



Theses and Dissertations

---

2002

## Analysis of genetic variability of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) germ plasm around Lake Titicaca

Milton Víctor Pinto Porcel  
*Brigham Young University - Provo*

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agronomy and Crop Sciences Commons](#)

---

### BYU ScholarsArchive Citation

Pinto Porcel, Milton Víctor, "Analysis of genetic variability of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) germ plasm around Lake Titicaca" (2002). *Theses and Dissertations*. 5421.  
<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5421>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact [ellen\\_amatangelo@byu.edu](mailto:ellen_amatangelo@byu.edu).

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**ANALISIS DE LA VARIABILIDAD GENETICA DEL  
GERMOPLASMA DE QUINUA (Chenopodium quinoa Willd.)  
CIRCUNDANTE AL LAGO TITICACA**

**PRESENTADO POR:**

**MILTON VICTOR PINTO PORCEL**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**2002**

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



**TESIS DE GRADO**

**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DEL  
GERMOPLASMA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
CIRCUNDANTE AL LAGO TITICACA**

**Presentado por:**

**Milton Víctor Pinto Porcel**

**La Paz – Bolivia**

**2002**

**Analysis of Genetic Variability of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) Germ Plasm around Lake Titicaca**

**Abstract**

With the goal of analyzing the genetic variability of quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) germ plasm around Lake Titicaca, which is conserved in the National Bank of High Andean Grains of the PRONIPA Altiplano Regional Foundation, the agromorphological behavior of 432 quinoa samples from the surrounding area (both Bolivian and Peruvian) were characterized and evaluated. This activity occurred at agricultural step 99/2000 of Belen agricultural Station (162°1' South by 68°42' West), with the San Andres Higher University, Faculty of Agronomy.

In order to determine standards of genetic variation, identify the most discriminating quantitative variables, and classify sample groups of different genetic variability, two multivariate methods were applied using seventeen quantitative variables: five phenotypic, ten morphological, yield, and harvest index.

The descriptive statistical analysis showed a wide genetic variability regarding the phenologic cycle, and the size of the quinoa plants. According to the simple correlation analysis, the most important associations between phenologic variables corresponded to 50% of flowering at the beginning and end of flowering. Of morphological variables, the associations between leaf width and leaf stalk length, stalk diameter with the length of the grain bunch, and plant height are statistically significant. All of these are positively associated with the other phenotypic variables. The architecture of the plant, in contrast, negatively influenced the yield and harvest index.

The analysis of principal components identified four significant components that contributed more than 69% of total variance. The first principal component identified tall plants with thick stems, with large leaves, grain bunches, but with a late phenologic cycle and, as such, with low harvest indexes.

The second principal component identified early plants of medium size that tend to develop relative thick stems, with medium leaves, grain bunches, and good-quality grain; consequently, they produced the best yield.

Similarly, the proportion of total variance contributed by each variable over the four significant components was determined. It was found that the most important and discriminating variables were 50% flowering, flowering index, and end of flowering, followed by weight of 100 grains, grain diameter, yield, and finally the length of the grain bunch, length of leaves, stem diameter, and leaf width.

A non/hierarchical K-medium grouping technique permitted the classification of quinoa samples around Lake Titicaca in two groups. Group one consisted of a hundred and sixty one late quinoa plants with tall heights, large grain bunches, and low harvest indexes. Group two

consisted of two hundred and seventy one early quinoa plants of medium size, leaves, and grain bunches, with small grains that at the same time have high harvest indexes.

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

**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DEL GERMOPLASMA DE  
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) CIRCUNDANTE AL LAGO  
TITICACA**

**Tesis de grado para obtener el título de:**

**INGENIERO EN AGRONOMÍA**

**Presentado por:**

**Milton Víctor Pinto Porcel**

**ASESORES:**

Ing. M.Sc. Wilfredo Rojas

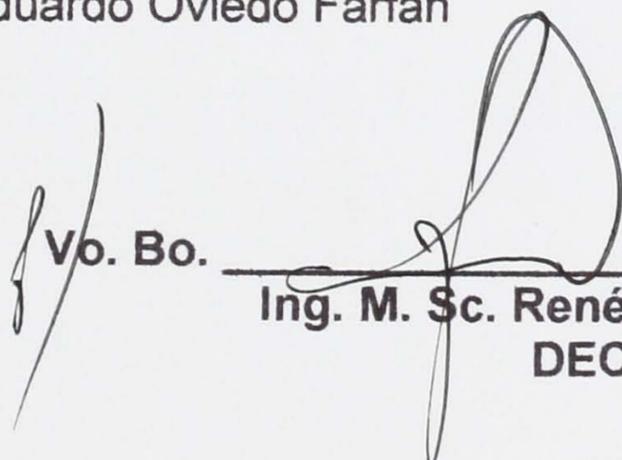
Ing. M.Sc. Alejandro Bonifacio

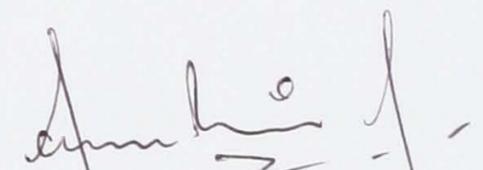
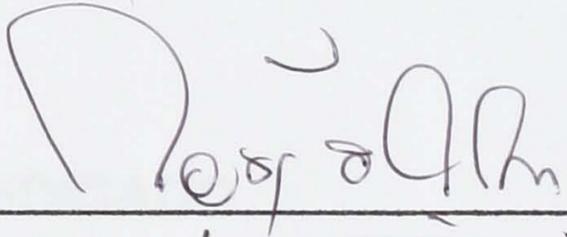
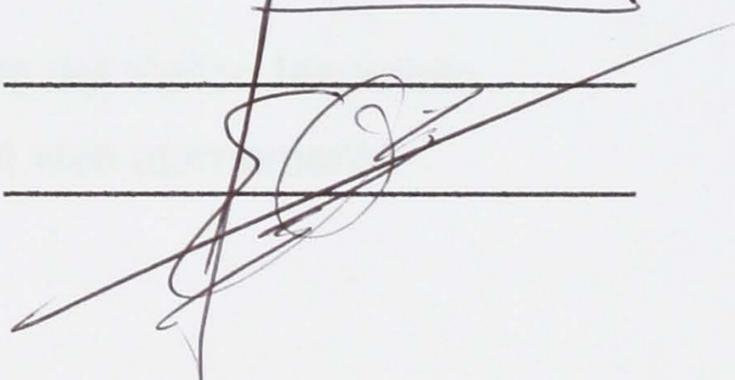
**TRIBUNALES :**

Ing. M.Sc. Mario Coca Morante

Ing. M.Sc. Hugo Bosque Sánchez

Ing. Eduardo Oviedo Farfán

  
Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
Ing. M. Sc. René Terán Céspedes  
DECANO

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo quiero expresar mi más profundo agradecimiento a personas e instituciones que hicieron posible la realización de algunas de las actividades.

A ti Dios mío, por darme la oportunidad de vivir y de formarme continuamente.  
A mi querida familia por su comprensión y apoyo por estas etapas de formación personal y académica.

Al Ing. M.Sc. Wilfredo Rojas, más que un asesor un amigo, que colaboró incondicionalmente en las distintas etapas del trabajo de campo, en las redacciones y redacción del documento final, proporcionando además, su experiencia profesional para enriquecer este documento.

A la Fundación PRONPA Regional Altiplano, en particular al Héctor Grandi Alzamora, por el apoyo técnico y logístico brindado en la etapa de trabajo de campo.

Al Instituto BENSON, por el apoyo económico brindado en la etapa de trabajo de campo y en la publicación de este texto.

## DEDICADO

A la gloria del Señor Jesucristo  
quien vive eternamente

A los miembros del tribunal revisor Ing. M.Sc. Mario Cruz, Ing. M.Sc. Hugo Choque y Ing. Eduardo Chocho por sus sugerencias y comentarios.

A amigos y compañeros de tesis del Héctor Grandi Alzamora - Fundación PRONPA por su apoyo y por los momentos compartidos durante el desarrollo de esta tesis y a todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo.

## AGREDECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo quiero expresar mi más profundo agradecimiento a personas e instituciones que hicieron posible la realización del presente estudio.

A ti Dios mío, por darme la oportunidad de vivir y de formarme profesionalmente. A mi querida familia por su comprensión y apoyo constante durante mi formación personal y académica.

Al Ing. M.Sc. Wilfredo Rojas, más que un asesor un amigo, que colaboró incondicionalmente en las distintas etapas del trabajo de campo, análisis estadísticos y redacción del documento final, proporcionando además, su experiencia profesional para enriquecer este documento.

A la Fundación PROINPA Regional Altiplano, en particular al Rubro Granos Altoandinos, por el apoyo técnico y logístico brindado en la etapa de trabajo de campo.

Al Instituto BENSON, por el apoyo económico brindado en la etapa de trabajo de campo y en la publicación de esta tesis.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. M.Sc. Mario Coca, Ing. M.Sc. Hugo Bosque e Ing. Eduardo Oviedo por las sugerencias y el detalle de sus observaciones.

A amigos y compañeros de tesis del Rubro Granos Altoandinos – Fundación PROINPA por su amistad y por los momentos compartidos durante el desarrollo de este trabajo y a todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron con la realización del presente estudio.

## CONTENIDO TEMÁTICO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
CONTENIDO TEMÁTICO .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	ix
INDICE DE FOTOS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1 La quinua .....	3
2.1.1 Origen y distribución geográfica .....	3
2.1.2 Importancia de la quinua .....	4
2.1.3 Ecología del cultivo .....	6
2.1.4 Taxonomía .....	7
2.1.5 Morfología de la planta .....	7
2.2 Recursos fitogenéticos .....	11
2.3 Conservación de los recursos fitogenéticos .....	11
2.3.1 Etapas de la conservación <i>ex situ</i> de los recursos fitogenéticos .....	13
2.3.1.1 Adquisición del germoplasma .....	14
2.3.1.2 Multiplicación preliminar .....	14

2.3.1.3	Almacenamiento y conservación de muestras .....	15
2.3.1.4	Manejo del germoplasma conservado .....	16
2.3.2	Variabilidad genética de quinua .....	18
2.3.3	Bancos de germoplasma de quinua en Bolivia .....	21
2.4	Métodos estadísticos utilizados en el análisis de variabilidad genética	22
2.4.1	Análisis multivariado .....	22
2.4.1.1	Análisis de componentes principales .....	24
2.4.1.2	Análisis de conglomerados .....	25
2.5	Aplicación de los métodos multivariados en estudios de diversidad genética en quinua .....	26
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
3.1	Localización .....	30
3.2	Características de la zona .....	31
3.2.1	Clima .....	31
3.2.2	Suelo .....	32
3.2.3	Vegetación .....	32
3.3	Materiales .....	33
3.3.1	Material genético .....	33
3.3.2	Material de campo .....	33
3.3.3	Material de gabinete .....	34
3.4	Métodos .....	35
3.4.1	Procedimiento de campo .....	35
3.4.1.1	Preparación del terreno .....	35
3.4.1.2	Preparación de la semilla y siembra .....	36

3.4.1.3	Marbeteado .....	37
3.4.1.4	Labores culturales .....	37
3.4.1.5	Cosecha y Trilla .....	38
3.4.2	Caracterización y evaluación .....	39
3.4.2.1	Descripción de las variables .....	39
3.5	Método estadístico .....	43
3.5.1	Análisis estadístico descriptivo .....	43
3.5.2	Análisis multivariado .....	43
3.5.2.1	Coeficiente de correlación simple .....	44
3.5.2.2	Análisis de componentes principales .....	44
3.5.2.3	Análisis de conglomerados .....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>49</b>
4.1	Análisis estadístico descriptivo .....	49
4.1.1	Botón floral .....	49
4.1.2	Inicio de floración .....	51
4.1.3	50 % de floración .....	52
4.1.4	Fin de floración .....	53
4.1.5	Madurez fisiológica .....	54
4.1.6	Número de dientes en las hojas .....	55
4.1.7	Longitud máxima del limbo .....	56
4.1.8	Ancho máximo del limbo .....	57
4.1.9	Longitud máxima del pecíolo .....	57
4.1.10	Diámetro de tallo .....	58
4.1.11	Longitud de panoja .....	59

4.1.12	Diámetro de panoja .....	60
4.1.13	Altura de planta .....	61
4.1.14	Diámetro de grano .....	63
4.1.15	Peso de 100 granos .....	63
4.1.16	Índice de cosecha .....	64
4.1.17	Rendimiento .....	64
4.2	Análisis de la diversidad genética .....	65
4.2.1	Análisis de correlación simple .....	65
4.2.2	Análisis de componentes principales .....	69
4.2.2.1	Proporción de la varianza explicada por cada variable	74
4.2.2.2	Distribución espacial de las 17 variables .....	76
4.2.2.3	Distribución espacial de 432 accesiones de quinua ..	78
4.2.3	Análisis de conglomerados .....	80
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>86</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>88</b>
<b>7</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>89</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>97</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Superficie cultivada (Ha) y producción (TM) de quinua en Bolivia .....	5
2	Requerimiento de humedad y temperatura según los grupos agroecológicos de quinua .....	6
3	Bancos de germoplasma de quinua que se conserva en Bolivia .....	22
4	Clasificación de los métodos estadísticos multivariados .....	24
5	Detalle de procedencia de las accesiones de quinua circundante al lago Titicaca .....	33
6	Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 17 variables cuantitativas .....	47
7	Matriz de correlación simple entre 17 variables cuantitativas	66
8	Valores propios y contribuciones porcentuales de los componentes principales a la varianza total .....	69
9	Correlación entre las variables originales y los cuatro primeros componentes principales .....	72
10	Proporción de la varianza contribuida por cada variable original sobre los cuatro primeros componentes principales ...	75
11	Perfil de los dos grupos identificados .....	81

## INDICE DE FIGURAS

12	Cantidad y procedencia de las accesiones clasificadas en el Grupo 1 .....	82
13	Cantidad y procedencia de las accesiones clasificadas en el Grupo 2 .....	84
3	Ubicación del lago Titicaca con respecto de las provincias que lo circundan .....	34
4	Ubicación geográfica de las localidades preandinas al lago Titicaca de donde proviene el germoplasma de quinua en estudio .....	35
5	Proporción de la varianza explicada por cada componente .....	70
6	Círculo de las correlaciones de las variables originales .....	77
7	Ilustración gráfica de 432 accesiones de quinua a través de los dos primeros componentes principales .....	79
8	Distribución espacial de las accesiones en los dos grupos identificados .....	80
9	Representación de las accesiones del Grupo 1 clasificada por el procedimiento K-medias sobre el primer y segundo componente principal .....	83
10	Representación de las accesiones del Grupo 2 clasificada por el procedimiento K-medias sobre el primer y segundo componente principal .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Ubicación geográfica de la Estación Experimental Belén .....	30
2	Distribución de la temperatura media mensual y la precipitación total mensual durante el periodo de junio 1999 a julio de 2000 .....	31
3	Ubicación del lago Titicaca con detalle de las provincias que le circundan .....	34
4	Ubicación geográfica de las localidades circundantes al lago Titicaca de donde proviene el germoplasma de quinua en estudio ...	35
5	Proporción de la varianza explicada por cada componente .....	70
6	Círculo de las correlaciones de las variables originales .....	77
7	Ilustración gráfica de 432 accesiones de quinua a través de los dos primeros componentes principales .....	79
8	Distribución espacial de las accesiones en los dos grupos identificados .....	80
9	Representación de las accesiones del Grupo 1 clasificado por el procedimiento K-medias sobre el primer y segundo componente principal .....	83
10	Representación de las accesiones del Grupo 2 clasificado por el procedimiento K-medias sobre el primer y segundo componente principal .....	85

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto		Página
1	Siembra de las accesiones de quinua provenientes del área circunlacustre del Titicaca, en la Estación Experimental Belén. ....	36
2	Trilla individual de las accesiones cosechadas .....	38
3	Fases fenológicas de la quinua: A) Emergencia, B) Botón floral; C) Inicio de floración; D) 50% de floración; E) Fin de floración; F) Madurez fisiológica. ....	54
4	Caracterización de longitud y ancho máximo del limbo .....	56
5	Caracterización del diámetro de tallo .....	58
6	Caracterización de la longitud de panoja .....	59
7	Caracterización del diámetro de panoja .....	60
8	Caracterización de la altura de planta .....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Datos correspondientes a temperatura y precipitación agrícola 1999 – 2000 en la Estación Experimental Belén .....	98
2	Variables cuantitativas evaluadas en el germoplasma de quinua circundante al lago Titicaca. ....	99
3	Datos correspondientes a las variables cuantitativas e información de origen de las 432 accesiones .....	100
4	Número de casos y número de registro de las 161 accesiones clasificadas en el Grupo 1, por el análisis de conglomerado no jerárquico K-medias .....	113
5	Número de casos y número de registro de las 271 accesiones clasificadas en el Grupo 2, por el análisis de conglomerado no jerárquico K-medias .....	115

# 1 INTRODUCCIÓN

La región Andina, es una de las ocho zonas de origen de las plantas cultivadas definidas por Vavilov (1951), donde la evolución de la naturaleza ha generado una amplia variabilidad fitogenética que la humanidad puede y debe utilizar para su provecho, sin embargo, con la introducción de cultivos foráneos como la cebada y el trigo, el conocimiento y mejoramiento de algunos cultivos andinos, entre ellos la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), fueron relegados a segundo plano.

Sin embargo, en la actualidad la quinua es reconocida por las grandes virtudes que tiene, entre ellas, el alto valor nutritivo de sus granos, su tolerancia a sequías, heladas y su adaptación a ecosistemas de gran altitud; convirtiéndola en uno de los cultivos con mayor potencial económico y social de la zona, no solo para poblaciones rurales sino también para áreas urbanas.

En Bolivia se dispone del Banco Nacional de Granos Alto Andinos, donde se conserva una colección de quinua constituida por más de 2700 accesiones. Esta amplia variabilidad genética comprende entradas de gran parte de la región Andina, desde el Ecuador hasta el noroeste de Argentina, como así también quinuas de nivel del mar cultivadas en Chile (Rojas, 1999). Estos recursos fitogenéticos fueron caracterizados y evaluados en forma periódica en la Estación Experimental Patacamaya y no así en sus hábitats de origen. Producto de estos trabajos se identificó en toda la colección siete grupos de diferente variabilidad genética, de los cuales dos grupos (651 accesiones) corresponden a material colectado en áreas aledañas al lago Titicaca, tanto de territorio boliviano como peruano.

Para identificar y seleccionar material genético promisorio de la región circunlacustre es necesario continuar con los trabajos de caracterización y evaluación bajo condiciones medioambientales y geográficas similares al de las localidades de donde proviene el germoplasma en estudio (lugares próximos al lago), de tal forma que podamos conocer mejor la variación del comportamiento morfológico y agronómico del material genético, como así también la relación y el grado de discriminación existente entre variables, resultados que permitirán en un futuro inmediato, la incorporación de dicho material genético en trabajos de fitomejoramiento y reintroducción de estas quinuas a sus lugares de origen.

Por todos los antecedentes señalados anteriormente, se llevó a cabo el presente trabajo planteando como objetivos:

- Determinar los patrones de variación genética.
- Identificar a las variables cuantitativas más discriminantes, y
- Clasificar grupos de accesiones de diferente variabilidad genética.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 La quinua

#### 2.1.1 Origen y distribución geográfica

Vavilov (1951), estableció que el centro de origen de una planta cultivada es aquella región con la mayor diversidad de tipos, tanto de plantas cultivadas como de sus progenitores silvestres. Muchos autores que han escrito sobre el origen de la quinua, están de acuerdo en considerar que es originaria de los Andes del Perú y Bolivia por encontrarse en esta región la mayor diversidad de plantas entre cultivadas y silvestres; de donde fueron llevadas hacia el norte argentino y el centro de Chile (Gandarillas, 1995).

Al respecto Lescano (1994), indica que en los altiplanos de Perú y Bolivia, se concentra la mayor superficie de cultivo, además, las áreas circundantes al Lago Titicaca, albergan la mayor diversidad, lo cual favorece para que se considere como centro de origen de la quinua. Esta situación fue evidenciada por Gandarillas (1968), al indicar que nueve de las 17 razas identificadas se cultivan en esta área.

La quinua se encuentra geográficamente distribuida desde los 5° de Latitud Norte al sud de Colombia, hasta los 43° de Latitud Sud, en la décima región de Chile; en cambio su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 metros en el altiplano que comparten Perú y Bolivia, es así que en la Zona Andina es posible encontrar subcentros de variabilidad según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla la especie y que hace que presenten características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes, estos son: el Altiplano, los valles interandinos, los Salares y la Costa o nivel del mar (Rojas et al. 2001).

### 2.1.2 Importancia de la quinua

La quinua en la Región Andina es considerada como un cultivo estratégico para la población, especialmente autóctona, no solo por que satisface las necesidades de alimentación básica sino también por constituirse en un producto que genera ingresos económicos, para los pobladores que la cultivan (Saravia y Aroni, 2000).

En efecto, la quinua es uno de los alimentos consumidos casi diariamente por los pobladores andinos en forma de pito, kispina, peske, quinua graneada, sopas y otros, ignorando en algunos casos el alto valor nutritivo de este grano reconocido y comprobado por muchos investigadores como Lescano (1994), quién indica que el grano de quinua contiene de 10.85 a 19.25 % de proteína, con un equilibrado contenido de aminoácidos, haciendo de este alimento uno de los más importantes para la nutrición de los pobladores de esta región.

Asimismo, la quinua tiene importancia desde el punto de vista del mejoramiento, por cuanto existe variabilidad genética aprovechable de diferentes condiciones ecológicas debido a su amplia distribución geográfica. Toda esa diversidad muestra las posibilidades del cultivo para hacer frente a condiciones medio ambientales adversas, características que pueden ser utilizadas en trabajos de fitomejoramiento (Gandarillas, 1995).

Según el Departamento de Estadística del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (MAGDR 2000) la superficie cultivada de quinua es de 35.715 hectáreas arrojando una producción de 23.235 toneladas métricas (TM) y un rendimiento promedio de 650 Kg/Ha.; esta producción es inferior en comparación a otros cultivos como soya, maíz, trigo, arroz, papa y caña de azúcar, sin embargo es de vital importancia para pobladores rurales del altiplano donde se constituye en fuente de seguridad alimentaria. La evolución de la superficie

cultivada y la producción de quinua en Bolivia se muestran en el Cuadro 1. De acuerdo a este cuadro la superficie cultivada durante los últimos 11 años se mantiene más o menos constante, en cambio, los rendimientos y los volúmenes de producción fueron erráticos debido principalmente al efecto de las sequías (Saravia y Aroni 2000).

**Cuadro1. Superficie cultivada (Ha) y producción (TM) de quinua en Bolivia**

<b>Año</b>	<b>Superficie Has.</b>	<b>Rendimiento Kg/Ha.</b>	<b>Producción TM</b>
1990	38615	416	16077
1991	40528	613	24439
1992	38765	436	16898
1993	37894	531	20109
1994	38196	510	19465
1995	36790	511	18814
1996	37480	627	23490
1997	40035	712	28488
1998	38248	436	16682
1999	34168	645	22027
2000	35715	650	23235

Fuente: Saravia y Aroni, 2000

Desde hace algunos años, las cualidades nutritivas de la quinua están siendo apreciadas en los países desarrollados, situación que convirtió a este cultivo en un producto de exportación (Bonifacio, 1995). Las exportaciones de quinua comenzaron en 1986, año en el que “Quinoa Corporation” exportó 108 TM de quinua a Estados Unidos. Desde entonces los volúmenes de exportación se fueron incrementando paulatinamente, llegando a 2030 TM exportadas en 1999 con valor declarado de 2'700.000 \$us; donde los destinos más importantes fueron: Estados Unidos de Norteamérica, seguidos de Francia, Alemania, Holanda y Perú (Saravia y Aroni, 2000).

### 2.1.3 Ecología del cultivo

#### Temperatura y humedad

La quinua es un cultivo con diferentes requerimientos de humedad y temperatura, de acuerdo al grupo ecológico al que pertenecen (Cuadro 2), esta información fue estructurada en base a trabajos de investigación efectuados en Perú y Bolivia.

**Cuadro 2. Requerimientos de humedad y temperatura, según los grupos agroecológicos de quinuas.**

<b>Grupo Agroecológico</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Temperatura mínima (°C)</b>
Valle	700 - 1500	3
Altiplano	400 - 800	0
Salares	250 - 400	-1
Nivel del mar	800 - 1500	5
Yungas	1000 - 2000	7

Fuente: Tapia, 1997.

La quinua se desarrolla normalmente entre los 3000 y 4000 msnm, en estas condiciones de altiplano el factor más importante que limita al cultivo, es la baja temperatura (helada). Es así que los periodos críticos de sensibilidad al déficit térmico se presentan principalmente, al inicio del crecimiento y durante la fase de floración. La fase de cinco hojas alternas puede resistir fácilmente hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ ; mientras que heladas de  $-4$  a  $-6^{\circ}\text{C}$ , son dañinas para la etapa de floración y estado lechoso del grano (Espíndola, 1995, citado por Limachi 1998).

De acuerdo a Tapia (1997), la quinua se puede considerar como un cultivo de tipo "conformista", es decir, que se adapta a niveles de estrés hídrico que le permite resistir la sequía, principalmente por precocidad. También muestra

tolerancia a la sequía por plasticidad, bajo potencial osmótico y elasticidad tisular, y puede evitarla con una raíz profunda y densa, una reducción del área foliar, papilas higroscópicas con cristales de oxalato de calcio y su comportamiento estomatal (Jacobsen et al. 1997).

## Suelo

A menudo se ha indicado que la quinua es un cultivo rústico y que se produce en suelos pobres, pero prefiere suelos de textura franco y franco arenosos semiprofundos, con buen contenido de materia orgánica y sobre todo que no se anieguen (Barco, 1995 citado por Limachi, 1998 ; Tapia, 1997).

El pH del suelo debe ser neutro a ligeramente alcalino para el óptimo desarrollo de la quinua, aunque algunas variedades procedentes de los salares en Bolivia, pueden soportar hasta pH igual a 8 (Tapia, 1997).

### 2.1.4 Taxonomía

Según Cronquist (1995), la quinua presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Orden	.....	Caryophylliales
Familia	.....	Quenopodiacea
Género	.....	Chenopodium
Especie	.....	quinua Willd.
N. Común	.....	quinua, quingua, dahue y suba.

### 2.1.5 Morfología de la planta

La quinua es una planta anual de tamaño muy variable, puede medir de 1 a 3.5 m de altura, según ecotipos, razas y el medio ecológico donde se cultive (Tapia, 1997).

## **Raíz**

La raíz, es pivotante y fasciculada, puede alcanzar profundidades entre 0,3 a 2,8 m de profundidad, con ramificaciones primarias, secundarias y terciarias, según el ecotipo, que le confieren vigor para sostener plantas de 2 y más metros de altura (Gandarillas, 1979; Tapia 1997).

## **Tallo**

Según Gandarillas (1979), el tallo es cilíndrico a la altura del cuello y después anguloso debido a que las hojas son alternas. A medida que la planta va creciendo, nacen primero las hojas y de las axilas de éstas, las ramas. De acuerdo a la variedad, el tallo alcanza diferente altura y termina en la inflorescencia, el mismo que varía de 0,5 m hasta 2 m con distintas tonalidades.

En las primeras etapas de desarrollo la corteza del tallo y la médula son suaves y tiernas, mientras que al alcanzar la madurez fisiológica, la corteza se endurece y la médula se torna seca con textura esponjosa. El color del tallo puede ser amarillo; verde amarillo; verde; verde con axilas coloreadas; verde con estrias coloreadas de púrpura o rojo desde la base, y finalmente coloreado de rojo en toda su longitud (Gandarillas, 1979; Tapia, 1997).

## **Hojas**

Como en todas las dicotiledóneas, la hoja está formada por el pecíolo y la lámina. Los pecíolos son largos, finos, acanalados en su lado superior y de un largo variable dentro de la misma planta, los que nacen directamente del tallo son más largos y los de las ramas más cortos (Gandarillas, 1979).

Según Tapia (1997) y Gandarillas (1979), las hojas son de carácter polimorfo en una misma planta, las hojas basales son romboidales o triangulares y

pueden medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho, mientras que las hojas superiores, generalmente alrededor de la inflorescencia, son pequeñas, lanceoladas, mayormente sin dientes, y pueden medir 10 cm de largo por 2 cm de ancho. La lámina es plana, pero en ciertas razas de valles puede ser ondulada. El borde es aserrado, presentando dientes que varían en número según la raza desde de 3 a 20 dientes, aunque se reportó la presencia de hasta 50 dientes por hoja (Rojas, 1998). Las hojas tiernas están cubiertas de una pubescencia granulosa vesiculosa en el envés y algunas veces en el haz. Esta cobertura varía del blanco al color rojo-púrpura.

### **Inflorescencia**

También se denomina panícula o panoja, se caracteriza, por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios. Según la disposición de las flores a lo largo del eje principal o de los ejes secundarios dan lugar a las formas de inflorescencia amarantiforme y glomerulada, respectivamente. La inflorescencia glomerulada es considerada como la forma primitiva y, conjuntamente la amarantiforme pueden ser laxas o compactas, este carácter está muy relacionado al rendimiento del cultivo (Gandarillas, 1979; Tapia, 1997).

La longitud de las panojas es variable, se pueden agrupar en pequeñas de 15 cm, medianas y grandes de hasta 70 cm, siendo muy características las que tienen panoja diferenciada del tallo (Gandarillas, 1979).

### **Flores**

Como en todas las Quenopodiáceas, las flores de la quinua son incompletas, porque carecen de pétalos. En una misma inflorescencia se pueden presentar flores hermafroditas, generalmente terminales y femeninas o pistiladas que se encuentran en la parte inferior. El porcentaje de cada una de ellas depende

de la variedad. Normalmente se observa un porcentaje similar de ambos, pero también extremos con preponderancia de una u otra; es así que puede presentarse una gran variación sexual y cuando se presentan flores hermafroditas con poco grano de polen, su tendencia es a la esterilidad masculina; por lo tanto pueden haber individuos totalmente alógamos y otros ocasionales (Rea, 1969 citado por Lescano, 1994; Gandarillas, 1979; Tapia, 1997).

La flor hermafrodita está constituida por un perigonio sepaloide de cinco partes, el gineceo con un ovario elipsoidal con dos o tres ramificaciones estigmáticas rodeadas por el androceo formado por cinco estambres curvos y cortos y un filamento también corto. La flor femenina consta solamente del perigonio y el gineceo. El tamaño del primero varía de 2 a 5 mm y el del segundo de 1 a 3 mm. Las flores son sésiles o pediceladas, pudiendo en algunos casos tener los pedicelos mas de 5 mm (Gandarillas, 1979).

## **Fruto**

El grano es un aquenio, lenticular, isodiamétrico, cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco, en estado maduro el perigonio tiene forma estrellada, por la quilla que presentan los cinco sépalos (Gandarillas, 1979; Tapia 1997).

El pericarpio del fruto que está pegado a la semilla, presenta alvéolos y en algunas variedades se puede separar fácilmente, pegada al pericarpio se encuentra la saponina, que le transfiere el sabor amargo. La semilla está envuelta por el episperma en forma de una membrana delgada.

El embrión está formado por los cotiledones y la radícula, que envuelve al perisperma que es almidonoso y normalmente de color blanco, como un anillo. Según el pericarpio del fruto, se pueden diferenciar granos de color blanco, hialino, amarillo claro, amarillo intenso, anaranjado, rojo, negro, gris y otros. Se pueden

considerar tres tamaños de granos: tamaño grande de 2,2 a 2,6 mm, tamaño mediano de 1,8 a 2,1 mm y tamaño pequeño menor a 1,8 mm (Gandarillas, 1979).

## **2.2 Recursos fitogenéticos**

Según Vilela Morales y Candeira (1996), recurso fitogenético es aquel material formado por conjuntos de muestras poblacionales de plantas, obtenidas con el fin de disponer caracteres útiles y con valor actual o potencial.

Los recursos fitogenéticos disponibles en la naturaleza abarcan un amplio espectro taxonómico que incluye desde especies silvestres y formas regresivas (malezas) hasta especies cultivadas, viejas variedades, variedades mejoradas incluyendo a productos de biotecnología e ingeniería genética (plantas transgénicas, fragmentos de ADN, genes clonados, genes marcadores, genes silenciosos, genoma de cloroplastos, formas mutantes especiales y otros (Hawkes, 1971; Jaramillo y Baena, 2000).

Los recursos fitogenéticos permiten desarrollar cultivos productivos, resistentes y de calidad. Ayudan a las naciones a incrementar la productividad y sostenibilidad de su agricultura e incluso a desarrollarse. Sin embargo, a pesar de contribuir al sustento de la población y al alivio de la pobreza, son vulnerables; se pueden erodar y hasta desaparecer, poniendo en peligro la continuidad de nuestra especie. Paradójicamente, tanto el aprovechamiento como la pérdida de estos recursos dependen de la intervención humana (Jaramillo y Baena, 2000).

## **2.3 Conservación de los recursos fitogenéticos**

La conservación de los recursos fitogenéticos está relacionada con la captura y mantenimiento de la variabilidad genética existente en las plantas, con el objetivo de ser utilizada para los procesos tradicionales y avanzados del mejoramiento genético (Vilela Morales y Candeira, 1996).

Por otro lado, la importancia de conservar los recursos fitogenéticos radica en que, sin éstos no se pueden crear nuevas combinaciones genéticas (cultivares, variedades) de los cultivos que requiere constantemente la agricultura moderna. Sin nuevas variedades de plantas cultivadas, la agricultura perdería la capacidad de enfrentar los cambios ambientales, de satisfacer nuevas demandas de los consumidores y proveer alimentos en cantidad y calidad suficientes para atender las crecientes necesidades de la población (Contreras, 1994).

En este sentido, se han creado los Bancos de Germoplasma donde se conserva la variabilidad genética disponible, que en el caso particular del germoplasma de quinua está constituida por 2701 accesiones

## **Germoplasma**

Es el material que constituye la base física de la herencia y se transmite de una generación para otra a través de células reproductivas (IBPGR, 1991, citado por Rojas, 1995). También se utiliza el término germoplasma vegetal para designar cultivos, plantas, semillas y otras partes de las plantas consideradas útiles para el mejoramiento, investigación y conservación, siempre con el propósito de estudiar, manejar y utilizar la información genética que poseen (Rojas, 1995).

Según Goedert *et al.* (1997), el germoplasma constituye el elemento de los recursos fitogenéticos que incluye la variabilidad genética intra e interespecífica, con fines de utilización en la investigación en general y especialmente en el mejoramiento genético.

Existen dos formas de conservación, una sugiere tratar de conservar las especies y su variabilidad en el hábitat natural de ellas, sin perturbar su dinámica evolutiva, llamada conservación "*in situ*"; por el contrario cuando se conserva la variabilidad de las especies fuera de su hábitat natural se denomina conservación "*ex situ*" (Hidalgo, 1991).

Esto último es corroborado por Jaramillo y Baena (2000), al indicar que los recursos fitogenéticos se pueden conservar en sus hábitats naturales (*in situ*), en condiciones diferentes a las de su hábitat natural (*ex situ*), o combinando los métodos *in situ* y *ex situ*, es decir, de manera complementaria.

### **2.3.1 Etapas de la conservación *ex situ* de los recursos fitogenéticos**

Hasta hace pocos años se consideraba que en el proceso de conservación de los recursos fitogenéticos se podían diferenciar 5 etapas fundamentales que según Esquinas y Alcázar (1982), citados por Okada (1991), eran: a) exploración y recolección; b) conservación y multiplicación del germoplasma; c) caracterización y evaluación; d) documentación e intercambio, y e) Utilización en mejoramiento genético.

Actualmente la conservación de los recursos fitogenéticos comprende una serie de actividades que inician con la adquisición del material y pueden llegar a incluir la utilización del mismo o el aprestamiento para la utilización (Jaramillo y Baena, 2000). Estas actividades o etapas incluyen:

- Adquisición del germoplasma
- Multiplicación preliminar
- Almacenamiento de muestras
- Manejo del germoplasma conservado, que comprende
  - la caracterización y la evaluación
  - la regeneración y la multiplicación para distribución y uso
  - la documentación, y
  - la utilización o el aprestamiento para la utilización.

### **2.3.1.1 Adquisición del germoplasma**

El germoplasma de interés se puede obtener mediante la colecta, el intercambio ó la donación. Por razones prácticas, conviene intentar conseguir el material deseado sin recurrir a los sitios de origen, valiéndose de la donación o el intercambio con instituciones que puedan tenerlo. Si no es posible y hay que optar por la colecta, el material se buscará en sitios donde existen poblaciones de las especies de interés, (Jaramillo y Baena, 2000).

La adquisición por intercambio o donación de germoplasma es una práctica tradicional entre investigadores. Muchas accesiones que hoy forman parte de las grandes colecciones se han obtenido mediante el intercambio o la donación.

Otra forma de adquirir germoplasma es mediante la exploración y la colecta, y consisten en salir al campo a buscar y recolectar variabilidad genética de especies cultivadas y silvestres que no es posible obtener de bancos de germoplasma, jardines botánicos y otras colecciones (Querol, 1988).

Las razones para colectar pueden ser diversas pero las prioridades se establecen con base en las especies de interés y/o en las regiones con amplia diversidad genética del material deseado. Una colecta se justifica, por ejemplo, cuando en determinada área hay especies de interés en peligro de extinción, cuando son inminentes la investigación o el uso del material, o cuando la variabilidad de la especie objetivo en las colecciones *ex situ* se ha perdido o es insuficiente (Jaramillo y Baena, 2000).

### **2.3.1.2 Multiplicación preliminar**

Esta actividad consiste en el incremento inicial del germoplasma en condiciones óptimas de cultivo para garantizar muestras suficientes, viables y que mantengan la identidad genética original. El material multiplicado permitirá

almacenar, conservar y distribuir las especies objetivo, y establecer poblaciones representativas para caracterización y evaluación. Casi siempre es necesaria debido a que las muestras obtenidas por donación/intercambio o colecta generalmente son pequeñas o poco viables (Jaramillo y Baena, 2000).

### 2.3.1.3 Almacenamiento y conservación de muestras

Según Jaramillo y Baena (2000), la conservación de los recursos fitogenéticos no se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento) sino que requiere asegurar la existencia de estos en condiciones viables y con sus características genéticas originales. Esto se logra, en el caso de semillas, controlando las condiciones de almacenamiento para que inhiban o reduzcan el metabolismo de las muestras.

Según Hidalgo (1991), existen alternativas de almacenamiento y conservación *ex situ* de muestras, éstas pueden ser: los bancos de semillas, banco de clones, bancos de polen y bancos de conservación *in vitro*. A continuación se describe los bancos de semilla por ser la alternativa en la que se conserva la quinua.

#### Bancos de semilla

Son hasta el presente los medios más eficientes para la conservación de los recursos fitogenéticos. Las técnicas de conservación de semillas buscan en lo posible evitar la pérdida de viabilidad con el máximo tiempo de almacenamiento y mínima actividad fisiológica.

Las semillas de especies domesticadas han sido clasificadas en dos grandes grupos **semillas ortodoxas** y **semillas recalcitrantes**; las primeras son aquellas que toleran el secamiento a muy bajos niveles (3-7% de contenido de humedad de la semilla) y toleran almacenamiento a bajas temperaturas,

conservando así intacta su viabilidad por periodos largos, dentro de esta clasificación se encuentra la semilla de quinua; en cambio las segundas son aquellas que no permiten el secado ni almacenamiento a bajas temperaturas, pues pierden su viabilidad rápidamente (Hidalgo, 1991).

#### **2.3.1.4 Manejo del germoplasma conservado**

##### **Caracterización y evaluación**

La caracterización y evaluación son importantes ya que mediante esta actividad, no solo se identifica a las accesiones a base de sus características y comportamiento frente al ambiente, sino que se puede encontrar una aplicación o un uso potencial del material disponible. Esta actividad debe estar encaminada a conocer a las accesiones tal cual se comportan en la naturaleza, sin importar si las características a obtener son promisorias o deficitarias (Nieto *et al.* 1983, citados por Rojas, 1995).

Por su parte, Jaramillo y Baena (2000), indican que, 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.

##### **Caracterización**

La caracterización consiste en describir sistemáticamente las accesiones de una especie a partir de caracteres botánicos de alta heredabilidad, fácilmente visibles o medibles y que no varían con el ambiente, así entendida, la caracterización se fija básicamente en aspectos morfológicos y fenológicos, observados de forma sistemática en las accesiones a través de la comparación

con listas de características descriptivas o "descriptores" (Valls, 1992; Jaramillo y Baena 2000).

La información recopilada con la caracterización se basa fundamentalmente en los caracteres morfológicos, mediante los cuales se llega a identificar o caracterizar a los individuos en una forma tal que nos permita encontrar las semejanzas y diferencias entre las colecciones o accesiones dentro de una especie (Nieto *et al.* 1988, citados por Rojas, 1995).

## **Evaluación**

Según Jaramillo y Baena (2000), la evaluación consiste en describir las características agronómicas de las accesiones (rendimiento o resistencia a estrés biótico o abiótico) generalmente cuantitativas (variables con el ambiente) y de baja heredabilidad, en el máximo posible de ambientes, con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o el mejoramiento de cultivos.

Por su parte Valls (1992), indica que se refiere a la descripción de la variación existente en una colección, en términos de atributos de importancia agronómica influenciada por el medio ambiente.

## **Ventajas de la caracterización y evaluación**

Según Valls (1992), además de proporcionar mejor conocimiento del germoplasma disponible, esencial para su uso en etapas subsecuentes, la caracterización y evaluación bien conducidas presentan tres ventajas adicionales:

1. Permite la identificación de las accesiones duplicadas, simplificando los trabajos subsecuentes en las accesiones del germoplasma.

2. Permite el establecimiento de colecciones núcleo (core collections), que por definición abarca, con el mínimo de redundancia la diversidad genética reunida en una especie cultivada y en las especies silvestres a ellas relacionadas.
3. Permite la identificación de los modos de reproducción predominantes en las accesiones, como también la ocurrencia o no de variabilidad intrínseca en accesiones individuales.

### 2.3.2 Variabilidad genética de quinua

Desde el punto de vista de su variabilidad, la quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple; atribuyéndose a las orillas del Lago Titicaca, como la región de mayor diversidad y variación genética (Mujica 1992).

Entre los cultivos andinos, la quinua recibió la mayor dedicación y apoyo principalmente en Ecuador, Perú y Bolivia; de ahí que en estos países se tienen los trabajos más adelantados, y además es donde se encuentra la mayor variabilidad. Las evaluaciones de la variabilidad genética disponible, permitió agrupar a las quinuas en 5 grupos mayores según sus características de adaptación y algunas morfológicas de alta heredabilidad, fácilmente detectables y capaces de mantenerse en toda el área de difusión (Lescano, 1989b).

A continuación se describen los cinco grupos de quinua de acuerdo a Lescano (1989b) y Tapia (1990):

1. Quinuas del nivel del mar: Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur. Son plantas más o menos robustas, de 1,0 a 1,4 m de altura, de crecimiento ramificado, producen granos de color crema transparente (tipo Chullpi). Estas quinuas guardan gran similitud con la

*Chenopodium nuttalliae* (Huahzontle) que se cultiva en forma aislada en México a 20° Latitud Norte.

2. Quinuas de valles interandinos: Son las que se adaptan entre los 2500 a 3500 msnm, se caracterizan por su alto desarrollo, hasta 2,5 m o más de altura y con muchas ramificaciones, con inflorescencia laxa y que normalmente presentan resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa*). Existen diferencias entre aquellas que se desarrollan en valles con acceso al riego, como ocurre en Urubamba (Perú), Cochabamba (Bolivia) y aquellas que se cultivan a secano como Huaraz, parte alta del Valle de Mantaro, Ayacucho y Abancay. Se cultivan normalmente en forma intercalada con maíz y en forma de cultivo de borde con otras especies o en forma dispersa en el mismo campo.
3. Quinuas del altiplano: Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano; en esta área se encuentran la mayor variabilidad de caracteres y se producen los más especializados en su uso. Las plantas crecen con alturas entre 0,5 a 1,5 m, con un tallo que termina en una panoja principal y por lo general compacta. En este grupo, es donde se encuentra el mayor número de variedades mejoradas y también los materiales más susceptibles al mildiu cuando son llevados a zonas más húmedas.
4. Quinuas de salares: Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, ésta es la más seca con 300 mm de precipitación, se cultiva como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad. Son quinuas de tallo principal muy robusto, algunas de tallo único, otras con ramificaciones, corresponden además a las quinuas de mayor tamaño de grano (2,2 mm de diámetro), se las conoce como "Quinoa Real" y sus granos se caracterizan por presentar un pericarpio grueso y con alto contenido de saponina.

5. Quinuas de los Yungas: Es un grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de los Yungas de Bolivia a alturas entre los 1500 y 2000 msnm, y se caracterizan por ser de desarrollo algo ramificado, alcanzan alturas de hasta 2,20 m; son plantas verdes, y cuando están en floración toda la planta íntegra, toma la coloración anaranjada. Existe una sola colección efectuada en Bolivia y las 18 muestras crecieron adecuadamente en Cusco a 3300 m.

Según Mújica (1992), las quinuas cultivadas tienen una gran diversidad genética, mostrando variabilidad en la coloración de la planta, inflorescencia y semilla, en los tipos de inflorescencia, en el contenido de proteína, saponina y betacianina en las hojas, con lo que se obtiene una amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas (suelos, precipitación, temperatura, altitud, resistencia a heladas, sequía, salinidad o acidez).

Entre las principales variedades conocidas en la región se tienen; en el Perú: Kancolla, Cheweca, Witulla, Tahuaco, Camacani, Yocará, Wilacayuni, Blanca de Juli, Amarilla de Maranganí, Pacus, Rosada y Blanca de Junín, Hualhuas, Huancayo, Mantaro, Huacariz, Huacataz, Acostambo, Blanca Ayacuchana y Nariño (Mújica, 1992).

En Bolivia las variedades dulces y liberadas producto de hibridaciones son: Sajama, Chucapaca, Kamiri, Samaranti, Huaranga, Sayaña, Ratuqui, Robura, Santa María, Intinayra, Surumi, Jilata, Jumataqui y Patacamaya mientras que a las variedades amargas se las conoce con el nombre de "Quinua Real", que incluye a varias razas locales entre estas se tiene: Real Blanca, Wila Coymini, Kellu, Uthusaya, Chillpi, Pandela, Achachino, Toledo, Rosa Blanca y otras (Rojas, 1998)

En Ecuador: Inbaya, Chaucha, Cochasqui, Tanlahua, Piartal, Porotoc, Amarga del Chimborazo, Amarga de Imbabura y Morada. En Colombia: Dulce de

quitopampa. En Chile: Baer, Lito, Faro y Picchaman. Finalmente, en Argentina la Blanca de Jujuy (Tapia, 1990; Mújica, 1992).

### **2.3.3 Bancos de Germoplasma de quinua en Bolivia**

Según Rojas (2001), en Bolivia, son cinco los bancos de germoplasma en los que se conserva quinua (Cuadro 3), en ambientes de la Fundación PROINPA - Regional Altiplano, en la Estación Experimental Patacamaya del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), en la Estación Experimental de Belén de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), en la Estación Experimental de Condoriri dependiente de la Universidad Técnica de Oruro (UTO) y en el Centro de Investigación y Producción de Quinua Real de la Comunidad de Irpani (CIPROCOMI).

De los bancos que se conservan en el país, el más importante por el número de accesiones por el que está constituido, es el que se conserva en La Paz, en ambientes de la Fundación PROINPA - Regional Altiplano. El almacenamiento de las accesiones se efectúa en un ambiente oscuro y bajo condiciones naturales, en donde las temperaturas de almacenamiento durante el año fluctúan entre 8 a 16°C, entre mínima y máxima, respectivamente, la humedad relativa promedio del ambiente es de 45%. Cada accesión se encuentra almacenada en un envase de plástico de 500 gramos de capacidad. Los envases son semiherméticos de 0,6 mm de espesor y con doble tapa, son ideales para conservar germoplasma a corto y mediano plazo, y responden mejor cuando las temperaturas del local fluctúan de 8 a 20°C y la humedad relativa de 15 a 60% (Rojas et al., 2001).

Los mismos autores indican que la cantidad de semilla que se conserva por accesión es de 300 gramos (promedio), cuyo contenido de humedad fluctúa entre 9 a 12%, los envases se encuentran debidamente identificados con el número de

accesión, desde la 0001 a la 2701 y están ordenados sobre estantes metálicos de 5 bandejas.

**CUADRO 3 Bancos de germoplasma de quinua que se conserva en Bolivia.**

<b>Departamento</b>	<b>Sede</b>	<b>N° accesiones</b>
La Paz	Fundación PROINPA (Regional Altiplano)	2701
	E.E. Patacamaya (SEDAG)	2511
	E.E. Belén (UMSA)	1230
Oruro	E.E. Condoriri (UTO)	1500
	Irpani (CIPROCOMI)	264

Fuente : Rojas 2001.

## **2.4 Métodos estadísticos utilizados en el análisis de variabilidad genética**

### **2.4.1 Análisis multivariado**

Una de las alternativas para estudiar la variabilidad genética de una colección de germoplasma es la aplicación del análisis multivariado, el mismo se puede definir como la aplicación de métodos que trata razonablemente un gran número de medidas hechas sobre cada objeto en una o más muestras simultáneamente. El punto más importante es que el análisis multivariado trata de la relación simultánea entre variables. Este tipo de análisis difiere del univariado y bivariado en que estos dirigen su atención al análisis del promedio y la varianza de una sola variable, o de la relación entre dos variables, el análisis de la covarianza o correlaciones que reflejan la extensión de la relación entre tres o más variables (Dillon y Goldstein, 1984).

Similarmente Plá (1986), señala que, en el caso de poblaciones univariadas, casi siempre es posible caracterizar completamente la distribución de

probabilidades, a partir del promedio y la varianza, terminando el análisis con la interpretación de éstos parámetros. En cambio, para el caso multivariado, en que se estudia una población "p" variada, es decir, un conjunto de individuos donde se han observado o medido "p" características o propiedades, se dispondrá de "p" medias, "p" varianzas y  $(1/2)p(p-1)$  covarianzas, que no sólo deben ser estimadas, lo cual no es difícil con las computadoras digitales, sino que deben ser interpretadas.

Por su parte, Ferreira (1987), corrobora las anteriores definiciones remarcando que el análisis multivariado es una rama de las matemáticas que se ocupa del examen simultáneo de numerosas variables y es necesario aplicarlo cuando una población o individuo se estudia a partir de más de una característica, y se estima que la naturaleza de la población o el individuo es producto de las relaciones entre dichas características, además que permite obtener grupos en función a la importancia de las variables.

Este tipo de análisis ofrece la posibilidad de ser expresados en combinaciones lineales de las variables originales; esta es quizás la herramienta más poderosa para realizar este tipo de análisis estadístico, porque permite en un número reducido de combinaciones sintetizar la mayor parte de la información contenida en los datos originales, lo cual no es factible en el análisis univariado (Plá. 1986).

Los métodos estadísticos multivariados pueden agruparse en dos conjuntos (Cuadro 2): los que permiten extraer la información acerca de la interdependencia entre variables que caracterizan a cada uno de los individuos y los que permiten extraer información acerca de la dependencia entre una o varias variables con otra u otras (Pla, 1986).

**Cuadro 4. Clasificación de los métodos estadísticos multivariados.**

Métodos de la interdependencia	Métodos de la dependencia
Análisis por componentes principales	Análisis de regresión multivariado
Análisis por conglomerados (clusters)	Análisis de contingencia múltiple
Análisis de factores	Análisis discriminante
Análisis de ordenamiento multidimensional	
Análisis de correlación canónica	

Fuente: Plá, (1986).

Por su parte Dillon y Goldstein (1984), señalan que los métodos de la dependencia intentan explicar o predicen uno o más criterios medidos, apoyados sobre el grupo de variables predictoras, en cambio, los métodos de la interdependencia, son menos predictivos en esencia e intentan proporcionar discernimientos en la estructura subyacente de los datos por simplificar las complejidades, principalmente a causa de la reducción de los datos.

#### **2.4.1.1 Análisis de componentes principales (ACP)**

Según Crisci y Lopez (1983), la estructuración de los datos para este tipo de análisis, consiste en representar el conjunto de observaciones, según un modelo lineal, mediante un número reducido de variables hipotéticas llamadas componentes principales, los cuales ya no están correlacionados y pueden interpretarse independientemente unos de otros.

Al respecto Plá (1986), señala que este método denominado también como análisis de ordenamiento, permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados que son obtenidos de una población cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida. Constituyéndose en una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para explicar la estructura

probabilística de los errores, aunque el tamaño de la muestra es tal que puede asumirse multinormalidad ya sea por aumento en el número de variables consideradas o por el número de individuos que integran la muestra, podrá encontrarse significación estadística en los componentes, pues será posible asociar a cada uno de ellos una medida de confiabilidad.

Corroborando esta definición Philippeau (1990), señala que la fase esencial del ACP consiste en transformar las  $p$  variables cuantitativas iniciales, todas más o menos correlacionadas entre ellas, en  $p$  nuevas variables cuantitativas, no correlacionadas, llamadas componentes principales.

El ACP tiene como objetivo principal generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos. Estas variables son ortogonales entre sí, de tal modo que el primer componente principal explica la mayor cantidad posible de la dispersión total de los datos, el segundo componente principal explica la dispersión restante y así sucesivamente (Plá, 1986).

Otros objetivos del ACP son el de reducir la dimensionalidad del problema que se está estudiando como paso previo para futuros análisis y eliminar cuando sea posible algunas de las variables originales que aporten poca información (Plá, 1986).

#### **2.4.1.2 Análisis de conglomerados**

El análisis de conglomerados o de agrupamiento es una técnica de análisis de matrices de similitud, cuyo propósito es sintetizar la información de dicha matriz a fin de permitir el reconocimiento de las relaciones entre la totalidad de los individuos en estudio (Crisci y López, 1983).

Según Ferreira (1987), este análisis consiste en una multitud de algoritmos de conglomeración, donde todos conducen a agrupar individuos que sean muy similares entre sí y a distinguirlos de individuos que les sean distintos.

El análisis de conglomerados comprende técnicas que siguiendo reglas más o menos arbitrarias, forman grupos de individuos que se asocian por su grado de similitud. Esta definición es poco precisa debido al escaso acuerdo entre investigadores acerca de cómo reconocer los límites entre grupos y a la gran variedad de técnicas propuestas para lograr los agrupamientos (Crisci y López, 1983).

Para Ferreira (1987), los métodos de conglomeración pueden ser de dos tipos:

- a) Jerárquicos, donde las observaciones van agrupándose sucesivamente; y
- b) No jerárquicos, en los que no se obtienen relaciones sucesivas.

Entre los métodos de conglomeración jerárquica existen dos alternativas: la ascendente (agrupa paso a paso los elementos más próximos), y la descendente (procede por escisiones sucesivas de la población).

Según Crisci y López (1983), la forma más conocida para representar la estructura taxonómica obtenida con las técnicas de análisis de agrupamientos es la del dendograma, que es un diagrama arborescente que muestra la relación en grados de similitud entre dos individuos o grupo de individuos.

Al respecto, Ferreira (1987), indica que cuanto mayor sea el grado de homogeneidad que se exige en cada grupo, mayor será el número de agrupamientos, por lo que se aconseja utilizar un nivel que otorgue un número razonable de grupos y donde cada uno tenga un número razonable de individuos.

## **2.5 Aplicación de los métodos multivariados en estudios de variabilidad genética en quinua**

Chaquilla y Cahuares (1978), aplicaron el análisis de Componentes Principales en una muestra aleatoria de 95 entradas o ecotipos de quinua, que mantiene el banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno; analizaron 11 variables cuantitativas, encontrando, que los tres primeros componentes principales removieron más del 53 por ciento de la variación total. Encontraron que el primer componente identifica a las variables de productividad biológica, que en orden de importancia fueron: biomasa aérea, biomasa grano, longitud de panoja, altura de planta, ancho de panoja, diámetro de tallo y número de glomérulos, que influyen de manera directa en describir el proceso fisiológico de la producción primaria, en el sistema-planta; el segundo componente, representó la capacidad de producción agrícola o económica del sistema-planta de quinua, a través de las variables: número de granos por 100 gramos, peso hectolitrico y en forma secundaria por el número de hojas y longitud de panoja; y el tercer componente, identificó la eficiencia del sistema planta, o la capacidad de conversión de la biomasa aérea en producto comercial; a través de variables índice de cosecha y en forma complementaria por biomasa grano y peso hectolitrico.

Cayoja (1996), realizó el análisis de las características del grano de quinua sobre 2511 accesiones en los ambientes del banco de germoplasma de la Estación Experimental Patacamaya. El trabajo fue efectuado por separado sobre quinuas de grano dulce y quinuas de grano amargo.

El método de Componentes Principales determinó que las accesiones amargas, tuvieron un aporte acumulado de 99.93% entre sus dos primeros componentes, el primero con 81.52%, el segundo, con 18.40%, de forma similar, las accesiones dulces reflejaron la variabilidad de los diferentes caracteres en los dos primeros componentes principales que explicaron el 99.94% de la variabilidad

total, el primero con 71.80% y el segundo con 28.14% de la variación. Se determinó en accesiones amargas y dulces que el primer componente está asociado con la variable color de pericarpio y el segundo componente con la variable color de episperma.

Limachi (1997), también aplicó el ACP para evaluar preliminarmente 131 accesiones de quinua en Mañica (Potosí). Identificó a los primeros cinco componentes como significativos, que explicaron el 73.01% de la variación total. Los vectores propios permitieron identificar a los caracteres diámetro de tallo, altura de planta, longitud y ancho de panoja, precocidad, ramificación, índice de cosecha y rendimiento como los de mayor aporte a la varianza.

Barriga et al. (1994) citados por Rojas (1998), usaron el análisis de componentes principales para estudiar la diversidad genética de accesiones de quinua recolectadas en el sur de Chile, además de otras provenientes de Bolivia. Identificaron cuatro componentes principales; el primero, contribuyó con un 45% de la varianza total y distinguió a las accesiones tardías con mayor número de panojas y con un menor contenido de saponina en el grano; el segundo, aportó con el 23% de la varianza y asoció a las accesiones con mayor rendimiento de grano, con grandes panojas, con pecíolos largos y pocos dientes en sus hojas; el tercer componente, contribuyó con el 11% y distinguió a las accesiones que desarrollaron plantas altas, con tallos gruesos, hojas muy dentadas y alto contenido de saponina; y el cuarto componente, removi­ó sólo el 7% de la varianza y la variable de mayor importancia fue el peso de 100 semillas. Asimismo, indican que el análisis permitió, agrupar las accesiones en tres grupos de diferente diversidad genética.

Rojas (1998), realizó el análisis de la variabilidad genética de 1512 accesiones del germoplasma de quinua a través del análisis de componentes principales y cuantificó la contribución de los tres componentes significativos a la varianza total y se identificó las variables que caracterizan a cada uno de ellos.

El primer componente contribuyó con más del 30% de la varianza total y permitió distinguir a las accesiones que florecieron y maduraron más tardíamente, con índices de cosecha bajos y con plantas de mayor altura y diámetro de tallo; el segundo componente aportó con más del 21 % de la variación total y distinguió a las accesiones que formaron los granos más grandes, con altos contenidos de saponina y de corta longitud de panoja; y el tercer componente, contribuyó con más del 12% de la varianza total y se asoció con el diámetro de panoja, diámetro de tallo, altura de planta, diámetro de grano y peso de 100 granos.

Asimismo, cuantificó para cada variable original la proporción de varianza que es considerada por los tres componentes seleccionados, con el propósito de determinar el grado de importancia, es así que, las variables fenológicas, con excepción de la emergencia de plántulas, fueron más importantes y discriminantes que las variables de grano, y éstas a su vez, más que las morfológicas; en el primer caso, se destacaron principalmente el 50% de floración e inicio de floración y relativamente la madurez fisiológica, sobre todo por sus aportes significativos en el primer componente; en el segundo caso, el diámetro de grano y peso de 100 granos, se constituyen en el segundo grupo de variables más importantes, sobre todo por su contribución al segundo componente y en forma secundaria al tercer componente; en el tercer caso, el diámetro de tallo y altura de planta que aportaron más al primer componente y la longitud de panoja que lo hizo más al segundo componente, fueron las variables más importantes entre las morfológicas.

El índice de cosecha a pesar de la contribución importante que realizó en el primer componente, ocupó una posición relativamente baja, por el poco aporte que efectuó en los otros dos componentes. El número de dientes y el contenido de saponina, fueron mucho menos importantes porque hicieron contribuciones muy bajas en el tercer y primer componente, respectivamente; mientras que la emergencia de plántulas, se constituyó en la variable menos discriminantes de todas las estudiadas.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

El trabajo de caracterización y evaluación del germoplasma de quinua, se realizó en el periodo agrícola 1999 - 2000, en la Estación Experimental Belén, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

La Estación está ubicada a 3 Km de la localidad de Achacachi, capital de la provincia Omasuyos en el Altiplano norte del departamento de La Paz. La altura promedio de la zona es aproximadamente de 3824 msnm, geográficamente se encuentra ubicada a  $16^{\circ}1'$  de Latitud Sur y  $68^{\circ}42'$  de Longitud Oeste (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental Belén

## 3.2 Características de la zona

### 3.2.2 Suelo

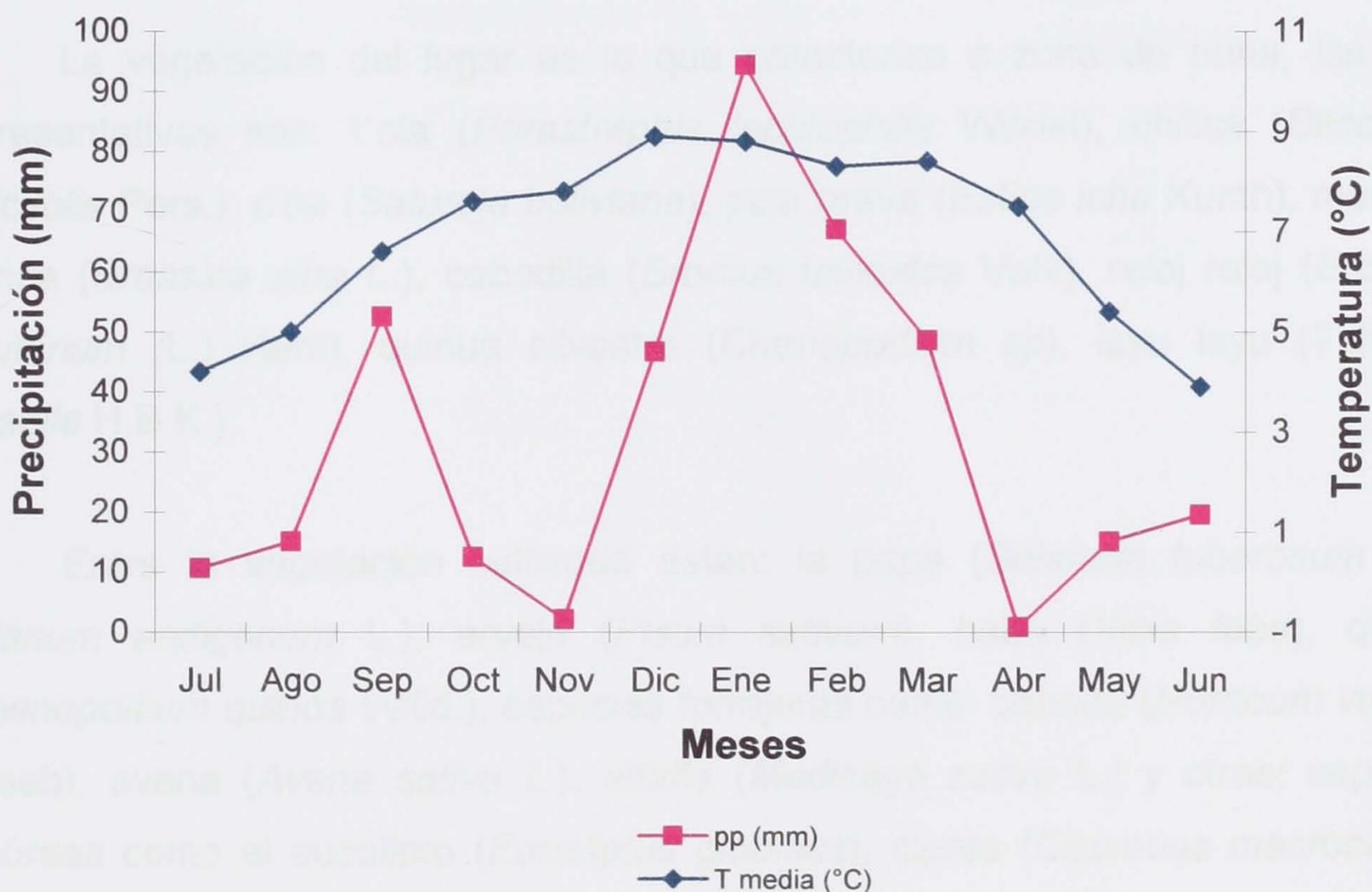
#### 3.2.1 Clima

La topografía de la zona es predominantemente ondulada con suelo de origen

Según datos meteorológicos de los últimos años de la Estación Experimental Belén, la precipitación media anual es de 473,7 mm. La distribución de lluvias se concentra más entre Diciembre a Marzo, y de Abril a Noviembre la precipitación es baja. La temperatura media anual de 7,2 °C, la humedad relativa oscila durante el año entre 50 y 65%. Las heladas son muy frecuentes a partir del mes de Abril a Agosto (SENAMHI, 2000).

(Quepa, 1997)

Asimismo, con los datos de temperatura y precipitación que se registraron durante la realización del ensayo (Anexo 1), se elaboró el Climadiagrama como se muestra en la Figura 2



**Figura 2. Distribución de la temperatura media mensual y la precipitación total mensual de Junio 1999 a Julio 2000**

### 3.2.2 Suelo

La topografía de la zona es suavemente ondulada con suelo de origen aluvial, muy profundo, no inundable, con permeabilidad que varía de moderada a muy poco permeable en todo el perfil. El suelo donde se encuentra la Estación de Belén, presenta una pendiente levemente inclinada (2-5%), con poca grava en la superficie, la capa superficial presenta textura mediana (franco), estructura blocosa y granular media, firme en húmedo. El pH varía de ligeramente ácido a neutro (6,4 a 6,8). El contenido de materia orgánica varía de bajo a medio (0,05 a 3,07 %) (Quispe, 1997).

### 3.2.3 Vegetación

La vegetación del lugar es la que caracteriza a zona de puna, las más representativas son: t'ola (*Parastrephia lepidophylla* Wedel), chillca (*Baccharis salicifolia* Pers.), c'oa (*Satureja boliviana*), paja brava (*Estipa ichu* Kunth), mostaza blanca (*Brassica alba* L.), cebadilla (*Bromus uniloides* Vahl), reloj reloj (*Erodium cicutarium* (L.) Herit), quinua silvestre (*Chenopodium* sp), layu layu (*Trifolium amabile* H.B.K.).

Entre la vegetación cultivada están: la papa (*Solanum tuberosum* L. y *Solanum andigenum* L.), arveja (*Pisum sativum*), haba (*Vicia faba*), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.); especies forrajeras como: cebada (*Hordeum vulgare* Griseb), avena (*Avena sativa* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) y otras; especies arbóreas como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), cipres (*Cupressus macrocarpa*), k'eñua (*Polylepis incana* Hieron), kiswa (*Buddleja coriacea* Remy).

### 3.3 Materiales

#### 3.3.1 Material genético

Estuvo conformado por 651 accesiones de quinua, que proceden de regiones circundantes al Lago Titicaca (Figura 3 y 4), de las cuales 134 son bolivianas y 517 peruanas (Cuadro 5). Este material forma parte del Banco Nacional de Granos Altoandinos (BNGA), que está a cargo de la Fundación PROINPA, Regional Altiplano y fue caracterizado y evaluado en gestiones pasadas bajo condiciones del altiplano central y no así en lugares cercanos a lago Titicaca, donde las condiciones medioambientales y geográficas son distintas.

**Cuadro 5** Detalle de procedencia de las accesiones de quinua circundantes al lago Titicaca.

<b>País de procedencia</b>	<b>Departamento</b>	<b>Provincia</b>	<b>Número de accesiones</b>	<b>Sub total</b>
Bolivia				134
	La Paz	Omasuyos	73	
		Los Andes	33	
		Ingavi	24	
		Manco	4	
		Kapac		
Perú				517
	Puno	Puno	259	
		Chucuito	149	
		Melgar	54	
		Yunguyo	48	
		San Román	7	
Total				651

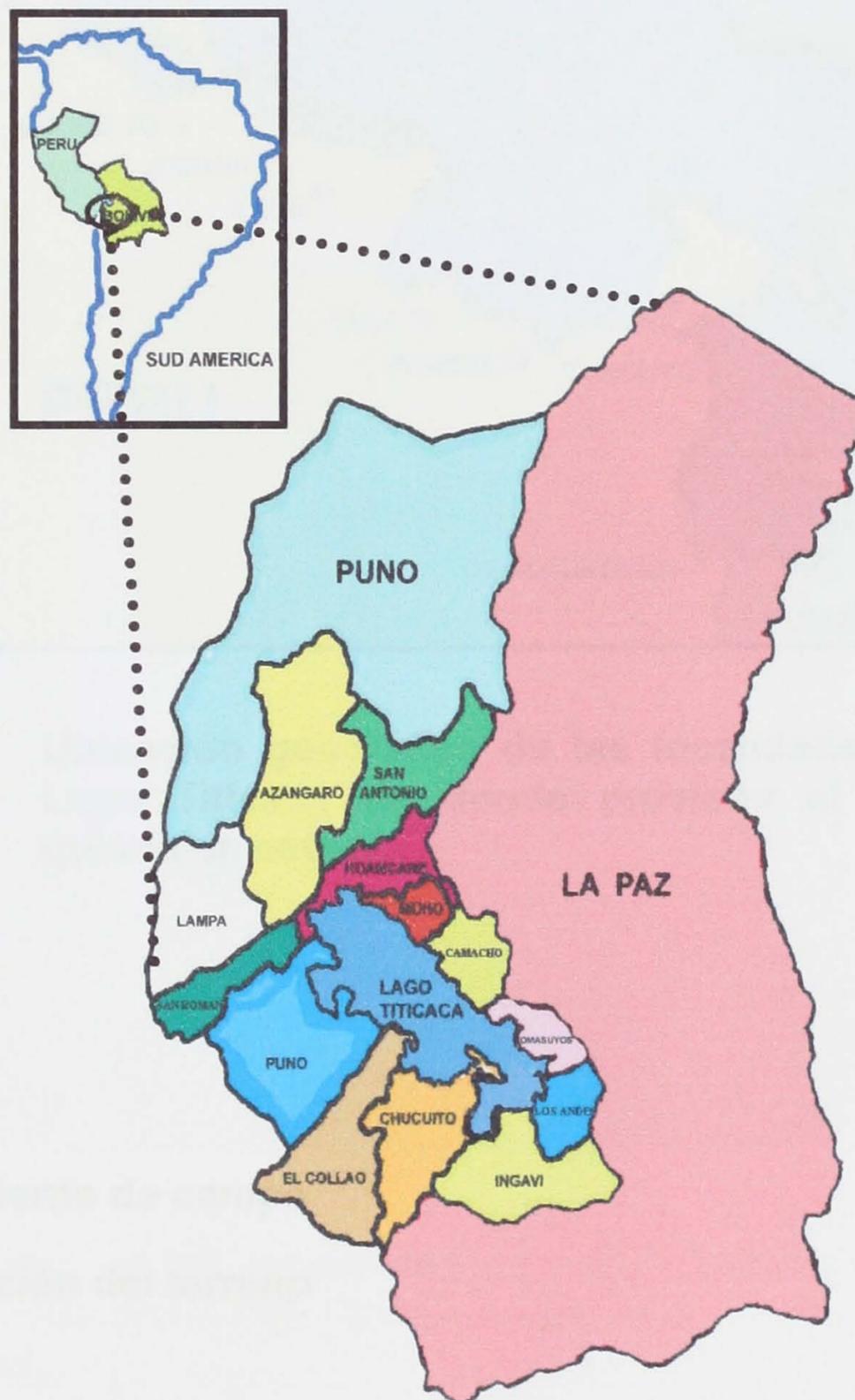
#### 3.3.2 Material de Campo

El material que se utilizó en las labores de campo son: tractor agrícola, arado, rastra, cinta métrica (50 m), estacas, lienzos, chontilla, etiquetas,

flexómetro, cámara fotográfica, cuaderno de registro, vernier, hoces, pita de yute, bolsas de plástico, regla, lona, tamices, balanza analítica y envases de plástico.

### 3.3.3 Material de gabinete

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó un computador y los paquetes estadísticos SYSTAT versión 5 y STATGRAFH versión 2, además de todo el material de escritorio necesario para plasmar los resultados en un documento final.



**Figura 3** Ubicación del Lago Titicaca con detalle en las provincias bolivianas y peruanas que le circundan



**Figura 4.** Ubicación geográfica de las localidades circundantes al Lago Titicaca de donde proviene el germoplasma de quinua en estudio

### **3.4 Métodos**

#### **3.4.1 Procedimiento de campo**

##### **3.4.1.1 Preparación del terreno**

Esta actividad se realizó el 5 de Septiembre de 1999, con la ayuda de un tractor, arado de vertedera y la rastra, se hizo una arada profunda, mullido y

nivelado del campo. Posteriormente, se efectuó el trazado de 7 bloques, cada uno con 100 surcos de 5m de largo que fueron espaciadas 0,50 m; cada bloque fué separado por pasillos de 1,0 m de ancho. Las dimensiones fueron, 50 m de largo y 41 m de ancho, haciendo un área total de 2050 m<sup>2</sup>.

#### 3.4.1.2 Preparación de la semilla y siembra

La semilla de las 651 accesiones procede del Banco Nacional de Granos Altoandinos donde se encuentran conservadas. De este material, se preparó 2 gramos de semilla por accesión en pequeñas bolsas de plástico con su respectiva identificación; ésta cantidad que equivale a una densidad de siembra de 8 Kg./ha.



**Foto 1. Siembra de las accesiones de quinua provenientes del área circunlacustre del Titicaca, en la Estación Experimental Belén.**

La siembra se llevó a cabo el 21 de octubre de 1999. En cada surco se distribuyó la semilla de cada accesión, en forma manual y a chorro continuo, con el fin de garantizar un número adecuado de plantas por accesión.

#### **3.4.1.3 Marbeteado**

Una vez que las plantas alcanzaron una altura entre 10 a 15 cm se procedió a marbetear 5 plantas seleccionadas al azar en cada accesión (9 de Diciembre de 1999).

#### **3.4.1.4 Labores culturales**

Deshierbe y raleo: la actividad de deshierbe se realizó en 3 oportunidades, la primera el 15 y 16 de Diciembre de 1999, la segunda los días 26 y 27 de Enero de 2000 y la tercera los días 4 y 5 de Marzo del mismo año. El raleo de cada parcela (surco) se realizó el 20 y 21 de Diciembre, en forma manual cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada 15 cm dejando un espacio entre ellas de 10 a 15 cm, para garantizar el desarrollo adecuado de las plántulas.

Riego: Se aplicó un riego a los 10 días después de la siembra para favorecer una emergencia homogénea de plantulas a falta de precipitación en la región. Este riego fue manual y para tal efecto se utilizó regaderas.

Fertilización: En fecha 29 de Diciembre de 1999 se realizó la primera fertilización para favorecer el desarrollo de las quinquas, para tal efecto se utilizó urea a razón de 30 gr./m, que fue incorporado al surco, aprovechando el deshierbe del mismo. La segunda fertilización se la efectuó el 14 de Enero de 2000.

Tratamiento fitosanitario: Para prevenir el ataque de plagas y enfermedades propias de la especie como son el mildew, la Kcona Kcona y la polilla de la quinua principalmente, se realizó una aplicación de fungicida e insecticida (Ridomil 50gr/20lt y Karate 5ml/20lt respectivamente) en forma conjunta, el 28 de Enero de 2000, cuando las plantas estaban en la etapa del botón floral y en plena elongación de sus tallos y panojas.

### 3.4.1.5 Cosecha y Trilla

Cosecha: Se efectuó en forma escalonada de acuerdo a la madurez fisiológica de las accesiones, se inició a fines del mes de Abril en accesiones precoces y se prolongó hasta la primera quincena de Junio de 2000 en accesiones tardías.



**Foto 2. Trilla individual de las accesiones cosechadas**

Cada accesión se cosechó en dos grupos, un grupo destinado solo a la multiplicación de la semilla que en promedio representaban más o menos 40 plantas por accesión, y otro grupo de 5 plantas seleccionadas al azar en el momento del botón floral y sobre las cuales se efectuó la evaluación. La cosecha se realizó manualmente con ayuda de hoces, para lo cual, se hizo un corte en la parte basal del tallo para luego ser registrados, agrupados y llevados a un ambiente destinado exclusivamente para el secado de las plantas cosechadas.

Trilla: Se efectuó manualmente, separando el grano de la broza, luego el venteo y la limpieza correspondiente. Finalmente se efectuó el envasado de la semilla de cada accesión en frascos de plástico para luego ser almacenados nuevamente en el Banco de Germoplasma.

### **3.4.2 Caracterización y evaluación**

Este trabajo se efectuó durante el desarrollo del cultivo, las variables fenológicas fueron registradas sobre el total de las plantas emergidas por accesión, mientras que las variables morfológicas sobre las 5 plantas seleccionadas al azar por accesión y para caracterizar las hojas se obtuvo, en la etapa de floración, una hoja por cada planta seleccionada.

#### **3.4.2.1 Descripción de las variables**

Se registraron 21 variables cuantitativas (Anexo 2), de las que 17 variables se utilizaron en el análisis de variabilidad genética del germoplasma seleccionado. A continuación se describe cada una de las variables:

##### **1. Días hasta la formación del botón floral**

Se evaluó mediante la observación directa, registrándose el número de días desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la accesión alcanzaron el botón floral.

## **2. Días hasta el inicio de la floración**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la accesión lograron abrir la primera flor.

## **3. Días al 50% de floración**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la accesión, mostraron panojas con el 50% de flores abiertas.

## **4. Días al fin de floración**

Se evaluó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas finalizaron la floración

## **5. Días a la madurez fisiológica**

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra, hasta que el 50% de las plantas de la accesión manifestaron resistencia al aplastamiento de sus granos, en la parte media de la panoja.

## **6. Longitud máxima del limbo**

Se midió en centímetros 5 hojas por accesión, desde la unión del limbo con el peciolo, hasta el ápice de la hoja con la ayuda de una regla. Esta medición se realizó en época de floración cuando las hojas estuvieron maduras y bien desarrolladas, ubicadas en el tercio medio de las plantas.

## **7. Ancho máximo del limbo**

Esta medición se realizó en las mismas hojas de la variable anterior, registrándose el ancho máximo también en centímetros, con la ayuda de la regla.

## **8. Longitud máxima del peciolo**

También en la misma hoja se midió la longitud del peciolo en centímetros, desde la base de la hoja hasta el extremo del peciolo.

## **9. Número de dientes en las hojas**

Se contabilizó el número total de dientes, que tenían en el margen las hojas seleccionadas anteriormente.

## **10. Diámetro de tallo**

Se midió en milímetros en la parte media del tercio inferior del tallo, con la ayuda de un calibrador vernier sensible al 0,01 mm, cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica.

## **11. Longitud de panoja**

Con la ayuda del flexómetro, se midió la longitud de la panoja principal en centímetros, desde la intersección con el tallo hasta el ápice de la panoja, también en la madurez fisiológica de las plantas.

## **12. Diámetro de panoja**

Se midió en centímetros la parte más ancha de la panoja principal utilizando para esto el calibrador vernier.

### 13. Altura de planta

Esta variable se registró en centímetros cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica; se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la panoja principal con la ayuda de un flexómetro,

### 14. Rendimiento promedio por planta

Una vez trilladas las plantas seleccionadas, se pesó la cantidad de semilla en gramos, luego se calculó el promedio por planta para cada una de las accesiones en estudio.

### 15. Índice de Cosecha

El procedimiento para medir esta variable, consistió en hacer secar en forma separada las cinco plantas seleccionadas y antes de efectuar el trillado y venteado, se registró primero el peso total de las plantas secas y luego el peso de la semilla obtenida. Este índice se determinó mediante el cálculo de la siguiente fórmula (Robles, 1986 citado por Rojas, 1998):

$$IC = \frac{\text{Peso seco de grano}}{\text{Peso seco total (grano+tallo+hojas+broza)}}$$

### 16. Diámetro de grano

Se seleccionó al azar 20 granos a los que se midieron sus diámetros en milímetros con la ayuda del calibrador vernier.

## **17. Peso de 100 granos**

Se realizó el conteo de 100 semillas registrando luego su peso en gramos, con la ayuda de una balanza de precisión

### **3.5 Método estadístico**

Para estudiar la variabilidad genética de las accesiones consideradas, se procedió primero a efectuar el análisis descriptivo y después el análisis multivariado. Para tal efecto se construyó primero una matriz básica ( $n \times p$ ), de acuerdo al procedimiento descrito por Plá (1986), en donde "n" representa al número de accesiones y "p" al número de variables estudiadas.

#### **3.5.1 Análisis estadístico descriptivo**

Este análisis se aplicó para estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones con relación a cada carácter cuantitativo, es así que se determinó el promedio, el rango de variación, la desviación estándar y el coeficiente de variación, que representan las medidas de tendencia central y de dispersión (Steel y Torrie, 1988).

#### **3.5.2 Análisis multivariado**

El análisis de los datos siguió dos pasos: 1) Se estimó el grado de asociación entre las características analizadas, por medio del coeficiente de correlación simple (Pearson); 2) Se derivó las variables ortogonales usando el análisis de componentes principales; 3) Se clasificó a las accesiones en grupos similares mediante el análisis de conglomerados (Hair *et al.* 1999).

### **3.5.2.1 Coeficiente de correlación simple**

Para el análisis de los datos de la matriz básica, se eligió el "Coeficiente de Pearson", por que se aplica a datos multiestados cuantitativos, además porque las unidades de las variables son diferentes, como es el caso del presente estudio, donde se manejan unidades en centímetros, milímetros, días y gramos,

Según Crisci y Lopez (1983), haciendo uso de este coeficiente es posible cuantificar la similitud midiendo la separación angular formada por dos líneas que parten del origen de coordenadas y pasan por los individuos. Los de este coeficiente oscilan entre 1 y -1, siendo 1 el valor de la máxima similitud. El valor -1 difícilmente se alcanza, ya que es imposible una correlación negativa tan alta entre individuos.

Este coeficiente fue estimado mediante el uso del módulo CORR del programa estadístico SYSTAT versión 5, con la opción PEARSON (Wilkinson, 1988).

### **3.5.2.2 Análisis de componentes principales**

Este tipo de análisis, tiene por objeto reducir la dimensionalidad de la información obtenida mediante la transformación de un conjunto de variables originales en otras nuevas variables no correlacionadas entre sí y que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, por tanto, se interpretan independientemente unos de otros. Además, cada componente contiene una parte de la variabilidad total de los caracteres, es decir que, todas las variables contribuyen a todos los componentes, pero de manera diferencial; por otro lado, la identificación de los componentes principales significativos, permite eliminar, cuando sea posible, algunas de las variables originales, si ellas aportan poca información (Plá, 1986; Crisci y López, 1983).

El análisis de componentes principales expresa sus resultados en valores propios y vectores propios; el primero, representa la cantidad de la varianza asociada con un componente principal en particular, además este valor decrece conforme se van generando los componentes, mientras que el vector propio, representa al vector de coeficientes, en donde cada coeficiente señala el peso de cada variable original con la que esta asociada a cada componente, mientras más alto es el mismo sin importar el signo, mayor es su aporte (Rojas, 1998).

### ***Nociones del fundamento matemático***

Como en todo método multivariado, se parte de la matriz inicial de datos  $X$

$$X = \begin{bmatrix} \dots & \vdots & \dots \\ \dots & ij & \dots \\ \dots & \vdots & \dots \end{bmatrix}_{n \times p}$$

donde:

$n$  = Número de individuos

$p$  = Número de variables

$n \geq p$

Así, el elemento  $ij$  de la matriz representa el valor observado de la variable  $j$  en el individuo  $i$ . A partir de esta matriz se estima la matriz de varianza y covarianza de la muestra que posteriormente se transforma en la matriz de correlaciones.

El primer componente principal es una combinación lineal de las variables consideradas, que se expresa en la ecuación matemática:

$$C_1 = a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{p1}x_p$$

donde:

$C_1$  = Primer componente principal

$a_{ji}$  = Son los coeficientes del primer componente principal y constituyen los valores del primer vector propio ( $a_1$ ).

$x_1...x_k$  = K variables originales

Como el primer componente se orienta hacia la mayor dispersión, es necesario encontrar sus coeficientes de forma que la varianza de  $C_1$  sea máxima, sujeta a la restricción de que el vector propio debe estar normalizado de la siguiente forma:

$$a'_1 a_1 = 1$$

donde:

$a_1$  = Vector propio

$a'_1$  = Es la traspuesta el vector propio

La ecuación matemática del segundo componente es la siguiente:

$$C_2 = a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{p2}x_p$$

Y para determinarlo, es necesario encontrar sus coeficientes  $a_{p2}$  maximizando la varianza del segundo componente, sujeta a las restricciones de que el segundo vector propio ( $a_2$ ) sea normalizado ( $a'_2 a_2 = 1$ ) y además, la combinación lineal del segundo componente debe ser ortogonal al primer componente ( $a'_2 a_1 = 0$ ). Como se advierte, para el cálculo de  $C_2$ , se exige una condición más y por ello, la varianza de  $C_2$  va a ser menor o igual que la varianza de  $C_1$ .

Se encontrará una solución en cada uno de los  $j$  componentes principales cuando se encuentre el máximo de la siguiente función:

$$(R - \lambda_j I) a_j = 0$$

donde :

$\lambda_j$  = Valor propio

$a_j$  = Vector propio

R = Matriz de correlaciones

I = Matriz de identidad

Cada uno de los valores propios ( $\lambda_j$ ) de la matriz (R) representa una parte de la varianza total, de manera que la suma de todos constituye la varianza total de la matriz R, esta suma se conoce con el nombre de huella o traza de la matriz.

Los componentes principales se estimaron mediante el uso del módulo FACTOR del programa estadístico SYSTAT versión 5, con la opción ACP (Wilkinson, 1988).

### 3.5.2.3 Análisis de conglomerados

Se aplicó el análisis de conglomerados con objeto de agrupar las accesiones de quinua con similares características cuantitativas, de manera que los grupos formados expresen un alto grado de homogeneidad interna (dentro del conglomerado) y un alto grado de heterogeneidad externa (entre conglomerados) (Hair et al 1999).

Así, se utilizó el procedimiento no jerárquico de obtención de conglomerados K-medias, que inicia su análisis a partir de una matriz básica de datos (n x p) y sigue el método del umbral paralelo y secuencial que selecciona uno o varios centros de gravedad a un principio a los que se asignan individuos dentro de la distancia umbral, hasta el centro de gravedad más cercano. A medida que el proceso avanza, el método ajusta las distancias umbral para incluir mas o menos individuos en los conglomerados, repitiendo este proceso hasta que los grupos quedan estabilizados. (Hair et al, 1999).

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La técnica de partición k-medias asume  $n$  individuos y  $p$  medidas, en esta notación se puede expresar la distancia entre  $i$ th individuo y el  $l$ th grupo como:

$$D_{(i,l)} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{lj})^2}$$

donde:

$D_{(i,l)}$  = Es la distancia euclidiana entre el individuo ( $i$ ) y la media del grupo que contiene al individuo.

$X_{ij}$  = Representa el valor de  $i$ th individuo sobre la  $j$ th variable;  
 $i = 1, 2, \dots, p$ .

$X_{(l,j)}$  = Es la media de la  $j$ th variable en el  $l$ th grupo

Si se asume que las medidas colectadas tienen propiedades que dejan una distancia euclidiana entre los individuos a ser considerados, entonces permite que  $P(n,k)$  es la partición que resulta en cada uno de los  $n$  individuos que son asignados a un de los grupos  $1, 2, \dots, k$ .

El fundamento matemático del análisis de agrupamiento es la cuantificación de la similitud o disimilitud, respecto a cada par de individuos, obteniéndose dicho propósito a través de la aplicación de coeficientes de similitud, que para este caso fue el cuadrado euclidiano.

Los conglomerados se estimaron utilizando el módulo CLUSTER ANALYSIS del programa estadístico STATGRAPHICS Plus 2.0.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 651 accesiones sembradas, se cosecharon 432 accesiones, no llegaron a emerger 194 accesiones debido al bajo vigor germinativo de sus semillas asociado a la textura arcillosa del suelo en algunos lugares de la superficie sembrada y a la falta de lluvia en las semanas críticas de emergencia; por otro lado, 25 accesiones fueron afectadas por las heladas de tempranas, razón por la que no pudieron alcanzar la madurez fisiológica y por consiguiente no formaron grano.

Cabe señalar que este material entró en regeneración para este estudio, luego de permanecer en conservación más de 6 años y se ha establecido que aún teniendo las condiciones óptimas de almacenamiento, las semillas reducen su viabilidad (Jaramillo y Baena 2000); en consecuencia, la pérdida de algunas accesiones por falta de vigor para germinar y emerger puede explicarse por esta razón.

### 4.1 Análisis estadístico descriptivo

El resumen de los parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para cada variable cuantitativa se presenta en el Cuadro 6. La descripción y discusión de cada una de ellas, se presenta a continuación.

#### 4.1.1 Botón floral

En esta fase fenológica, las accesiones muestran el despunte de la panoja en la parte apical de la planta. En el Cuadro 6 se observa que el tiempo promedio desde la siembra hasta que las accesiones mostraron esta característica fue de  $65,70 \pm 7,32$  días, con un coeficiente de variación de 11.10 % siendo este valor relativamente bajo, debido principalmente a la baja dispersión que tuvo respecto al promedio.

El rango de variación de esta variable fué de 35 días, donde las accesiones precoces alcanzaron esta fase en 49 días, según los datos de pasaporte estas quinuas proceden de Culta y Yunguyo en Puno y de Coani en la provincia Los Andes de La Paz. Las accesiones tardías llegaron a esta fase en 84 días, recolectadas de Pomata y Yunguyo, sin embargo, la mayoría de las accesiones se encontraron cercanas al promedio.

En trabajos similares, Alvarez *et al.* (1990) caracterizaron 30 entradas de quinua de diferentes regiones (1 peruana, 3 bolivianas, 11 estudiadas en Cambridge y 15 ecuatorianas), en la provincia Pichincha del Ecuador, registrando un rango de variación para esta variable de 37 días entre las accesiones más precoces (33 días) y las más tardías (70 días).

**Cuadro 6. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 17 variables cuantitativas**

Características		Rango de variación	Promedio	SD*	CV** (%)
Botón Floral (días)	BF	49.00 - 84.00	65.70	7.32	11.10
Inicio de Floración (días)	IF	73.00 - 118.00	94.72	6.50	6.90
50% de Floración (días)	F50	83.00 - 127.00	103.68	7.40	7.10
Fin de floración (días)	FF	89.00 - 134.00	115.43	6.94	6.00
Madurez Fisiológica (días)	MF	164.00 - 220.00	185.25	9.97	5.40
Número de dientes (N°)	ND	3.80 - 25.40	11.87	3.06	25.80
Longitud de hoja (cm)	LH	7.68 - 15.54	10.99	1.32	12.00
Ancho de hoja (cm)	AH	6.56 - 13.70	9.64	1.32	13.70
Longitud de Pecíolo (cm)	LPE	3.40 - 8.90	5.77	0.83	14.40
Diámetro de tallo (mm)	DT	9.00 - 23.46	15.24	2.56	16.80
Longitud de Panoja (cm)	LPA	22.32 - 68.00	42.49	8.11	19.10
Diámetro de Panoja (cm)	DP	3.42 - 12.62	6.31	1.43	22.70
Altura de planta (cm)	AP	67.00 - 146.80	107.78	13.35	12.40
Diámetro de grano (mm)	GDI	1.411 - 2.487	1.809	0.133	7.3
Peso de 100 granos (gr)	GPE	0.120 - 0.600	0.219	0.043	19.7
Índice de cosecha	IC	0.104 - 0.546	0.317	0.085	26.70
Rendimiento (gr)	REN	1.72 - 82.60	22.78	11.64	51.10

\* Desviación Standard

\*\* Coeficiente de variación

Por su parte, Rojas (1998) al estudiar la variabilidad genética de 1512 accesiones de quinua en la Estación Experimental Patacamaya, identificó siete grupos diferentes de variabilidad genética, de los cuales dos grupos (651 accesiones) corresponden a material colectado en áreas aledañas al lago Titicaca. Estos dos grupos registraron rangos menores para esta variable de 46 a 61 días para las accesiones más precoces y más tardías, respectivamente y un tiempo promedio de 50,38 días desde la siembra hasta la formación del botón floral. Resultado que indica que este material evaluado en lugares próximos al lago, tienden a aumentar su ciclo fenológico; influenciados por la ubicación geográfica y por las condiciones medioambientales (microclima) que genera el lago Titicaca en sus áreas circundantes.

Es importante resaltar que los trabajos presentados en la discusión fueron realizados en distintos lugares de la región Andina, diferenciados principalmente por la ubicación geográfica, la altitud sobre el nivel del mar y por las características medioambientales distintas (Fotoperiodo, humedad del suelo, humedad del ambiente, temperatura entre otros) que influyen en la expresión del fenotipo de las plantas; sin embargo, no deja de ser importante esa información para poder comparar con los resultados del presente trabajo y así comprender el comportamiento del germoplasma en diferentes sitios incluyendo a los lugares de origen.

#### **4.1.2 Inicio de floración**

Esta fase fenológica se caracteriza por la apertura de las flores y la visibilidad de los estambres de color amarillo; en el caso de la quinua, la floración comienza en la parte superior de la panoja, para posteriormente dirigirse a la parte basal.

El tiempo promedio en que las accesiones alcanzaron esta fase, fue de  $94.72 \pm 6.50$  días, con un coeficiente de variación de 6,9 %, representando muy poca dispersión de los valores respecto al promedio. El rango de variación para esta variable correspondió a 45 días, entre el valor mínimo de 73 días y el valor máximo de 118 días (Cuadro 6).

Las accesiones precoces en alcanzar la apertura de la primera flor fueron las recolectadas de la provincia Puno y las más tardías correspondieron a las recolectadas de la provincia Yunguyo, todas del Perú.

El rango de variación reportado por Álvarez *et al.* (1990), para esta variable fue de 53 a 97 días, para accesiones precoces y tardías respectivamente; mientras que Rojas (1998), para el germoplasma circundante al lago, registró un rango de variación entre 63 días para accesiones precoces y 95 días para las más tardías. En ambos estudios, las quinuas fueron precoces en alcanzar esta fase fenológica, lo que no sucedió con las quinuas del área circunlacustre siendo tardías en alcanzar esta fase, característica que podría explicarse por el efecto medioambiental que ejerce el lago sobre sus lugares circundantes, en cuanto a humedad del suelo, humedad relativa ambiente y fotoperiodo principalmente.

#### **4.1.3 50% de floración**

La característica de esta fase fue la apertura del 50% de flores en la panoja principal, los estambres muy pequeños, son visibles dando la apariencia amarillenta a la panoja. Esta variable está estrechamente relacionada al inicio de floración y por consiguiente las accesiones precoces y tardías en alcanzar el inicio de floración, fueron las mismas en alcanzar el 50% de floración.

El Cuadro 6 hace referencia a los datos estadísticos para esta variable, mostrando un amplio rango de variación que fluctuó entre 83 y 127 días, con un tiempo promedio de  $103.68 \pm 7,40$  días para la colección en estudio; el coeficiente

de variación fue de 7,10%, valor que explica la poca dispersión de esta variable respecto a su promedio.

Como en la descripción de las anteriores variables, se pone en evidencia el comportamiento tardío del material estudiado en comparación con lo reportado por Rojas (1998), quién registró un menor rango de variación para esta variable cuyos valores oscilaron entre 77 a 117 días para las accesiones más precoces y más tardías, respectivamente, dentro de los grupos de accesiones originarias del área circunlacustre. El mismo autor añade indicando que, esta amplia dispersión se constituye en una variable importante para la discriminación del germoplasma.

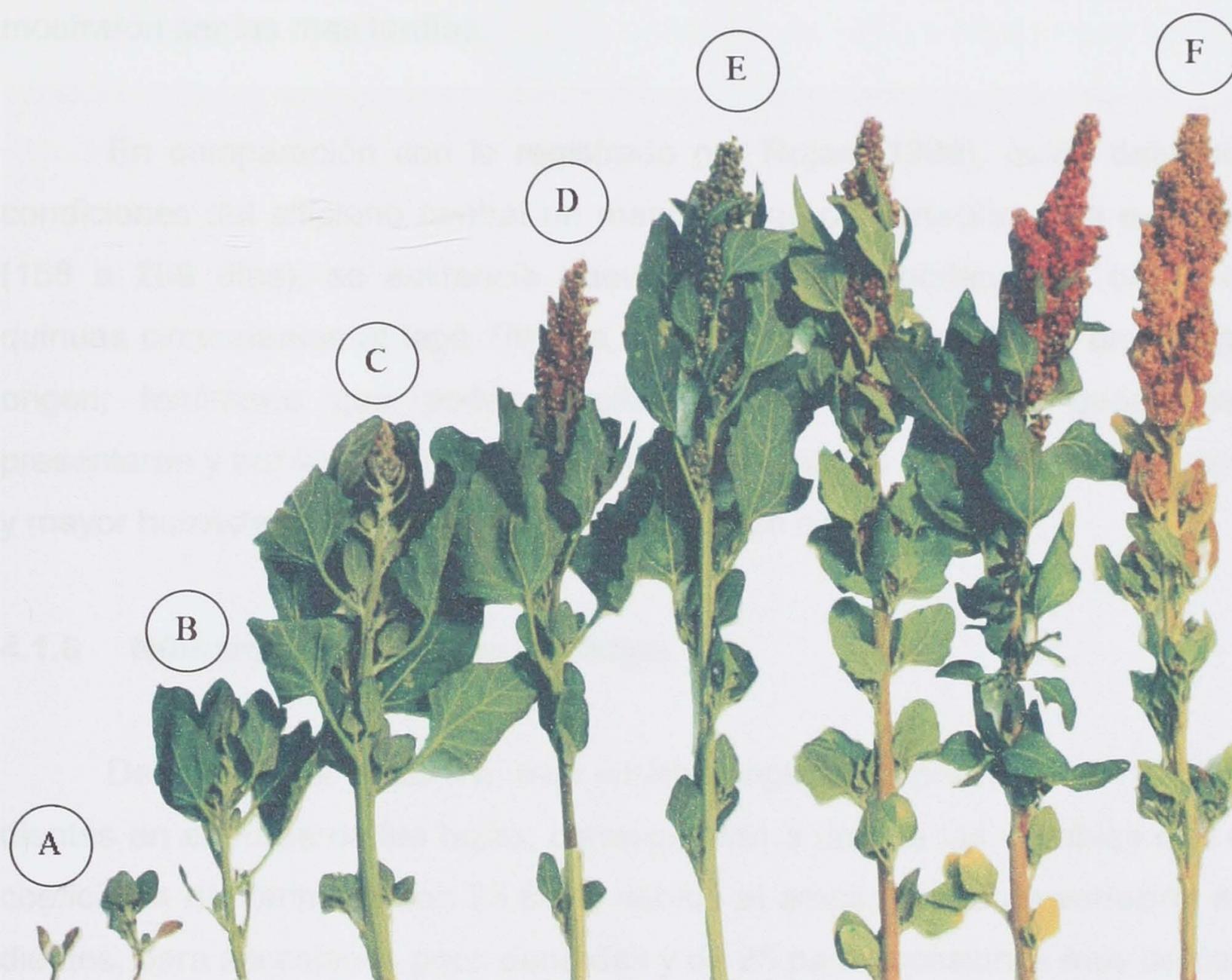
#### **4.1.4 Fin de floración**

El tiempo promedio en que las accesiones llegaron a esta fase fenológica fue de  $115,43 \pm 6,94$  días, con un coeficiente de variación de 6 %, indicando también que la mayoría de las accesiones tienen valores cercanos al promedio, es decir que no existe mucha dispersión para este carácter (Cuadro 6).

El rango de variación estuvo entre 89 y 134 días para las accesiones más precoces provenientes de las provincias Puno y Omasuyos (la primera peruana y la segunda boliviana) y para las más tardías recolectadas en las provincias de Puno y Yunguyo del Perú.

Los valores encontrados para esta variable, muestran una vez más el comportamiento tardío de éstas quinuas, caracterizadas y evaluadas en su hábitat natural. Lo que no ocurre con los trabajos de Ochoa *et al.* (1988), quienes realizaron la evaluación preliminar de 169 accesiones de quinua (provenientes de Ecuador, Perú y Bolivia) en Santa Catalina, provincia Pichincha en el Ecuador, encontrando quinuas precoces en alcanzar el fin de floración, valores 52 y 124

días, para quinuas precoces y tardías en alcanzar esta fase; valores muy próximos fueron reportados por Alvarez *et al.* (1990), encontrando un rango de variación entre 66 y 122 días para esta variable.



**Foto 3. Fases fenológicas de la quinua: A) Emergencia; B) Botón floral; C) Inicio de floración; D) 50% de floración; E) Fin de floración y; F) Madurez fisiológica.**

#### **4.1.5 Madurez fisiológica**

Esta fase fenológica se determinó de acuerdo a la resistencia que tuvo el grano al aplastamiento. El tiempo promedio para esta variable fue de  $185,25 \pm 9,97$  días, presentando un coeficiente de variación de 5,40%, el más bajo de todas las variables en estudio. Las accesiones más precoces alcanzaron la madurez fisiológica en 164 días, mientras que las más tardías lo hicieron en 220 días, siendo el rango de variación de 56 días (Cuadro 6).

Las accesiones recolectadas de las provincias Melgar y Chucuito en Puno Perú, fueron las más precoces para llegar a esta fase fenológica, mientras que las recolectadas de las provincias de Omasuyos en Bolivia y Yunguyo en Perú mostraron ser las más tardías.

En comparación con lo registrado por Rojas (1998), quién determinó en condiciones del altiplano central un menor rango de variación para esta variable (158 a 209 días), se evidencia nuevamente el comportamiento tardío de las quinuas circundantes al lago Titicaca, caracterizadas y evaluadas en su lugar de origen; fenómeno que podría explicarse por la influencia geográfica que presentaron y por las características medioambientales (mayor humedad del suelo y mayor humedad relativa ambiente) de la región circunlacustre.

#### **4.1.6 Número de dientes en las hojas**

De acuerdo al Cuadro 6, esta variable registró un promedio de  $11,87 \pm 3,06$  dientes en el borde de las hojas; corresponden a una de las variables que mayor coeficiente de variación con 25,80%, debido al amplio rango de variación entre 4 dientes, para accesiones poco dentadas y de 25 para accesiones muy dentadas.

Las quinuas con hojas poco dentadas fueron recolectadas, según datos de pasaporte en las provincias Yunguyo y Puno en el Perú, mientras que las hojas más dentadas corresponden a quinuas que provienen de las provincias Chucuito y Puno del departamento de Puno en Perú.

Los resultados que se reportan en el presente trabajo son similares a los registrados por, Rojas (1998) quién reportó un rango de variación entre 5 a 28 dientes para las hojas con menor y mayor número de dientes, respectivamente, demostrando que este carácter es altamente dependiente del genotipo.

#### 4.1.7 Longitud máxima del limbo

El Cuadro 6 muestra que esta variable registró un promedio de  $10,99 \pm 1,32$  cm de longitud, con un coeficiente de variación de 12%, mientras que el rango de variación estuvo entre 7,68 y 15,54 cm para accesiones con hojas cortas y largas, respectivamente.

El análisis, identificó accesiones de hojas de corta longitud provenientes de las localidades peruanas, Juli, Puno y Yunguyo del Perú, por el contrario, las quinuas con mayor longitud del limbo, fueron recolectadas de la provincia peruana de Puno, en el departamento del mismo nombre.



**Foto 4. Caracterización de longitud y ancho máximo del limbo**

Esta característica fué estudiada también por Alvarez *et al.* (1990), quienes registraron un menor rango de variación de 4 a 10 cm para la longitud máxima del limbo.

#### 4.1.8 Ancho máximo del limbo

El promedio para este carácter fue de  $9,64 \pm 1,32$  cm de ancho, presentando un coeficiente de variación relativamente bajo de 13,70%. El ancho del limbo varió entre 6,56 cm para accesiones de hojas angostas y 13,70 para quinuas de hojas más anchas (Cuadro 6).

Las accesiones colectadas de las localidades peruanas de Juli, Culata, Yunguyo y Puno mostraron hojas más angostas, mientras que las accesiones provenientes de Puno y Pomata en el Perú fueron las que tuvieron hojas más anchas.

En el trabajo realizado por Álvarez *et al* (1990), se hace referencia a esta variable, mostrando quinuas con hojas más angostas, registrando un rango de variación de 4 a 9 cm para entradas de hojas angostas y anchas, respectivamente.

#### 4.1.9 Longitud máxima del pecíolo

La descripción estadística para este carácter, se muestra en el Cuadro 6, siendo  $5,77 \pm 0,83$  cm de longitud su promedio; se observa también que el coeficiente de variación es 14,40% y que la longitud del pecíolo varía entre 3,40 cm en accesiones de hojas cortamente pecioladas y 8,90 cm en quinuas que presentan hojas con pecíolos largos.

Esta variable se encuentra altamente asociada al ancho máximo del limbo porque corresponde a las mismas accesiones recolectadas en las localidades peruanas de Culata, provincia Puno y Juli, provincia Chucuito, para hojas de pecíolos muy cortos; mientras que las accesiones originarias de Huarina, provincia Omasuyos del departamento de La Paz, tuvieron hojas con los pecíolos más largos.

En relación a la misma variable, Álvarez *et al.* (1990), determinaron un rango de variación de 4 a 9 cm de longitud, valores similares a los encontrados en el presente estudio.

#### 4.1.10 Diámetro de tallo

El promedio registrado por esta variable fue de  $15,24 \pm 2,56$  mm, con un coeficiente de variación de 16,80%; mientras que el rango de variación fluctuó entre 9,00 y 23,46 mm para accesiones de menor y mayor diámetro, respectivamente (Cuadro 6).

Las quinuas que tuvieron tallos de menor diámetro fueron de origen peruano, recolectadas de Yunguyo, Pomata y Culata en Puno; por el contrario, las accesiones bolivianas colectadas en Copacabana y Belén, provincias Manco Kapac y Omasuyos respectivamente, mostraron los máximos valores para esta característica.



Foto 5. Caracterización del diámetro de tallo

Rojas (1998), estudió esta variable para los grupos del lago Titicaca reportando que esta característica varió de 12.14 a 26.26 mm en accesiones de menor y mayor diámetro de tallo respectivamente, mostrando que para condiciones del altiplano central, las quinuas del área circunlacustre tienen mayor diámetro de tallo.

#### 4.1.11 Longitud de panoja

Esta variable, registró un promedio de  $42,49 \pm 8,11$  cm, el coeficiente de variación (19,10%) se aproxima a los valores más altos en relación a las otras variables, los valores mínimos y máximos para esta característica fluctuaron entre 22,32 y 68,00 cm, respectivamente (Cuadro 6).

Las panojas más largas correspondieron a entradas de origen peruano, todas recolectadas en Puno, por el contrario, las panojas más cortas en longitud pertenecieron a quinuas bolivianas recolectadas en Huarina provincia Omasuyos del departamento de La Paz.



Foto 6. Caracterización de la longitud de panoja

Rojas (1998), registró para las accesiones del lago Titicaca, un rango de variación que fluctuó entre 28.6 cm para las quinuas con panojas de corta longitud y 62,80 cm para las panojas más largas. En consecuencia, estas quinuas evaluadas en su lugar de origen, presentan mayor variación para esta variable.

#### 4.1.12 Diámetro de panoja

El Cuadro 6, muestra que el promedio para esta característica fue de  $6,31 \pm 1,43$  cm, con un coeficiente de variación de 22,70%, siendo este valor relativamente alto en comparación con las demás variables; la variación que tuvo este carácter fue de 3,42 a 12,62 cm para accesiones que formaron panojas con menor y mayor diámetro, respectivamente.

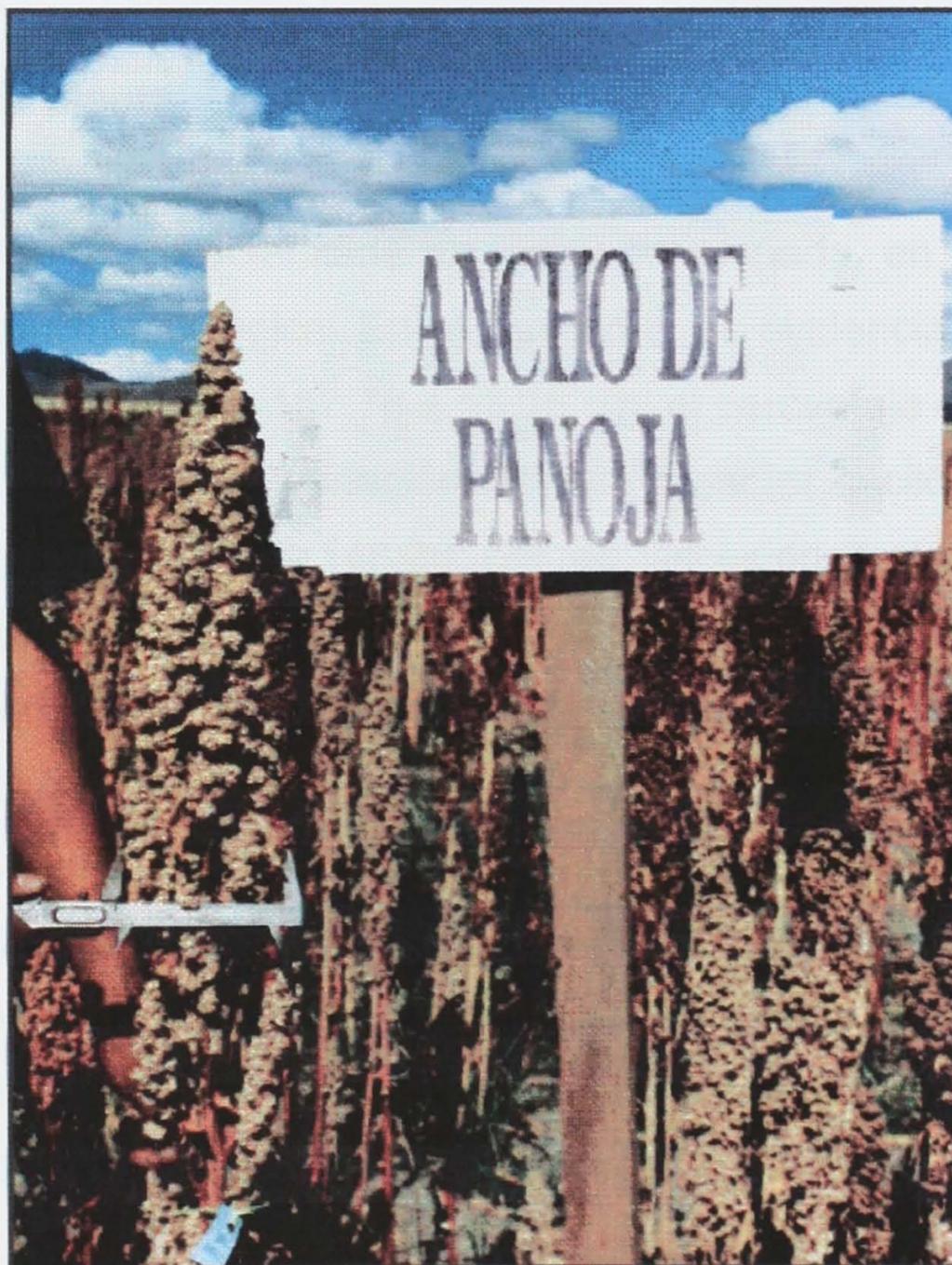


Foto 7. Caracterización del diámetro de panoja

Las accesiones que formaron panojas de menor diámetro, fueron todas de origen peruano, recolectadas de localidades como Culta y Pomata pertenecientes a las provincias de Puno y Chucuito en el Perú; en cambio, las accesiones con mayor diámetro de panojas fueron identificadas como originarias de las localidades llave, Pomata y Pucarani, las dos primeras peruanas y la última boliviana.

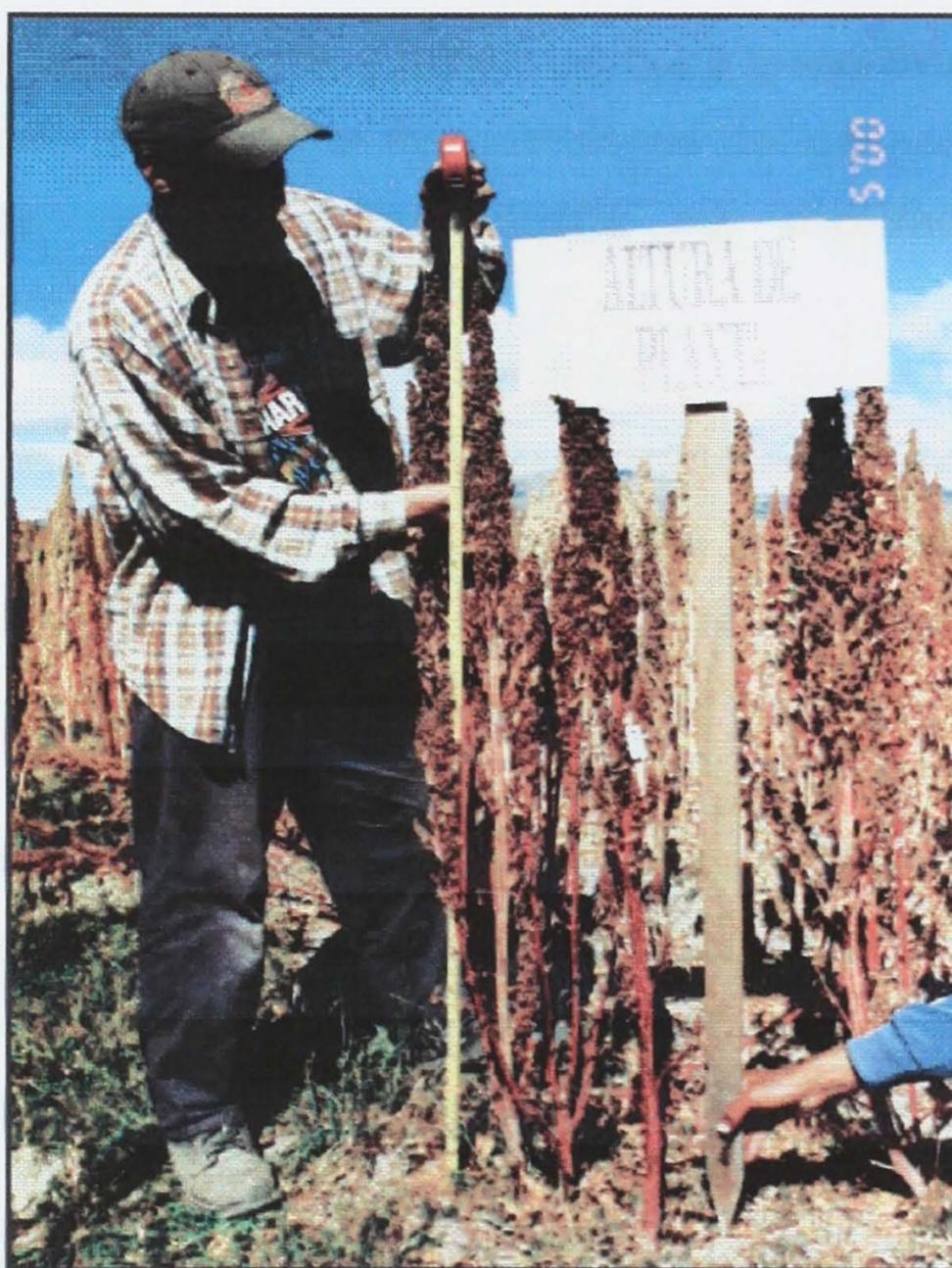
En los grupos del área circunlacustre determinados por Rojas (1998), esta característica registró un rango de variación de 3.6 a 19,42 cm entre accesiones que formaron las panojas con menor y mayor diámetro, respectivamente. Mostrando que las mismas quinuas evaluadas en condiciones del altiplano central, registran un mayor diámetro de panoja en comparación a las condiciones del lugar de origen.

#### **4.1.13 Altura de planta**

Esta variable fué caracterizada en forma escalonada, en accesiones que alcanzaban la madurez fisiológica. En el Cuadro 6, se evidencia que la altura de planta registró un promedio de  $107,78 \pm 13,35$  cm; el porcentaje del coeficiente de variación fué de 12,40 %. La variación de este caracter osciló entre 67 cm en accesiones de menor altura y 146,80 cm en accesiones de máxima altura, demostrando la existencia de quinuas con tamaño menor a 1 m, que contradice a lo descrito por Tapia (1997), quién afirma la existencia de quinuas de tamaño variable de 1 a 3.5 m de altura.

Se destacan por su pequeña altura, las accesiones bolivianas originarias de Laja en la provincia Ingavi del departamento de La Paz; por el contrario, las quinuas de mayor altura fueron recolectadas de Puno en territorio peruano y de Belén, provincia Omasuyos en territorio boliviano.

Esta característica fue estudiada por Ochoa *et al.* (1988), quienes encontraron variación en la altura de planta entre 36 y 213 cm; por su parte Álvarez *et al.* (1990), registraron variación en este carácter de 72 a 210 cm; en cambio, quinuas mas enanas (entre 45 y 68 cm de alto) fueron reportadas por Scaff (1996).



**Foto 8. Caracterización de la altura de planta**

Rojas (1998), para esta variable encontró un rango de variación que fluctuó de 89.6 a 174,2 cm, entre las accesiones más bajas y más altas, respectivamente. En consecuencia, las quinuas de áreas aledañas al lago Titicaca evaluadas en su lugar de origen, mostraron ser de menor altura, comparativamente a la evaluación del mismo material realizada en el altiplano central.

#### 4.1.14 Diámetro de grano

Esta variable alcanzó un promedio de  $1.809 \pm 0.133$  mm; el coeficiente de variación (7.3 %), indica que no es muy influenciada por el ambiente; mientras que el rango de variación fluctuó de 1.41 a 2.48 mm entre las accesiones que formaron los granos con menor y mayor diámetro respectivamente. La diferencia de más de 1 mm, muestra que las accesiones del germoplasma caracterizado posee suficiente variabilidad que podría ser explotada en trabajos de fitomejoramiento.

La mayoría de las accesiones se caracterizaron por desarrollar granos medianos, pero destacan por su mayor tamaño las quinuas recolectadas de la localidad peruana de Puno, por el contrario, las de menor tamaño fueron las provenientes de Culta también del Perú.

Para esta característica, Rojas (1998), determinó un rango de variación de 1.36 a 2.36 mm para las accesiones del área circunlacustre. Ochoa *et al.* (1988), reportaron rangos de variación que fluctuaron de 1.6 a 2.2 mm; Alvarez *et al.* (1990) encontraron variación de 1 a 2.5 mm.

#### 4.1.15 Peso de 100 granos

Se logró pesar 100 semillas seleccionadas al azar, el promedio de todas las accesiones estudiadas es de 0.219 gramos; su rango de variación fué de 0,12 a 0.6 gramos para las quinuas que registraron los granos de menor y mayor peso, respectivamente.

Rojas (1998), reportó para los grupos del lago un peso de 0,221 gramos como promedio para esta característica; el coeficiente de variación fué de 20,7% para un rango de variación de 0,12 a 0,43 gramos. En consecuencia, estas

quinuas evaluadas en su lugar de origen desarrollan un buen peso de grano, superando a lo registrado en la caracterización del altiplano central.

#### **4.1.16 Índice de cosecha**

El rango de variación de esta variable fué de 0,104 a 0,546, registrando un promedio de  $0,317 \pm 0,085$ ; mientras que el coeficiente de variación fué el segundo más alto (26,70%) entre todas las variables demostrando la alta variabilidad de esta variable (Cuadro 6).

Las accesiones con menor índice de cosecha, fueron las provenientes de la localidad de Achacachi, provincia Omasuyos de territorio boliviano y de la localidad de Puno en la provincia del mismo nombre, en Perú.

Rojas (1998), reportó también amplio rango de variación para esta característica en las accesiones originarias del lago, valores que fluctuaron entre 0,121 y 0,808 entre las quinuas de menor y mayor índice de cosecha respectivamente. El mismo autor señala que, esta variable se encuentra muy influenciada por otras características como la duración del ciclo fenológico, arquitectura de planta, tamaño del grano y otros.

#### **4.1.17 Rendimiento promedio por planta**

En el Cuadro 6, se observa que el promedio para el rendimiento fué de  $22,78 \pm 11,64$  gramos, con un rango de variación de 51,10%. En relación al rango de variación, este varió de 1,72 a 82,60 gramos entre accesiones de menor y mayor rendimiento respectivamente.

Los más bajos rendimientos, fueron registrados por accesiones provenientes de las localidades Yunguyo, Juliaca y Puno de territorio peruano, en

cambio, la accesión recolectada de la localidad de Yauricurahua, provincia Los Andes del departamento de La Paz, tuvo el mayor rendimiento.

## **4.2 Análisis de variabilidad genética**

Con el propósito de facilitar la interpretación de los resultados, las variables fueron agrupadas de la siguiente manera; variables fenológicas: botón floral (BF), inicio de floración (IF), 50% de floración (F50), fin de floración (FF) y madurez fisiológica (MF); variables de arquitectura de planta: longitud de hoja (LH), ancho de hoja (AH), longitud de peciolo (LPE), número de dientes en la hoja (ND), diámetro de tallo (DT), diámetro de panoja (DP), longitud de panoja (LPA) y altura de planta (AP); variables de grano: diámetro (GDI) y peso de 100 granos (GPE); índice de cosecha (IC) y rendimiento promedio por planta (REN).

### **4.2.1 Análisis de correlación simple.**

La matriz de correlación simple entre cada par de variables cuantitativas se presenta en el Cuadro 7. Del total de los coeficientes analizados, 47 fueron significativos, ( $r \geq 0,25$ ); sin embargo, se consideró como asociaciones lineales que representan patrones naturales de variación a los coeficientes superiores a 0,30; por tanto, el análisis de las correlaciones significativas se discute a continuación.

Entre las variables fenológicas, las correlaciones altamente significativas correspondieron al 50% de floración con el inicio de floración ( $r=0,944$ ) y con el fin de floración ( $r=0,918$ ); cabe destacar también las correlaciones formadas entre el inicio de floración y el fin de floración  $r=0,874$ ; sin dejar de lado las asociaciones también significativas entre el botón floral y las variables inicio de floración, 50% de floración y fin de floración con coeficientes  $r=0.746$ ,  $r=0.726$  y  $r=0.664$ , respectivamente. Por consiguiente, estos valores indican que existe una alta

CUADRO 7. MATRIZ DE CORRELACIÓN SIMPLE ENTRE 17 VARIABLES CUANTITATIVAS (n = 432)

VAR *	BF	IF	F50	FF	MF	ND	LH	AH	LPE	DT	LPA	DP	AP	IC	REN	GDI	GPE
BF	1.000																
IF	0.746	1.000															
F50	0.726	<b>0.944</b>	1.000														
FF	0.664	<b>0.874</b>	<b>0.918</b>	1.000													
MF	0.264	0.297	0.320	0.303	1.000												
ND	0.194	0.279	0.297	0.273	0.219	1.000											
LH	0.124	0.090	0.133	0.097	0.312	0.156	1.000										
AH	0.164	0.180	0.227	0.198	0.382	<b>0.513</b>	<b>0.758</b>	1.000									
LPE	0.147	0.122	0.150	0.115	0.235	0.152	<b>0.674</b>	<b>0.591</b>	1.000								
DT	0.083	0.072	0.086	0.093	0.178	0.125	0.550	0.439	0.443	1.000							
LPA	0.028	-0.046	-0.019	-0.037	-0.033	-0.052	0.423	0.248	0.358	<b>0.610</b>	1.000						
DP	0.133	0.109	0.133	0.105	0.257	0.087	0.399	0.351	0.414	<b>0.709</b>	0.614	1.000					
AP	0.193	0.193	0.216	0.168	0.082	0.330	0.371	0.351	0.330	<b>0.512</b>	0.613	0.436	1.000				
IC	-0.238	-0.249	-0.236	-0.208	<b>-0.420</b>	-0.117	-0.206	-0.172	-0.149	-0.071	0.033	-0.201	-0.047	1.000			
REN	-0.032	-0.054	-0.025	-0.017	-0.043	0.059	0.332	0.309	0.336	<b>0.653</b>	<b>0.624</b>	<b>0.560</b>	<b>0.446</b>	0.426	1.000		
GDI	0.060	0.069	0.065	0.026	0.024	0.152	0.054	0.138	0.121	0.093	-0.023	0.083	0.117	-0.006	0.087	1.000	
GPE	-0.017	0.004	0.007	-0.016	-0.002	0.102	-0.074	0.041	0.079	0.039	-0.126	0.003	-0.011	0.037	0.059	0.695	1.00

\* Variables cuantitativas

correlación entre variables florales presentando asociaciones positivas significativas, es decir que, a medida que aumenta o disminuye la duración del periodo fenológico de una variable, también se modifica el comportamiento de la otra variable fenológica.

Los resultados que se presentan, son similares a los reportados por Rojas (1998), quien encontró una alta correlación entre el inicio de floración y el 50% de floración ( $r=0,94$ ); a la que se adhirieron con correlaciones altamente significativas las características botón floral ( $r=0,69$  y  $r=0,73$ ) y madurez fisiológica ( $r=0,63$  y  $r=0,61$ ) respectivamente; también el índice de cosecha pero con valores negativos. El mismo autor señala que, las correlaciones negativas que formó el índice de cosecha, indican que esta característica tiende a ser menor mientras más tardías son las fases fenológicas.

En lo referente a las variables de arquitectura de planta, se destaca las correlaciones altamente significativas entre las variables de la hoja, como la longitud de hoja y las variables ancho de hoja ( $r=0,758$ ) y longitud de pecíolo ( $r=0,674$ ), también se asociaron positivamente el ancho de hoja con longitud del pecíolo ( $r=0,591$ ) y el número de dientes ( $r=0,513$ ). Asimismo, se destacan las correlaciones entre el diámetro de tallo con las variables, diámetro de panoja ( $r=0,709$ ), longitud de panoja ( $r=0,610$ ) y altura de planta ( $r=0,512$ ).

Por otro lado, no dejan de ser significativas las asociaciones entre el rendimiento y las variables de arquitectura de planta: diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y altura de planta ( $r=0,653$ ,  $r=0,624$ ,  $r=0,560$  y  $r=0,446$  respectivamente); por tanto, mientras más altas sean las plantas, con tallos gruesos, hojas grandes y panojas grandes, mayor rendimiento de grano tendrán.

En cuanto al índice de cosecha y al rendimiento, éstas se asociaron negativamente a todas las variables fenológicas, destacándose la asociación formada con la madurez fisiológica ( $r=-0,420$ ), indicando una relación inversa entre ellas, es decir, que cuanto mayor sea el ciclo fenológico, menor será el índice de cosecha y el rendimiento. debido a que las quinuas tardías están más expuestas a las heladas tempranas de invierno. Cuando se registra una helada temprana, las quinuas con largo periodo fenológico todavía se encuentran en floración y en la formación del grano, sufriendo el efecto dañino de este fenómeno climático que destruye los tejidos florales, en consecuencia, la formación de grano es mínima y en algunos casos no existe .

Los resultados que se describen son similares a los encontrados por Rojas (1998), reportando la existencia de asociaciones significativas entre la madurez fisiológica, con la altura de planta y con el diámetro de tallo, es así que, las plantas tienden a desarrollar mayor estructura en estas características cuando la duración del ciclo fenológico es más tardío, sin embargo tienden a registrar índices de cosecha bajos.

De igual forma Ochoa *et al.* (1988), corrobora la anterior afirmación indicando que existe asociaciones significativas entre la madurez fisiológica, diámetro de tallo, longitud de panoja y altura de planta con el rendimiento.

En general, las correlaciones entre las variables, indican que existen accesiones de ciclo fenológico tardío con bajos índices de cosecha; por otro lado es posible obtener mejores rendimientos con plantas altas, de hojas grandes, panojas grandes y tallos gruesos. Todas estas características también pueden ser interpretadas en sentido contrario.

#### 4.2.2 Análisis de componentes principales

La transformación lineal que realiza este método permitió generar un nuevo conjunto de 17 variables independientes llamados componentes principales, que expresan sus resultados en *valores propios* y en *vectores propios*. Los *valores propios* miden la importancia y la contribución de cada componente a la varianza total; mientras que en los *vectores propios*, cada coeficiente indica el grado de contribución de cada variable original con la que se asocia a cada componente principal, mientras más altos sean los coeficientes, sin importar el signo, más eficaces serán en la discriminación de las accesiones (Rojas, 1998).

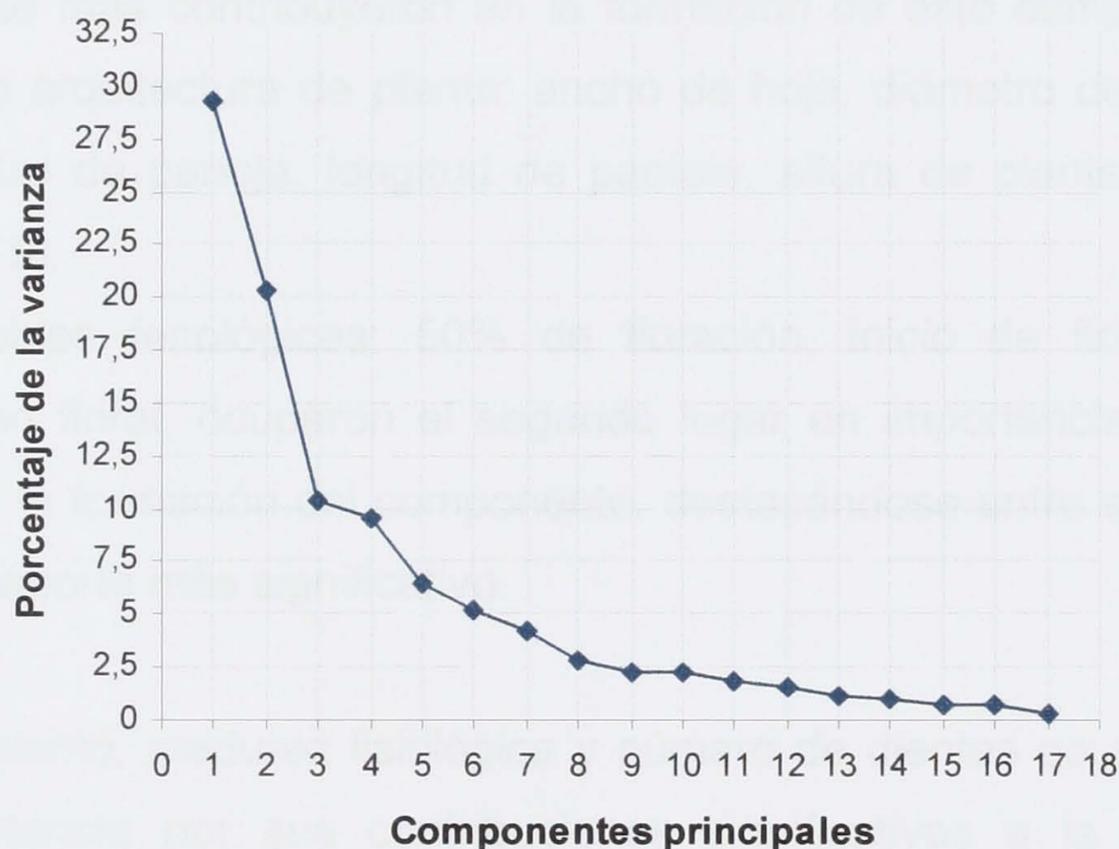
**Cuadro 8. Valores propios y contribuciones porcentuales de los componentes principales a la varianza total.**

<b>Componentes Principales</b>	<b>Valor Propio</b>	<b>Porcentaje de varianza</b>	<b>Porcentaje Acumulado</b>
1	4.988	29.339	29.339
2	3.450	20.297	49.636
3	1.768	10.398	60.035
4	1.631	9.594	69.629
5	1.103	6.490	76.119
6	0.883	5.191	81.310
7	0.721	4.241	85.551
8	0.478	2.813	88.364
9	0.390	2.293	90.656
10	0.375	2.204	92.860
11	0.304	1.789	94.649
12	0.265	1.560	96.209
13	0.199	1.172	97.382
14	0.159	0.935	98.317
15	0.128	0.753	99.070
16	0.114	0.673	99.743
17	0.044	0.257	100.000

Los componentes principales formados son ortogonales entre si y por tanto no están correlacionados, es por esta razón que se interpretan independientemente unos de otros. La reducción del número de dimensiones

originales, permite explicar en forma más clara la relación entre individuos y entre variables, de manera que esta información sea un aporte importante a la variabilidad genética del germoplasma en estudio.

El Cuadro 8 muestra a los 17 componentes principales formados con sus respectivos valores propios, que también se expresan como la contribución porcentual e individual que realiza cada componente a la varianza total y finalmente se muestra el porcentaje acumulado de la varianza entre todos los componentes hasta alcanzar el 100% de variación.



**Figura 5. Proporción de la variación explicada por cada componente principal**

Una vez generado los componentes principales se seleccionó los más significativos de acuerdo al método gráfico propuesto por Cattell (1966), citado por Plá (1986); para tal efecto se graficó según el Cuadro 8, el porcentaje de la varianza versus los componentes generados (Figura 4).

De la inspección visual se debe considerar como componentes significativos aquellos anteriores al punto de inflexión de la curva; por consiguiente

descripción de los resultados será discutida en función a los cuatro primeros componentes que explican más del 69% de la varianza total (Cuadro 8).

La contribución de cada variable original con la que se asocia a cada componente principal se presenta en el Cuadro 9. Debido a que en este caso los datos son centrados y reducidos (es decir, en base a la matriz de correlaciones), las coordenadas de las variables sobre cada componente principal son iguales a la correlación entre las variables originales y los componentes principales.

El primer componente principal aportó con más del 29 % a la varianza total y las variables que más contribuyeron en la formación de este componente fueron las variables de arquitectura de planta: ancho de hoja, diámetro de tallo, longitud de hoja, diámetro de panoja, longitud de pecíolo, altura de planta y longitud de panoja (Cuadro 9).

Las variables fenológicas: 50% de floración, inicio de floración, fin de floración y botón floral, ocuparon el segundo lugar en importancia, asociándose positivamente a la formación del componente, destacándose entre ellas el 50% de floración con el aporte más significativo.

El rendimiento, madurez fisiológica y número de dientes ocuparon el tercer lugar en importancia por sus contribuciones significativas a la formación del componente, mientras que la única variable que contribuyó en forma negativa fue el índice de cosecha (Cuadro 9).

En consecuencia, el primer componente caracteriza a aquellas accesiones de ciclo fenológico tardío y que a su vez registran los más bajos índices de cosecha. Además de florecer y madurar tardíamente, estas accesiones presentan plantas altas, panojas grandes, con tallos gruesos, y hojas grandes; a pesar de estas características destacadas, es la influencia negativa del ciclo tardío que incide en la baja formación de grano y por consiguiente tienen rendimientos relativamente bajos.

Los resultados que se presentan, son similares a los reportados por Rojas (1998), al estudiar la variabilidad genética de 1512 accesiones de quinua. El mencionado autor registró que el primer componente principal, fue formado con las contribuciones significativas de las variables florales, inicio de floración, 50% de floración y la madurez fisiológica, a las que se asociaron en forma secundaria las variables diámetro de tallo y altura de planta, presentando también índices de cosecha bajos.

**Cuadro 9. Correlaciones entre las variables originales y los cuatro primeros componentes principales.**

VARIABLES		CORRELACIONES			
		1°	2°	3°	4°
Botón Floral (días)	BF	0.515	-0.609	0.103	0.205
Inicio de Floración (días)	IF	0.557	-0.740	0.079	0.246
50% de Floración (días)	F50	0.593	-0.723	0.078	0.236
Fin de floración (días)	FF	0.548	-0.706	0.106	0.241
Madurez Fisiológica (días)	MF	0.456	-0.259	-0.036	-0.491
Número de dientes (N°)	ND	0.419	-0.196	-0.288	-0.129
Longitud de hoja (cm)	LH	0.694	0.305	0.011	-0.401
Ancho de hoja (cm)	AH	0.713	0.144	-0.186	-0.398
Longitud de Pecíolo (cm)	LPE	0.645	0.261	-0.109	-0.272
Diámetro de tallo (mm)	DT	0.697	0.474	0.051	0.101
Longitud de Panoja (cm)	LPA	0.535	0.571	0.270	0.255
Diámetro de Panoja (cm)	DP	0.667	0.381	0.103	0.070
Altura de planta (cm)	AP	0.639	0.261	0.050	0.237
Índice de cosecha	IC	-0.277	0.327	-0.025	0.590
Rendimiento (gr)	REN	0.488	0.595	0.037	0.453
Diámetro de grano (mm)	GDI	0.166	0.008	-0.858	0.188
Peso de 100 granos (gr)	GPE	0.037	-0.001	-0.880	0.196

El segundo componente explicó más del 20% de la varianza total, es posible advertir el aporte significativo de las variables florales, inicio de floración, 50% de floración, fin de floración y botón floral. El rendimiento ocupa el segundo lugar en importancia por su aporte destacado a la formación del componente. Dentro de las variables de arquitectura de planta, se destacan por sus contribuciones significativas, que en orden de importancia fueron: longitud de panoja y el diámetro de tallo, respectivamente (Cuadro 9).

Por lo descrito, el segundo componente permitió identificar a aquellas quinuas con fases fenológicas precoces, de porte mediano y que a su vez tienden a desarrollar mayor diámetro de tallo, mayor longitud de panoja y consecuentemente, presentarán los mejores rendimientos; por otra parte las hojas son de tamaño medio pero con pocos dientes en el borde.

Rojas (1998), determinó resultados distintos para este componente, indicando que las variables diámetro de grano y peso de 100 semillas son las que más contribuyeron al componente, seguidas de las variables de arquitectura de planta como son: diámetro de tallo, longitud de panoja, número de ramas, ancho de panoja y altura de planta, mientras que las variables fenológicas fueron las que menos aportaron al componente.

El tercer componente principal contribuyó con más del 10% a la varianza total (Cuadro 8), y de acuerdo a los valores presentados en el Cuadro 9, se evidencia que las variables de grano, peso de 100 semillas y diámetro de grano por su mayor contribución, aunque esta fué negativa a la formación del componente.

Rojas (1998), reportó contribuciones importantes a este tercer componente, de las variables altura de planta, diámetro de tallo y longitud de panoja, mientras que en forma secundaria lo hicieron las variables de fenológicas inicio de floración y 50% de floración; en cambio.

El cuarto componente contribuyó a la varianza total con mas del 9% (Cuadro 9). Es posible advertir el aporte significativo de las variables índice de cosecha y rendimiento, a las que se asocian en forma secundaria las contribuciones negativas de la madurez fisiológica, largo y ancho de hoja.

De este modo, el cuarto componente identificó a las accesiones que mientras más precoces son en alcanzar la madurez fisiológica, producen mayor rendimiento con buen índice de cosecha. Esta interpretación se aplica también para aquellas quinuas con características inversas.

De manera general, el Cuadro 9 pone en evidencia que el primer componente principal identificó a las variables de arquitectura de planta (variables de hoja, de tallo, de panoja y altura de planta) como las más importantes, seguidas muy de cerca por las variables florales, mostrando a su vez bajos índices de cosecha; en cambio las variables fenológicas fueron la característica principal del segundo componente, mostrando valores negativos significativos que incidieron en un mejor rendimiento. Las variables de grano tuvieron un aporte y significativo al tercer componente que se caracterizó por identificar a plantas con granos pequeños y bajos rendimientos; asimismo, es en el cuarto componente que se caracterizaron las variables derivadas, índice de cosecha y rendimiento por ser las de mayor importancia, pero con aportes negativos de la longitud de hoja y madurez fisiológica.

#### **4.2.2.1 Proporción de la varianza explicada por cada variable**

Con el propósito de determinar el grado de importancia o el grado de discriminación de cada variable original, se cuantificó la proporción de la varianza contribuida por cada una de ellas, considerando los cuatro componentes seleccionados; para esto fue necesario efectuar la suma al cuadrado de la correlación que formaron los componentes con las variables (Cuadro 9), lo cual es posible debido a que los componentes no están correlacionados entre sí. Los resultados se presentan en el Cuadro 10 y están ordenados de acuerdo al grado de importancia.

Se puede advertir en el Cuadro 10 que las variables más importantes y discriminantes fueron las variables fenológicas seguidas en forma secundaria de

las variables de grano; el tercer lugar en importancia la tiene el rendimiento y finalmente se encuentran las variables de arquitectura de planta.

Las variables fenológicas 50% de floración, inicio de floración, fin de floración, fueron las más discriminantes por su aporte significativo a los dos primeros componentes, con excepción del botón floral y la madurez fisiológica que aportaron mucho menos.

**Cuadro 10. Proporción de la varianza contribuida por cada variable original sobre los 4 primeros componentes**

VARIABLES		COMPONENTES PRINCIPALES				PV*
		1°	2°	3°	4°	
50% de Floración (días)	F50	0.351649	0.522729	0.006084	0.055696	0.936158
Inicio de Floración (días)	IF	0.310249	0.547600	0.006241	0.060516	0.924606
Fin de floración (días)	FF	0.300304	0.498436	0.011236	0.058081	0.868057
Peso de 100 granos (gr)	GPE	0.013690	0.000001	0.77440	0.038416	0.814186
Diámetro de grano (mm)	GDI	0.027556	0.000064	0.736164	0.035344	0.799128
Rendimiento (gr)	REN	0.238144	0.354025	0.001369	0.205209	0.798747
Longitud de Panoja (cm)	LPA	0.286225	0.326041	0.072900	0.065025	0.750191
Longitud de hoja (cm)	LH	0.481636	0.093025	0.000121	0.160801	0.735583
Diámetro de tallo (mm)	DT	0.485809	0.224676	0.002601	0.010201	0.723287
Ancho de hoja (cm)	AH	0.508369	0.020736	0.034596	0.158404	0.722105
Botón Floral (días)	BF	0.265225	0.370881	0.010609	0.042025	0.68874
Diámetro de Panoja (cm)	DP	0.444889	0.145161	0.010609	0.004900	0.605559
Longitud de Pecíolo (cm)	LPE	0.416025	0.068121	0.011881	0.073984	0.570011
Altura de planta (cm)	AP	0.408321	0.068121	0.002500	0.056169	0.535111
Índice de cosecha	IC	0.076729	0.106929	0.000625	0.348100	0.532383
Madurez Fisiológica (días)	MF	0.207936	0.067081	0.001296	0.241081	0.517394
Número de dientes (N°)	ND	0.175561	0.038416	0.082944	0.016641	0.313562

\*Proporción de la varianza

Las variables peso de 100 semillas y diámetro de grano como resultado de su importante contribución al tercer componente ocuparon el cuarto y quinto lugar, respectivamente. El rendimiento registró una elevada contribución a la varianza del primer, segundo y cuarto componente ubicándolo en el sexto lugar en importancia (Cuadro 10).

En cuanto a las variables de arquitectura de planta las variables más importantes y discriminantes son: longitud de panoja, longitud de hoja, diámetro de tallo y ancho de hoja, como resultado de sus aportes a los cuatro primeros componentes.

La altura de planta, índice de cosecha al igual que la madurez fisiológica muestran contribuciones relativamente bajas debido al poco aporte registrado a los componentes, pero la variable menos importante fue el número de dientes, por sus bajos aportes al segundo y cuarto componente, constituyéndose en la variable menos discriminante de todas las estudiadas (Cuadro 10)

Los resultados encontrados son similares a los reportados por Rojas (1998), quien determinó también que son las variables fenológicas 50% de floración e Inicio de floración, las más importantes y discriminantes, seguidas de las variables de grano y posteriormente las variables de arquitectura de planta, por el contrario registró a la emergencia como la variable menos discriminante.

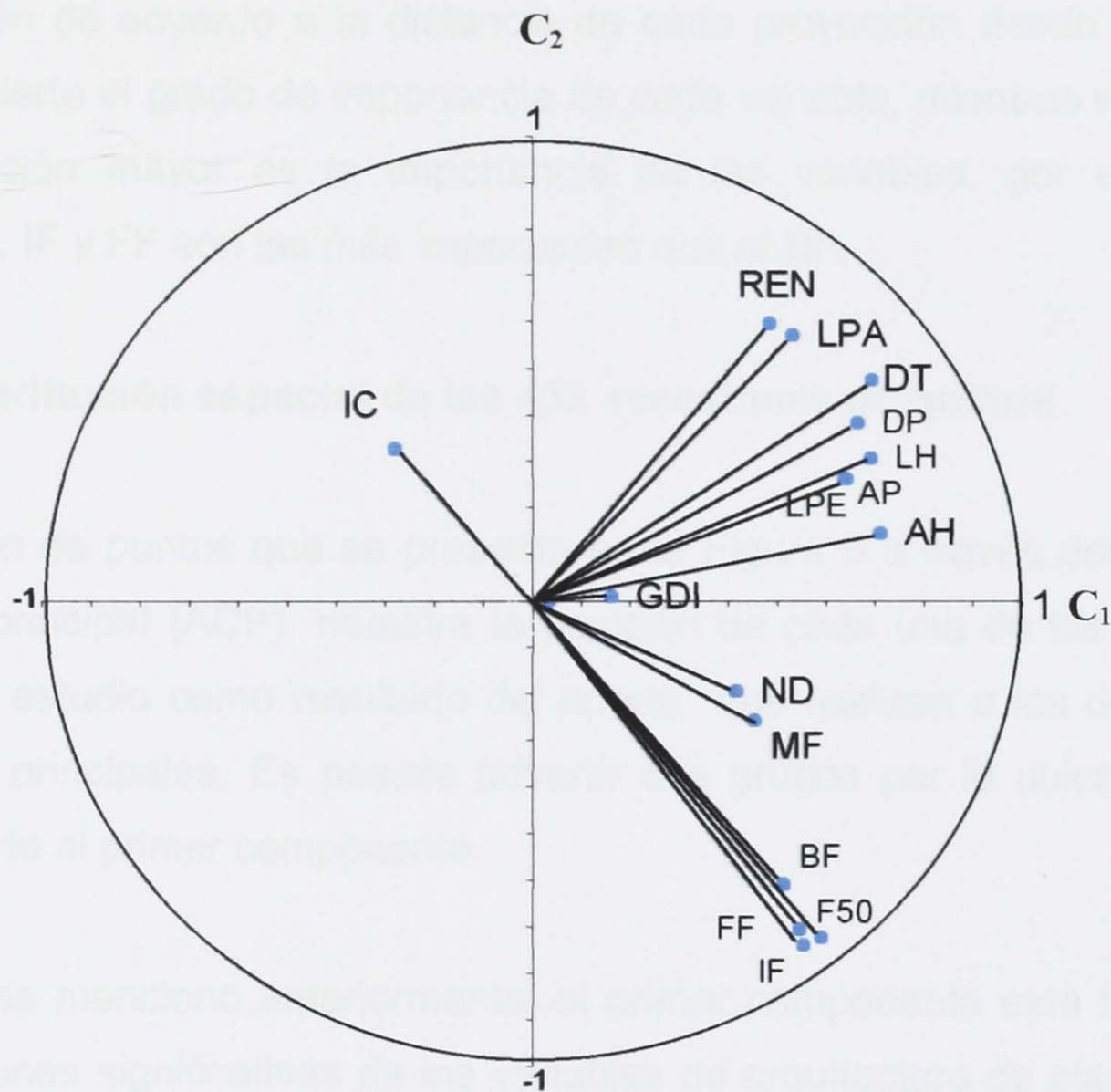
#### **4.2.2.2 Distribución espacial de las 17 variables**

Por tratarse este caso de un análisis normado, es posible representar las proyecciones de las variables originales sobre los dos primeros ejes principales (Figura 5).

El círculo de correlaciones trazado desde el centro de origen del par de coordenadas y que tiene radio unitario, permite visualizar mejor el comportamiento de las variables originales.

Según la Figura 5, las variables más vinculadas positivamente al primer componente ( $C_1$ ) son el ancho de hoja (AH), longitud de peciolo (LPE), altura de planta (AP), longitud de hoja (LH), diámetro de panoja (DP), diámetro de tallo (DT), número de dientes (ND) y madurez fisiológica (MF); mientras que las

variables más vinculadas positivamente al segundo componente ( $C_2$ ) son el rendimiento (REN), longitud de panoja (LPA) e índice de cosecha (IC) y negativamente están las variables fenológicas botón floral (BF), 50% de floración (F50), inicio de floración (IF) y fin de floración (FF).



**Figura 6. Círculo de las correlaciones de las variables originales**

La proyección opuesta que realiza el índice de cosecha sobre el segundo componente respecto a las variables fenológicas, significa que las quinuas mientras más tarden en florecer, menor índice de cosecha desarrollaran, o también, se puede interpretar en sentido contrario, mientras más precoces sean las quinuas mayor índice de cosecha van a desarrollar.

En la misma Figura 5, también es posible observar el grado de asociación entre las variables originales, a través de la separación angular que forman las proyecciones de una y otra variable, en este sentido, se evidencia la alta

correlación entre variables fenológicas (BF, F50, IF y FF), las variables de arquitectura de planta (AP, LH, DP y DT), el ND con la MF como las más importantes.

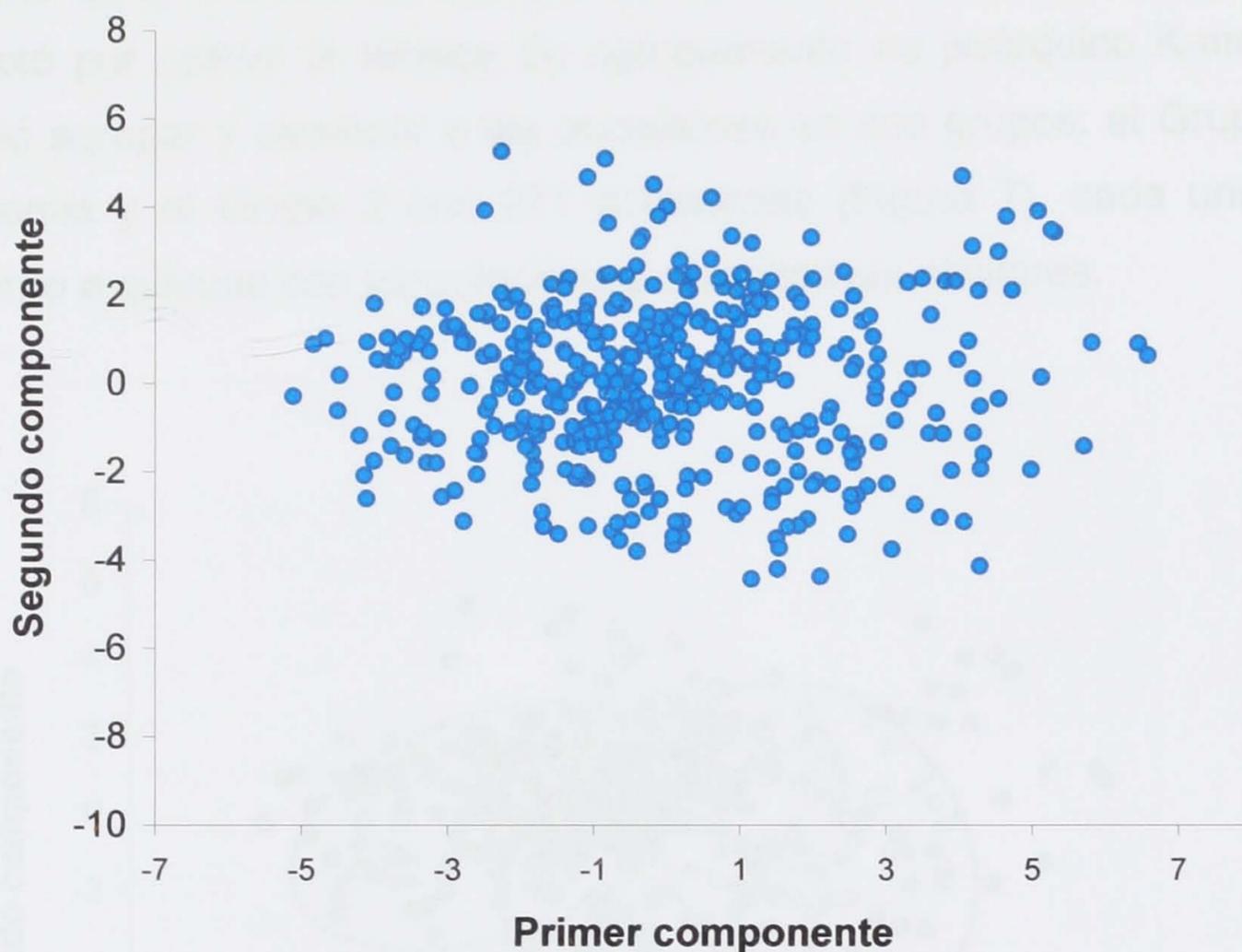
También de acuerdo a la distancia de cada proyección desde el punto de origen se advierte el grado de importancia de cada variable, mientras más distante es la proyección mayor es la importancia de las variables, por ejemplo, las variables F50, IF y FF son las más importantes que el BF.

#### **4.2.2.3 Distribución espacial de las 432 accesiones de quinua**

La nube de puntos que se presenta en la Figura 6 a través del análisis de componente principal (ACP), muestra la posición de cada una de las accesiones de quinua en estudio como resultado del aporte que realizan a los dos primeros componentes principales. Es posible advertir dos grupos por la ubicación de los puntos respecto al primer componente.

Como se mencionó anteriormente, el primer componente está formado por las contribuciones significativas de las variables de arquitectura de planta (Cuadro 9), en consecuencia, las accesiones ubicadas en el extremo derecho del gráfico son las quinuas más grandes entre todas y corresponden a las accesiones 0967, 0902, 0968, 0907, 0917 y 0962 provenientes de la localidad de Puno en la provincia del mismo nombre (Anexo 4), asimismo, se incluyen dentro de estas características las accesiones bolivianas 0507, 0175 y 1789 provenientes de las provincias Los Andes y Omasuyos, respectivamente.

Por el contrario, las quinuas situadas en el extremo izquierdo de la Figura 6, son las que se caracterizan por ser pequeñas con panojas medianas, destacándose en este sentido, las accesiones bolivianas 0478 y 0520 ambas de la provincia Los Andes y también las quinuas peruanas 1033, 1050, 1139, 0848, 0717 y 0849, las tres primeras de Acora y las tres últimas de Ilave.

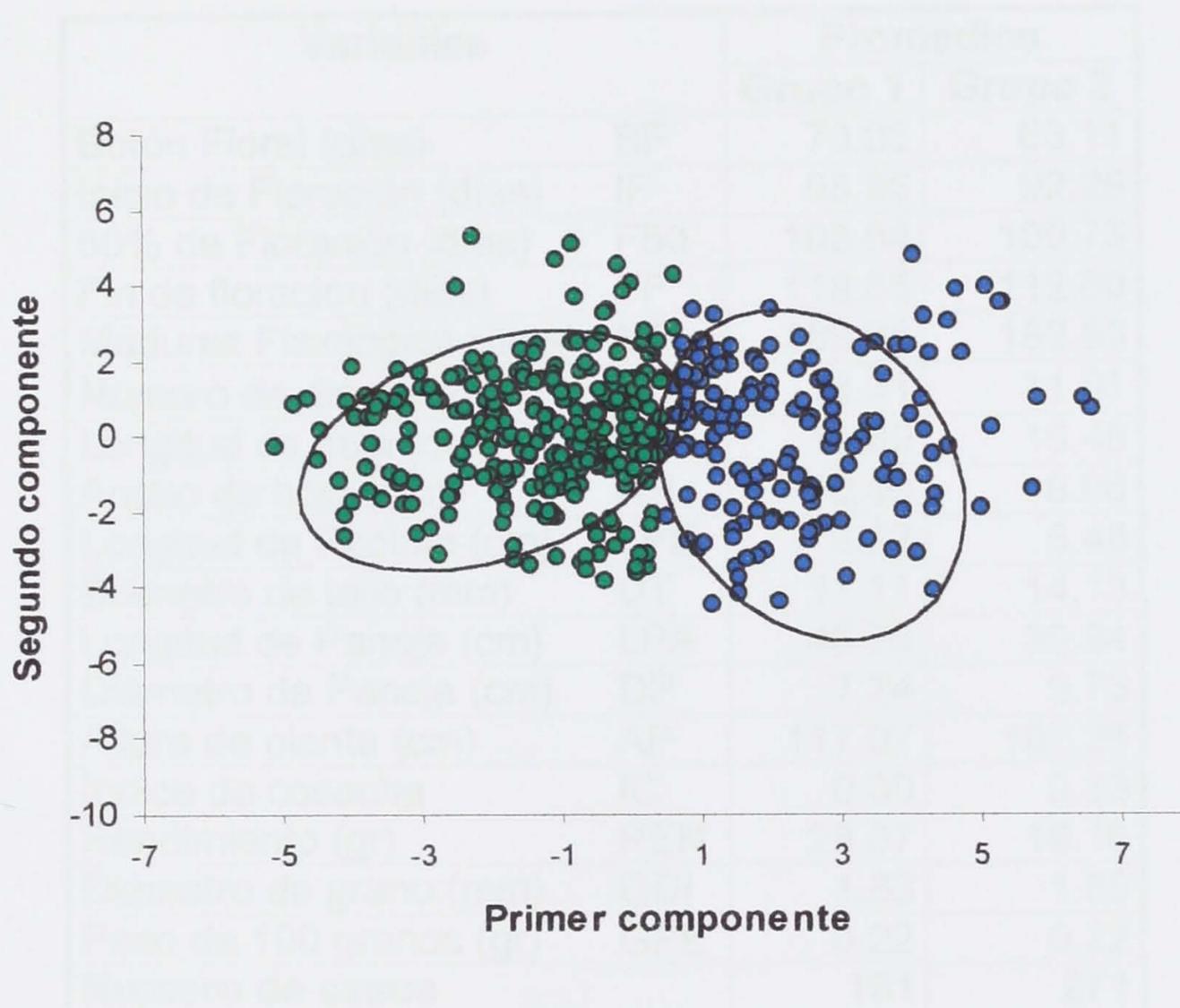


**Figura 7. Ilustración gráfica de 432 accesiones de quinua a través de los dos primeros componentes principales.**

Las accesiones del extremo superior 1752 y 1751 provenientes de las localidades bolivianas Batallas en la provincia Los Andes y Belén en la provincia Omasuyos, al igual que las quinuas peruanas 0950, 1043 y 0893 provenientes de las localidades Puno, Ácora y Chucuito de la provincia Puno, se desatacan por ser las más tardías entre todas, debido a la influencia del segundo componente que identificó a las variables fenológicas (Cuadro 9). Por el contrario, las accesiones más precoces son las que se encuentran en el extremo inferior de la Figura 6, accesiones 1170 y 1183 provenientes de localidades peruanas Yunguyo y Pomata.

### 4.2.3 Análisis de conglomerados

A partir de la distribución espacial de las accesiones preestablecida por el ACP, se optó por aplicar la técnica de agrupamiento no jerárquico K-medias, la cuál permitió agrupar y clasificar a las accesiones en dos grupos: el Grupo 1 con 161 accesiones y el Grupo 2 con 271 accesiones (Figura 7), cada uno de los cuales albergó a quinuas con características cuantitativas similares.



**Figura 8. Distribución espacial de las accesiones en los dos grupos identificados.**

En el Cuadro 11 se muestra a través de los promedios de las 17 variables el perfil de los dos grupos formados. Así, el Grupo 1 está formado por las accesiones más altas, con hojas y panojas grandes, caracterizándose también por ser las más tardías en alcanzar todas las fases fenológicas, ubicándose a la derecha del centro de gravedad de toda la colección en estudio (Cuadro 11 y Figura 7).

Asimismo, En el Grupo 2 se encuentran agrupadas las quinuas de menor tamaño con hojas y panojas pequeñas que asociadas a su precocidad, muestran los más altos índices de cosecha de toda las quinuas del área circunlacustre (Cuadro 11), ubicándose a la izquierda del centro de gravedad de toda la colección (Figura 7).

**Cuadro 11. Perfil de los dos grupos identificados**

Variables		Promedios	
		Grupo 1	Grupo 2
Botón Floral (días)	BF	70.05	63.11
Inicio de Floración (días)	IF	98.86	92.25
50% de Floración (días)	F50	108.64	100.73
Fin de floración (días)	FF	119.85	112.80
Madurez Fisiológica (días)	MF	189.65	182.63
Número de dientes (N°)	ND	13.31	11.01
Longitud de hoja (cm)	LH	11.89	10.45
Ancho de hoja (cm)	AH	10.60	9.06
Longitud de Pecíolo (cm)	LPE	6.27	5.48
Diámetro de tallo (mm)	DT	17.11	14.13
Longitud de Panoja (cm)	LPA	46.76	39.94
Diámetro de Panoja (cm)	DP	7.24	5.75
Altura de planta (cm)	AP	117.07	102.26
Índice de cosecha	IC	0.30	0.33
Rendimiento (gr)	REN	28.87	19.16
Diámetro de grano (mm)	GDI	1.83	1.80
Peso de 100 granos (gr)	GPE	0.22	0.22
<b>Numero de casos</b>		<b>161</b>	<b>271</b>

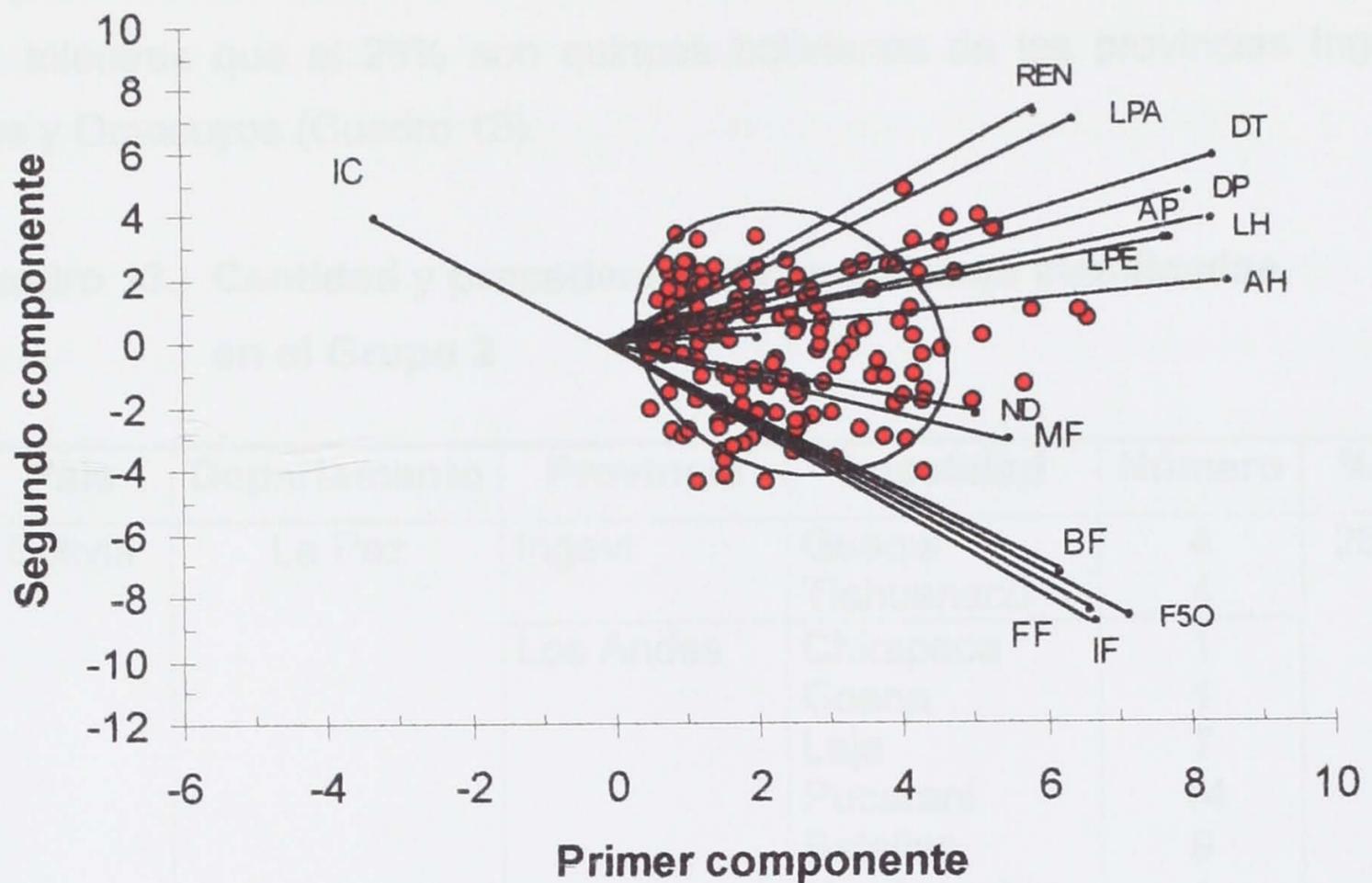
### Grupo 1

El análisis de agrupamiento permitió clasificar en este grupo a un total de 161 accesiones, 26 de las cuales son bolivianas (16%) recolectadas de las provincias Ingavi, Los Andes, Omasuyos y Manco Kapac, mientras que, 135 accesiones (84%) son provenientes de las provincias peruanas: Puno, Chucuito, Melgar y Yunguyo (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Cantidad y procedencia de accesiones clasificadas en el Grupo 1**

País	Departamento	Provincia	Localidad	Número	%
Bolivia	La Paz	Ingavi	Guaqui	2	16
			Tiahuanacu	2	
		Los Andes	Pucarani	4	
			Yauri curahua	1	
		Omasuyos	Huarina	7	
			Achacachi	3	
			Huatajata	1	
			E.E.BELEN	4	
		Manco Kapac	Yampopata	1	
			Copacabana	1	
Perú	Puno	Yunguyo	Yunguyo	1	84
			Chimbo	5	
		Chucuito	Juli	6	
			Pomata	4	
			Siraya	7	
			Quety	1	
			Batalla	1	
			Ampatiri	6	
			Challa P.	2	
			Challacollo	1	
			Callumaki	2	
		Puno	Puno	18	
			UNTA	59	
			Culta	9	
		Melgar	Ayaviri	12	
Orurillo	1				
<b>Total</b>				<b>161</b>	<b>100</b>

Con el propósito de interpretar y visualizar mejor los resultados de este agrupamiento, se muestra en la Figura 8 la representación de las 161 accesiones clasificadas en el Grupo 1, sobre el eje de los dos primeros componentes principales. El punto de donde se originan las variables corresponde al centro de gravedad del total de accesiones estudiadas.



**Figura 9.** Representación de las accesiones del Grupo 1 clasificado por el procedimiento k-medias sobre el primer y segundo componente.

Como se dijo anteriormente, este grupo se caracteriza principalmente por presentar plantas altas, con panojas grandes, aunque con granos medianos pero con los índices de cosecha más bajos, (Cuadro 11), efectivamente, la Figura 7 corrobora estos resultados mostrando que las variables fenológicas y de arquitectura de planta son las que caracterizan al grupo, aportando positivamente a su formación cubriendo todo el conglomerado, mientras que la única variable que se proyecta en sentido contrario y hacia fuera es el índice de cosecha en respuesta a su aporte negativo.

## Grupo 2

En el Anexo 5, se detalla el número de registro y la procedencia de las 271 accesiones clasificadas en este grupo. La mayor proporción 74% son de origen

peruano, provenientes de las provincias San Roman, Melgar, Puno, Chucuito y Yunguyo; mientras que el 26% son quinuas bolivianas de las provincias Ingavi, Los Andes y Omasuyos (Cuadro 13).

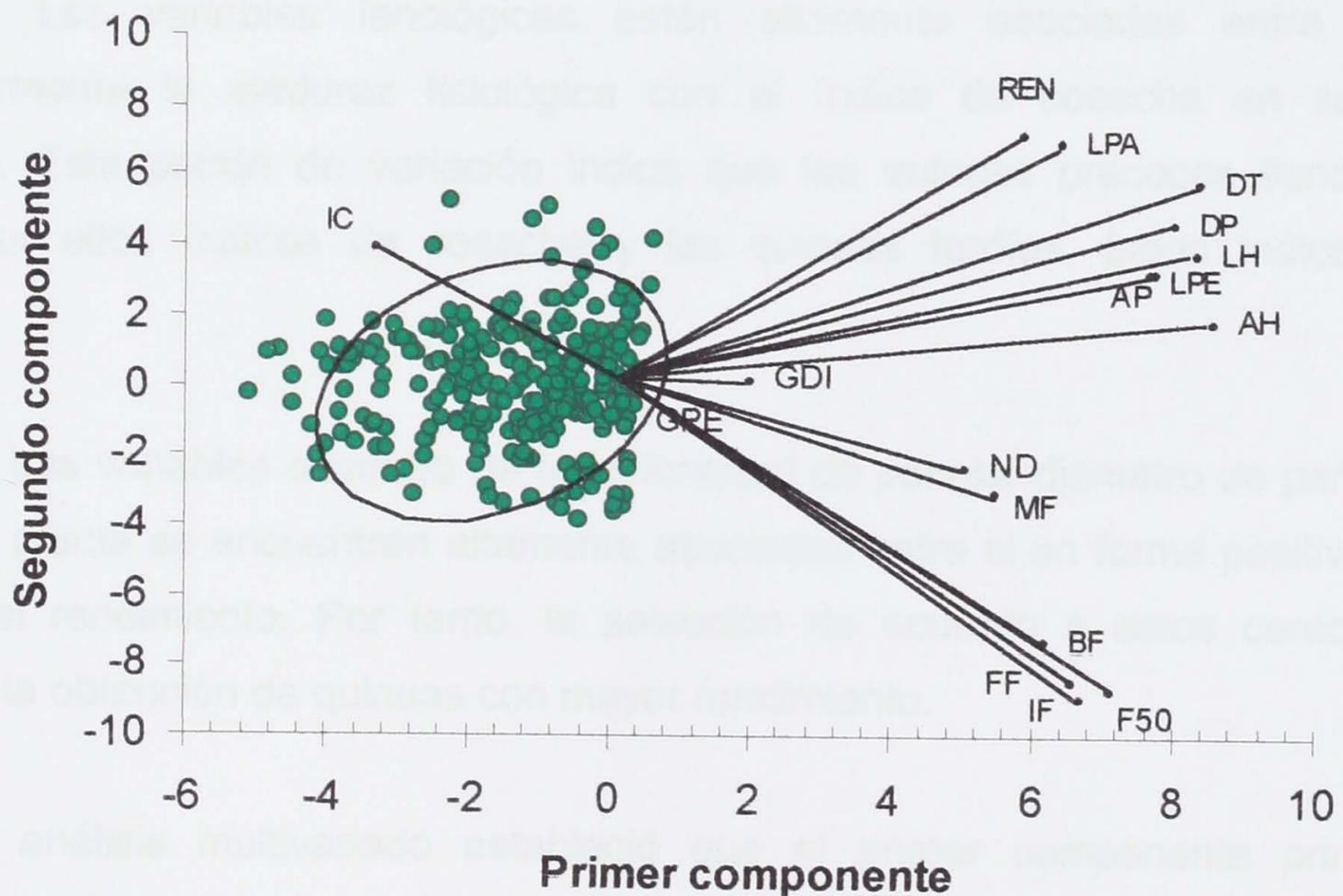
**Cuadro 13. Cantidad y procedencia de accesiones clasificadas en el Grupo 2**

Pais	Departamento	Provincia	Localidad	Número	%
Bolivia	La Paz	Ingavi	Guaqui	4	26
			Tiahuanacu	4	
		Los Andes	Chirapaca	1	
			Coana	1	
			Laja	7	
			Pucarani	14	
			Batallas	9	
			Yauri curahua	1	
		Omasuyos	Huarina	15	
			Achacachi	15	
Perú	Puno	Yunguyo	Siraya	5	74
			Acari	2	
			Chimbo	14	
		Chucuito	Juli	10	
			Pomata	4	
			Siraya	20	
			Quety	3	
			Ilave	7	
			Ampatiri	4	
			Challa P.	3	
			Challacollo	1	
			Lampa G.	3	
			J. Jahuirá	1	
		Callumaki	4		
		Puno	Puno	23	
			UNTA	36	
Culta	31				
Huinchocca	1				
Melgar	Ayaviri	23			
San Roman	Juliaca	5			
<b>Total</b>				<b>271</b>	<b>100</b>

Según el Cuadro 11, el índice de cosecha (IC) del Grupo 2, fue la única variable que superó al Grupo 1, de esta forma este grupo se caracteriza por

albergar a quinuas con grano pequeño, de menor altura de planta, con panojas y hojas medianas y que manifiestan precocidad en su ciclo vegetativo, asimismo, presentan los mas altos índices de cosecha superando a la media general.

En la Figura 9, se visualiza mejor los resultados de este agrupamiento, que efectivamente corrobora lo descrito en el párrafo anterior, mostrando al índice de cosecha como la variable que más explica a este grupo cubriendo la mayor parte del conglomerado, mientras que todas las demás variables de arquitectura de planta, fenología y grano se ubican en sentido contrario y hacia fuera del conglomerado.



**Figura 10.** Representación de las accesiones del Grupo 2 clasificado por el procedimiento k-medias sobre el primer y segundo componente principal.

## 5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones:

Las accesiones de quinua pertenecientes al germoplasma de áreas aledañas al lago Titicaca presentan una amplia variabilidad genética, en cuanto al ciclo fenológico (precoces y tardías) y al tamaño de plantas desarrollando rendimientos e índices de cosecha en un amplio rango de variación, características que permitieron identificar los siguientes patrones de variación:

a) Las variables fenológicas están altamente asociadas entre sí y particularmente la madurez fisiológica con el índice de cosecha en sentido contrario. Este patrón de variación indica que las quinuas precoces tienden a desarrollar altos índices de cosecha y las quinuas tardías, bajos índices de cosecha.

b) Las variables diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y altura de planta se encuentran altamente asociadas entre si en forma positiva y a con en el rendimiento. Por tanto, la selección de acuerdo a estos caracteres favorece la obtención de quinuas con mayor rendimiento.

El análisis multivariado estableció que el primer componente principal permitió identificar a aquellas quinuas con arquitecturas grandes de planta que desarrollan hojas grandes y tienden a ser de ciclos fenológicos tardíos.

El segundo componente identificó a aquellas quinuas precoces de porte mediano y que a su vez tienden a desarrollar tallos relativamente gruesos con hojas y panojas medianas con buena cantidad de grano y consecuentemente presentaron los mejores rendimientos.

Las variables más importantes y discriminantes fueron las variables fenológicas: 50% de floración, inicio de floración y fin de floración; seguidas en forma secundaria de las variables de grano: peso de 100 granos y diámetro de grano; posteriormente el rendimiento y; finalmente se encuentran las variables de arquitectura de planta: longitud de panoja, longitud de hoja diámetro de tallo y ancho de hoja.

La técnica de agrupamiento no jerárquico K-medias, permitió clasificar a las accesiones de quinua circundantes al lago Titicaca en dos grupos con características cuantitativas similares: el Grupo 1, con quinuas de porte alto con panojas grandes e índices de cosecha bajos, accesiones recolectadas de la localidad peruana de Puno y el Grupo 2 con quinuas precoces de pequeño tamaño pero con los más altos índices de cosecha, accesiones provenientes de la localidad de Acora en la provincia Puno.

## 6 RECOMENDACIONES

Para futuros trabajos con en el material genético estudiado, se recomienda tomar en cuenta los patrones de variación encontrados, de tal forma que las investigaciones tengan parámetros comparativos específicos con los que se pueda comprender mejor el comportamiento de estas quinuas.

Se recomienda continuar con los trabajos de caracterización y evaluación en el mismo lugar donde se realizó el presente estudio, para efectos de estabilidad geográfica, cuyos resultados muestren la expresión estable del material en forma global, como así también, al interior de cada grupo para identificar accesiones promisorias y disímiles que representen con mayor precisión la variabilidad genética de cada grupo.

Comenzar trabajos de mejoramiento utilizando las accesiones más sobresalientes del germoplasma estudiado principalmente relacionadas a quinuas precoces con buenos rendimientos o con características inversas.

Para realizar futuros trabajos de caracterización y evaluación, recomendamos tomar en cuenta las variables más discriminantes identificadas con el presente trabajo.

Realizar investigaciones que se basen en las principales características cuantitativas identificadas por los componentes principales y por los grupos clasificados.

Por la poca cantidad de accesiones bolivianas procedentes de la región circunlacustre, se recomienda recolectar quinuas de localidades y provincias cercanas al lago Titicaca para enriquecer y completar la colección nacional de quinua que se conserva en el país.

## 7 RESUMEN

Con el propósito de analizar la variabilidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) circundante al lago Titicaca, que se conserva en el Banco Nacional de Granos Altoandinos a cargo de la Fundación PROINPA Regional Altiplano, se caracterizó y evaluó el comportamiento agro morfológico de 432 accesiones de quinua provenientes del área circunlacustre, tanto de territorio boliviano como peruano. Esta actividad se desarrolló en la gestión agrícola 99/2000 en la Estación Experimental Belén (16°1' LS y 68°42' LW) dependiente de la Facultad de Agronomía UMSA, que por su proximidad al lago representa las condiciones edafoclimáticas de los lugares de origen del material estudiado.

Para determinar los patrones de variación genética, identificar las variables cuantitativas más discriminantes y clasificar grupos de accesiones de diferente variabilidad genética, se aplicaron dos métodos multivariados sobre 17 variables cuantitativas: 5 fenológicas, 10 morfológicas, rendimiento e índice de cosecha.

El análisis estadístico descriptivo permitió evidenciar una amplia variabilidad genética en cuanto al ciclo fenológico y al tamaño de las quinuas principalmente. De acuerdo al análisis de correlación simple, se determinó que las asociaciones más importantes entre variables fenológicas correspondieron al 50% de floración con el inicio de floración y fin de floración; en las variables morfológicas se destacan las asociaciones entre el ancho de hoja con la longitud de hoja y longitud de pecíolo, también, el diámetro de tallo con la longitud de panoja y altura de planta. Asimismo, son significativas las asociaciones entre el rendimiento con el diámetro de tallo, longitud de panoja, diámetro de panoja y altura de planta. A todas ellas se asociaron positivamente las demás variables fenológicas y de arquitectura de planta, en cambio, en forma negativa lo hicieron el rendimiento y el índice de cosecha.

Con el Análisis de componentes principales se identificó a 4 componentes significativos que contribuyeron con más del 69% de la varianza total. Así, el primer componente principal identificó a quinuas altas de tallos gruesos, con hojas y panojas grandes pero de ciclo fenológico tardío y que a su vez, registran bajos índices de cosecha.

El segundo componente principal identificó a quinuas precoces de porte mediano y que a su vez tienden a desarrollar tallos relativamente gruesos, hojas y panojas medianas con buena cantidad de grano, consecuentemente presentaron los mejores rendimientos.

Asimismo, se determinó la proporción de la varianza total contribuida por cada variable original sobre los 4 componentes significativos, encontrando que las variables más importantes y discriminantes fueron el 50% de floración, inicio de floración y fin de floración, seguidas del peso de 100 granos, el diámetro de grano, rendimiento y finalmente se encontraron la longitud de panoja, longitud de hoja, diámetro de tallo y ancho de hoja.

La técnica de agrupamiento no jerárquico k- medias, permitió clasificar a las accesiones de quinua circundantes al lago Titicaca en dos grupos; el Grupo 1 formado por 161 quinuas tardías de porte alto con panojas grandes e índices de cosecha bajos; el Grupo 2 formado por 271 quinuas precoces de tamaño mediano con hojas y panojas medianas, grano pequeño y que a su vez presentan altos índices de cosecha.

## 8 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALVAREZ, M., J. PAVON y VON RUTTE. 1990. Caracterización. *In*: C. Whali ed) Quinua hacia un cultivo comercial Latinreco S.A., Mariscal. Quito, Ecuador. pp 5 - 31.
- BONIFACIO, A. 1995. Mejoramiento genético de la quinua y sus perspectivas futuras. IBTA . *In* Primer simposio nacional "Realidad y Perspectiva de la Quinua", Primera Vicepresidencia del Honorable Senado Nacional, La Paz, Bolivia, 55 p.
- CAYOJA, M. 1996. Caracterización de variables continuas y discretas del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del banco de germoplasma de la Estación Experimental Patacamaya. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Oruro, Bolivia pp 80-82 .
- CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS CIRF. 1981. guía de descriptores morfológicos y agronómicos, Cali, Colombia.
- CRISCI, J; LOPEZ, A. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washington, EE.UU. 39-47 p.
- CRONQUIST, A. 1995. Botánica Básica, cuarta reimpresión. México D.F. , México.
- CONTRERAS, A. 1994. Manejo integrado (ex situ e in situ) de recursos fitogenéticos. *In* I Reunión Boliviana de Recursos Genéticos de papa, raíces y tubérculos Andinos. Cochabamba, Bolivia, pp 5-6.

CHAQUILLA, O.; E. CAHUARES, 1978. Análisis de componentes principales en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Fundo Simón Bolívar. Puno, Perú, UNTA, 18 p.

DILLON, W.R. y M. GOLDSTEIN, 1984. Multivariate análisis: methods and applications. New York, United States of America, 587 p.

FERREIRA, P. 1987. Análisis multivariado aplicado a problemas de clasificación y tipificación. *In* Taller: Aplicaciones del análisis multivariado. IDEC. Antigua, 12 p.

GANDARILLAS, H. 1968. Razas de Quinua. Boletín Informativo N° 34. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. La Paz, Bolivia.

\_\_\_\_\_ 1979. Genética y origen: quinua y kañiwa, cultivos andinos. IICA Material educativo N°40 Bogotá - Colombia, pp 20-29.

\_\_\_\_\_ 1995. La historia de la quinua. *In* Primer simposio nacional "Realidad y Perspectiva de la Quinua", Primera Vicepresidencia del Honorable Senado Nacional, La Paz, Bolivia, pp 13-14.

GOEDERT, C.; VALLS, J.; VEIGA, A. 1997. Biodiversidad y recursos genéticos. *In* IICA- PROCISUR. El cambio global y el desarrollo tecnológico agropecuario y agroindustrial del cono sur: implicancia para los INIAs y el PROCISUR. Montevideo, Uruguay, pp 65-69.

HAIR, J.F., R.E. ANDERSON, R.L. TATHAM y W.C. BLACK. 1999. Multivariate data analysis. New York, Macmillan Publishing Company. 544p.

HAWKES, J.G. 1971. Conservación de los recursos vegetales. Departamento de Botánica. Universidad de Birmingham. Inglaterra, traducido por Okada, K.A. 1995, pp 60-62.

HIDALGO, R. 1991. Conservación ex - situ . In Técnicas para el manejo y uso de los recursos fitogenéticos. Castillo, R; Estrella, J. y Tapia C. (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito, Ecuador. pp 71-83 .

JACOBSEN, E., N. NUÑEZ, O. STOLEN y A. MUJICA, 1997. ¿Qué sabemos sobre la resistencia de la quinua a la sequia?. In: I Curso Internacional sobre Fisiología de la resistencia a sequia en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Puno Perú . pp 65-69.

JARAMILLO, S. y M. BAENA. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. pp 37 -68.

LESCANO, J. L. 1989b. Avances sobre los recursos fitogenéticos altoandinos. In: Curso: "Cultivos altoandinos". Potosi, Bolivia. 17 - 21 de abril de 1989. pp 19-35.

\_\_\_\_\_. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, Kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru-Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU: pp 87-95.

LIMACHI, D. 1998. Evaluación preliminar in situ y ex situ de 131 accesiones del banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd.). Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía, La paz, Bolivia, 3-7 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y DESARROLLO RURAL (MAGDR). 2000. Informe anual. 122 p.

MUJICA, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. *In*: J. Hernandez, J. Bermejo y J. León (eds). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. PP 129-146.

OCHOA, J., ALBORNOZ, G. y PERALTA E. 1988. Evaluación preliminar morfológica y agronómica de 153 entradas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en Santa Catalina. Pichincha. *In*: Rumipamba. Revista de difusión científica de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador. Quito Ecuador. pp 43 - 46.

OKADA, K. 1991. Conservación ex - situ . *In* Técnicas para el manejo y uso de los recursos fitogenéticos. Castillo, R; Estrella, J. y Tapia C. (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito, Ecuador. pp 41-51 .

PHILIPPEAU, G. 1990. ¿Como interpretar los resultados de un análisis de componentes principales?. Instituto técnico de cereales y de forrajes (ITCF), Paris Francia. Traducido por Tomassone A. y Jhonson J. - Alvarez, 9 p.

PLA, L. 1986. Análisis multivariado: Método de componentes principales. OEA, Washington, EE.UU., pp 3-15.

QUEROL, D. 1988. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado: Aproximación técnica y socioeconómica. Lima, Perú, Industrial. pp 133-140.

QUISPE, M. 1997. Mantenimiento y caracterización del germoplasma de Tarwi (*Lupinus mutabilis*) de la Estación Experimental de Belén. Tesis Ing. Agr. Universidad mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía . La Paz , Bolivia. 22 p.

ROJAS, W. 1995. Biodiversidad y recursos genéticos. *In* Memorias del seminario sobre investigación, producción y comercialización de la quinua. La Paz, Bol., MACA - IBTA. pp 5 - 16.

\_\_\_\_\_. 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis de Maestría. Universidad Austral de Chile, Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile.

\_\_\_\_\_. 1999. Conservación "ex situ" de quinua en Bolivia", Trabajo presentado en el Ciclo de Conferencias en Recursos Fitogenéticos, Cochabamba , Bolivia. 31 de Mayo al 2 de Junio de 1999, 10 p.

\_\_\_\_\_. 2001. Catálogo de la Colección de quinua conservada en el Banco Nacional de Granos Altoandinos - Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia. 126 p.

SARAVIA, R. y G. ARONI, 2000. Situación actual del cultivo de quinua en Bolivia. *In* Taller de Interacción sobre Cadenas Productivas de papa y quinua del altiplano boliviano peruano, Puno, Perú.; septiembre 2000. 8 p.

SENAMHI, 2000. Datos climáticos (Temperatura, precipitación total y humedad relativa ambiente) de la estación "EL BELEN" provincia Omasuyos, departamento de La Paz.

- SCAFF, R.T. 1996. Caracterización agronómica y morfológica de accesiones de quinua de la zona sur de Chile. Tesis de Lic. en Agronomía. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 36 p.
- SOUZA DIAS, B. 1996. Conservación de la diversidad biológica. *In* J.P. Puignau (ed). Conservación del Germoplasma Vegetal. Brasilia, Brasil: 19-30 de septiembre de 1994. Montevideo: Diálogo XLV - IICA - PROCISUR, 1 p.
- STEEL R.G. y J.H. TORRIE. 1988. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill. New York. 622 p.
- TAPIA, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación, FAO. Santiago, Chile, pp 29-51.
- VAVILOV, N. 1951. Estudio sobre el origen de las plantas cultivadas. Versión Española por Felipe Freire. Acne Agency, Buenos Aires, Argentina .
- VALLS, J.F.M. 1992. Caracterización morfológica, reproductiva y bioquímica del germoplasma vegetal. CENARGEN/EMBRAPA, Brasilia, Brasil, pp 105-114.
- VILELA MORALES Y CANDEIRA. 1996. Principios genéticos para recursos genéticos. *In* J.P. Puignau (ed) . Conservación del Germoplasma Vegetal. Brasilia, Brasil: 19 - 30 de septiembre de 1994. Montevideo: Diálogo XLV - IICA-PROCISUR, 6 p.
- WILKINSON, L. 1988. SYSTAT: The system for Statistics. Evanston, Il: Systat Inc.

Anexo 1.

Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación correspondientes a la gestión agrícola 1999 - 2000, en la Estación Experimental El Betón.

Estación: El Betón

Latitud: 19°01' S

Provincia: Oruro

Longitud: 68°42' W

Departamento: La Paz

Altitud: 3324 metros

Meses (1999-2000)	Temperatura máxima media (°C)	Temperatura mínima media (°C)	Temperatura media ambiente (°C)	Precipitación Total (mm)	Humedad Relativa (%)
Julio	12.5	-5.1	4.2	10.9	48
Agosto	14.0	-4.7	4.6	15.1	45
Septiembre	14.4	-1.2	6.6	52.5	57
Octubre	14.6	0.5	7.5	12.5	55
Noviembre	15.7	0.1	7.8	23.1	55
Diciembre	15.9	2.0	8.9	46.7	62
Enero	14.0	3.0	8.5	94.4	70
Febrero	13.8	2.8	8.3	87.0	76
Marzo	14.3	2.0	8.4	43.8	78
Abril	15.7	-0.8	7.5	0.8	61
Mayo	15.1	-4.7	5.4	13.1	52
Junio	13.5	-5.3	3.9	19.5	43

## ANEXOS

Fuente: SENASA, 2000

## Anexo 1.

Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación correspondientes a la gestión agrícola 1999 – 2000, en la Estación Experimental Belén.

Estación: El Belén

Latitud: 16°01' S

Provincia: Omasuyos

Longitud: 68°42' W

Departamento: La Paz

Altitud: 3824 msnm

Meses (1999-2000)	Temperatura máxima media (°C)	Temperatura mínima media (°C)	Temperatura media ambiente (°C)	Precipitación Total (mm)	Humedad Relativa (%)
Julio	13.5	-5.1	4.2	10.6	48
Agosto	14.6	-4.7	5.0	15.1	46
Septiembre	14.4	-1.2	6.6	52.5	57
Octubre	14.6	0.5	7.6	12.5	58
Noviembre	15.7	0.0	7.8	23.1	55
Diciembre	15.9	2.0	8.9	46.7	62
Enero	14.0	3.6	8.8	94.4	70
Febrero	13.6	2.9	8.3	67.0	76
Marzo	14.3	2.5	8.4	48.6	79
Abril	15.7	-0.8	7.5	0.8	61
Mayo	15.4	-4.7	5.4	15.1	53
Junio	13.0	-5.3	3.9	19.5	49

Fuente: SENAMHI, 2000

## Anexo 2.

### Variables cuantitativas evaluadas en el germoplasma de quinua circundante al lago Titicaca.

<b>NÚMERO</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>SIGLA</b>
1	Días a la emergencia	EM
2	Días al Botón floral	BF
3	Días al inicio de floración	IF
4	Días al 50% de floración	F50
5	Días al fin de floración	FF
6	Número de dientes en la hoja	ND
7	Longitud máxima de la hoja	LH
8	Ancho máximo de la hoja	AH
9	Longitud del pecíolo	LPE
10	Número de ramas	NR
11	Diámetro del tallo principal	DT
12	Longitud de panoja	LP
13	Diámetro de panoja	DP
14	Altura de planta	AP
15	Madurez fisiológica	MF
16	Diámetro de grano	GDI
17	Peso de 100 granos	GPE
18	Índice de cosecha	IC
19	Rendimiento	REN

### ANEXO 3

#### DATOS CORRESPONDIENTES A 19 VARIABLES CUANTITATIVAS E INFORMACIÓN DE ORIGEN DE LAS 432 ACCESIONES

NRG= No. De registro; Bolivia = 4; Perú = 3; BF = Botón Floral; IF = Inicio de floración; F50 = 50% de floración; FF = Fin de floración; MF = Madurez fisiológica; ND = Número de dientes; LH = Longitud de hoja; AH = Ancho de hoja; LPE = Longitud de peciolo; DT = Diámetro de tallo; LPA = Longitud de panoja; DP = Diámetro de panoja; AP = Altura de planta; IC = Índice de cosecha; REN = Rendimiento; GDI = Diámetro de grano, GES = Espesor de grano; GPE = Peso de 100 granos, SES = Eflusión de saponina.

CASOS	NRG	PAIS	DPTO	PROVINCIA	BF	IF	F50	FF	MF	ND	LH	AH	LPE	DT	LPA	DP	AP	IC	REN	GDI	GES	GPE	SES
1	0136	4	1	Los andes	62	94	103	118	196	10.4	10.14	9.62	6.44	16.20	40.06	7.86	95.94	0.36	32.10	1.97	1.22	0.26	4.78
2	0137	4	1	Los Andes	51	92	106	115	192	9.8	8.76	7.88	4.78	11.32	33.20	5.20	86.60	0.40	17.12	1.81	1.12	0.21	7.17
3	0158	4	1	Puno	71	96	103	118	190	12.0	11.44	10.14	5.72	13.72	39.80	5.34	87.20	0.37	22.40	1.94	1.19	0.23	4.65
4	0475	4	1	Los Andes	68	93	101	116	202	11.60	10.56	11.00	5.74	14.32	31.36	5.62	87.50	0.35	19.78	1.69	1.14	0.19	0.01
5	0476	4	1	Los Andes	60	94	103	117	202	9.00	9.38	8.32	4.54	11.20	33.80	4.74	76.60	0.39	12.30	1.65	1.13	0.21	0.01
6	0478	4	1	Los Andes	55	89	96	115	206	7.60	8.98	7.62	3.90	12.83	30.50	5.93	67.00	0.30	8.75	1.70	1.11	0.20	0.01
7	0479	4	1	Los Andes	60	95	103	115	204	10.80	10.30	8.40	5.00	15.40	34.00	6.50	91.67	0.13	9.00	1.71	1.14	0.20	0.01
8	0480	4	1	Los Andes	58	90	96	115	190	9.40	10.70	8.66	5.22	14.76	38.84	6.50	88.58	0.33	23.84	1.65	1.09	0.19	0.01
9	0482	4	1	Los Andes	67	102	118	125	186	10.40	9.08	8.76	4.68	12.92	33.02	5.66	81.56	0.32	14.06	1.64	1.09	0.19	0.01
10	0483	4	1	Los Andes	68	102	118	125	209	9.80	10.10	9.72	5.38	12.68	35.40	6.72	88.60	0.20	11.32	1.60	1.09	0.17	0.01
11	0484	4	1	Ingavi	56	91	96	114	196	10.00	10.32	9.80	5.48	14.40	35.08	6.00	86.44	0.28	18.58	1.75	1.15	0.23	0.01
12	0485	4	1	Ingavi	59	92	98	116	186	9.60	10.16	9.70	5.64	14.12	35.32	5.98	88.20	0.33	17.28	1.76	1.15	0.23	0.01
13	0486	4	1	Ingavi	60	92	102	118	186	10.80	9.28	9.44	5.64	14.42	39.70	6.42	82.20	0.31	19.26	1.77	1.16	0.23	0.01
14	0487	4	1	Ingavi	66	94	103	117	186	12.00	11.28	11.82	6.14	11.75	31.50	5.93	70.25	0.27	12.26	1.75	1.14	0.23	5.31
15	0490	4	1	Ingavi	73	103	118	125	192	13.60	12.54	12.10	6.54	14.52	40.00	5.98	100.40	0.36	30.12	1.80	1.18	0.23	0.01
16	0491	4	1	Ingavi	72	102	117	123	193	10.60	12.32	11.62	6.36	20.67	41.40	8.80	105.57	0.41	60.60	1.81	1.16	0.23	0.01
17	0492	4	1	Los Andes	73	97	115	128	190	13.00	10.64	10.68	6.32	17.82	41.72	10.98	100.28	0.43	35.72	1.76	1.11	0.22	7.17
18	0493	4	1	Los Andes	61	89	97	115	188	10.80	12.30	11.46	6.16	21.28	43.28	9.54	100.12	0.37	56.00	1.67	1.10	0.19	6.64
19	0495	4	1	Los Andes	66	93	101	119	199	10.00	12.98	12.88	6.42	19.60	55.33	9.07	106.33	0.30	46.17	1.74	1.13	0.23	6.37
20	0496	4	1	Los Andes	71	96	105	121	204	9.40	12.14	11.88	6.52	19.70	45.67	8.33	100.00	0.14	20.70	1.79	1.12	0.22	7.57
21	0504	4	1	Los Andes	60	85	98	113	189	10.40	11.34	9.96	4.96	16.24	37.06	7.12	97.54	0.27	25.14	1.80	1.20	0.21	8.63
22	0507	4	1	Los Andes	55	98	106	117	187	15.80	13.78	11.42	8.16	21.67	46.47	9.80	103.13	0.38	82.60	1.74	1.14	0.23	5.97
23	0516	4	1	Los Andes	66	89	97	115	186	10.20	11.18	9.52	6.00	11.34	37.80	5.58	95.40	0.37	19.76	1.63	1.08	0.20	0.01
24	0517	4	1	Los Andes	54	87	96	108	212	10.20	11.42	9.60	6.20	18.34	41.48	7.92	105.56	0.27	32.88	1.64	1.13	0.21	0.01
25	0518	4	1	Los Andes	64	91	96	108	177	10.00	10.42	8.68	5.86	15.83	37.50	6.88	94.28	0.31	23.38	1.66	1.08	0.19	0.01

26	0520	4	1	Los Andes	55	84	96	110	182	10.20	9.02	7.64	5.08	15.90	28.76	5.60	92.94	0.37	15.34	1.72	1.17	0.20	0.01
27	0521	4	1	Los Andes	64	89	96	112	185	11.60	10.10	7.36	5.30	17.30	35.54	9.80	92.44	0.20	12.98	1.77	1.16	0.23	9.82
28	0522	4	1	Los Andes	56	91	98	118	189	10.80	10.54	10.36	5.04	15.58	34.64	6.36	91.68	0.22	14.80	1.70	1.10	0.21	0.01
29	0523	4	1	Los Andes	53	77	94	108	196	10.80	9.26	8.90	5.52	12.24	40.70	5.48	100.84	0.26	15.12	1.82	1.21	0.26	2.26
30	0524	4	1	Los Andes	56	78	94	108	192	12.60	10.78	11.14	6.12	15.66	42.32	7.00	102.84	0.29	24.50	1.71	1.11	0.20	0.01
31	0525	4	1	Los Andes	69	90	99	110	174	12.60	11.78	9.90	6.50	14.82	38.80	6.10	104.80	0.29	26.26	1.78	1.13	0.25	8.76
32	0526	4	1	Los Andes	69	91	102	112	174	8.40	9.38	8.30	5.62	15.56	38.64	6.10	91.42	0.39	22.72	1.67	1.04	0.20	7.03
33	0527	4	1	Los Andes	52	83	90	104	191	12.60	11.00	10.84	7.06	14.94	36.60	6.44	98.40	0.27	21.20	1.60	1.06	0.21	3.72
34	0528	4	1	Los Andes	55	89	96	109	182	9.80	10.50	9.64	5.98	14.40	33.30	6.22	96.30	0.31	16.66	1.71	1.15	0.23	8.63
35	0529	4	1	Los Andes	56	91	96	109	189	10.00	11.06	10.62	6.58	11.00	32.40	4.98	93.80	0.36	18.24	1.61	1.07	0.21	7.30
36	0530	4	1	Los Andes	58	89	95	107	182	12.20	10.58	9.58	6.16	15.00	38.60	5.38	97.88	0.44	29.14	1.95	1.22	0.28	6.50
37	0531	4	1	Omasuyos	58	98	108	118	177	17.60	11.90	10.78	6.62	12.13	36.48	5.73	90.10	0.30	17.58	1.83	1.17	0.27	7.70
38	0532	4	1	Omasuyos	62	93	103	116	185	13.80	10.20	8.62	6.16	17.00	41.98	6.20	116.40	0.40	33.04	1.74	1.21	0.27	7.70
39	0533	4	1	Omasuyos	62	89	97	113	182	11.20	10.10	9.88	5.64	14.18	34.70	5.80	85.38	0.45	28.04	1.84	1.21	0.28	7.96
40	0534	4	1	Omasuyos	64	97	104	123	196	13.60	9.54	9.16	4.62	12.60	27.82	4.58	95.22	0.18	10.70	1.71	1.10	0.20	0.12
41	0535	4	1	Omasuyos	64	96	103	116	192	7.80	11.14	9.52	5.74	15.22	34.38	6.62	106.58	0.36	22.58	1.70	1.11	0.22	0.07
42	0536	4	1	Omasuyos	66	96	104	123	177	11.40	10.34	8.80	5.58	14.38	37.26	5.52	107.12	0.39	30.06	1.74	1.12	0.21	0.07
43	0537	4	1	Omasuyos	72	96	112	128	172	11.60	9.06	8.32	5.38	14.96	32.74	5.54	95.28	0.38	23.24	1.73	1.08	0.22	7.70
44	0538	4	1	Omasuyos	74	102	115	130	187	12.20	8.62	7.64	5.20	15.80	29.72	5.40	88.86	0.38	23.60	1.76	1.15	0.21	7.96
45	0540	4	1	Omasuyos	72	104	118	130	187	11.00	10.40	9.78	6.12	14.18	36.12	5.10	107.32	0.39	21.42	1.74	1.09	0.20	7.10
46	0541	4	1	Omasuyos	74	96	107	121	172	12.80	11.72	10.76	6.94	15.98	43.48	5.74	110.84	0.41	25.86	1.73	1.11	0.19	0.01
47	0542	4	1	Omasuyos	64	97	104	122	182	14.00	10.20	10.32	6.36	16.28	37.00	6.46	108.60	0.35	24.96	1.75	1.08	0.20	0.01
48	0543	4	1	Omasuyos	64	95	103	116	185	11.20	10.38	10.02	8.90	14.24	36.28	5.12	108.52	0.28	12.86	1.66	1.08	0.18	0.01
49	0544	4	1	Omasuyos	64	94	102	116	182	10.60	9.70	9.04	5.70	12.96	28.22	5.28	92.94	0.37	16.22	1.84	1.24	0.28	0.01
50	0546	4	1	Omasuyos	64	94	102	116	184	10.60	10.62	9.02	6.06	14.36	38.26	5.58	90.42	0.45	25.04	1.82	1.21	0.25	7.17
51	0547	4	1	Omasuyos	66	93	101	121	177	10.00	10.72	9.22	6.34	13.08	32.14	5.12	90.52	0.36	15.94	1.73	1.09	0.20	7.30
52	0548	4	1	Omasuyos	60	101	112	129	180	11.60	9.54	8.56	5.84	12.80	36.12	4.54	97.76	0.45	17.94	1.92	1.18	0.25	7.30
53	0549	4	1	Omasuyos	65	95	103	115	187	13.00	9.28	9.18	4.82	11.06	32.12	4.04	98.68	0.43	15.10	1.83	1.10	0.23	8.36
54	0550	4	1	Omasuyos	74	101	112	127	189	15.00	9.42	9.00	5.20	10.90	36.66	4.80	104.02	0.39	21.30	1.82	1.19	0.24	7.17
55	0551	4	1	Omasuyos	75	107	119	125	192	21.60	10.58	11.56	5.92	15.60	28.36	6.22	115.24	0.33	15.66	1.90	1.10	0.25	8.63
56	0552	4	1	Omasuyos	64	94	102	111	187	19.60	11.42	11.62	6.50	15.48	28.04	5.98	116.36	0.52	27.52	1.95	1.10	0.22	9.69
57	0553	4	1	Omasuyos	75	98	105	115	185	22.20	10.42	11.02	5.76	14.22	22.32	5.12	117.66	0.31	15.90	1.98	1.14	0.27	10.75
58	0554	4	1	Omasuyos	76	102	112	121	191	20.20	11.74	13.10	6.06	17.84	31.48	6.24	120.20	0.48	23.82	1.85	1.15	0.24	8.63
59	0559	4	1	Omasuyos	64	93	102	113	180	12.00	10.02	9.26	5.56	14.26	38.60	6.48	112.60	0.40	35.88	1.76	1.17	0.19	10.09
60	0564	4	1	Omasuyos	66	95	103	115	182	14.80	10.88	8.64	6.10	13.08	35.20	5.62	112.06	0.36	14.82	1.83	1.10	0.23	10.62

61	0565	4	1	Omasuyos	64	95	103	115	177	11.40	11.04	9.78	6.42	13.94	31.46	4.80	105.12	0.37	16.38	1.77	1.14	0.22	9.82
62	0566	4	1	Omasuyos	64	96	103	115	182	15.00	11.04	9.28	5.88	15.78	35.10	4.90	116.86	0.37	19.78	1.74	1.13	0.19	8.36
63	0567	4	1	Omasuyos	54	88	97	110	172	13.00	10.28	9.06	4.50	15.36	41.18	5.16	121.98	0.50	27.32	1.75	1.15	0.20	0.01
64	0568	4	1	Omasuyos	55	88	97	110	182	13.40	10.24	9.44	4.84	15.80	47.02	5.98	123.90	0.38	26.20	1.85	1.13	0.22	9.56
65	0569	4	1	Omasuyos	55	88	97	110	172	16.00	11.30	9.94	5.28	13.48	39.66	5.18	110.42	0.42	20.08	1.77	1.12	0.21	7.57
66	0570	4	1	Omasuyos	55	88	96	110	177	12.40	10.70	9.14	5.10	16.92	41.06	6.14	107.94	0.37	24.02	1.83	1.17	0.21	0.01
67	0571	4	1	Omasuyos	53	97	107	122	187	14.00	11.58	10.00	5.84	16.30	43.80	6.60	122.82	0.39	29.20	1.83	1.18	0.23	9.03
68	0573	4	1	Omasuyos	53	88	97	110	189	15.00	10.90	9.90	5.14	15.62	35.66	5.68	112.40	0.45	26.34	1.81	1.23	0.25	9.69
69	0574	4	1	Omasuyos	55	96	104	117	192	14.80	11.70	10.50	5.18	18.80	41.40	6.96	114.08	0.30	25.30	1.79	1.16	0.21	10.35
70	0575	4	1	Omasuyos	63	95	103	117	187	14.00	10.98	9.68	5.40	16.16	32.60	5.30	107.94	0.28	16.12	1.79	1.14	0.21	7.43
71	0576	4	1	Omasuyos	55	89	96	119	190	13.80	11.06	9.84	4.86	16.42	49.82	6.66	122.16	0.35	25.34	1.86	1.15	0.27	10.62
72	0577	4	1	Omasuyos	55	88	96	119	182	14.00	10.42	10.18	4.56	14.92	39.22	5.26	117.94	0.41	20.74	1.81	1.13	0.23	11.28
73	0578	4	1	Omasuyos	55	88	96	119	187	14.20	11.44	10.56	5.18	16.42	44.38	7.48	114.78	0.35	26.80	1.84	1.16	0.23	9.03
74	0579	4	1	Omasuyos	64	96	103	115	179	16.80	10.64	10.06	4.64	19.96	36.96	5.78	107.92	0.32	17.38	1.77	1.19	0.22	6.64
75	0580	4	1	Los Andes	55	96	104	115	192	14.60	11.36	11.50	5.90	15.72	39.36	6.18	100.22	0.23	15.78	1.87	1.13	0.24	9.03
76	0581	4	1	Los Andes	63	95	103	114	193	10.40	11.54	10.08	6.52	13.86	36.30	5.84	95.84	0.26	13.86	1.83	1.11	0.23	0.07
77	0582	4	1	Los Andes	72	97	105	117	196	10.00	9.98	8.26	4.88	10.84	27.20	4.02	78.00	0.30	8.04	1.73	1.14	0.23	8.89
78	0583	4	1	Los Andes	66	96	104	115	220	10.00	10.32	8.86	5.36	11.96	29.80	5.72	88.60	0.34	15.32	1.72	1.13	0.21	0.01
79	0584	4	1	Los Andes	73	96	105	117	195	9.60	10.42	9.30	5.50	12.36	30.00	5.98	92.00	0.30	12.72	1.80	1.13	0.23	7.70
80	0585	4	1	Los Andes	73	94	105	117	196	11.80	9.22	8.52	5.06	12.84	32.40	4.32	97.60	0.31	13.00	1.76	1.12	0.21	8.23
81	0586	4	1	Los Andes	64	93	101	110	187	12.60	10.26	10.22	5.48	11.00	30.88	4.20	91.30	0.40	13.06	1.88	1.24	0.26	9.95
82	0587	4	1	Los Andes	58	95	102	112	187	12.40	10.90	10.90	6.34	13.14	33.20	5.68	89.10	0.25	12.56	1.69	1.04	0.20	9.56
83	0589	4	1	Omasuyos	64	96	103	114	187	10.20	11.92	10.10	5.62	16.04	41.08	5.36	107.50	0.26	19.28	1.71	1.09	0.21	10.09
84	0590	4	1	Omasuyos	73	106	115	123	192	12.40	12.22	10.20	5.92	17.52	42.50	6.76	116.00	0.10	9.96	2.02	1.20	0.29	7.83
85	0592	4	1	Manco Kapac	75	107	115	130	216	17.80	9.54	10.62	5.90	14.72	27.80	5.78	114.00	0.24	11.36	1.88	1.18	0.30	11.95
86	0600	4	1	Manco Kapac	65	96	105	118	187	13.80	11.54	10.94	6.88	22.83	53.00	8.60	116.50	0.27	53.20	1.99	1.16	0.30	6.37
87	0601	4	1	Yunguyo	74	113	122	133	196	18.00	13.16	12.34	6.76	17.08	32.40	6.62	99.60	0.12	11.08	1.89	1.16	0.27	9.16
88	0627	3	8	Puno	72	101	108	118	196	14.00	10.56	9.32	5.18	13.38	32.60	6.64	74.20	0.12	6.08	1.61	1.00	0.18	8.10
89	0646	3	8	Chucuito	66	95	102	113	194	11.60	9.06	8.34	5.22	13.58	32.16	6.08	103.90	0.32	14.52	1.77	1.05	0.19	0.01
90	0647	3	8	Chucuito	70	96	104	115	187	11.80	11.80	10.74	6.94	15.86	41.46	7.26	112.54	0.28	21.84	1.75	1.05	0.19	0.01
91	0648	3	8	Chucuito	72	93	101	113	192	13.40	11.72	9.68	6.40	13.08	33.90	4.72	107.26	0.38	13.74	1.89	1.15	0.20	0.01
92	0649	3	8	Chucuito	70	93	102	113	177	10.40	12.00	10.08	6.40	13.38	30.36	4.08	92.56	0.29	9.48	1.94	1.23	0.21	0.01
93	0650	3	8	Chucuito	71	95	103	113	181	14.20	10.80	9.02	5.34	14.56	35.88	5.16	103.52	0.36	17.82	1.85	1.22	0.19	0.01
94	0651	3	8	Chucuito	75	102	113	128	174	11.80	10.52	8.92	5.40	17.32	42.04	6.16	104.10	0.39	27.62	1.78	1.03	0.20	0.01
95	0652	3	8	Chucuito	75	103	113	127	182	14.20	9.38	7.62	4.70	14.46	39.70	6.02	105.76	0.33	18.38	1.77	1.01	0.19	0.01

96	0653	3	8	Chucuito	76	104	113	127	187	11.20	11.44	9.70	5.44	18.72	45.28	6.20	112.62	0.45	34.82	1.72	1.02	0.18	0.01
97	0654	3	8	Chucuito	75	104	113	127	192	10.40	11.92	8.78	5.88	17.92	47.28	6.62	106.00	0.15	12.98	1.84	1.19	0.21	0.01
98	0655	3	8	Chucuito	75	102	112	124	182	13.80	10.34	9.58	5.22	11.56	31.60	4.48	98.40	0.27	9.00	1.92	1.16	0.19	0.01
99	0656	3	8	Chucuito	75	104	114	129	182	14.40	11.52	10.72	5.60	14.78	36.48	5.60	112.30	0.39	24.46	1.93	1.12	0.21	8.49
100	0657	3	8	Chucuito	56	92	98	107	172	18.60	11.86	11.86	6.00	18.76	44.30	6.58	106.60	0.29	29.40	1.89	1.10	0.24	9.16
101	0658	3	8	Chucuito	73	101	112	123	177	10.80	11.14	8.46	5.38	13.92	35.60	4.42	105.10	0.35	16.64	1.77	1.11	0.21	0.01
102	0659	3	8	Chucuito	73	94	102	113	177	12.20	9.68	9.04	4.56	12.14	31.50	4.06	98.20	0.39	14.68	1.79	1.16	0.20	0.01
103	0660	3	8	Chucuito	64	95	103	113	172	10.80	10.90	8.84	5.00	15.68	40.00	5.48	108.50	0.34	19.66	1.78	1.17	0.21	0.01
104	0661	3	8	Chucuito	66	94	103	113	172	12.00	9.58	8.66	4.80	14.92	38.60	5.18	100.60	0.27	13.24	1.83	1.16	0.19	0.01
105	0670	3	8	San Roman	65	103	114	129	174	12.40	8.76	8.06	5.12	11.56	35.28	4.56	92.80	0.39	13.34	2.04	1.20	0.26	2.39
106	0671	3	8	San Roman	72	97	105	116	172	14.00	8.72	7.62	4.84	12.30	33.10	4.30	94.90	0.40	15.02	2.04	1.22	0.25	5.57
107	0672	3	8	San Roman	72	95	103	113	177	10.80	9.12	8.48	4.74	11.82	37.20	4.76	92.80	0.43	17.66	2.06	1.25	0.26	7.96
108	0674	3	8	San Roman	68	94	102	115	181	11.80	9.40	9.00	4.64	12.76	38.10	4.80	106.00	0.37	15.40	1.85	1.18	0.20	0.01
109	0676	3	8	San Roman	72	103	113	125	181	14.20	10.06	9.88	5.64	10.38	34.30	5.50	89.90	0.18	4.90	1.95	1.08	0.23	0.01
110	0677	3	8	Chucuito	70	99	106	118	174	13.60	12.36	10.10	7.06	18.08	56.76	7.24	121.90	0.37	36.86	1.84	1.12	0.17	0.01
111	0678	3	8	Chucuito	63	94	102	115	174	9.80	11.46	9.48	5.08	18.66	55.04	7.94	115.00	0.41	48.70	2.00	1.18	0.27	1.99
112	0679	3	8	Chucuito	66	97	105	115	172	12.40	10.56	9.36	5.40	17.80	56.80	7.96	117.90	0.39	50.14	1.96	1.15	0.23	0.01
113	0682	3	8	Chucuito	64	94	102	112	171	12.80	10.12	9.20	5.50	18.80	47.80	7.58	119.40	0.45	11.04	2.01	1.25	0.24	0.01
114	0685	3	8	Chucuito	64	89	99	112	172	10.20	11.64	10.12	7.20	17.32	57.40	8.72	109.00	0.21	16.32	2.05	1.22	0.19	0.01
115	0686	3	8	Chucuito	58	89	97	106	172	8.60	11.06	9.10	5.82	15.42	61.80	6.62	116.90	0.34	42.66	1.95	1.12	0.22	0.01
116	0687	3	8	Chucuito	76	99	106	117	171	7.40	11.54	8.62	5.96	13.78	45.00	4.38	104.20	0.35	14.34	1.64	0.95	0.15	0.01
117	0688	3	8	Chucuito	66	95	103	113	180	6.80	10.30	8.34	5.00	13.48	51.80	6.28	115.60	0.29	17.66	1.67	1.09	0.17	0.01
118	0713	3	8	Chucuito	65	101	108	117	170	10.40	9.20	7.74	4.94	15.16	43.72	6.16	113.30	0.30	17.20	1.89	1.17	0.21	0.01
119	0714	3	8	Chucuito	55	95	103	115	170	9.60	9.04	6.92	4.94	16.18	49.60	6.18	110.40	0.42	26.96	1.84	1.13	0.21	0.01
120	0716	3	8	Chucuito	60	96	105	113	170	12.40	10.14	8.40	5.28	15.34	50.00	7.18	119.70	0.44	36.60	1.99	1.24	0.24	8.36
121	0717	3	8	Chucuito	55	83	94	106	167	8.80	9.82	8.10	4.70	12.12	38.40	4.42	91.20	0.35	11.32	1.69	1.08	0.16	0.01
122	0720	3	8	Chucuito	54	82	93	105	172	13.40	11.76	10.44	6.44	19.70	55.00	8.66	113.60	0.29	26.98	2.04	1.26	0.26	9.69
123	0721	3	8	Chucuito	51	76	92	104	167	12.60	10.00	8.70	5.10	16.48	47.60	6.66	106.50	0.42	35.78	1.95	1.16	0.28	0.01
124	0723	3	8	Chucuito	60	89	97	106	167	7.80	11.02	9.44	6.08	15.84	46.00	6.38	98.00	0.39	25.96	1.85	1.06	0.20	0.01
125	0727	3	8	Puno	60	89	96	109	190	15.80	11.80	11.70	6.26	15.46	42.80	6.86	112.30	0.41	31.68	2.49	1.16	0.25	4.65
126	0728	3	8	Puno	62	95	103	115	192	13.40	10.24	10.14	4.82	14.08	36.70	4.76	92.40	0.25	11.26	1.75	1.12	0.21	0.01
127	0731	3	8	Puno	73	97	105	115	179	16.80	12.54	10.84	5.02	13.50	29.20	4.26	100.60	0.14	5.38	1.88	1.13	0.24	9.03
128	0732	3	8	Puno	68	95	104	115	174	12.40	9.20	7.96	4.22	11.16	31.40	4.36	94.80	0.17	5.34	1.87	1.14	0.24	9.03
129	0733	3	8	Puno	75	96	104	115	177	8.00	11.22	9.22	5.88	13.04	38.40	5.92	104.00	0.19	9.88	1.76	1.14	0.21	4.11
130	0734	3	8	Puno	74	96	104	115	174	10.60	11.02	10.28	5.54	11.52	31.20	4.36	105.60	0.16	5.38	1.84	1.15	0.22	7.30

131	0735	3	8	Puno	72	94	103	111	180	11.40	10.28	8.12	4.92	10.32	27.60	3.92	94.40	0.18	7.34	1.80	1.08	0.22	6.64
132	0736	3	8	Puno	62	93	101	111	180	9.60	10.40	8.90	5.38	10.02	32.60	4.02	87.60	0.33	6.88	1.71	1.12	0.20	5.18
133	0737	3	8	Puno	62	92	103	115	182	12.80	10.92	10.12	5.60	10.26	31.60	4.80	97.40	0.19	5.76	1.82	1.02	0.21	9.69
134	0741	3	8	Puno	64	93	102	113	172	19.80	11.98	12.70	6.84	15.84	41.40	5.66	125.40	0.21	12.58	1.68	1.04	0.20	0.01
135	0742	3	8	Puno	64	93	102	113	179	15.20	11.50	10.88	6.76	12.94	40.00	4.16	103.00	0.23	8.10	1.70	1.10	0.19	3.32
136	0743	3	8	Puno	74	104	117	125	204	18.00	12.98	12.18	6.84	15.60	41.60	5.78	103.80	0.20	10.56	1.78	1.17	0.23	9.42
137	0744	3	8	Puno	64	95	110	122	207	17.40	12.22	11.32	6.12	15.02	36.20	5.64	109.40	0.22	16.36	1.87	1.15	0.24	10.88
138	0745	3	8	Puno	75	102	113	124	202	13.40	12.70	11.34	6.48	18.12	48.00	7.44	118.40	0.37	27.24	1.79	1.12	0.24	7.96
139	0747	3	8	Puno	75	105	109	123	204	12.80	12.00	11.30	5.54	15.00	31.75	5.40	83.00	0.28	14.50	1.80	1.03	0.21	6.64
140	0750	3	8	Puno	75	105	115	125	202	15.00	13.56	12.18	5.88	18.52	41.20	9.16	109.80	0.22	19.44	1.85	1.08	0.24	5.71
141	0761	3	8	Puno	62	95	102	113	190	12.40	12.40	10.62	7.12	19.13	39.33	7.63	87.67	0.24	39.33	2.06	1.19	0.33	10.09
142	0776	3	8	Puno	64	84	94	105	190	11.20	10.80	8.38	6.46	17.17	39.33	8.70	108.67	0.26	27.23	2.13	1.22	0.33	6.77
143	0778	3	8	Puno	69	94	104	115	202	9.80	11.10	8.94	4.32	17.17	38.00	7.97	105.33	0.27	19.90	1.85	1.17	0.22	8.49
144	0781	3	8	Puno	74	103	115	125	192	12.40	12.94	10.48	6.14	16.88	47.60	8.00	125.40	0.21	24.70	1.88	1.13	0.22	8.49
145	0782	3	8	Puno	62	94	103	115	192	11.00	8.88	7.62	3.76	10.40	27.33	4.23	78.33	0.31	7.53	1.88	1.23	0.26	7.96
146	0783	3	8	Puno	71	96	105	115	198	11.80	10.06	8.36	4.38	15.68	37.00	6.46	97.00	0.30	17.28	1.84	1.22	0.25	9.16
147	0785	3	8	Puno	74	97	104	115	186	4.00	10.80	8.84	4.68	19.24	48.80	7.98	121.60	0.35	38.32	1.80	1.09	0.19	10.88
148	0786	3	8	Puno	75	104	115	125	192	14.40	12.50	10.76	6.12	18.76	54.20	8.80	133.80	0.28	32.76	1.84	1.12	0.21	9.69
149	0787	3	8	Puno	75	104	115	126	190	12.00	10.60	8.78	5.42	17.76	34.20	6.12	115.20	0.29	19.98	2.06	1.13	0.29	6.77
150	0789	3	8	Puno	77	109	118	130	197	12.60	12.28	9.60	7.14	20.64	43.80	8.24	120.20	0.30	16.60	1.87	1.07	0.22	9.16
151	0791	3	8	Puno	75	105	114	123	202	19.40	9.50	8.62	5.64	15.76	32.60	7.36	126.40	0.21	18.58	1.78	1.15	0.21	9.82
152	0792	3	8	Puno	77	105	115	125	192	11.80	12.08	9.16	5.62	16.68	43.40	6.50	117.60	0.24	15.44	1.61	0.90	0.15	9.29
153	0793	3	8	Puno	74	103	117	127	194	13.60	13.10	11.84	6.58	12.68	40.20	5.32	117.00	0.29	14.70	1.89	1.19	0.23	9.16
154	0794	3	8	Puno	72	97	104	115	184	13.40	11.68	10.88	5.26	17.22	43.80	6.80	119.00	0.32	26.54	1.78	1.06	0.20	0.01
155	0795	3	8	Puno	72	94	103	113	186	13.00	13.00	10.90	5.04	16.90	39.80	4.80	110.60	0.38	20.14	1.86	1.15	0.23	7.96
156	0796	3	8	Puno	69	102	112	122	194	13.60	10.48	9.80	5.34	12.66	41.00	5.26	111.80	0.37	19.48	1.75	1.05	0.19	8.63
157	0797	3	8	Puno	68	96	104	115	177	6.00	10.02	6.80	5.26	12.06	41.40	5.14	108.40	0.41	20.78	1.63	0.98	0.14	0.01
158	0798	3	8	Puno	62	95	104	115	186	11.60	10.12	8.84	5.44	12.64	43.80	5.00	116.20	0.26	21.00	1.74	1.14	0.19	0.01
159	0799	3	8	Puno	61	95	104	115	194	14.00	9.66	9.76	4.56	13.00	35.20	5.96	105.00	0.28	12.18	1.90	1.09	0.20	10.22
160	0800	3	8	Puno	62	95	104	115	186	14.80	10.26	9.68	5.48	15.48	39.40	6.92	117.80	0.29	20.76	1.94	1.15	0.28	8.10
161	0801	3	8	Puno	64	93	104	115	186	14.00	10.26	9.52	5.06	13.40	41.80	6.44	117.40	0.34	17.82	1.79	1.00	0.17	7.83
162	0802	3	8	Puno	64	94	104	115	186	13.40	12.36	10.62	5.70	14.16	37.40	4.98	96.60	0.30	16.50	1.91	1.19	0.24	6.77
163	0803	3	8	Puno	64	95	104	115	186	15.80	10.02	10.54	5.58	14.70	40.80	6.66	117.20	0.22	15.20	1.90	1.15	0.26	8.23
164	0804	3	8	Chucuito	62	89	101	115	180	10.60	10.40	8.56	6.40	16.50	43.40	7.32	112.00	0.30	22.10	1.71	1.04	0.19	0.01
165	0805	3	8	Chucuito	62	89	97	112	180	8.80	11.42	8.32	6.84	17.12	50.60	7.06	120.20	0.35	31.30	1.78	1.10	0.20	0.01

166	0811	3	8	Chucuito	62	89	98	113	180	10.20	12.94	10.10	6.26	14.86	44.00	5.26	109.00	0.29	16.20	1.82	1.17	0.20	0.01
167	0812	3	8	Chucuito	62	89	98	113	177	13.20	13.08	10.14	6.02	15.60	49.60	7.32	129.60	0.45	25.20	1.76	1.10	0.18	0.01
168	0813	3	8	Chucuito	62	89	97	106	186	10.40	11.52	10.46	5.84	16.02	49.00	6.14	122.60	0.44	41.70	1.91	1.17	0.25	0.01
169	0816	3	8	Chucuito	62	93	102	113	180	9.80	9.52	9.00	5.26	16.48	45.80	8.32	121.80	0.37	36.08	1.82	1.02	0.22	0.01
170	0817	3	8	Chucuito	55	89	96	106	177	11.20	10.00	9.44	4.90	14.16	40.80	5.28	110.80	0.40	23.78	1.74	1.12	0.19	10.22
171	0818	3	8	Chucuito	64	94	103	114	180	11.60	10.94	9.52	5.46	14.68	45.40	5.78	119.80	0.32	34.78	1.68	1.06	0.17	0.01
172	0821	3	8	Chucuito	71	94	103	115	174	13.00	10.74	10.84	5.18	18.54	42.80	6.52	129.00	0.30	21.42	1.74	1.18	0.20	2.52
173	0822	3	8	Chucuito	71	94	103	115	186	16.60	9.98	9.82	5.88	16.38	39.60	6.98	124.60	0.30	19.44	1.86	1.13	0.21	8.63
174	0823	3	8	Chucuito	62	96	104	115	190	12.80	10.98	10.54	6.48	17.70	46.20	8.26	129.20	0.34	30.36	1.92	1.11	0.24	7.70
175	0824	3	8	Chucuito	55	88	96	106	172	15.40	9.56	7.76	4.24	13.46	39.40	5.90	104.20	0.46	18.68	1.84	1.15	0.23	0.01
176	0825	3	8	Chucuito	60	92	102	113	190	22.40	11.62	12.16	6.14	17.28	35.00	7.18	116.00	0.35	37.32	1.89	1.22	0.26	8.63
177	0826	3	8	Chucuito	54	88	96	106	190	10.60	10.20	9.34	4.58	13.50	35.00	5.06	107.20	0.43	20.14	1.83	1.14	0.24	6.24
178	0828	3	8	Yunguyo	64	89	96	106	184	9.40	10.98	8.20	7.24	16.68	38.00	7.96	101.20	0.32	20.80	1.77	0.98	0.17	0.01
179	0829	3	8	Yunguyo	55	89	97	106	190	18.60	11.26	10.82	6.26	14.90	40.40	6.12	102.20	0.36	27.00	1.93	1.22	0.26	8.36
180	0830	3	8	Yunguyo	61	90	98	111	188	17.80	13.10	12.46	6.94	13.14	38.60	4.58	116.60	0.44	26.46	1.73	1.12	0.20	0.01
181	0831	3	8	Yunguyo	60	88	96	106	180	13.20	12.50	10.80	6.84	14.10	37.80	5.10	108.40	0.40	23.14	1.96	1.24	0.27	0.01
182	0832	3	8	Yunguyo	53	87	95	106	172	8.40	10.94	8.82	5.00	12.16	32.40	4.64	97.60	0.40	14.02	1.86	1.16	0.18	6.90
183	0833	3	8	Yunguyo	55	87	95	106	177	12.80	10.82	10.56	5.70	10.88	32.00	4.54	99.80	0.43	15.80	2.09	1.31	0.30	0.01
184	0834	3	8	Chucuito	52	88	95	106	180	11.00	9.86	8.70	5.34	15.00	37.20	5.46	102.40	0.33	15.44	1.67	1.13	0.20	0.01
185	0835	3	8	Chucuito	61	89	96	106	177	5.20	13.12	8.74	7.82	12.12	36.80	5.92	85.80	0.40	18.80	1.67	1.04	0.16	0.01
186	0836	3	8	Chucuito	60	90	96	106	184	10.40	10.80	10.12	6.34	14.38	33.20	5.08	95.20	0.40	15.82	1.84	1.17	0.22	0.01
187	0837	3	8	Chucuito	53	88	97	108	177	11.60	9.20	7.90	4.88	13.90	41.00	5.42	100.40	0.28	22.78	2.12	1.31	0.30	0.01
188	0838	3	8	Chucuito	74	96	105	115	174	13.00	10.50	9.34	5.62	13.62	36.40	5.26	94.20	0.36	17.08	1.75	1.16	0.19	0.01
189	0839	3	8	Chucuito	74	111	119	126	174	11.00	10.26	8.32	6.34	13.22	43.20	4.36	104.40	0.39	17.08	1.67	1.12	0.18	0.01
190	0840	3	8	Chucuito	73	99	106	115	187	8.00	9.90	8.70	5.16	10.50	37.20	5.90	98.80	0.38	11.50	1.75	1.15	0.19	0.01
191	0841	3	8	Chucuito	72	96	104	115	187	10.40	11.62	9.74	6.18	11.72	39.80	3.86	100.00	0.23	8.74	1.83	1.17	0.24	0.01
192	0842	3	8	Chucuito	68	89	95	116	187	11.40	10.44	9.14	5.42	13.32	44.20	5.12	98.60	0.19	8.78	1.88	1.18	0.24	0.01
193	0843	3	8	Chucuito	68	93	102	113	187	7.20	9.98	7.90	6.10	9.70	33.00	3.60	91.00	0.30	5.32	1.77	1.04	0.20	0.01
194	0845	3	8	Chucuito	52	89	96	106	184	14.20	10.32	8.06	6.26	12.80	41.60	4.70	106.80	0.14	6.04	1.94	1.22	0.28	9.29
195	0847	3	8	Chucuito	62	93	102	113	180	16.80	11.40	9.56	5.92	12.64	43.20	5.34	106.40	0.36	17.42	1.96	1.16	0.25	2.65
196	0848	3	8	Chucuito	62	89	96	116	172	7.60	9.86	7.54	5.10	13.24	33.60	3.96	85.40	0.26	7.48	1.83	1.00	0.17	0.01
197	0849	3	8	Chucuito	72	93	102	113	180	4.20	9.48	7.06	4.64	11.22	36.00	4.42	91.20	0.28	10.98	1.80	1.05	0.21	0.01
198	0854	3	8	Chucuito	68	92	102	117	192	10.80	12.60	11.20	6.62	14.34	45.00	5.96	100.20	0.15	8.46	1.70	1.05	0.18	0.01
199	0857	3	8	Chucuito	72	94	104	115	180	8.60	11.54	9.40	5.72	14.60	46.33	7.33	93.67	0.39	18.84	1.73	1.07	0.19	0.01
200	0858	3	8	Chucuito	74	95	109	107	192	11.00	10.94	9.86	5.28	14.48	48.25	7.45	103.50	0.37	22.68	1.98	1.25	0.27	0.01

201	0861	3	8	Chucuito	64	94	103	113	180	10.00	12.36	9.74	6.66	14.82	50.80	6.22	101.40	0.44	23.36	1.69	1.06	0.21	0.01
202	0862	3	8	Chucuito	73	93	103	113	180	14.00	13.12	12.30	7.70	15.88	44.00	6.43	98.00	0.33	22.64	1.95	1.18	0.29	8.10
203	0863	3	8	Chucuito	64	93	102	113	186	14.60	13.24	11.32	6.48	18.90	46.75	8.80	103.00	0.26	28.40	1.92	1.29	0.30	0.01
204	0873	3	8	Chucuito	77	105	115	125	192	11.00	13.96	13.40	6.04	17.20	40.75	9.38	80.00	0.28	35.33	1.77	1.16	0.21	0.01
205	0881	3	8	Chucuito	71	95	104	117	182	11.40	12.46	9.34	5.22	16.82	49.60	7.94	111.20	0.24	27.06	1.63	1.03	0.16	0.01
206	0882	3	8	Chucuito	74	96	105	115	180	4.40	11.36	9.12	6.48	15.58	36.25	7.23	82.75	0.28	17.72	1.79	1.12	0.22	0.01
207	0884	3	8	Chucuito	70	94	103	117	190	12.20	12.86	10.92	5.36	15.47	39.33	5.77	88.00	0.18	12.13	1.81	1.12	0.21	0.01
208	0891	3	8	Yunguyo	62	88	96	117	174	4.80	9.64	6.88	5.94	14.58	47.80	6.58	97.00	0.23	14.70	1.72	1.05	0.20	0.01
209	0893	3	8	Chucuito	52	79	86	97	186	10.80	11.28	9.70	5.24	16.70	53.40	8.98	103.60	0.29	34.38	2.15	1.22	0.17	8.10
210	0894	3	8	Chucuito	75	103	109	123	172	11.80	11.94	11.08	6.42	19.26	56.20	7.98	128.40	0.46	78.44	2.07	1.25	0.24	0.01
211	0895	3	8	Yunguyo	72	96	104	120	172	11.20	10.78	8.68	5.02	14.10	45.80	4.88	110.40	0.47	32.42	1.74	1.08	0.20	0.01
212	0898	3	8	Puno	64	96	104	115	186	10.00	9.56	8.00	4.20	13.84	40.80	5.32	111.00	0.29	15.48	1.83	1.19	0.26	10.22
213	0899	3	8	Puno	68	94	103	115	186	11.60	10.42	8.94	4.96	15.58	48.00	6.74	116.40	0.32	23.84	1.83	1.10	0.24	5.04
214	0901	3	8	Puno	72	96	104	115	186	13.40	10.66	9.14	5.30	17.90	55.80	7.56	118.80	0.29	25.70	1.81	1.07	0.22	6.11
215	0902	3	8	Puno	74	106	118	127	192	13.20	13.44	11.30	6.58	18.28	59.80	7.50	133.20	0.37	47.32	1.80	1.11	0.17	0.01
216	0903	3	8	Puno	71	96	105	115	182	14.00	10.48	8.98	5.00	15.60	53.20	6.04	116.40	0.36	36.54	1.71	1.08	0.18	9.56
217	0904	3	8	Puno	75	104	115	125	182	6.20	11.90	7.82	6.38	20.44	48.00	6.98	112.80	0.29	35.92	1.76	1.08	0.18	0.01
218	0905	3	8	Puno	77	103	113	124	192	15.00	13.22	11.18	7.44	16.66	46.20	7.40	124.60	0.30	37.46	1.84	1.12	0.20	0.01
219	0906	3	8	Puno	78	103	113	124	177	9.20	11.24	9.94	5.62	16.32	42.40	6.60	118.60	0.35	36.04	1.97	1.12	0.25	0.01
220	0907	3	8	Puno	75	105	117	125	186	15.00	13.14	11.18	7.26	19.78	66.80	7.52	146.80	0.34	47.92	1.68	1.06	0.17	0.01
221	0908	3	8	Puno	74	103	113	124	190	9.20	11.72	10.08	6.02	13.08	38.80	5.72	113.00	0.14	7.72	1.71	1.03	0.19	0.01
222	0909	3	8	Puno	75	103	113	124	186	13.80	13.24	11.84	6.26	17.96	58.60	6.88	125.80	0.32	37.28	1.83	1.12	0.21	9.29
223	0910	3	8	Puno	73	103	113	124	180	13.80	11.82	10.74	6.22	18.02	60.00	7.24	125.60	0.31	28.72	1.72	1.14	0.17	0.01
224	0911	3	8	Puno	74	105	119	126	192	11.00	12.80	10.14	6.24	13.76	42.40	5.28	102.80	0.14	8.53	1.73	1.11	0.20	0.40
225	0912	3	8	Puno	62	94	103	115	190	8.20	10.48	8.22	4.86	13.64	39.40	5.80	114.00	0.35	40.54	1.81	1.22	0.24	5.97
226	0913	3	8	Puno	73	94	103	115	190	13.00	11.80	10.76	6.68	17.60	62.80	8.08	135.60	0.37	45.64	1.79	1.15	0.23	7.57
227	0915	3	8	Puno	69	94	103	115	190	12.20	10.38	9.96	5.58	16.34	50.00	6.34	121.40	0.33	30.54	1.81	1.22	0.20	0.01
228	0916	3	8	Puno	72	97	105	117	190	12.40	12.78	11.08	6.74	18.38	42.60	6.44	123.00	0.25	32.58	1.74	1.16	0.19	0.01
229	0917	3	8	Puno	75	104	113	125	198	17.80	12.72	12.56	7.96	21.02	57.40	9.16	130.00	0.22	46.62	1.77	1.07	0.18	0.01
230	0918	3	8	Puno	64	93	113	125	190	9.80	12.86	11.06	6.42	17.04	49.80	6.96	112.40	0.37	36.54	1.72	1.05	0.19	11.28
231	0919	3	8	Puno	70	93	103	115	192	10.40	13.76	11.68	7.46	22.20	63.00	8.42	127.20	0.25	39.52	1.85	1.09	0.18	7.30
232	0920	3	8	Puno	64	93	103	115	190	13.60	12.86	12.24	6.58	14.46	47.00	6.12	109.60	0.34	24.72	1.75	1.12	0.16	0.01
233	0921	3	8	Puno	64	94	103	115	194	11.00	9.84	8.62	4.44	13.08	41.80	5.38	98.60	0.35	17.56	1.83	1.17	0.18	6.37
234	0922	3	8	Puno	64	96	104	115	198	11.80	11.12	9.92	5.76	15.90	52.20	6.48	120.80	0.29	25.82	1.82	1.10	0.19	10.22
235	0923	3	8	Puno	64	89	97	110	198	9.80	12.98	10.38	7.74	19.80	68.00	10.06	137.80	0.33	51.94	1.85	1.21	0.21	2.52

236	0924	3	8	Puno	64	95	104	115	200	13.80	11.58	11.50	5.60	14.02	45.20	5.60	123.60	0.23	14.60	1.79	1.15	0.19	6.37
237	0925	3	8	Puno	73	93	102	115	194	12.20	11.34	9.74	6.24	13.72	38.20	4.94	123.00	0.32	20.22	1.74	1.11	0.21	0.01
238	0926	3	8	Puno	72	93	107	119	216	13.20	12.80	11.08	7.12	17.73	57.00	5.90	118.33	0.45	55.93	1.79	1.21	0.20	0.01
239	0927	3	8	Puno	68	96	105	117	194	9.40	12.70	11.12	6.50	23.46	65.40	9.98	131.00	0.34	71.10	1.84	1.08	0.19	3.85
240	0928	3	8	Puno	72	104	118	126	187	13.20	11.06	10.00	6.06	16.80	47.40	6.54	125.40	0.30	27.14	1.80	1.02	0.18	7.96
241	0929	3	8	Puno	72	95	104	115	177	10.60	10.42	9.58	5.90	13.98	51.00	5.48	110.00	0.25	14.14	1.79	1.05	0.17	0.01
242	0930	3	8	Puno	70	93	103	115	177	13.40	11.46	10.26	4.72	15.22	58.00	7.00	121.40	0.31	23.06	1.84	1.02	0.21	0.01
243	0931	3	8	Puno	72	97	106	117	186	15.40	9.78	9.46	4.36	14.52	43.80	5.94	116.20	0.27	20.30	1.83	1.17	0.22	8.36
244	0932	3	8	Puno	72	93	102	115	172	10.00	11.08	10.60	5.98	18.62	47.00	6.78	108.20	0.38	38.76	2.00	1.18	0.31	0.01
245	0933	3	8	Puno	64	93	103	115	177	11.80	9.82	9.14	6.02	15.44	59.40	8.80	122.80	0.28	32.32	1.77	1.15	0.20	0.01
246	0934	3	8	Puno	60	87	95	108	172	11.40	8.92	9.20	5.66	15.20	48.40	6.58	110.20	0.21	17.80	1.96	1.23	0.29	10.49
247	0935	3	8	Puno	62	93	105	117	174	13.20	11.42	10.90	6.20	14.02	52.60	6.18	123.20	0.35	32.46	1.66	1.08	0.19	0.66
248	0936	3	8	Puno	60	97	105	117	171	8.20	10.90	8.80	6.48	14.72	45.00	5.90	113.00	0.31	20.82	1.76	1.00	0.16	0.01
249	0937	3	8	Puno	49	88	94	107	171	9.00	9.60	7.74	4.64	14.04	47.40	5.80	101.40	0.27	20.92	1.74	1.11	0.19	0.01
250	0938	3	8	Puno	52	89	96	108	184	12.20	11.06	10.30	5.10	15.40	55.60	6.28	118.80	0.30	27.34	1.75	1.09	0.20	8.49
251	0940	3	8	Puno	61	89	96	108	186	14.80	11.26	10.40	6.52	15.42	57.40	6.94	114.20	0.46	52.92	1.81	1.16	0.25	9.03
252	0941	3	8	Puno	62	93	103	115	184	12.00	11.50	10.16	6.52	17.08	54.00	7.74	122.40	0.31	40.14	1.78	1.19	0.23	0.01
253	0942	3	8	Puno	62	93	104	115	184	9.00	10.34	9.22	5.06	14.80	43.80	5.82	115.40	0.34	25.66	1.87	1.20	0.24	2.65
254	0943	3	8	Puno	71	95	105	117	184	14.60	10.64	9.54	5.24	15.68	51.80	7.54	118.40	0.44	49.16	1.73	1.13	0.19	7.70
255	0944	3	8	Puno	72	101	112	121	180	13.40	11.18	10.48	5.94	17.14	54.80	7.28	132.40	0.41	47.78	1.83	1.17	0.21	0.01
256	0945	3	8	Puno	62	89	97	108	180	13.00	9.86	8.92	4.46	16.16	49.20	5.86	108.60	0.41	30.20	1.81	1.13	0.23	9.42
257	0946	3	8	Puno	62	89	97	108	180	11.60	10.64	8.52	4.64	13.28	43.00	4.50	102.60	0.37	20.46	1.86	1.22	0.25	8.36
258	0947	3	8	Puno	64	94	103	115	180	14.00	11.78	10.92	7.36	17.98	57.60	8.62	117.40	0.27	29.36	1.75	1.06	0.17	0.01
259	0948	3	8	Puno	52	78	103	111	190	15.00	12.82	11.54	6.60	13.18	48.40	6.40	121.00	0.25	16.80	1.67	1.09	0.15	1.46
260	0949	3	8	Puno	51	80	89	96	190	13.80	12.44	11.40	5.78	16.74	52.00	6.68	130.80	0.33	27.30	1.77	1.05	0.20	10.88
261	0950	3	8	Puno	50	73	83	89	187	11.60	12.36	10.28	6.04	16.54	44.40	5.12	120.00	0.39	28.02	1.71	1.07	0.19	5.57
262	0951	3	8	Puno	73	95	105	115	186	10.00	12.44	9.86	5.46	15.90	51.20	6.16	114.60	0.35	21.76	1.79	1.12	0.18	7.96
263	0952	3	8	Puno	73	95	105	121	192	18.00	11.80	11.62	6.02	14.62	42.00	4.96	119.40	0.32	20.78	1.75	1.17	0.19	0.01
264	0953	3	8	Puno	68	89	96	113	190	11.60	9.44	8.70	5.22	13.96	51.40	6.42	120.00	0.16	10.00	1.76	1.13	0.16	0.01
265	0954	3	8	Puno	71	96	104	116	192	17.20	12.06	10.42	6.34	18.50	55.60	7.20	122.00	0.32	33.92	1.83	1.20	0.20	0.01
266	0955	3	8	Puno	62	95	105	117	186	17.40	11.72	10.34	6.54	17.76	48.80	6.10	113.40	0.39	34.34	1.89	1.21	0.25	0.01
267	0956	3	8	Puno	62	90	98	113	182	7.80	10.34	8.82	5.32	19.06	47.60	7.62	105.60	0.20	16.58	1.87	1.21	0.23	8.10
268	0957	3	8	Puno	62	89	96	108	190	11.40	12.58	10.18	5.94	18.16	60.20	7.00	118.40	0.39	34.26	1.89	1.23	0.24	7.43
269	0958	3	8	Puno	62	91	101	112	192	8.60	11.82	9.84	7.18	15.12	48.60	6.16	111.60	0.37	24.24	1.99	1.27	0.24	8.36
270	0959	3	8	Puno	62	91	101	112	199	9.80	10.76	9.76	5.26	18.58	40.80	7.08	112.80	0.17	8.82	1.94	1.26	0.21	0.01

271	0960	3	8	Puno	68	111	117	125	204	12.40	10.94	8.82	5.90	14.86	40.20	5.14	116.20	0.17	9.16	1.76	1.20	0.21	0.01
272	0962	3	8	Puno	70	102	118	123	204	25.40	13.46	13.70	7.20	19.40	46.20	7.00	127.60	0.15	15.50	1.74	1.19	0.19	0.01
273	0963	3	8	Puno	71	103	110	120	204	15.60	13.68	13.12	7.06	16.32	46.40	6.82	114.40	0.17	13.22	2.25	1.17	0.22	6.37
274	0967	3	8	Puno	64	93	102	113	199	14.20	14.88	11.32	8.38	20.50	67.60	10.34	125.40	0.21	31.44	1.83	1.20	0.21	0.01
275	0968	3	8	Puno	68	102	112	124	207	12.80	15.54	13.40	7.34	21.08	65.00	9.06	121.40	0.16	22.04	1.85	1.19	0.21	7.96
276	0973	3	8	Puno	72	102	115	120	197	10.60	13.30	11.04	5.88	17.97	38.67	6.97	102.00	0.21	22.07	1.92	1.28	0.25	7.03
277	0975	3	8	Puno	62	94	103	115	201	11.20	12.96	11.16	6.36	14.72	36.60	5.90	82.60	0.38	23.66	1.98	1.25	0.24	0.01
278	0979	3	8	Puno	77	110	117	126	190	11.80	11.46	10.68	6.14	18.58	36.80	6.92	94.00	0.22	20.74	1.83	1.13	0.19	0.01
279	0980	3	8	Puno	74	97	104	118	190	17.80	13.78	12.28	7.52	17.85	50.50	9.00	103.50	0.26	33.65	1.81	1.24	0.24	9.69
280	0981	3	8	Puno	73	92	100	113	182	8.80	10.34	8.78	6.24	13.92	36.60	5.40	93.60	0.39	21.96	2.05	1.26	0.25	4.65
281	0982	3	8	Puno	62	90	96	108	186	9.00	11.18	9.46	6.08	14.88	46.60	6.70	93.80	0.28	20.14	1.71	1.07	0.19	7.96
282	0986	3	8	Puno	62	93	101	115	210	8.20	14.24	11.30	7.34	19.60	55.50	10.15	108.50	0.16	28.18	2.08	1.32	0.33	0.01
283	0993	3	8	Puno	60	94	103	115	197	8.80	11.20	9.56	5.64	16.07	45.00	7.30	88.33	0.32	24.93	2.03	1.17	0.26	6.11
284	0994	3	8	Puno	71	96	104	115	210	12.00	13.94	12.12	6.70	15.15	42.25	6.68	98.50	0.15	9.42	1.83	1.07	0.22	0.01
285	0995	3	8	Puno	67	94	104	115	218	9.60	15.16	12.60	7.36	20.63	52.00	7.97	115.00	0.28	36.63	2.10	1.28	0.27	0.01
286	0998	3	8	Puno	74	94	103	115	194	12.80	11.40	9.02	5.24	15.80	44.50	10.43	104.00	0.11	11.78	1.87	1.06	0.17	8.76
287	1000	3	8	Puno	74	102	116	123	186	10.60	12.86	9.52	5.84	16.64	56.40	9.92	110.20	0.28	26.70	1.92	1.14	0.20	7.70
288	1001	3	8	Puno	72	104	118	125	177	10.00	12.52	9.54	6.62	18.42	53.20	8.20	120.40	0.39	46.62	1.69	1.06	0.17	0.01
289	1005	3	8	Puno	75	104	119	134	186	14.80	11.68	10.22	6.28	14.48	51.60	6.60	117.20	0.31	24.04	1.85	1.03	0.19	12.48
290	1007	3	8	Puno	72	96	104	115	184	7.20	12.32	10.86	7.74	14.94	49.20	6.30	120.40	0.39	28.72	1.94	1.07	0.22	0.01
291	1008	3	8	Puno	64	99	119	129	186	10.40	12.02	10.08	6.66	14.67	42.33	7.90	119.33	0.25	26.40	1.83	1.19	0.21	0.01
292	1010	3	8	Puno	74	102	115	125	177	9.20	11.08	10.02	5.22	20.18	47.00	6.74	117.80	0.32	25.68	1.79	1.18	0.22	0.01
293	1012	3	8	Puno	64	93	103	117	180	13.20	11.00	9.58	5.20	18.46	54.40	8.70	116.40	0.33	42.02	1.80	1.12	0.20	0.01
294	1015	3	8	Puno	75	103	117	125	170	9.40	7.96	7.02	5.56	12.70	47.20	6.48	109.60	0.32	15.58	1.93	1.03	0.60	0.01
295	1016	3	8	Puno	74	102	116	124	190	11.80	9.88	7.80	5.26	14.00	39.20	6.56	97.80	0.19	14.60	1.85	1.10	0.20	0.01
296	1018	3	8	Puno	64	94	104	115	177	4.00	11.86	9.22	5.88	14.92	50.60	6.90	107.80	0.32	21.14	2.01	1.26	0.26	0.01
297	1019	3	8	Puno	54	92	101	111	172	8.80	12.62	9.42	5.44	15.42	42.00	7.68	140.80	0.19	17.68	2.01	1.00	0.25	8.76
298	1020	3	8	Puno	60	91	98	108	182	13.20	10.44	8.90	5.28	12.42	36.80	5.40	98.80	0.30	15.00	1.80	1.17	0.23	0.01
299	1021	3	8	Puno	68	94	103	115	192	17.00	12.56	11.14	6.74	15.00	46.60	10.10	116.00	0.16	11.32	1.73	1.03	0.21	0.01
300	1022	3	8	Puno	68	91	97	112	186	10.60	10.92	9.14	6.88	16.62	52.20	6.60	122.80	0.32	17.40	1.71	1.16	0.21	0.01
301	1023	3	8	Puno	67	94	103	115	180	15.00	9.00	8.22	5.20	13.96	34.80	5.62	99.80	0.27	11.66	1.60	1.05	0.17	0.01
302	1024	3	8	Puno	68	102	118	126	190	12.40	12.36	11.44	6.56	16.60	42.40	6.56	105.80	0.27	22.18	1.64	1.05	0.18	6.64
303	1025	3	8	Puno	62	89	96	111	186	10.00	11.06	8.70	5.90	13.60	40.20	4.68	102.60	0.27	17.40	1.77	1.07	0.20	9.03
304	1026	3	8	Puno	62	91	98	112	172	8.80	8.96	8.96	5.94	12.58	38.60	5.06	80.60	0.43	19.26	1.71	1.09	0.20	0.01
305	1027	3	8	Puno	68	93	103	115	180	8.00	9.34	8.14	4.66	12.98	34.80	4.24	83.00	0.42	15.82	2.00	1.22	0.29	0.01

306	1028	3	8	Puno	60	87	94	108	182	5.60	10.56	6.98	6.08	13.86	44.60	5.44	94.40	0.46	21.64	1.74	1.11	0.22	0.01
307	1029	3	8	Melgar	64	91	98	113	186	9.80	9.84	8.96	5.82	11.88	45.80	5.26	93.00	0.26	11.32	1.72	1.15	0.21	0.01
308	1030	3	8	Melgar	68	91	98	113	186	11.80	11.02	10.02	5.88	13.78	45.80	4.94	110.80	0.37	25.08	1.94	1.26	0.31	5.18
309	1031	3	8	Melgar	72	102	115	127	180	14.80	10.12	8.90	5.56	14.02	37.40	4.94	106.40	0.45	23.00	2.07	1.13	0.28	0.01
310	1032	3	8	Melgar	64	89	96	105	180	8.00	10.06	9.18	5.34	16.42	47.20	6.92	101.20	0.40	32.92	1.81	1.16	0.24	0.80
311	1033	3	8	Puno	62	89	96	105	170	8.00	8.18	6.94	4.62	12.92	32.80	4.24	82.80	0.33	12.08	1.65	1.05	0.19	0.01
312	1034	3	8	Puno	64	91	97	118	170	14.60	9.54	8.28	4.66	17.36	41.40	6.66	112.60	0.43	39.52	1.82	1.18	0.22	0.01
313	1035	3	8	Puno	72	91	98	108	177	13.80	10.66	9.86	5.26	15.90	42.60	5.02	104.40	0.45	29.42	1.85	1.18	0.25	0.01
314	1036	3	8	Puno	60	88	95	105	174	11.60	10.16	8.96	4.98	11.98	42.40	5.80	116.60	0.46	24.10	1.89	1.16	0.25	0.01
315	1037	3	8	Puno	67	93	102	115	177	11.40	11.30	9.28	6.36	16.02	51.40	6.82	124.80	0.39	44.68	1.99	1.19	0.29	0.01
316	1041	3	8	Puno	62	94	103	115	174	12.40	11.04	9.62	5.98	13.20	43.80	6.20	110.40	0.44	25.64	1.90	1.15	0.25	0.01
317	1042	3	8	Puno	56	104	118	127	180	11.60	11.58	10.74	5.96	13.32	43.80	5.56	124.00	0.44	22.26	1.98	1.08	0.26	6.64
318	1043	3	8	Puno	53	89	96	108	174	11.60	11.22	10.30	5.56	16.74	52.80	6.84	120.40	0.47	59.06	1.73	1.11	0.21	7.03
319	1044	3	8	Puno	60	89	96	108	180	9.40	12.02	10.40	6.42	13.12	41.00	5.40	112.60	0.41	20.10	1.80	1.17	0.25	6.67
320	1045	3	8	Puno	55	89	96	108	172	9.20	10.40	9.26	4.62	14.44	45.40	5.02	111.20	0.39	19.74	1.73	1.14	0.22	0.01
321	1046	3	8	Puno	51	88	94	108	174	10.20	10.80	8.46	6.18	16.48	51.80	6.44	114.80	0.41	47.86	1.96	1.19	0.29	0.01
322	1047	3	8	Puno	49	88	95	110	174	12.00	10.14	8.92	4.86	13.04	32.16	4.98	105.00	0.31	15.32	1.78	1.16	0.26	0.01
323	1048	3	8	Puno	56	88	95	110	172	7.40	9.88	7.92	4.86	14.62	38.60	4.52	106.00	0.37	14.62	1.70	1.01	0.17	0.01
324	1050	3	8	Puno	49	88	94	108	169	7.20	9.46	6.98	3.40	15.06	36.00	5.38	89.40	0.32	14.20	1.76	1.14	0.22	0.01
325	1054	3	8	Puno	54	88	94	108	169	9.80	9.14	7.16	4.62	13.08	39.00	5.00	106.60	0.38	14.36	1.74	1.08	0.22	0.01
326	1055	3	8	Puno	53	89	96	110	177	7.80	12.02	9.42	6.74	14.10	47.60	7.20	115.20	0.35	21.42	1.68	1.02	0.20	0.01
327	1057	3	8	Puno	55	89	96	110	172	9.00	8.72	7.72	4.74	12.78	39.60	5.86	85.80	0.37	16.88	1.84	1.15	0.22	0.01
328	1058	3	8	Puno	56	88	95	111	172	8.20	10.22	8.72	5.62	12.14	35.40	4.72	92.40	0.40	15.52	1.64	0.99	0.17	0.01
329	1059	3	8	Puno	56	88	95	111	174	12.00	10.46	8.70	5.40	14.98	41.60	5.50	100.40	0.36	22.96	1.70	1.06	0.18	0.01
330	1060	3	8	Puno	68	101	106	118	177	13.00	11.66	9.88	6.26	21.38	54.20	7.88	117.60	0.32	45.52	1.74	1.05	0.19	0.01
331	1061	3	8	Puno	64	92	99	118	186	12.60	12.38	9.52	6.66	20.36	56.20	7.66	128.80	0.32	38.44	1.74	1.05	0.19	0.01
332	1062	3	8	Puno	75	103	112	120	186	13.60	13.00	9.94	6.58	14.52	41.40	5.82	107.20	0.42	26.14	1.70	1.10	0.19	5.57
333	1063	3	8	Puno	75	103	112	120	190	10.40	9.76	7.86	5.44	11.88	38.80	4.56	99.60	0.26	9.30	1.70	1.08	0.18	6.64
334	1064	3	8	Puno	68	95	104	120	190	8.00	11.32	8.76	7.34	16.54	51.40	7.80	117.60	0.33	24.72	1.91	1.18	0.28	0.01
335	1065	3	8	Puno	74	110	118	125	182	11.80	9.70	8.36	5.48	17.04	61.80	7.14	131.20	0.33	26.34	1.41	0.89	0.12	7.96
336	1067	3	8	Melgar	74	110	117	125	190	12.00	10.52	7.90	5.24	15.20	44.40	7.86	119.00	0.29	16.12	1.61	0.98	0.16	9.95
337	1068	3	8	Melgar	62	90	98	112	186	9.20	11.56	9.46	6.30	12.50	39.40	4.66	99.00	0.26	7.28	2.03	1.08	0.20	5.44
338	1070	3	8	Melgar	68	93	102	118	186	13.20	9.60	7.84	6.20	13.08	32.20	4.26	91.80	0.24	8.14	2.10	1.17	0.25	7.57
339	1071	3	8	Melgar	72	101	108	120	180	11.00	9.18	7.48	4.98	14.04	37.20	5.42	105.00	0.35	19.20	1.96	1.19	0.25	9.42
340	1072	3	8	Melgar	68	95	104	115	190	13.80	11.52	10.50	6.00	13.54	41.80	4.86	105.20	0.22	10.22	1.64	1.05	0.19	0.01

341	1073	3	8	Melgar	71	103	115	122	190	9.20	12.90	10.18	7.20	18.14	41.80	8.28	118.80	0.20	19.28	1.65	1.04	0.19	0.01
342	1074	3	8	Melgar	72	102	115	122	190	10.40	11.66	9.48	6.84	14.88	41.40	5.72	105.00	0.30	17.50	1.62	1.03	0.18	0.01
343	1075	3	8	Melgar	62	91	99	112	187	15.60	11.76	9.90	6.86	21.94	43.20	6.44	119.60	0.31	30.38	2.03	1.23	0.30	5.71
344	1076	3	8	Melgar	68	95	104	115	190	6.00	11.30	8.84	6.04	16.60	49.60	6.04	118.20	0.35	27.16	1.66	1.03	0.20	0.01
345	1077	3	8	Melgar	76	98	108	118	192	11.20	13.66	12.20	6.90	18.50	46.60	7.04	122.40	0.26	27.84	1.66	1.04	0.18	6.11
346	1080	3	8	Melgar	60	89	96	112	182	6.60	9.92	7.20	5.34	16.14	45.00	7.12	96.60	0.43	40.46	1.59	0.97	0.14	0.01
347	1081	3	8	Melgar	67	93	102	113	192	16.40	14.12	12.06	7.22	20.66	55.80	8.36	119.60	0.35	51.32	1.64	0.99	0.17	9.95
348	1084	3	8	Melgar	62	90	98	112	184	14.40	11.94	11.22	6.26	18.76	47.00	6.24	117.20	0.46	37.10	1.69	1.01	0.17	8.76
349	1085	3	8	Melgar	62	91	98	112	164	11.80	12.20	10.06	5.78	13.84	33.00	5.24	86.20	0.28	11.66	1.59	0.93	0.13	9.69
350	1087	3	8	Melgar	62	91	98	106	199	11.40	12.08	9.96	5.26	17.93	49.33	7.27	99.67	0.23	19.67	1.71	1.05	0.18	9.03
351	1089	3	8	Melgar	66	91	98	106	192	7.20	11.98	8.44	5.20	15.26	48.20	6.22	97.20	0.25	10.62	1.68	0.93	0.16	0.01
352	1096	3	8	Melgar	67	95	103	115	200	6.20	11.34	8.40	5.36	15.56	43.80	5.96	100.80	0.31	20.50	1.60	0.93	0.13	0.01
353	1099	3	8	Melgar	62	99	105	118	207	12.40	12.92	10.42	6.72	18.00	53.40	7.44	125.60	0.13	14.62	1.57	0.93	0.15	0.01
354	1100	3	8	Melgar	66	96	104	115	202	12.80	12.70	11.32	5.76	15.60	37.50	6.45	127.75	0.29	25.50	1.71	1.07	0.18	0.01
355	1102	3	8	Melgar	62	94	103	115	194	8.40	9.82	8.22	4.90	18.78	47.20	6.54	114.00	0.33	25.20	1.61	1.04	0.19	9.95
356	1103	3	8	Melgar	69	96	104	117	200	8.20	11.24	9.24	5.08	17.02	48.80	6.58	113.40	0.26	23.60	1.63	1.06	0.18	9.29
357	1104	3	8	Melgar	62	93	102	115	210	14.20	12.98	10.58	6.58	19.84	45.20	6.76	121.80	0.20	21.04	1.67	1.04	0.21	0.01
358	1109	3	8	Melgar	66	94	104	115	190	8.80	11.12	8.74	5.48	15.54	48.80	7.34	103.40	0.30	30.56	1.63	1.07	0.20	6.77
359	1110	3	8	Melgar	62	89	97	106	192	8.40	10.88	7.00	4.16	14.08	35.00	6.58	85.00	0.22	8.78	1.64	1.04	0.20	3.58
360	1113	3	8	Melgar	64	89	96	104	186	10.60	11.00	9.80	5.90	14.00	44.60	6.00	112.00	0.32	23.10	1.63	1.01	0.19	9.82
361	1114	3	8	Melgar	66	92	101	113	186	10.40	10.80	8.88	5.10	15.30	46.20	6.70	116.80	0.55	25.78	1.67	1.04	0.17	10.88
362	1115	3	8	Melgar	66	93	102	115	182	12.60	11.04	9.04	5.70	15.92	55.60	7.58	125.80	0.41	35.38	1.61	0.94	0.14	10.62
363	1117	3	8	Puno	66	94	107	120	197	12.40	11.84	10.42	5.48	12.76	40.40	5.64	113.20	0.26	13.44	1.64	1.01	0.18	3.98
364	1118	3	8	Puno	62	93	102	115	180	8.80	11.08	9.50	6.60	20.16	52.20	7.66	123.80	0.32	36.52	1.71	1.12	0.22	0.01
365	1119	3	8	Puno	62	93	102	115	180	11.60	11.68	11.52	5.70	20.94	55.20	7.68	114.00	0.33	35.96	1.91	1.19	0.27	11.68
366	1120	3	8	Puno	64	93	102	115	190	14.60	11.28	9.46	5.40	14.30	39.40	6.72	108.40	0.16	9.60	1.79	1.10	0.23	0.01
367	1121	3	8	Puno	68	94	104	118	186	12.60	13.00	9.72	5.02	13.74	41.80	5.36	116.40	0.20	10.72	1.63	1.06	0.16	0.01
368	1123	3	8	Puno	71	92	102	115	172	10.80	11.84	9.12	5.88	12.90	48.80	6.34	105.60	0.29	13.24	1.55	0.99	0.18	10.88
369	1124	3	8	Puno	60	90	96	109	170	10.40	13.14	10.82	6.56	16.52	51.80	6.54	114.00	0.28	20.78	1.72	1.12	0.20	10.75
370	1126	3	8	Puno	64	93	102	115	170	10.00	9.82	8.30	5.06	11.10	35.60	4.18	91.80	0.37	11.74	1.67	1.10	0.22	0.01
371	1127	3	8	Puno	60	88	94	105	172	10.40	9.48	8.04	6.22	15.08	45.60	6.66	99.20	0.39	25.02	1.69	1.06	0.23	0.01
372	1128	3	8	Puno	62	89	96	108	172	9.40	9.38	8.30	5.36	13.36	44.40	6.32	92.60	0.44	25.90	1.59	1.04	0.19	0.01
373	1129	3	8	Puno	55	89	96	108	172	12.80	8.66	7.88	4.44	14.40	43.40	6.18	92.00	0.33	20.56	1.58	1.04	0.17	8.10
374	1131	3	8	Puno	64	93	102	114	184	12.00	11.18	9.74	5.68	13.30	37.20	4.54	95.80	0.36	17.22	1.66	1.07	0.22	0.01
375	1132	3	8	Puno	64	91	98	108	184	11.40	9.94	9.36	4.94	12.88	38.80	4.36	95.00	0.40	15.64	1.73	1.09	0.23	0.01

376	1133	3	8	Puno	64	92	101	113	184	11.00	7.76	6.90	4.50	10.94	36.80	4.20	93.20	0.27	10.08	1.65	1.03	0.19	10.22
377	1134	3	8	Puno	75	110	118	123	186	14.80	9.42	9.32	4.72	14.88	35.00	6.18	83.20	0.35	19.28	1.77	1.11	0.23	0.01
378	1135	3	8	Puno	62	88	94	105	186	9.00	9.36	8.56	5.44	13.12	33.40	4.36	84.20	0.44	19.88	1.66	1.15	0.22	0.01
379	1137	3	8	Puno	62	88	94	105	174	10.60	8.18	6.56	4.26	13.12	37.00	5.84	94.00	0.34	11.78	1.66	1.10	0.21	0.01
380	1139	3	8	Puno	62	93	104	118	180	10.60	9.20	7.76	4.38	9.82	28.40	3.42	89.60	0.43	11.48	1.72	1.12	0.20	0.01
381	1142	3	8	Puno	68	104	115	127	177	14.60	9.18	9.14	5.52	13.58	38.80	5.36	103.00	0.37	19.72	1.88	1.12	0.26	0.01
382	1143	3	8	Yunguyo	60	88	94	105	177	5.60	9.50	7.26	5.42	14.50	42.40	4.38	103.40	0.30	13.38	1.71	1.07	0.20	0.01
383	1144	3	8	Yunguyo	62	89	96	108	172	12.40	10.64	9.06	6.26	16.20	52.60	6.72	116.00	0.42	34.52	1.81	1.09	0.24	9.29
384	1145	3	8	Yunguyo	71	91	98	110	172	10.60	10.24	8.12	4.60	15.38	38.40	6.24	107.60	0.38	17.92	1.78	1.07	0.22	8.10
385	1146	3	8	Yunguyo	62	91	98	112	177	10.40	11.12	9.48	4.96	15.08	43.60	5.80	116.40	0.35	27.28	1.80	1.09	0.20	9.82
386	1147	3	8	Yunguyo	62	91	99	112	177	13.20	11.22	9.80	4.58	16.26	49.20	4.10	112.00	0.29	13.50	1.66	1.06	0.19	5.31
387	1148	3	8	Yunguyo	71	91	99	112	172	8.20	9.60	7.96	4.84	13.96	45.80	4.84	106.80	0.24	10.06	1.65	1.05	0.21	0.01
388	1149	3	8	Yunguyo	71	91	98	112	170	9.60	10.42	8.26	4.84	13.26	44.20	4.38	115.40	0.33	12.90	1.62	1.08	0.21	0.01
389	1152	3	8	Yunguyo	71	94	104	115	174	9.40	11.92	9.30	5.82	17.14	54.80	7.74	120.60	0.36	37.74	1.65	1.08	0.18	0.01
390	1154	3	8	Yunguyo	62	89	96	108	180	10.80	10.66	8.50	5.14	13.78	40.20	5.30	102.60	0.36	16.02	1.77	1.13	0.22	0.01
391	1156	3	8	Yunguyo	51	89	96	108	180	13.60	9.64	8.48	4.88	10.96	29.80	4.22	101.40	0.32	8.60	2.02	1.22	0.27	9.69
392	1157	3	8	Yunguyo	51	88	95	105	174	12.20	9.68	7.76	5.26	12.42	34.40	4.42	102.60	0.28	8.30	2.04	1.11	0.28	9.16
393	1158	3	8	Yunguyo	50	87	94	105	172	3.80	10.44	7.88	5.26	12.74	39.40	5.76	96.20	0.36	16.06	1.78	1.03	0.17	0.01
394	1159	3	8	Yunguyo	62	89	96	108	172	9.80	10.80	7.92	6.24	17.12	45.00	5.74	109.20	0.24	15.34	1.79	1.10	0.22	0.01
395	1163	3	8	Puno	64	102	109	118	177	11.20	9.60	9.42	5.46	12.86	38.20	6.30	91.60	0.39	18.28	1.78	1.11	0.22	0.01
396	1164	3	8	Chucuito	51	89	96	105	186	8.40	10.44	8.34	5.10	11.50	43.20	4.88	90.80	0.33	10.96	1.59	1.01	0.17	0.01
397	1167	3	8	Chucuito	51	89	96	105	180	9.60	10.78	10.16	5.86	16.26	53.20	8.76	115.40	0.41	41.76	1.83	1.15	0.24	9.16
398	1169	3	8	Chucuito	76	110	118	124	210	13.20	9.92	9.76	7.12	18.04	44.00	12.62	131.80	0.10	18.98	1.78	0.93	0.18	0.01
399	1170	3	8	Yunguyo	84	118	127	134	220	20.00	8.12	9.02	5.10	9.00	24.33	4.60	115.33	0.13	1.72	1.87	0.91	0.18	8.23
400	1171	3	8	Yunguyo	82	112	121	130	197	14.40	9.44	9.22	5.14	15.12	53.20	10.72	135.40	0.17	19.78	1.94	1.00	0.21	8.36
401	1172	3	8	Yunguyo	82	105	115	126	206	13.80	8.66	8.18	5.72	12.12	46.80	6.68	118.80	0.19	14.88	2.01	1.09	0.28	9.03
402	1174	3	8	Yunguyo	82	103	112	123	190	16.20	9.08	9.12	5.16	16.06	47.80	8.44	131.60	0.16	18.50	1.71	1.08	0.19	7.17
403	1175	3	8	Chucuito	82	113	120	132	190	15.80	9.76	9.74	5.58	13.88	41.20	7.26	123.20	0.30	27.76	2.18	1.19	0.34	8.36
404	1176	3	8	Chucuito	72	84	89	96	186	14.60	8.38	8.20	5.72	14.48	55.20	11.86	114.80	0.25	37.16	1.65	1.03	0.18	10.22
405	1177	3	8	Chucuito	77	85	89	96	190	12.80	11.20	10.48	6.26	14.58	45.60	7.30	131.20	0.21	19.06	2.00	1.21	0.27	8.63
406	1178	3	8	Chucuito	77	102	117	127	190	13.00	10.72	10.24	5.92	14.76	48.60	6.96	125.40	0.38	29.60	1.86	1.01	0.22	7.51
407	1183	3	8	Chucuito	84	110	119	130	207	16.00	9.58	10.34	4.74	10.58	26.80	5.40	118.40	0.17	7.32	1.99	0.98	0.24	8.36
408	1184	3	8	Chucuito	77	112	117	123	186	16.00	9.72	9.78	6.12	13.10	42.80	6.74	110.80	0.29	16.24	1.75	1.03	0.20	0.01
409	1185	3	8	Chucuito	80	112	120	132	186	15.00	8.74	9.60	5.22	11.44	42.00	5.88	110.40	0.34	18.94	1.84	1.07	0.25	8.10
410	1186	3	8	Chucuito	80	103	118	125	180	14.00	10.56	9.32	5.94	15.94	37.00	6.32	114.60	0.43	33.18	2.05	1.18	0.32	8.10

411	1187	3	8	Chucuito	73	96	104	118	180	13.80	9.66	8.86	5.18	13.42	38.20	5.00	109.20	0.44	23.62	1.86	1.07	0.24	9.69
412	1188	3	8	Chucuito	67	93	103	118	180	7.20	7.68	6.78	3.50	13.90	36.60	4.88	96.00	0.40	17.94	1.74	1.05	0.21	9.29
413	1189	3	8	Chucuito	67	91	102	115	180	17.20	10.92	11.92	5.52	16.56	47.40	8.98	112.00	0.37	49.10	1.79	1.07	0.19	3.32
414	1190	3	8	Chucuito	67	95	104	115	177	17.60	9.62	10.20	5.10	11.80	43.60	6.50	108.20	0.33	20.26	1.78	0.97	0.19	7.96
415	1191	3	8	Chucuito	67	111	118	125	177	13.00	9.08	9.28	5.44	11.10	39.20	6.54	106.20	0.25	14.06	1.80	0.98	0.18	4.65
416	1192	3	8	Chucuito	55	89	96	105	177	11.80	9.64	8.98	5.44	15.26	34.00	5.44	106.00	0.38	23.64	2.17	1.05	0.32	4.51
417	1193	3	8	Chucuito	77	107	112	118	180	9.80	10.40	8.52	5.52	14.17	38.00	4.83	101.33	0.41	22.10	1.91	1.16	0.26	9.03
418	1194	3	8	Yunguyo	62	89	96	105	172	10.40	9.96	8.82	4.50	10.36	28.80	4.42	84.20	0.31	7.56	1.66	1.03	0.19	0.01
419	1195	3	8	Yunguyo	66	92	102	113	190	9.20	10.02	8.86	5.28	11.00	37.00	4.82	100.40	0.27	13.04	1.86	1.06	0.23	8.10
420	1199	3	8	Melgar	82	106	117	124	190	7.60	11.16	9.30	6.64	17.22	40.40	6.70	108.00	0.21	17.14	2.38	1.25	0.38	8.89
421	1329	4	1	Ingavi	67	91	97	105	190	9.20	12.46	10.40	7.02	20.08	37.20	7.00	106.80	0.19	28.84	2.12	1.29	0.36	1.86
422	1330	4	1	Ingavi	62	89	96	105	190	7.40	12.36	11.00	6.62	17.28	47.60	8.18	108.60	0.32	28.04	1.70	1.10	0.19	0.01
423	1331	4	1	Ingavi	55	91	98	107	190	8.80	10.52	9.06	5.48	15.02	37.40	5.88	96.00	0.38	23.84	1.83	1.16	0.23	6.50
424	1332	4	1	Ingavi	62	92	101	112	186	7.80	11.24	8.72	7.40	16.08	40.80	7.02	107.20	0.27	23.18	2.06	1.24	0.30	6.50
425	1333	4	1	Ingavi	62	88	94	104	186	11.00	10.86	10.44	6.66	15.24	39.40	6.80	104.20	0.32	24.12	1.91	1.19	0.25	0.01
426	1334	4	1	Ingavi	72	110	118	126	177	9.60	13.14	11.54	7.06	15.48	39.40	7.22	145.00	0.15	11.70	2.03	1.08	0.29	6.37
427	1745	4	1	Omasuyos	77	103	115	124	214	19.40	11.88	10.38	6.82	16.88	31.60	6.06	132.20	0.14	13.86	1.97	1.07	0.30	9.29
428	1749	4	1	Omasuyos	68	93	102	115	192	10.40	12.78	10.04	6.70	17.34	45.60	8.24	117.40	0.22	24.72	1.88	1.08	0.24	0.01
429	1750	4	1	Omasuyos	67	93	102	115	192	11.60	11.94	10.12	5.74	14.72	39.20	6.50	129.40	0.35	28.34	1.70	1.03	0.19	0.01
430	1751	4	1	Omasuyos	67	93	103	116	186	16.60	12.76	12.36	6.98	22.34	64.40	9.10	145.80	0.26	51.48	1.73	1.06	0.25	10.09
431	1752	4	1	Los Andes	56	81	87	95	182	7.40	11.04	9.18	7.14	17.04	48.00	7.12	118.20	0.41	44.38	2.13	1.24	0.36	0.01
432	1789	4	1	Omasuyos	67	103	115	126	190	19.80	12.94	11.86	6.82	17.24	37.60	6.12	137.80	0.12	16.82	1.89	1.14	0.25	9.56

**Anexo 4.**

**Número de casos y número de registro de las 161 accesiones clasificadas en el Grupo 1, por el análisis de conglomerados no jerárquico K-medias.**

N° Caso	N° Registro	Provincia	Localidad	N° Caso	N° Registro	Provincia	Localidad
15	0490	Ingavi	Guaqui	149	0787	Puno	Puno
16	0491	Ingavi	Guaqui	150	0789	Puno	Puno
17	0492	Los Andes	Pucarani	151	0791	Puno	Puno
18	0493	Los Andes	Pucarani	152	0792	Puno	Puno
19	0495	Los Andes	Pucarani	153	0793	Puno	Puno
20	0496	Los Andes	Pucarani	154	0794	Puno	Puno
22	0507	Los Andes	Yauri Kurahua	155	0795	Puno	Puno
45	0540	Omasuyos	Huarina	167	0812	Chucuito	Siraya
46	0541	Omasuyos	Huarina	172	0821	Chucuito	Siraya
47	0542	Omasuyos	Huarina	173	0822	Chucuito	Siraya
55	0551	Omasuyos	Huarina	174	0823	Chucuito	Siraya
56	0552	Omasuyos	Huarina	176	0825	Chucuito	Siraya
57	0553	Omasuyos	Huarina	180	0830	Yunguyo	Siraya
58	0554	Omasuyos	Huarina	198	0854	Chucuito	Siraya
67	0571	Omasuyos	Achacachi	202	0862	Chucuito	Quety
69	0574	Omasuyos	Achacachi	203	0863	Chucuito	Batalla
84	0590	Omasuyos	Achacachi	204	0873	Chucuito	Ampatiri
85	0592	Manco Kapac	Yampopata	205	0881	Chucuito	Challa P.
86	0600	Manco Kapac	Copacabana	210	0894	Chucuito	Challa P.
87	0601	Yunguyo	Yunguyo	214	0901	Puno	UNTA
90	0647	Chucuito	Juli	215	0902	Puno	UNTA
94	0651	Chucuito	Juli	216	0903	Puno	UNTA
96	0653	Chucuito	Juli	217	0904	Puno	UNTA
97	0654	Chucuito	Juli	218	0905	Puno	UNTA
99	0656	Chucuito	Juli	219	0906	Puno	UNTA
100	0657	Chucuito	Juli	220	0907	Puno	UNTA
110	0677	Chucuito	Pomata	221	0908	Puno	UNTA
111	0678	Chucuito	Pomata	222	0909	Puno	UNTA
112	0679	Chucuito	Pomata	223	0910	Puno	UNTA
114	0685	Chucuito	Pomata	224	0911	Puno	UNTA
125	0727	Puno	Puno	226	0913	Puno	UNTA
134	0741	Puno	Puno	227	0915	Puno	UNTA
136	0743	Puno	Puno	228	0916	Puno	UNTA
137	0744	Puno	Puno	229	0917	Puno	UNTA
138	0745	Puno	Puno	230	0918	Puno	UNTA
139	0747	Puno	Puno	231	0919	Puno	UNTA
140	0750	Puno	Puno	232	0920	Puno	UNTA
141	0761	Puno	Puno	234	0922	Puno	UNTA
144	0781	Puno	Puno	235	0923	Puno	UNTA
147	0785	Puno	Puno	236	0924	Puno	UNTA
148	0786	Puno	Puno	238	0926	Puno	UNTA

**Continúa Anexo 4**

N° Caso	N° Registro	Provincia	Localidad	N° Caso	N° Registro	Provincia	Localidad
239	0927	Puno	UNTA	331	1061	Puno	Culta
240	0928	Puno	UNTA	332	1062	Puno	Culta
242	0930	Puno	UNTA	334	1064	Puno	Culta
244	0932	Puno	UNTA	335	1065	Puno	Culta
245	0933	Puno	UNTA	336	1067	Melgar	Ayaviri
247	0935	Puno	UNTA	341	1073	Melgar	Ayaviri
251	0940	Puno	UNTA	342	1074	Melgar	Ayaviri
252	0941	Puno	UNTA	343	1075	Melgar	Ayaviri
254	0943	Puno	UNTA	345	1077	Melgar	Ayaviri
255	0944	Puno	UNTA	347	1081	Melgar	Ayaviri
258	0947	Puno	UNTA	348	1084	Melgar	Ayaviri
262	0951	Puno	UNTA	353	1099	Melgar	Ayaviri
263	0952	Puno	UNTA	354	1100	Melgar	Ayaviri
265	0954	Puno	UNTA	356	1103	Melgar	Ayaviri
266	0955	Puno	UNTA	357	1104	Melgar	Ayaviri
268	0957	Puno	UNTA	362	1115	Melgar	Ayaviri
271	0960	Puno	UNTA	364	1118	Puno	Culta
272	0962	Puno	UNTA	365	1119	Puno	Culta
273	0963	Puno	UNTA	389	1152	Yunguyo	Chimbo
274	0967	Puno	UNTA	398	1169	Chucuito	Challacollo
275	0968	Puno	UNTA	399	1170	Yunguyo	Chimbo
276	0973	Puno	UNTA	400	1171	Yunguyo	Chimbo
278	0979	Puno	UNTA	401	1172	Yunguyo	Chimbo
279	0980	Puno	UNTA	402	1174	Yunguyo	Chimbo
282	0986	Puno	UNTA	403	1175	Chucuito	Ampatiri
284	0994	Puno	UNTA	406	1178	Chucuito	Ampatiri
285	0995	Puno	UNTA	407	1183	Chucuito	Ampatiri
286	0998	Puno	UNTA	408	1184	Chucuito	Ampatiri
287	1000	Puno	UNTA	409	1185	Chucuito	Ampatiri
288	1001	Puno	UNTA	410	1186	Chucuito	Callumaki
289	1005	Puno	UNTA	413	1189	Chucuito	Callumaki
290	1007	Puno	UNTA	420	1199	Melgar	Orurillo
291	1008	Puno	UNTA	421	1329	Ingavi	Tiahuanacu
292	1010	Puno	UNTA	426	1334	Ingavi	Tiahuanacu
293	1012	Puno	UNTA	427	1745	Omasuyos	E.E.BELEN
299	1021	Puno	UNTA	428	1749	Omasuyos	E.E.BELEN
302	1024	Puno	UNTA	429	1750	Omasuyos	E.E.BELEN
315	1037	Puno	Culta	430	1751	Omasuyos	E.E.BELEN
317	1042	Puno	Culta	432	1789	Omasuyos	Huatajata
330	1060	Puno	Culta				

**Anexo 5.**

**Número de casos y número de registro de las 271 accesiones clasificadas en el Grupo 2, por el Análisis de conglomerados no jerárquico K-medias.**

N° Caso	N° Registro	Provincia	Localidad	N° Caso	N° Registro	Provincia	Localidad
1	0136	Los andes	Chirapaca	44	0538	Omasuyos	Huarina
2	0137	Los Andes	Coana	48	0543	Omasuyos	Huarina
3	0158	Puno	Puno	49	0544	Omasuyos	Huarina
4	0475	Los andes	Laja	50	0546	Omasuyos	Huarina
5	0476	Los andes	Laja	51	0547	Omasuyos	Huarina
6	0478	Los andes	Laja	52	0548	Omasuyos	Huarina
7	0479	Los andes	Laja	53	0549	Omasuyos	Huarina
8	0480	Los andes	Laja	54	0550	Omasuyos	Huarina
9	0482	Los andes	Laja	59	0559	Omasuyos	Achacachi
10	0483	Los andes	Laja	60	0564	Omasuyos	Achacachi
11	0484	Ingavi	Guaqui	61	0565	Omasuyos	Achacachi
12	0485	Ingavi	Guaqui	62	0566	Omasuyos	Achacachi
13	0486	Ingavi	Guaqui	63	0567	Omasuyos	Achacachi
14	0487	Ingavi	Guaqui	64	0568	Omasuyos	Achacachi
21	0504	Los Andes	Yauricurahua	65	0569	Omasuyos	Achacachi
23	0516	Los Andes	Pucarani	66	0570	Omasuyos	Achacachi
24	0517	Los Andes	Pucarani	68	0573	Omasuyos	Achacachi
25	0518	Los Andes	Pucarani	70	0575	Omasuyos	Achacachi
26	0520	Los Andes	Pucarani	71	0576	Omasuyos	Achacachi
27	0521	Los Andes	Pucarani	72	0577	Omasuyos	Achacachi
28	0522	Los Andes	Pucarani	73	0578	Omasuyos	Achacachi
29	0523	Los Andes	Pucarani	74	0579	Omasuyos	Achacachi
30	0524	Los Andes	Pucarani	75	0580	Los Andes	Batallas
31	0525	Los Andes	Pucarani	76	0581	Los Andes	Batallas
32	0526	Los Andes	Pucarani	77	0582	Los Andes	Batallas
33	0527	Los Andes	Pucarani	78	0583	Los Andes	Batallas
34	0528	Los Andes	Pucarani	79	0584	Los Andes	Batallas
35	0529	Los Andes	Pucarani	80	0585	Los Andes	Batallas
36	0530	Los Andes	Pucarani	81	0586	Los Andes	Batallas
37	0531	Omasuyos	Huarina	82	0587	Los Andes	Batallas
38	0532	Omasuyos	Huarina	83	0589	Omasuyos	Achacachi
39	0533	Omasuyos	Huarina	88	0627	Puno	Puno
40	0534	Omasuyos	Huarina	89	0646	Chucuito	Juli
41	0535	Omasuyos	Huarina	91	0648	Chucuito	Juli
42	0536	Omasuyos	Huarina	92	0649	Chucuito	Juli
43	0537	Omasuyos	Huarina	93	0650	Chucuito	Juli

**Continua Anexo 5.**

<b>N° Caso</b>	<b>N° Registro</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>	<b>N° Caso</b>	<b>N° Registro</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>
95	0652	Chucuito	Juli	162	0802	Puno	Puno
98	0655	Chucuito	Juli	163	0803	Puno	Puno
101	0658	Chucuito	Juli	164	0804	Chucuito	Lampa G.
102	0659	Chucuito	Juli	165	0805	Chucuito	Lampa G.
103	0660	Chucuito	Juli	166	0811	Chucuito	Lampa G.
104	0661	Chucuito	Juli	168	0813	Chucuito	Siraya
105	0670	San Roman	Juliaca	169	0816	Chucuito	Siraya
106	0671	San Roman	Juliaca	170	0817	Chucuito	Siraya
107	0672	San Roman	Juliaca	171	0818	Chucuito	Siraya
108	0674	San Roman	Juliaca	175	0824	Chucuito	Siraya
109	0676	San Roman	Juliaca	177	0826	Chucuito	Siraya
113	0682	Chucuito	Pomata	178	0828	Yunguyo	Siraya
115	0686	Chucuito	Pomata	179	0829	Yunguyo	Siraya
116	0687	Chucuito	Pomata	181	0830	Yunguyo	Siraya
117	0688	Chucuito	Pomata	182	0831	Yunguyo	Siraya
118	0713	Chucuito	Ilave	183	0832	Yunguyo	Siraya
119	0714	Chucuito	Ilave	184	0833	Chucuito	Siraya
120	0716	Chucuito	Ilave	185	0834	Chucuito	Siraya
121	0717	Chucuito	Ilave	186	0835	Chucuito	Siraya
122	0720	Chucuito	Ilave	187	0836	Chucuito	Siraya
123	0721	Chucuito	Ilave	188	0837	Chucuito	Siraya
124	0723	Chucuito	Ilave	189	0838	Chucuito	Siraya
126	0728	Puno	Puno	190	0839	Chucuito	Siraya
127	0731	Puno	Puno	191	0840	Chucuito	Siraya
128	0732	Puno	Puno	192	0841	Chucuito	Siraya
129	0733	Puno	Puno	193	0842	Chucuito	Siraya
130	0734	Puno	Puno	194	0845	Chucuito	Siraya
131	0735	Puno	Puno	195	0847	Chucuito	Siraya
132	0736	Puno	Puno	196	0848	Chucuito	Siraya
133	0737	Puno	Puno	197	0849	Chucuito	Siraya
135	0742	Puno	Puno	199	0857	Chucuito	Quety
142	0776	Puno	Puno	200	0858	Chucuito	Quety
143	0778	Puno	Puno	201	0861	Chucuito	Quety
145	0782	Puno	Puno	206	0882	Chucuito	Challa P.
146	0783	Puno	Puno	207	0884	Chucuito	Challa P.
156	0796	Puno	Puno	208	0891	Yunguyo	Acari
157	0797	Puno	Puno	209	0893	Chucuito	Challa P.
158	0798	Puno	Puno	211	0895	Yunguyo	Acari
159	0799	Puno	Puno	212	0898	Puno	UNTA
160	0800	Puno	Puno	213	0899	Puno	UNTA
161	0801	Puno	Puno	225	0912	Puno	UNTA

**Continua Anexo 5**

<b>N° Caso</b>	<b>N° Registro</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>	<b>N° Caso</b>	<b>N° Registro</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>
233	0921	Puno	UNTA	316	1041	Puno	Culta
237	0925	Puno	UNTA	318	1043	Puno	Culta
241	0929	Puno	UNTA	319	1044	Puno	Culta
243	0931	Puno	UNTA	320	1045	Puno	Culta
246	0934	Puno	UNTA	321	1046	Puno	Culta
248	0936	Puno	UNTA	322	1047	Puno	Culta
249	0937	Puno	UNTA	323	1048	Puno	Culta
250	0938	Puno	UNTA	324	1050	Puno	Culta
253	0942	Puno	UNTA	325	1054	Puno	Culta
256	0945	Puno	UNTA	326	1055	Puno	Culta
257	0946	Puno	UNTA	327	1057	Puno	Culta
259	0948	Puno	UNTA	328	1058	Puno	Culta
260	0949	Puno	UNTA	329	1059	Puno	Culta
261	0950	Puno	UNTA	333	1063	Puno	Culta
264	0953	Puno	UNTA	337	1068	Melgar	Ayaviri
267	0956	Puno	UNTA	338	1070	Melgar	Ayaviri
269	0958	Puno	UNTA	339	1071	Melgar	Ayaviri
270	0959	Puno	UNTA	340	1072	Melgar	Ayaviri
277	0975	Puno	UNTA	344	1076	Melgar	Ayaviri
280	0981	Puno	UNTA	346	1080	Melgar	Ayaviri
281	0982	Puno	UNTA	349	1085	Melgar	Ayaviri
283	0983	Puno	UNTA	350	1087	Melgar	Ayaviri
294	1015	Puno	UNTA	351	1089	Melgar	Ayaviri
295	1016	Puno	UNTA	355	1102	Melgar	Ayaviri
296	1018	Puno	UNTA	358	1109	Melgar	Ayaviri
297	1019	Puno	UNTA	359	1110	Melgar	Ayaviri
298	1020	Puno	UNTA	360	1113	Melgar	Ayaviri
300	1022	Puno	UNTA	361	1114	Melgar	Ayaviri
301	1023	Puno	UNTA	363	1117	Puno	Culta
303	1025	Puno	UNTA	366	1120	Puno	Culta
304	1026	Puno	UNTA	367	1121	Puno	Culta
305	1027	Puno	UNTA	368	1123	Puno	Culta
306	1028	Puno	UNTA	369	1124	Puno	Culta
307	1029	Melgar	Ayaviri	370	1126	Puno	Culta
308	1030	Melgar	Ayaviri	371	1127	Puno	Culta
309	1031	Melgar	Ayaviri	372	1128	Puno	Culta
310	1032	Melgar	Ayaviri	373	1129	Puno	Culta
311	1033	Puno	Culta	374	1131	Puno	Culta
312	1034	Puno	Culta	375	1132	Puno	Culta
313	1035	Puno	Culta	376	1133	Puno	Culta
314	1036	Puno	Culta	377	1134	Puno	Ayaviri

**Continua Anexo 5.**

<b>N° Caso</b>	<b>N° Registro</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>	<b>N° Caso</b>	<b>N° Registro</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>
378	1135	Puno	Ayaviri	397	1167	Chucuito	Challacollo
379	1137	Puno	Ayaviri	404	1176	Chucuito	Ampatiri
380	1139	Puno	Ayaviri	405	1177	Chucuito	Ampatiri
381	1142	Puno	Culta	411	1187	Chucuito	Callumaki
382	1143	Yunguyo	Chimbo	412	1188	Chucuito	Callumaki
383	1144	Yunguyo	Chimbo	414	1190	Chucuito	Callumaki
384	1145	Yunguyo	Chimbo	415	1191	Chucuito	Callumaki
385	1146	Yunguyo	Chimbo	416	1192	Chucuito	Ampatiri
386	1147	Yunguyo	Chimbo	417	1193	Chucuito	Ampatiri
387	1148	Yunguyo	Chimbo	418	1194	Yunguyo	Chimbo
388	1149	Yunguyo	Chimbo	419	1195	Yunguyo	Chimbo
390	1154	Yunguyo	Chimbo	422	1330	Ingavi	Tiahuanacu
391	1156	Yunguyo	Chimbo	423	1331	Ingavi	Tiahuanacu
393	1158	Yunguyo	Chimbo	424	1332	Ingavi	Tiahuanacu
394	1159	Yunguyo	Chimbo	425	1333	Ingavi	Tiahuanacu
395	1163	Puno	Huinchocca	431	1752	Los Andes	Batallas
396	1164	Chucuito	J.Jahaira				

