

Experiencias en la promoción de productos andinos  
en el marco del proyecto CIUF - PROINPA

## **Promoción de la Diversidad de los Tubérculos Andinos y sus Productos Transformados**

**UCL**  
Université  
Catholique  
de Louvain



Registro de Propiedad Intelectual bajo  
Depósito Legal: 2 - 1765 - 07  
ISBN: 978 - 99905 - 851 - 9 - 3

2007 Quedan todos los Derechos Reservados por la Fundación PROINPA.

**Autores por orden alfabético:**

Juan Almanza; Alan Barrero; Jean Pierre Baudoin; Ruben Botello; Ximena Cadima; Bruno Condori; Eloina Chavez;  
Andrew Devaux; Gonzalo Durán; Jean Francois; Rhimer Gonzales; Augusto Guidi; Jimena Irigoyen; Yean Larondelle;  
Erick Le Boulengé; Alfredo Lucana; Miguel Machaca; Pablo Mamani; Michel Marlier; Jean Ledent; Martin Ortiz; Fernando  
Patiño; Rodrigo Ramallo; Edwin Rodriguez; Magaly Salazar; Franz Terrazas; Elizabeth Torres; Maria Luisa Ugarte y Jean  
Paul Wathélet.

**Edición y compilación:**

Augusto Guidi

**Comité técnico revisor:**

Sergio Arandia; Jorge Blajos; Pablo Mamani y José Zeballos,  
Unidad de Comunicación de PROINPA

**Producción y artes:**

Emilise Chuquimila

**Fotografías:**

Fundación PROINPA; Juan Almanza; Eloina Chavez; Rhimer Gonzales; Augusto Guidi; Fernando Patiño; Franz Terrazas  
y Elizabeth Torres.

**Tiraje:**

250 ejemplares

**Impresión:**

Artes Gráficas Sagitario Cbba.

# PRÉSENTATION

## PRÉSENTATION

Ce document est le résumé et joindre de plusieurs activités de recherche et développement, faites dans le projet "Promotion de la Biodiversité des tubercules andins et produits transformés", développé depuis quatre ans.

Ce projet a été financé par le gouvernement Belge moyennant un PIP (Projet d'initiative Propre) et par la CUIF (Conseille Interuniversitaire des Universités Francophones); et il a été développé dans le cadre d'un accord entre l'Université Catholique de Louvain la Neuve de Belgique et la Fondation PROINPA de Bolivie. Dans l'exécution de ce projet ont participé plusieurs institutions comme la Université Privé Bolivienne, L'honorable Municipalité de Colomi, CONDESAN, AIDAA et particulièrement les producteurs des tubercules et racines andines de APROTAC de Colomi en Bolivia; et en Belgique ont participe la ECOP-GC de la UCL, la BNUT de la UCL (Y.Larondelle) y la FUSAGx (J.P. Baudoin). Le coordinateur et promoteur a été le Professeur Dr. J.F. Ledent (Belgique) et le ingénieur A. Guidi (Bolivie).

Pendant ces 4 ans de projet, des travaux ont été réalisées dans différentes domaines de la recherche agricole comme: la production agricole, la transformation de produits et sa commercialisation. Cependant, toutes ces actions ont été dirigées à chercher le mieux profit durable de la biodiversité des tubercules andins du micro-centre de biodiversité de Candelaria (village de la province Colomi, dans le département de Cochabamba), pour les petits agriculteurs qui habite à la région.

Les différents sujets desquels s'agit ce document correspondent à recherches spécifiquement à la matière de la conservation des ressources génétiques, agriculture et transformation basique de nourritures, en plus d'études de Master professionnel qui ont réalisé les étudiants boliviens aux universités de la Belgique. Par ailleurs, ce sont les racontés de procès d'adoption et application de résultats obtenus pour les petits agriculteurs de la région, les petites industries et l'assemblage de ces éléments au marché.

Pour obtenir ce grand défi d'articuler et promouvoir les investigations effectuées dans le projet, avec les procès de développement de petits producteurs et de la chaîne agroalimentaire en général, on a réalisé constats efforts avec autres projets, faites par la Fundación PROINPA. Ces synergies ne sont pas les uniques qu'ont permit obtenir les meilleurs résultats, mais aussi améliorer la durabilité et la continuité des processus de développement qu'on a les commence.

Certain article de ce document on été déjà publié, comme parties d'autres magazines ou livres, comme de travaux d'investigation qui s'agit à matières bien définies de la science, cependant l'intention de les publique pour deuxième fois, de manière plus systématise, dans cette œuvre montrera au lecteur la grande importance de rapporter les résultats de la recherche et s'application aux procès de développement socio-économiques et technologiques, pour les petites agriculteurs des Andes principalement.

La lecture des article permettra voir que les processus d'investigation dirigés à la promotion des produits andins sont mis au point à chaque maille de la chaîne agroalimentaire, cependant, on fait un majeur emphase aux recherches agronomiques et les procès de transformation; dans autre côté, ce qui corresponde à la transfert de la technologie, diffusion et commercialisation, ce sont procès d'apprentissage partagé, lesquels aident les agriculteurs à changer s'attitude et s'articuler effectivement avec les marchés.

Un majeur information sur ces matières peut être obtenu dans la Fundación PROINPA, mais aussi à l'Université Catholique de Louvain et l'Université de Gembloux.

Jean Francois Ledent  
Coordinateur International

Augusto Guidi  
Coordinateur National

## La Conservación *in situ* de Raíces y Tubérculos Andinos en la Zona de Candelaria

Terrazas F.1 ; Baudoin J. P.2 y Duran G.3

### Summary

In order to increase our knowledge and to better understand the local processes of the *in situ* genetic diversity conservation of the Andean tuber crops in the microcentre of biodiversity in Candelaria, all the varieties managed by the farm families were inventoried. The gathered data were analysed by relating them to the distribution of varietal populations of the Andean tuber species and to the main socio-economic factors influencing the farmer's decisions in the local management of the diversity at the family level. In addition, such an analysis could also contribute to establish the data implication in the design of *in situ* conservation strategy.

The potato is the most diversified cultivated species among the Andean tuber crops in Candelaria, with a varietal population amounting to 51 varieties; followed by the oca with a varietal population of 18 varieties and by the isaño with 13 varieties. Eighty percent of these varieties are characterized by a low frequency or are considered as scarce, with only 25 percent of the families possessing them; this requires a monitoring to avoid their loss and to recuperate their local importance. The other varieties are characterized by a more stable occurrence among the families of Candelaria. The composition and the number of varieties which constitute the Andean tuber species germplasm at the family level is very heterogeneous, with different profiles in each farm family. The access of the farmers to means of extension and training, as the training provided by the "Escuelas del Campo" (Field School) and by the "Comités de Investigación Agrícola Local" (Committee of Local Agricultural Investigations), two institutions present in the Candelaria region, have a favourable influence on the conservation of a large number of varieties. On the other side, the others factors, such as the source of economic input of the family, the welfare level of each farmer's family and the age of the chief in each farm have a very low or nil influence on the conservation of a large number of varieties at the family level.

**Key words :** Andean microcentres of biodiversity, conservation *in situ*, variedades, varietales populations.

### Resumen

Con el objeto de entender los procesos locales de la conservación *in situ* de la diversidad genética de tubérculos andinos en el Microcentro de biodiversidad de Candelaria, se ha levantado un censo de variedades que son manejadas por las familias campesinas. Luego se ha analizado esta información relacionándola con la distribución de las poblaciones varietales de tubérculos andinos y con los principales factores socioeconómicos que influyen sobre las decisiones de los agricultores en la gestión local de la diversidad a nivel del grupo familiar y establecer sus implicaciones en la concepción de estrategias de apoyo favorables a la conservación *in situ*.

La papa es el cultivo más diversificado entre los tubérculos andinos en Candelaria con una población varietal compuesta de 51 variedades, seguida de la oca con 18 variedades y el isaño con 13 variedades. El 80 % de éstas variedades son consideradas poco frecuentes o raras ya que se encuentran en posesión de menos del 25 % de la población y deben ser monitoreadas en el tiempo para alertar del riesgo de pérdida y para restituir su importancia local, el resto de las variedades tienen una permanencia más estable. La composición y el número de variedades que conforman el germoplasma de tubérculos andinos a nivel de la familia es muy heterogéneo, es decir existen diferentes patrones para cada familia. Se encontró que el acceso a medios de extensión y capacitación directa, como la formación en "Escuelas del Campo" y "Comités de Investigación Agrícola Local" que se implementaron en Candelaria, influyeron positivamente sobre la conservación de un número mayor de variedades. Por el contrario los otros factores como la fuente de ingresos económicos de la familia, el nivel de bienestar de la familia campesina y la edad del jefe de familia tienen una influencia débil o nula sobre la conservación de un mayor número de variedades a nivel familiar.

**Palabras claves:** microcentros de biodiversidad, conservación *in situ*, tubérculos andinos, poblaciones varietales.

1 Ing. M.Sc. Franz Terrazas Andia, Fundación PROINPA, I Terrazas@proinpa.org, Cochabamba - Bolivia.  
2 Professeur Jean-Pierre Baudoin, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Unité de Phytoécologie tropicale et d'Horticulture, Département of Tropical Crop Husbandry and Horticulture, Passage des Déportés, 25030 GEMBLoux, baudoin.jp@isagx.ac.be  
3 Ing. Gonzalo Duran Pacheco, Consultor en Bioestadística, gonzalo.duran @mymail.ch

## Introducción

Desde 1996 la Fundación PROINPA, complementariamente a la conservación *ex situ*, ha impulsado el desarrollo de un programa piloto de conservación *in situ* en campos de agricultores (PROINPA, 2001). Este tiene por objeto entender y documentar los procesos dinámicos de la diversidad genética de los tubérculos andinos mantenida por los agricultores de la zona de Candelaria en Cochabamba, Bolivia. Esta zona ha sido identificada como un micro centro de diversidad genética de tubérculos andinos debido a la alta concentración de variedades locales que se encuentran en su seno (Terrazas y Vaidivia, 1998).

La presente investigación, realizada en el marco del programa de conservación *in situ* establecida en Candelaria, se interesa por supuesto en la diversidad genética de la papa (*Solanum spp*) especialmente en sus cultivares nativos, pero también en otros tubérculos menores como la oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) y el isaño (*Tropaeolum tuberosum* R. & D.).

## Objetivos

Las actividades realizadas se articulan en los tres objetivos siguientes:

- Evaluar y poner de relieve la importancia de la diversidad genética de los tubérculos andinos conservada en campos de agricultores del micro centro de Candelaria.
- Determinar la estructura y la distribución de las poblaciones varietales de la papa, la oca y el isaño cultivadas en Candelaria a partir de una evaluación de los lotes de semillas almacenadas por los campesinos.
- Analizar los principales factores socioeconómicos que influyen sobre las decisiones de los agricultores en la gestión local de la diversidad a nivel del grupo familiar y establecer sus implicaciones en la concepción de estrategias de apoyo favorables a la conservación *in situ*.

## Contexto socio-económico y agrícola de la zona de Candelaria

El sistema de producción en Candelaria es esencialmente tradicional y típico de la zona montañosa de los Andes. La zona se sitúa entre 3265 y 4200 metros de altitud y constituye un valle estrecho situado en la micro-cuenca del río llamado también Candelaria. El clima varía de templado a frío con una temperatura media anual de 10° C y presenta fuertes variaciones térmicas entre el día y la noche, así se registran heladas nocturnas frecuentes entre mayo y agosto. Las precipitaciones pluviales en el conjunto de la región varían de 730 a 900 milímetros al año, concentradas entre octubre y marzo. Este régimen de lluvia permite establecer cultivos anuales sin riego.

La población de aproximadamente 3000 habitantes pertenece al grupo étnico "Quechua". La familia media incluye 5 personas (Gobierno Municipal de Colomi, 2002).

La alimentación depende casi exclusivamente de la producción agrícola familiar, constituida principalmente por papa y otros tubérculos andinos (oca, pepalisa e isaño), así como por haba y derivados de cereales (fideos y otros). Los productos locales son propensos a algunos procesos de transformación como la deshidratación de los tubérculos para elaborar el "Chuño", y el secado de la carne de oveja y llama en las partes más altas.

Los agricultores de la región poseen generalmente de 3 a 6 hectáreas de tierras cultivables por familia, de las cuales solamente se cultivan 1,5 a 2,5 ha anualmente, el resto queda en barbecho en el sistema de rotación de los cultivos. La papa y los otros tubérculos andinos, que ocupan alrededor del 60% de la superficie total, son los principales cultivos de la región de Candelaria.

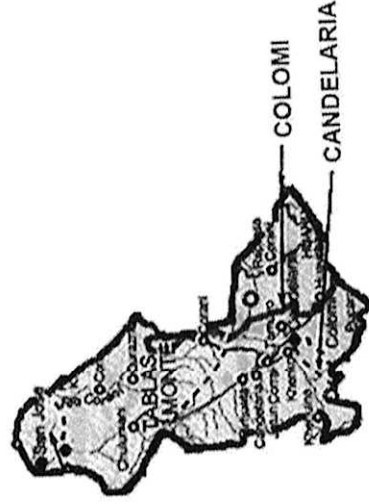


Figura 1. Localización de Candelaria en el municipio de Colomi de la Provincia Chapare, Cochabamba – Bolivia.

## Materiales y métodos

Se siguieron tres etapas principales para aplicar la encuesta y realizar la evaluación de los lotes de semillas con el fin de determinar la diversidad de tubérculos andinos existentes en Candelaria. En la primera etapa de planificación de la encuesta, se estableció que la mejor época de evaluación de la diversidad de los tubérculos andinos constituye el período de almacenamiento de las semillas, ya que las semillas estocadas constituyen el resultado de lo que fue la campaña anterior y al mismo tiempo representan lo que constituirá la próxima campaña; en consecuencia, la duración del trabajo de colecta de datos fue previsto para julio y agosto del 2002. Dado que la conservación de variedades depende de las decisiones tomadas en el seno familiar (Jarvis *et al.*, 2000), la unidad de análisis establecida para la encuesta fue la familia y por lo tanto, sobre un modelo basado en un muestreo aleatorio simple, dándole una probabilidad de selección igual a cada una de las familias (Triola, 2000), se seleccionó una muestra representativa de 40 familias, de un universo de 240 familias registradas en los sindicatos en la zona de Candelaria. La segunda etapa, constituyó la aplicación de la encuesta utilizando la técnica de entrevista semiestructurada (Jarvis *et al.*, 1998), la cual fue conducida para examinar la influencia de cuatro factores socioeconómicos en las decisiones de los agricultores sobre la conservación *in situ*. Estos factores fueron los siguientes: la fuente de ingresos económicos de la familia, el acceso a medios directos de formación y capacitación, el nivel de bienestar de la familia campesina y la edad del jefe de familia. En la tercera etapa se realizó la evaluación de los lotes de semillas, para ello se tomaron muestras de 5 a 10 tubérculos de cada variedad sobre las cuales se realizó la caracterización morfológica. La diversidad fenotípica se describió de manera visual a partir de las variaciones de la forma del tubérculo y las variaciones de color en la piel y la pulpa del tubérculo, caracterización realizada en base a los descriptores morfológicos de la papa (Huaman *et al.*, 1997), de la oca y el isaño (IPGRI/CIP, 2001).

## Análisis estadístico

Una vez almacenada en una base de datos la caracterización morfológica y los datos de la encuesta con información socioeconómica, se realizaron los siguientes análisis estadísticos.

Análisis de Componentes Principales. A partir de un espacio multidimensional conformado por las características morfológicas en estudio, se determinó las proximidades y lejanías de cada una de las variedades de papa, oca e isaño en un espacio vectorial de menores dimensiones (Lebart, *et al.*, 2000; Franco, *et al.*, 2003). Este fue usado para representar gráficamente la variabilidad morfológica varietal de las especies en estudio y determinar su correspondencia con la asignación de nombres vernaculares.

Por otro lado se realizaron comparaciones no paramétricas por el método de Kruskal-Wallis (Sprent, 1993), del número total de variedades (así como los número totales de papa, oca e isaño) según los niveles de los factores socioeconómicos descritos arriba: la fuente de ingresos económicos de la familia, el acceso a medios directos de formación y capacitación y el nivel de bien estar de la familia campesina.

Finalmente, para la determinación del efecto de la edad del jefe de familia y sus posibles interacciones con los otros factores socioeconómicos se realizaron análisis de co-varianza (Sokal & Rohlf, 1995).

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el paquete estadístico SAS v8.

## Resultados y discusión

### Inventario o censo de variedades locales de papa, oca e isaño

Con el objeto de obtener una caracterización de las variedades de papa, oca e isaño y verificar su asociación con los nombres vernaculares de tubérculos andinos en Candelaria, se efectuaron Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre 344 observaciones de papa, 135 observaciones de oca y 55 observaciones de isaño en base a las siguientes características morfológicas:

- Color principal de piel
- Color secundario de piel
- Distribución del color secundario de piel
- Color principal de la pulpa del tubérculo
- Color secundario de la pulpa del tubérculo
- Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo
- Forma del tubérculo

Después de examinar la matriz de correlaciones de las características morfológicas de la papa, oca e isaño se determinaron los componentes principales cuyos valores propios son mostrados en los cuadros 1, 2 y 3 respectivamente. Se consideraron suficientes cuatro componentes principales en la papa, ya que explican un 85,4% del total de la información original y solamente tres componentes principales en la oca y el isaño que explican 86,75% y 81,04% respectivamente, de la información original (Cuadros 1-3).

**Cuadro 1. Valores propios, vectores propios y coeficientes de correlación de los componentes principales obtenidos a partir de la matriz de correlaciones de las características morfológicas de la papa.**

| Característica morfológica                    | Z1    |       | Z2    |       | Z3    |       | Z4    |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | e     | r     | e     | r     | e     | r     | e     | r     |
| Color principal de piel                       | 0.40  | 0.68  | -0.29 | -0.39 | 0.17  | 0.19  | 0.09  | 0.09  |
| Color secundario de piel                      | -0.29 | -0.49 | 0.37  | 0.50  | 0.55  | 0.62  | 0.15  | 0.15  |
| Distribución del color secundario de piel     | -0.39 | -0.65 | 0.05  | 0.07  | 0.52  | 0.57  | 0.23  | 0.22  |
| Color principal de pulpa                      | -0.01 | -0.01 | 0.15  | 0.19  | -0.39 | -0.44 | 0.59  | 0.87  |
| Color secundario de pulpa del tubérculo       | 0.59  | 0.59  | 0.03  | 0.04  | 0.33  | 0.35  | 0.13  | 0.12  |
| Distribución del color secundario de la pulpa | 0.51  | 0.66  | 0.04  | 0.05  | 0.32  | 0.35  | 0.14  | 0.14  |
| Forma del tubérculo                           | 0.11  | 0.19  | 0.61  | 0.81  | -0.14 | -0.15 | -0.31 | -0.30 |
| <b>Valor propio</b>                           | 2.85  |       | 1.76  |       | 1.24  |       | 0.96  |       |
| <b>% variabilidad acumulada</b>               | 35.8  |       | 57.8  |       | 73.3  |       | 85.4  |       |

Z1- Z4 = Componente Principal 1 - 4  
 e = Vector Propio del componente principal correspondiente  
 r = Correlación del componente principal con la característica morfológica

**Cuadro 2. Valores propios, vectores propios y coeficientes de correlación de los componentes principales obtenidos a partir de la matriz de correlaciones de las características morfológicas de la oca.**

| Característica morfológica                                  | Z1    |       | Z2    |       | Z3    |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | e     | r     | e     | r     | e     | r     |
| Color principal de piel                                     | 0.47  | 0.83  | 0.28  | 0.38  | -0.17 | -0.18 |
| Color secundario de piel                                    | -0.25 | -0.44 | 0.53  | 0.71  | 0.36  | 0.37  |
| Distribución del color secundario de piel                   | 0.21  | 0.37  | 0.27  | 0.36  | 0.78  | 0.81  |
| Color principal de pulpa                                    | -0.28 | -0.49 | 0.54  | 0.73  | -0.31 | -0.33 |
| Color secundario de pulpa del tubérculo                     | 0.54  | 0.96  | 0.01  | 0.01  | 0.07  | 0.07  |
| Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo | 0.51  | 0.91  | -0.04 | -0.05 | -0.08 | -0.09 |
| Forma del tubérculo   | -0.20 | -0.36 | -0.52 | -0.70 | 0.35  | 0.37  |
| <b>Valor propio</b>   | 3.15  |       | 1.82  |       | 1.10  |       |
| <b>% variabilidad acumulada</b>                             | 45    |       | 70    |       | 86.7  |       |

Z1- Z3 = Componente Principal 1 - 3  
 e = Vector Propio del componente principal correspondiente  
 r = Correlación del componente principal con la característica morfológica

**Cuadro 3. Valores propios, vectores propios y coeficientes de correlación de los componentes principales obtenidos a partir de la matriz de correlaciones de las características morfológicas del isaño.**

| Característica morfológica                    | Z1    |       | Z2    |       | Z3    |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | e     | r     | e     | r     | e     | r     |
| Color principal de piel                       | 0.23  | 0.43  | 0.51  | 0.56  | 0.66  | 0.64  |
| Color secundario de piel                      | 0.45  | 0.65  | -0.38 | -0.41 | -0.13 | -0.13 |
| Distribución del color secundario de piel     | 0.47  | 0.63  | -0.35 | -0.38 | -0.04 | -0.04 |
| Color principal de pulpa                      | -0.22 | -0.42 | -0.32 | -0.35 | 0.61  | 0.60  |
| Color secundario de la pulpa                  | 0.49  | 0.82  | 0.05  | 0.05  | -0.10 | 0.11  |
| Distribución del color secundario de la pulpa | 0.46  | 0.69  | 0.15  | 0.15  | 0.08  | 0.81  |
| Forma del tubérculo                           | 0.08  | 0.16  | 0.59  | 0.63  | -0.38 | -0.37 |
| <b>Valor propio</b>                           | 3.53  |       | 1.76  |       | 1.10  |       |
| <b>% variabilidad acumulada</b>               | 50.04 |       | 67.4  |       | 81.04 |       |

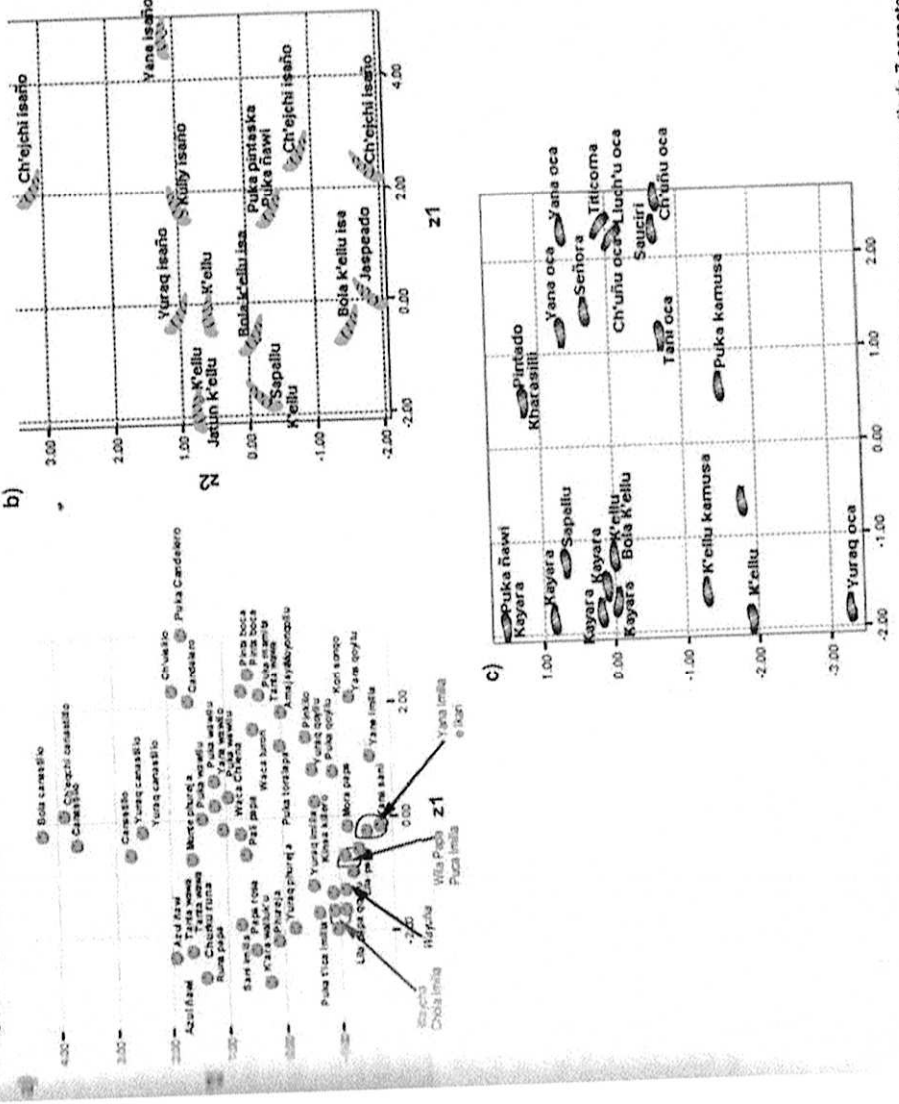
Z1- Z3 = Componente Principal 1 - 3  
 e = Vector Propio del componente principal correspondiente  
 r = Correlación del componente principal con la característica morfológica

A continuación se determinaron los auto-vectores de las observaciones realizadas en cada cultivo para la visualización de la distancia entre los diferentes puntos. Se consideraron únicamente los Componentes Principales 1 (Z1 determinado por el color secundario de la pulpa del tubérculo y su distribución) y 2 (Z2 determinado por la forma del tubérculo y el color principal de la pulpa), las cuales fueron representadas sobre un gráfico bidimensional (Figura 2) donde los puntos más distantes representan variedades distintas morfológicamente y por el contrario los puntos más próximos son variedades semejantes. Esta visualización de las distancias entre puntos en dos dimensiones expresa en gran manera la variabilidad morfológica total por lo que no se incluyeron las otras dos. La superposición de puntos indica que se trata de variedades idénticas morfológicamente.

Para la determinación del número de variedades por especie se constató que la mayoría de las variedades poseían un nombre (asignado por los agricultores) y ellas están claramente asociadas a ciertas características morfológicas específicas que los diferencian. En la Figura 2 (a) se pueden observar 48 puntos diferentes que representan 48 morfotipos de papa, sin embargo muchos de éstos están muy próximas entre sí y por lo tanto son muy semejantes en el tubérculo, lo que no permite determinar con precisión el número de variedades. Sin embargo a partir de los nombres se pudo establecer que existen alrededor de 54 variedades de papa, la diferencia se explica por la existencia de morfotipos idénticos que reciben más de un nombre; así como lo contrario, morfotipos diferentes con el mismo nombre. A través de una verificación en campo, se determinó que tres variedades reciben dos nombres por lo que en el balance, se ha establecido que en Candelaria existen 51 variedades de papa.

En la Figura 2 (b), que expone la diversidad encontrada en oca, se pueden apreciar 20 puntos diferentes de los cuales 17 se encuentran claramente aislados y tres puntos están cercanos unos de otros, eso indicaría la presencia de 18 variedades morfológicamente diferentes aunque se ha establecido una lista de sólo 11 nombres.

En el caso del isaño (Figura 2 (c)) se pueden apreciar que los puntos están bastante aislados, lo que permite definir 13 variedades morfológicamente diferentes aunque se ha establecido una lista de sólo 11 nombres.



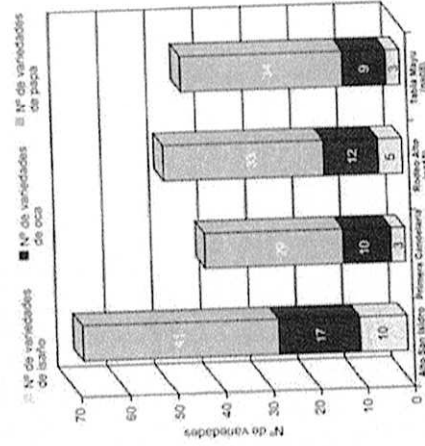
2. Representaciones gráficas en dos dimensiones de los componentes principales z1 y z2 formados a partir de 7 características morfológicas de las variedades de papa (a), oca (b) e isaño (c) en la zona de Candelaria.



### Distribución de las poblaciones varietales de tubérculos andinos a nivel comunal y familiar en la zona Candelaria

La comunidad Alto San Isidro presenta el mayor número de variedades de tubérculos andinos con 41 variedades de papa, 9 y 12 variedades de oca, y 10 variedades de isaiño. En el resto de las comunidades se cultivan entre 29 y 33 variedades de papa, entre 9 y 12 variedades de oca y entre 3 y 5 variedades de isaiño (Figura 3).

Cada familia campesina de la zona de Candelaria conserva una media de 9 variedades de papa, 3 variedades de oca y una variedad de isaiño (Cuadro 4). Sin embargo, hay que tener en cuenta que algunos agricultores conservan hasta un máximo de 21 variedades de papa, 10 variedades de oca y 6 variedades de isaiño. Estos valores junto a los otros estadísticos descriptivos (Cuadro 4), muestran una alta variación del número de variedades que componen las poblaciones varietales conservadas a nivel familiar. La composición y el número de variedades que conforman el germoplasma familiar es muy heterogéneo, es decir existen diferentes patrones para cada familia, ya que son pocas las variedades que se repiten en los diferentes almacenes evaluados y por el contrario más del 60 % de las variedades se encuentra en posesión de diferentes familias. Para comprender mejor los patrones de distribución de las poblaciones varietales, las variedades de papa, oca e isaiño, fueron clasificadas según su presencia en los lotes familiares de semilla en variedades dominantes (cultivadas por más del 75% de las familias), variedades frecuentes (cultivadas por 41 a 74% de las familias), variedades poco frecuentes (cultivadas por 11 a 40% de las familias) y variedades raras (cultivadas por menos del 10% de las familias).



Comunidades (conjunto de agricultores entrevistados) \*

Figura 3. Distribución comunal de la diversidad de tubérculos andinos (evaluada por el número de variedades) en Candelaria.

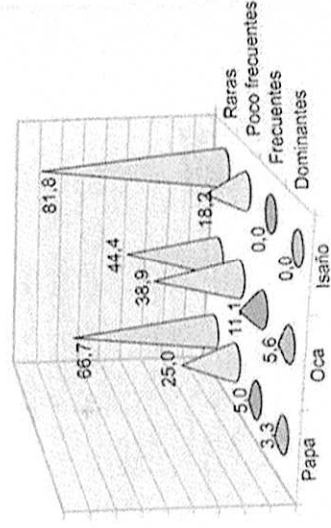


Figura 4. Distribución (%) de las variedades según su nivel de difusión entre los agricultores.

Figura 3. Distribución comunal de la diversidad de tubérculos andinos (evaluada por el número de variedades) en Candelaria.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos del número de variedades por familia, de papa, oca e isaiño, según comunidad dentro la zona de Candelaria.

| Comunidad                        | Especie | Número de variedades |        |       |         | Rango Inter Cuartil (RIQ) |
|----------------------------------|---------|----------------------|--------|-------|---------|---------------------------|
|                                  |         | mínimo               | máximo | media | mediana |                           |
| Alto San Isidro (11 familias)    | Papa    | 3                    | 21     | 6.9   | 9.0     | 7.0                       |
|                                  | Oca     | 1                    | 10     | 4.3   | 3.0     | 7.0                       |
|                                  | Isaiño  | 0                    | 6      | 1.3   | 0.0     | 3.0                       |
| Primera Candelaria (11 familias) | Papa    | 5                    | 13     | 8.4   | 8.0     | 2.0                       |
|                                  | Oca     | 1                    | 5      | 3.5   | 4.0     | 3.0                       |
|                                  | Isaiño  | 0                    | 2      | 0.6   | 0.0     | 1.0                       |
| Rodero Alto (10 familias)        | Papa    | 5                    | 15     | 8.1   | 8.0     | 3.0                       |
|                                  | Oca     | 1                    | 7      | 3.2   | 3.0     | 3.0                       |
|                                  | Isaiño  | 0                    | 4      | 0.8   | 0.0     | 1.0                       |
| Tabla Mayu (8 familias)          | Papa    | 2                    | 13     | 9.1   | 10.5    | 4.5                       |
|                                  | Oca     | 0                    | 6      | 2.1   | 1.5     | 2.0                       |
|                                  | Isaiño  | 0                    | 2      | 0.6   | 0.5     | 1.0                       |
| Global                           | Papa    | 2                    | 21     | 8.6   | 8.0     | 4                         |
|                                  | Oca     | 0                    | 10     | 3.4   | 3.0     | 4                         |
|                                  | Isaiño  | 0                    | 6      | 0.8   | 0.0     | 1.0                       |

RIQ = Rango Inter Cuartil

Este estudio a través de la Figura 4 muestra que dos variedades de papa que corresponden a las variedades denominadas "Waycha" y "Yana qoyllu" son las más difundidas entre las familias campesinas y por lo tanto están consideradas dentro la categoría de variedades dominantes. Estas variedades van seguidas de "Yuraq milla", "Puka toralapa" y "Pinta boca", que son consideradas frecuentes y luego, un grupo de 15 variedades son consideradas poco frecuentes y finalmente la gran mayoría de las variedades o sea 40 sobre 60 que son consideradas raras. En la oca, la variedad "Kayara" es dominante, y la variedad "señora" es frecuente, 7 variedades son poco frecuentes y 8 variedades son raras. En el isaño, no existen variedades dominantes ni frecuentes, se encontraron 2 variedades poco frecuentes y 9 variedades raras.

La distribución descrita anteriormente pone de manifiesto varias implicaciones sobre la conservación *in situ* de la diversidad genética de tubérculos andinos en Candelaria. Por un lado implica que más del 64 % de las variedades que se las denomina como raras aparentemente son susceptibles a diversos factores de riesgo que eventualmente pueden determinar su desaparición al encontrarse en posesión de pocas familias, por ejemplo ante una adversidad climática como heladas, o sequías prolongadas muchos de los agricultores pierden su semilla. Sin embargo existen mecanismos locales como el intercambio de variedades traducido en flujos locales de semillas que permiten la restitución de la semilla perdida a partir del germoplasma de otros agricultores de la comunidad o comunidades aledañas. En consecuencia este patrón de distribución de las poblaciones varietales de tubérculos andinos puede responder a una estrategia de conservación comunal basada en el principio de precaución "de no guardar todos los huevos en una misma canasta" para asegurar que al menos algunos se conserven frente a un eventual accidente natural o incidente social, lo que ha permitido la persistencia de las variedades hasta la actualidad. Los factores de riesgo de pérdida de variedades bajo las condiciones de la agricultura de montaña que es heterogéneo son varios además de los climáticos. En todo caso es necesario profundizar más investigaciones para entender mejor la lógica de este tipo de gestión local de la diversidad basada en la alta dispersión de variedades.

### **Análisis de los principales factores socio-económicos que influyen sobre las decisiones de los agricultores en la gestión local de la diversidad de los tubérculos andinos**

Los factores sociales como la fuente de ingresos económicos de la familia, el acceso a medios directos de extensión y capacitación, el nivel de bienestar de la familia campesina se examinaron con relación al número de variedades de los tubérculos andinos conservadas en el seno familiar.

### **Influencia del nivel socioeconómico sobre la conservación de variedades en los agricultores de Candelaria**

Mediante una estratificación socioeconómica participativa se clasificaron a los agricultores en tres grupos siguiendo criterios de apreciación de tres informantes claves seleccionados en las comunidades involucradas por su destacado grado de conocimiento de la vivencia local y la situación socioeconómica de las familias. Los informantes clave clasificaron a las familias involucradas en el estudio en alguna de las siguientes categorías: nivel socioeconómico alto, nivel socioeconómico intermedio y nivel socioeconómico bajo.

Los agricultores del primer nivel son aquellos que poseen mayor cantidad de tierra que varía entre 10 y 20 ha y pueden dar en compañía (el agricultor propietario de la tierra busca un socio de producción que le provea de la semilla y otros insumos cuya cosecha se distribuyen en 50 %) parte de ellas. Poseen 15 a 20 cabezas de ganado vacuno, y más de 30 ovejas; disponen de capital y mayor capacidad de trabajo, es decir que tienen disponibilidad de dinero para la compra de insumos productivos y para contratación de mano de obra extra-familiar entre 6 y 50 jornales durante la siembra y cosecha.

Los agricultores del segundo nivel son aquellos que poseen menos de 2 ha de tierras, generalmente no poseen ganado vacuno y algunos tienen hasta 10 ovejas. La producción la realizan básicamente con el uso de bajos niveles de insumos y empleando la mano de obra familiar por falta de capital para contratar jornaleros.

De acuerdo al Cuadro 5, el número de variedades de tubérculos andinos cultivados por los agricultores agrupados según su nivel socioeconómico presentó diferencias débiles ya que se observa que los agricultores del nivel socioeconómico alto presentan un número de variedades más grande que el resto sin que existan diferencias significativas.

### **Influencia del tipo de ocupación del agricultor sobre la conservación de variedades**

La fuente de ingresos depende de la actividad principal así como de las actividades secundarias que tienen los agricultores de Candelaria cuya estrategia de vida se basa en la producción agrícola complementada con variadas actividades secundarias para generar ingresos adicionales para su familia.

Considerando los casos más frecuentes se ha agrupado a los agricultores en 4 categorías para fines comparativos del estudio (Cuadro 5). El primer grupo de agricultores son aquellos que se dedican exclusivamente a la "Agricultura", el segundo grupo "Agricultura + transporte" está formado por los agricultores que tienen como actividad secundaria el transporte ya sea como propietarios de camionetas o chóferes de camiones pequeños que los pobladores locales alquilan para transportar sus productos; el tercer grupo "Agricultura + construcción" que es minoritario está conformado por los agricultores que se dedican a la construcción ya sea localmente en otras zonas urbanas aledañas como albañiles o ayudantes de albañiles; finalmente el cuarto grupo "Ag. + otros" incluye a agricultores que tienen actividades secundarias muy específicas como catequistas o trabajan en alfabetización y otros.

Se ha puesto en evidencia que el grupo "Ag + otros" manejan una mediana de 15 variedades y es superior al resto de las categorías de agricultores que manejan entre 10 y 13 variedades. Sin embargo no existen diferencias significativas entre las diferentes categorías.

**Cuadro 5.** Medianas del número de variedades de: papa, oca, isaño y n° total de variedades, según tres factores socioeconómicos, y valores de P de la prueba de Kruskal – Wallis para comparación de los niveles de cada factor.

| Factor                          | Grupo            | n  | Papa    |         | Isaño   |         | Oca     |         | Total   |         |
|---------------------------------|------------------|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                 |                  |    | Mediana | P valor | Mediana | P valor | Mediana | P valor | Mediana | P valor |
| Nivel Socio-Económico           | Alto             | 8  | 9.0     | 0.5     | 0.5     | 3.5     | 14.0    | 14.0    | 0.6401  |         |
|                                 | Medio            | 23 | 9.0     | 0.5292  | 0.0     | 2.0     | 10.0    | 10.0    | 0.6401  |         |
|                                 | Bajo             | 9  | 8.0     | 1.0     | 1.0     | 4.0     | 13.0    | 13.0    | 0.6401  |         |
| Ocupación                       | Agricultura      | 25 | 8.0     | 0.0     | 0.0     | 2.0     | 13.0    | 13.0    | 0.6068  |         |
|                                 | Ag.+Transporte   | 8  | 9.0     | 0.9337  | 0.0     | 3.0     | 12.0    | 12.0    | 0.6068  |         |
|                                 | Ag.+Construcción | 3  | 7.0     | 0.0     | 0.1254  | 4.0     | 10.0    | 10.0    | 0.6068  |         |
| Acceso a medios de Capacitación | Ag.+Otros        | 4  | 8.0     | 1.5     | 1.5     | 5.0     | 15.5    | 15.5    | 0.0480  |         |
|                                 | Ninguna          | 21 | 8.0     | 0.0     | 0.0     | 2.0     | 11.2    | 11.2    | 0.0480  |         |
|                                 | Ocasional        | 9  | 8.0     | 0.4942  | 1.0     | 4.0     | 13.3    | 13.3    | 0.0480  |         |
| Medio avanzada                  | Medio avanzada   | 8  | 10.0    | 1.0     | 1.0     | 4.0     | 15.5    | 15.5    | 0.0480  |         |

Se asume significancia estadística a un nivel de  $P < 0.05$

### Influencia del acceso a los medios de formación directa sobre la conservación de variedades

Se ha efectuado un agrupamiento de los agricultores según el nivel de formación agrícola que ellos han recibido en el curso de los tres últimos años. Así se establecieron tres categorías (Cuadro 5):

- "Ninguna" se encuentran aquellos agricultores que no tuvieron acceso a la formación o capacitación impartida por las instituciones de investigación o desarrollo que tienen acciones en la zona de candelaria.
- "Ocasional" se encuentran aquellos que han recibido una formación ocasional, es decir, que han participado en algunos días de campo o días demostrativos y han seguido formaciones específicas de corta duración.
- El tercer grupo "Media avanzada" concierne a los agricultores que han recibido una formación de tipo intermedia y/o avanzada, particularmente aquellos que han participado en cursos y/o seminarios de mediana duración (al menos de una semana) o en las Escuelas de Campo (ECA's) o Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL's).

El Cuadro 5 muestra la mediana del número de variedades conservadas en el seno de cada grupo. Se puede observar que los agricultores que siguieron una formación de nivel "Media y avanzada" cultivan alrededor de 15 variedades que es significativamente superior a los grupos de agricultores que no tuvieron acceso a medios de formación directa y los agricultores que ocasionalmente acceden a formaciones de corta duración (medianas de 11 y 13 variedades respectivamente).

En consecuencia, el acceso a los medios de formación directa tiene una influencia favorable sobre la conservación de la diversidad en Candelaria. Este resultado se explica por el hecho de que en las ECA's y los CIAL's se incorporaron sesiones donde se explicó y analizó la importancia de la conservación de la diversidad de tubérculos andinos.

### Influencia de la edad sobre la conservación de variedades en los agricultores de Candelaria

La influencia de la edad de los agricultores fue determinada mediante análisis de co-varianza por tratarse de una variable cuantitativa. Se ha encontrado un efecto significativo de la edad sobre la conservación de la diversidad de tubérculos andinos, más, esta influencia depende del acceso a la capacitación de los agricultores ( $p = 0.04$ ). Cuando el agricultor no tiene acceso a capacitación el número de variedades tiende a aumentar con la edad, no obstante este incremento es estadísticamente no significativo ( $P = 0.2258$ ). En cambio, en agricultores con acceso ocasional a capacitación, el número de variedades tiende a disminuir significativamente con la edad ( $P = 0.0041$ ). Cuando el acceso a la capacitación fue medio – avanzada, el número de variedades tiende a aumentar significativamente con la edad del agricultor ( $P = 0.0013$ ).

### Conclusiones y perspectivas

La papa es el cultivo más diversificado entre los tubérculos andinos en Candelaria puesto que presenta una población varieta de 16 compuesta de 51 variedades, la oca es el segundo cultivo con mayor grado de diversificación con una población varieta de 18 variedades y el isaño es menos diversificado con 13 variedades. La papa y la oca son las especies más difundida entre las familias campesinas de Candelaria puesto que son cultivadas por todas las familias, en cambio el isaño es cultivado solamente por un 55% de las familias campesinas.

Las variedades de tubérculos andinos que se clasificaron como raras, requieren una atención especial, para mitigar los riesgos de pérdida de variedades. Es necesario en este caso, complementar la conservación *in situ* en campos de agricultores con la conservación *ex situ*, depositando una muestra de estas variedades en el Banco Nacional de Raíces y Tubérculos Andinos. Las variedades poco frecuentes deben ser monitoreadas en el tiempo para alertar del riesgo de pérdida y para restituir su importancia local. El resto de las variedades tienen una permanencia más estable en el sistema de producción de Candelaria.

Promover la formación directa de los campesinos es un medio eficaz para favorecer la conservación *in situ* de los tubérculos andinos en campos de agricultores. Sin embargo, es necesario ampliar las investigaciones sobre la influencia de otros factores socioeconómicos y ecológicos de la conservación *in situ*. Se encontró que el acceso a medios de extensión y capacitación directa, como la formación en "Escuelas del Campo" y "Comités de Investigación Agrícola Local" que se implementaron en Candelaria, influyeron positivamente sobre la conservación de un número mayor de variedades. Por el contrario los otros factores tienen una influencia débil o nula sobre la conservación de un mayor número de variedades a nivel familiar.

La función ecológica de las variedades en el sistema de producción (rotación de cultivos, adaptación a condiciones específicas del suelo, resistencia a enfermedades y plagas, etc.) así como en el sistema socioeconómico (autoconsumo, utilización en comidas muy especiales, aceptación al mercado local y urbano, etc.) debe ponerse de relieve para valorizar las variedades principalmente poco difundidas en las comunidades campesinas de Candelaria.

### Agradecimiento

Los autores reconocen que la Dirección General de la Cooperación de Bélgica, proporcionó apoyo financiero y técnico para este estudio, a través del proyecto " Promoción de la diversidad de los tubérculos andinos y sus productos transformados", coordinado por el Profesor Jean-François Ledent (Universidad Católica de Lovaina) Bélgica y el Ing. Augusto Guidi (Fundación PROINPA) Bolivia.

### Bibliografía

- BRUSH, S. 2000. The issues of *in situ* conservation of crop genetic resources. In Genes in the field: on farm conservation of crop diversity, IDRC and IPGRI, pp. 3 - 23.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP), 2001. Informes Técnicos Anuales: 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 et 2000 del Programa Internacional de Conservación de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos. Lima (Perú).
- FRANCO, T. L. & HIDALGO, R. (eds.) 2003 Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Filogenéticos. Boletín no. 8, Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- FUNDACIÓN PROINPA, 2001. Primer informe compendio: campañas 1998-2001. Cochabamba, Bolivia. pp. 13-23.
- GOBIERNO MUNICIPAL DE COLOMI, 2002. Plan de Desarrollo Municipal Ajustado 2003-2007. Elaborado por PRODISEC; Viceministerio de Planificación Estratégica y Participación Popular, Programa de Desarrollo de comunidades rurales PDCR-II.
- IPGRI/CIP. 2001. Descriptores de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol). Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos, Roma, Italia: Centro Internacional de la Papa, Lima Perú. 40 p.
- JARVIS, D.; MEYER, L.; KLEMICK, H.; GUARINO, L.; SMALE, M.; BROWN, A.; SADIKI, M.; STHAPIT, B. and HODKING T. 2000. A training guide *in situ* conservation on – farm. Version 1. IPGRI, Rome (Italy).
- JARVIS, D.; HODGKING, T.; EYZAGUIRRE, P.; AYAD, G.; BHUWON, S.; GUARINO, L. 1998. Farmer selection, natural selection and crop genetic diversity. In strengthening the scientific basis of *in situ* conservation of agricultural biodiversity on farm. IPGRI, Rome (Italy).
- LEBART, L.; MORINEAU, A. & PIRON, M. 2000 Statistique Exploratoire Multidimensionnelle. Ed. Dunod, Paris, France.
- SOKAL R. & J. ROHLF 1995 Biometry: The Principles, and Practice of Statistics in Biological Research. Ed. W. H. Freeman & Co. New York, EEUU.
- SPRENT, P. 1993. Applied non parametric statistical methods, Ed. Chapman, London, UK.
- FERRAZAS, F.; VALDIVIA, G. 1998. Space Dynamics of *In situ* Preservation: Handling of the genetic diversity of Andean tubers in Mosaic Systems Candelaria. Cochabamba (Bolivia). In Plant Genetic Resources Newsletter, N° 114, pp. 9 –15.
- PIOLA, M. 2000. Estadística elemental, séptima edición. Addison Wesley Longman, Mexico. pp. 266-325.