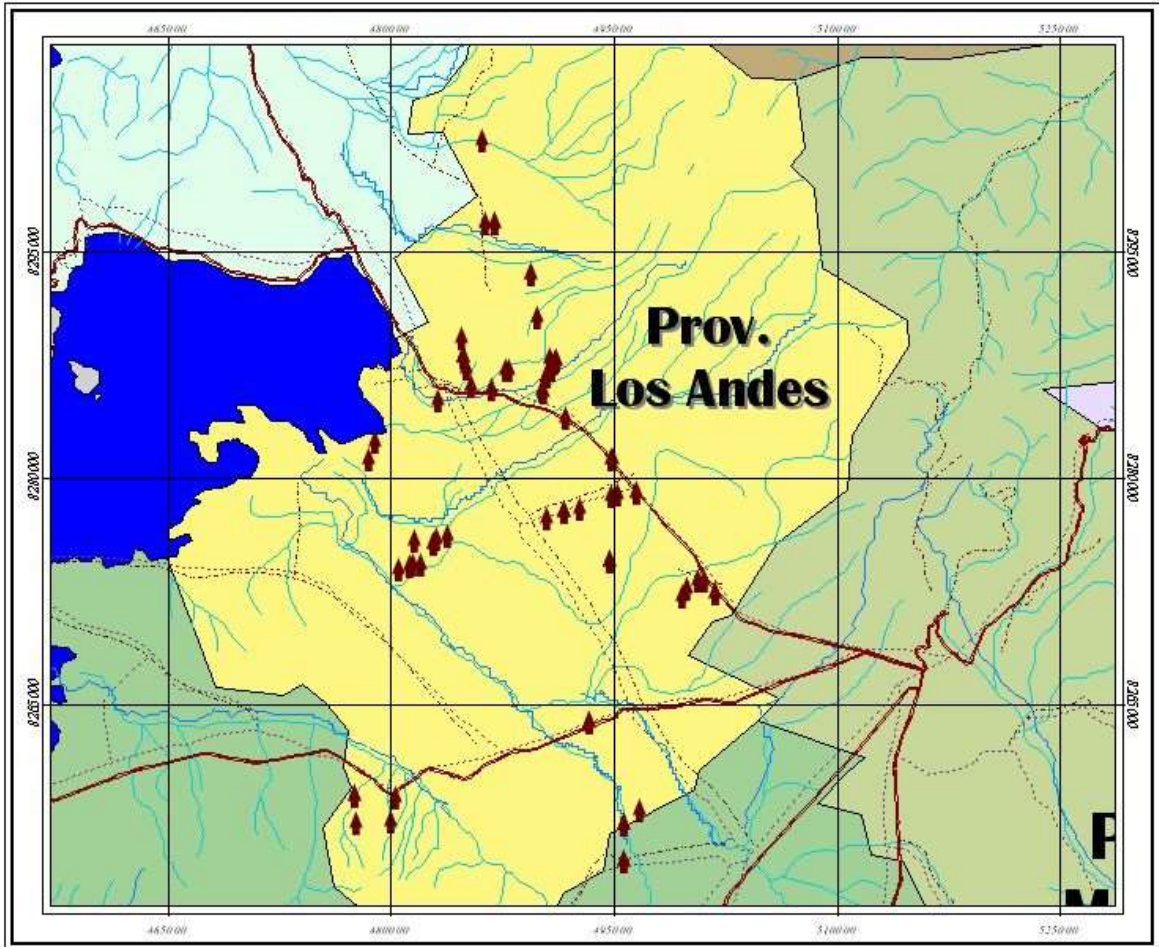
Elaboración: Marco Antonio Echenique Quezada



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRÓNOMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRANO)**



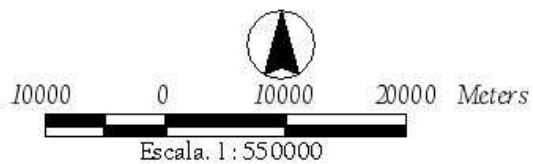
PROVINCIA LOS ANDES - DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Escala Plana de Ordenamiento Territorial
Cartas Topográficas
Escala 1:250000; N° de hoja: 2D-19-14
2D-19-15, 2E-19-01, 2E-19-02, 2E-19-03, 2E-19-04, 2E-19-05, 2E-19-06, 2E-19-07

Proyección UTM, Zona 19
Eje central 67° 0' 0" S
Datum: WGS 84

Elaboración: Marco Antonio Echeñique Quezada

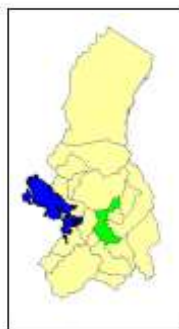
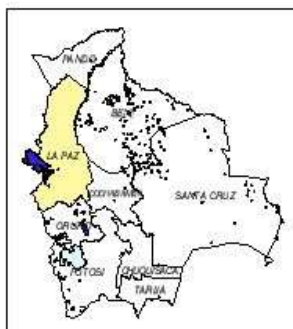
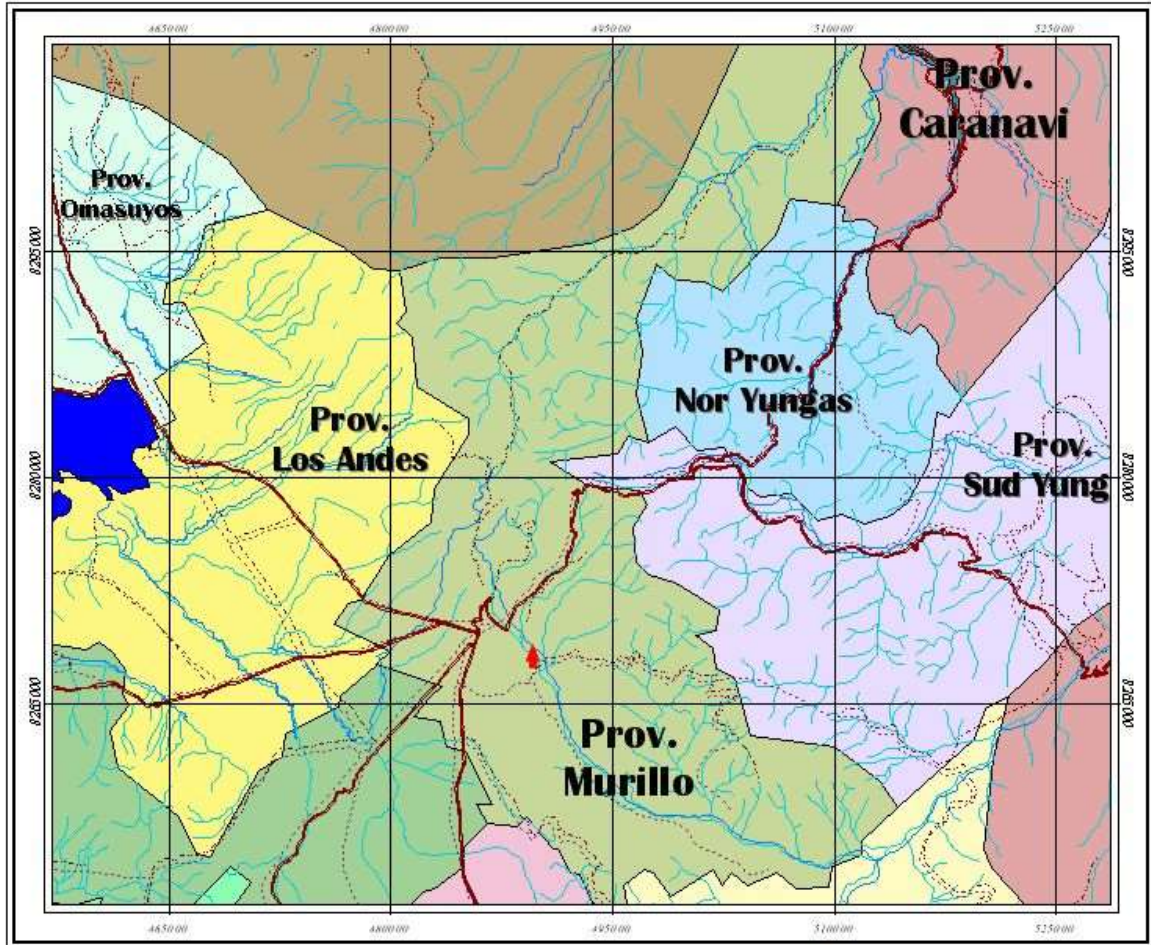




**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRÓNOMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRAMA)**

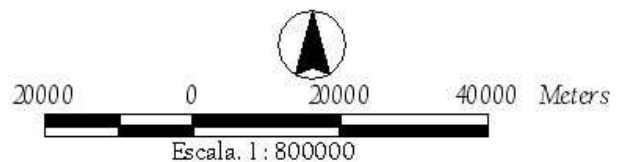


PROVINCIA MURILLO - DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Escala Plana de Ordeñanza Técnico Territorial
Cartas Topográficas
Escala: 1:250 000; N° de hoja: 02-19-14
02-19-15, 02-19-01, 02-19-03, 02-19-06
02-19-07

Proyección UTM, Zona 19
Elevación: MGS 854
Datum: WGS 84



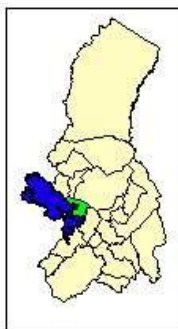
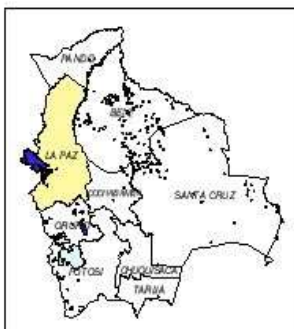
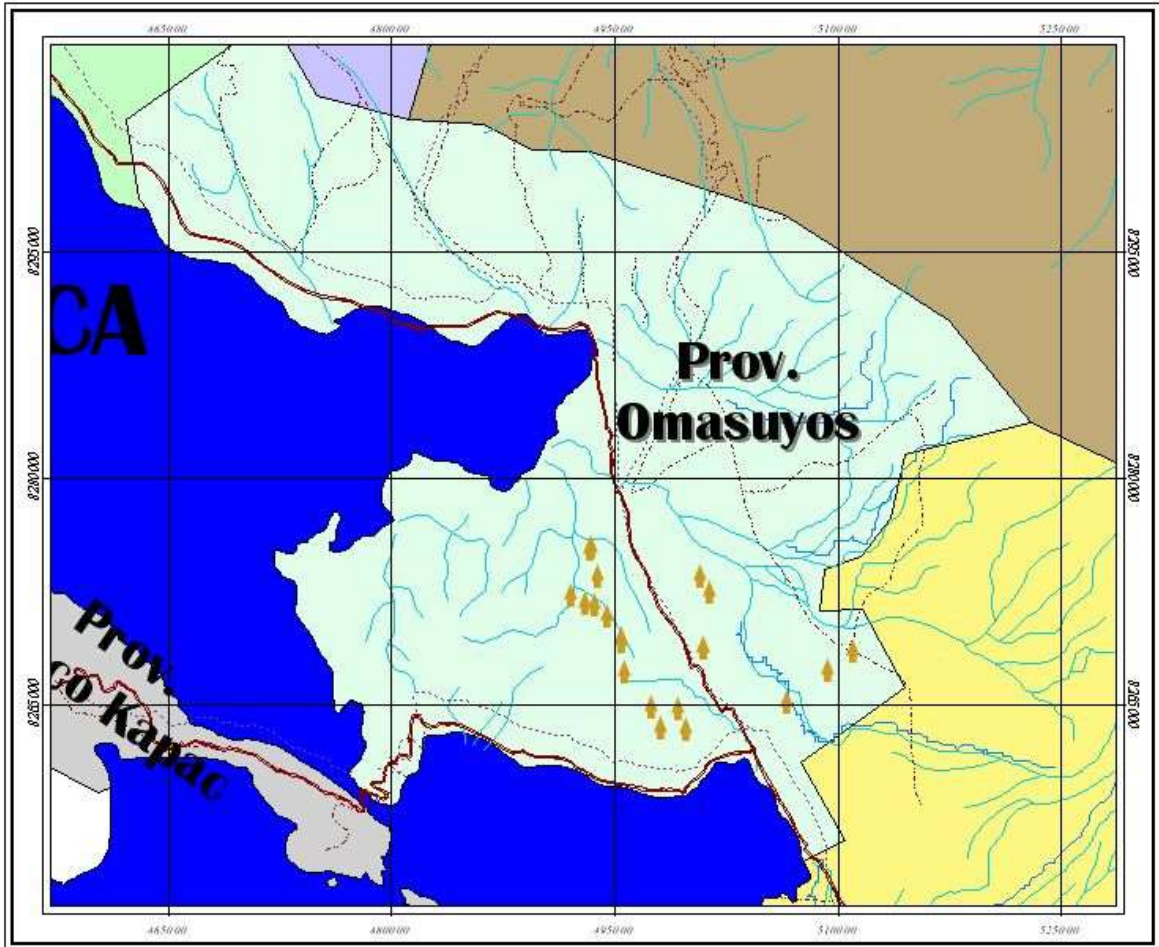
Elaboración: Marco Antonio Echeñique Quezada



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRÓNOMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRANO)**

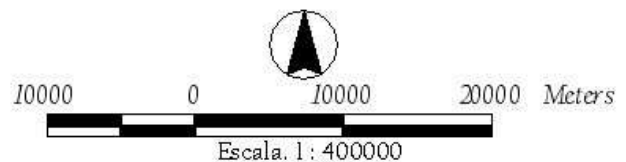


PROVINCIA OMASUYOS - DEPARTAMENTO DE LA PAZ



Escala Plana de Coordenadas Geográficas
Cartas Topográficas
Escala 1:250000; N° de hoja: 2D-19-14
2D-19-15, 2E-19-01, 2E-19-02, 2E-19-03, 2E-19-04, 2E-19-05, 2E-19-06, 2E-19-07

Proyección UTM, Zona 19
Eje central 67° 0' 0" S
Datum: WGS 84



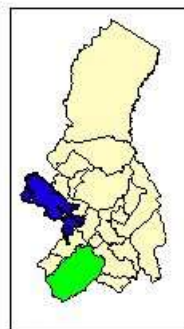
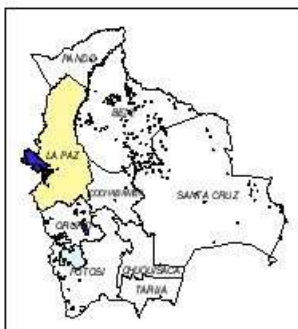
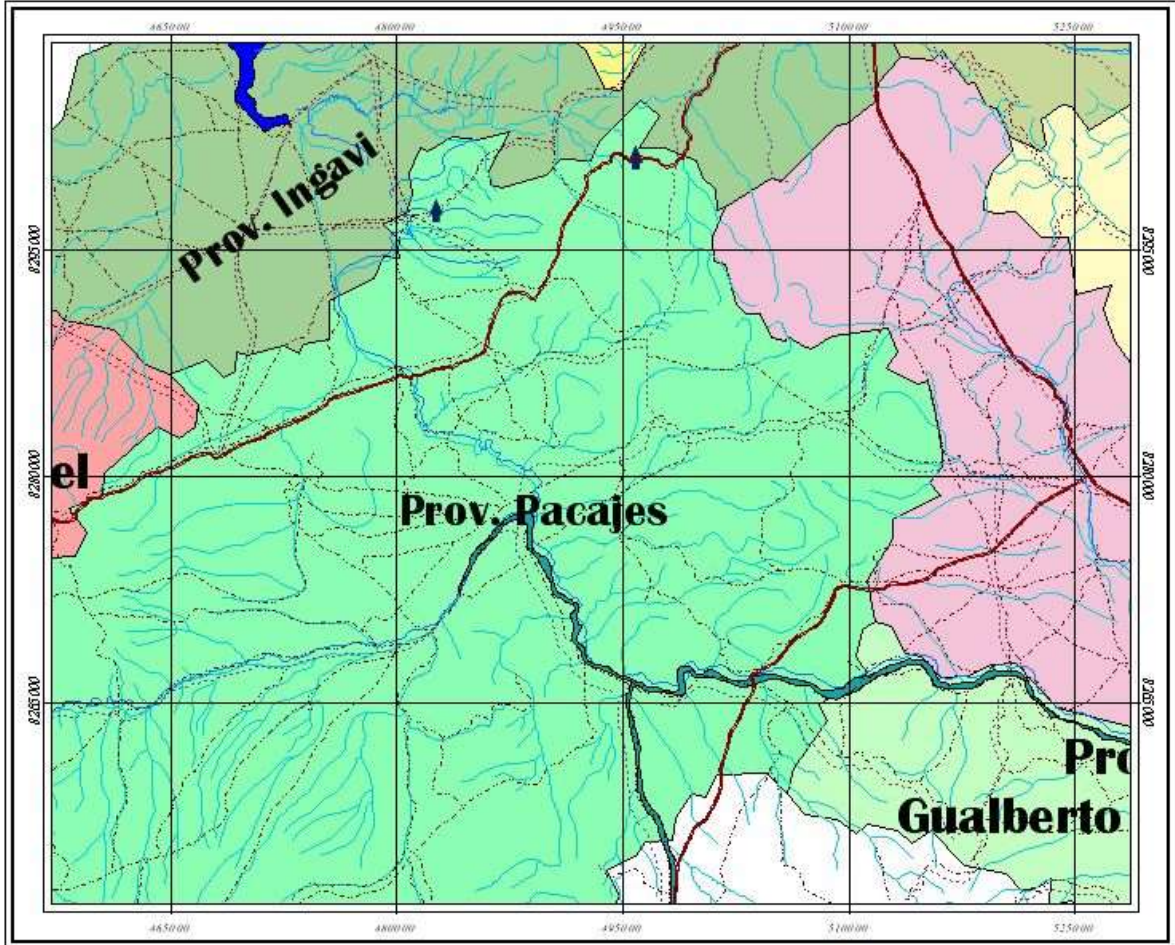
Elaboración: Marco Antonio Echenique Quezada



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INGENIERÍA AGRÓNOMICA
PROGRAMA GRANOS ANDINOS (PROGRAMA)**



PROVINCIA PACAJES - DEPARTAMENTO DE LA PAZ

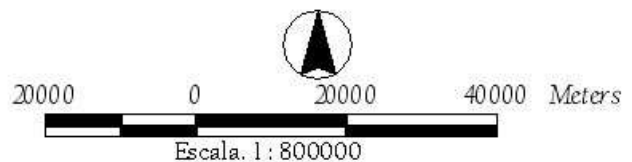


LEYENDA

Datos quinua_lesis.shp		Caminos.shp	
		Wac_secundarias.shp	
		lago_sifaca_19.shp	

Escala Plana de Ordenamiento Territorial
Cartas Topográficas
Escala: 1:250 000; N° de hoja: SD-19-14
SD-19-13, SE-19-04, SE-19-05, SE-19-06
SE-19-07

Proyección UTM, Zona 19
Escala: 1:60 000
Datum: WGS84



Elaboración: Marco Antonio Echenique Quezada

ANEXO 7 Fotografías



Fot. 1. Colocado de granos de quinua en la cámara de germinación



Fot. 2. Granos de quinua germinados y evaluados a las 15 horas



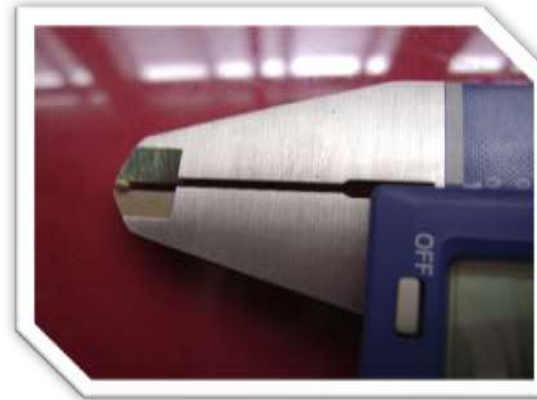
Fot. 3. Granos de quinua germinados y evaluados a las 30 horas



Fot. 4. Evaluación del diámetro de grano con el vernier digital



Fot. 5. Granos de quinua con diferentes diámetros



Fot. 6. Evaluación del espesor de grano con el vernier digital

Continuación (Anexo 5)



Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9

Evaluación del peso hectolítrico de los granos de quinua



Fotografía 10



Fotografía 11

Variabilidad en cuanto a los colores del grano de quinua



Fotografía 12



Fotografía 13

Equipos para observación de características cualitativas del grano quinua