



Dirección Nacional de Investigación

Revista Científica de Investigación

Año 1, número 1, volumen 1. Gestión 2013

**Conservación y manejo
de recursos genéticos
para la seguridad y
soberanía alimentaria
en Bolivia**

Son patrimonio natural las especies nativas de origen animal y vegetal.

“El estado protegerá todos los recursos genéticos y microorganismos que se encuentren en los ecosistemas del territorio, así como los conocimientos asociados con su uso y aprovechamiento”

(Capítulo séptimo, art. 381 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia)

“El INIAF, es la instancia encargada de garantizar la conservación y administración in situ o en el lugar de origen y ex situ o fuera del lugar de origen de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, parientes silvestres y microorganismos de las diferentes eco regiones del país, con la finalidad de evitar la erosión genética y asegurar su disponibilidad como fuente de variabilidad genética y primer eslabón de la producción agropecuaria”

(Capítulo primero art. 13 de la Ley 144. Revolución productiva comunitaria agropecuaria. Bolivia)



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

**CONSERVACION Y MANEJO DE RECURSOS GENÉTICOS
PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANIA ALIMENTARIA EN
BOLIVIA**

La Paz - Bolivia

2013

Evo Morales Ayma

PRESIDENTE DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Nemesia Achacollo Tola

MINISTRA DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

Víctor Hugo Vásquez Mamani

VICEMINISTRO DE DESARROLLO RURAL AGROPECUARIO

Lucio René Tito Villca

DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO - INIAF

Luis Weimar Acosta Arce

DIRECTOR NACIONAL DE INVESTIGACION E INNOVACION-INIAF

Teléfonos y Fax 591-2-2441153/2-2441608/2-2113629

www.INIAF.gob.bo - contacto@INIAF.gob.bo

Casilla Postal 4793

Calle Batallón Colorado Número 24

Edificio El Cóndor – 12avo Piso

La Paz – Bolivia

COMITÉ CIENTIFICO REVISOR DEL INIAF

Ing. M.Sc. Einstein Tejada Velez

Dr. Jorge Rojas Beltran, Ph.D.

Ing. M.Sc. Lucio Tito Villca

Dr. Tito Claire, Ph.D.

Dr. Luis Acosta Arce., Ph.D.

Ing. M.Sc. Maximo L. Flores M.

PROFESIONALES EN CONSERVACION DE LOS RECURSOS GENETICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD, INIAF

- | | |
|--|--------------------------------|
| - RECURSOS GENETICOS: | Ing. M.Sc. Máximo L. Flores M. |
| - GRANOS ALTOANDINOS: | Ing. Carolina Alanoca Q. |
| - | Ing. Armando Mamani |
| - CEREALES Y LEGUMINOSAS: | Ing. Juan José Vicente |
| - | Ing. Wilbert Sandy |
| - FRUTALES: | Ing. Pablo Gamboa |
| - CAMELIDOS SUDAMERICANOS: | Ing. José Luis Quispe |
| - FORESTALES: | Ing. Gonzalo Valdivieso |
| - TUBERCULOS Y RAICES ANDINAS: | Ing. Edson Foronda |
| - | Ing. Eliana Maldonado |
| - | Sr. Víctor Guzmán |
| - CULTIVO DE TEJIDOS <i>IN VITRO</i> : | Ing. Margarita Calle |
| - | Ing. Lisett Vaca |

COMITÉ EDITOR

Ing. MSc. Máximo Flores
Dr. Luis Acosta Arce Ph.D.
Dr. Oscar Llanque Espinoza Ph.D.
Ing. Sergio Daniel Moreira Ascarrunz Ph.D.

PRIMERA IMPRESIÓN 1000 EJEMPLARES

Diseño: Alfredo Diaz

Deposito legal: 4-3-16-13 P.O.

© Copyright: 2013

REVISTA CIENTIFICA DE INVESTIGACION INFO-INIAF "CONSERVACION Y MANEJO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANIA ALIMENTARIA EN BOLIVIA" AÑO 1 NUMERO 1, VOLUMEN 1. (PAGINAS 1-107)

Los editores han sido cuidadosos de reproducir los artículos publicados en esta revista. Pero las ideas y opiniones de los artículos son de entera responsabilidad de los autores. Se permite la reproducción total o parcial por cualquier medio de los artículos de la presente Revista, con la debida autorización y cite de la fuente respectiva, se agradecerá el envío de un ejemplar.

DIRECCION OFICINA CENTRAL: Calle Batallón Colorados No. Piso 12. Edificio El Condor.
La Paz-Bolivia

ESTACION EXPERIMENTAL DE TORALAPA: Km 71, Carretera antigua Cochabamba – Santa Cruz.
Municipio de Tiraque, Comunidad Cebada Jichana, Cochabamba-Bolivia

Esta publicación cuenta con el apoyo del Banco Mundial en Bolivia, DANIDA, COSUDE

PRESENTACION

En Bolivia, el sector agropecuario desempeña un rol importante en la economía nacional al constituirse en el tercer contribuyente más importante al Producto Interno Bruto (PIB), con una participación promedio del 15 %, durante las últimas décadas. Es uno de los países con mayor diversidad en términos de la variedad de recursos genéticos, posee una vasta riqueza en especies de plantas y animales incluyendo a los de alto valor económico y social como la quinua (*Chenopodium quinoa*), papa (*Solanum spp.*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), cacao (*Theobroma cacao*), parientes silvestres de especies cultivadas, cuyes (*Cavia porcellus*), camélidos (*Lama glama*, *Lama pacos*), bovinos criollos, entre otros.

En el altiplano y valles, predominan las economías comunitarias y campesinas desarrollando relaciones de reciprocidad y solidaridad, como sustento de las relaciones económicas y sociales. Por otra parte, la agroindustria es más intensa en las tierras bajas con economías de índole empresarial orientada a la producción agrícola, ganadera y forestal. En este marco sectorial, se destaca la importancia de la agricultura familiar campesina, como expresión de la experiencia boliviana de producción familiar y comunitaria desarrollada por unidades productivas familiares. Se caracteriza por constituir sistemas integrales y diversificados, por la gran diversidad de recursos genéticos que maneja, y por el porcentaje de superficie cultivada que superó el 50 % hasta 1985.

La deforestación, el crecimiento de las zonas urbanas, la introducción y acaparamiento de las zonas agrícolas por cultivos mejorados y genéticamente uniformes así como la explotación de especies raras, tienen un efecto alto en los recursos naturales de Bolivia, limitando la posibilidad de desarrollo de nuevas combinaciones genéticas con mayores capacidades de rendimientos, calidad y adaptación a condiciones adversas en especies de importancia para el hombre. El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, INIAF, bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, MDRyT, es la entidad competente para la administración de los Bancos de Germoplasma de acuerdo al D.S. 29611. Esta Institución establece el Centro Nacional de Conservación de Recursos Genéticos en la Estación Experimental de Toralapa, ubicada en la provincia Tiraque del departamento de Cochabamba. Actualmente cuenta con unas 15.000 accesiones fitogenéticas.

Los bancos de germoplasma son depósitos de recursos fitogenéticos que proporcionan la materia prima para el mejoramiento de los cultivos. Estos recursos cumplen una función vital en el desarrollo sostenible de la agricultura con el incremento en la producción de alimentos y la lucha contra el hambre y la pobreza. Las semillas que se almacenan en los bancos de germoplasma son un recurso vital e irremplazable, una herencia que se debe conservar para proveer opciones a la agricultura en el futuro, en un mundo que afronta el cambio climático y otros desafíos.

La conservación sostenible de los recursos genéticos depende del trabajo eficaz del personal de los bancos de germoplasma, cuyo trabajo científico es importante para garantizar que el germoplasma se conserve de manera efectiva y eficiente. Este personal aplica procedimientos adecuados al manejo de las semillas para garantizar que éstas sobrevivan y estén disponibles para las generaciones actuales y futuras. Este primer número, reúne un conjunto de artículos referidos a la conservación de recursos genéticos de la Agrobiodiversidad, que son resultados de estudios de investigación realizados por el Personal de la Unidad de Recursos Genéticos del INIAF, de acuerdo al objetivo de "Asegurar la conservación y disponibilidad de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, en las diferentes eco-regiones, como base para el mejoramiento y la alimentación de las futuras generaciones como fuente de variabilidad genética y contrarrestar la erosión genética".

Ing. M.Sc. LUCIO TITO VILLCA
DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO DEL INIAF

PRESENTATION

In Bolivia, the agricultural sector plays an important role in national economy, being the third biggest contributor to the Gross National Product (GNP) with an average participation of 15% for the last decades. Bolivia is one of the most diverse countries in terms of the variety of Genetic Resources. The country possesses a vast richness in plant and animal species, including those of high social and economic value, such as quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), potato (*Solanum* spp.), common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.) and wild relatives of cultivated species, guinea pig (*Cavia porcellus* L.), camelids (*Lama glama* L., *Lama pacos* L., etc.) and creole bovines, among many others.

Communitarian and small farmer economies predominate. These economies develop relationships of reciprocity and solidarity as a support to social and economic relationships. On the other hand, agroindustry is more intense in the lowlands, with entrepreneurial economies oriented to agricultural, livestock and forestry production. Under this framework, the small farmer family agriculture stands out as an expression of the Bolivian experience of family and community production, developed by familiar economic units. This type of agriculture is characterized by constituting integral and diversified systems, the great diversity of genetic resources that it manages, and by the percentage of cultivated land area that it occupies, which was over 50% in 1985.

Deforestation, urban area growth, introduction and expansion in agricultural areas of improved but genetically uniform crops, as well as the exploitation of rare species have a strong impact on Bolivian natural resources, thus limiting the possibility of developing new genetic combinations with greater capacities regarding yield, quality, and adaptation to adverse conditions in species with importance for humans. The Bolivian National Institute for Agricultural, Livestock and Forestry Innovation (INIAF), under tuition of the Ministry of Rural Development and Land (MDRyT) is the institution responsible for the management of Germplasm Banks, in accordance to decree No. 29611. This institution establishes the Bolivian National Center for Conservation of Genetic Resources in the Experimental Station of Toralapa, located in Tiraque Province, Department of Cochabamba. This Center counts at the present with approximately 15 000 plant accessions.

Germplasm Banks are deposits for the Genetic Resources that serve as the raw material for genetic breeding. These resources play a vital role in the sustainable development of agriculture, with the increase in food production and the fight against hunger and poverty. The seeds kept in Germplasm Banks are a vital and irreplaceable resource, a heritage that must be conserved in order to provide options for the agriculture of the future, in a world that is facing climate change and other challenges.

Sustainable conservation of Genetic Resources depends on the effective labor of the personnel in Germplasm Banks, whose scientific work is important to guarantee that the germplasm is conserved in an effective and efficient manner. This personnel applies adequate procedures for the management of seeds in order to guarantee that these survive and remain available for present and future generations. The first number of this journal gathers a group of articles referred to the conservation of Agro biodiversity Genetic Resources, resulting from scientific research studies performed by the personnel of the Genetic Resources Unit of INIAF in accordance to the objective of "Assuring the conservation and availability of Agro biodiversity Genetic Resources, in the different eco regions, as a base for breeding and food for future generations and as source of genetic variability in order to counteract genetic erosion".

M.Sc. LUCIO TITO VILLCA
GENERAL EXECUTIVE DIRECTOR – INIAF

CONTENIDO

1. Caracterización de fibra de llamas <i>T'amphullis</i> conservadas en condición <i>in situ</i> en la región de Calientes, Cochabamba - Bolivia	21
1.1. Introducción	21
1.2. Metodología	21
1.3. Resultados y discusión	22
1.4. Conclusiones	24
1.5. Bibliografía	24
2. Propagación <i>in vitro</i> de <i>T'ola</i> (<i>Parastrephya lepidophylla</i>, Wedd)	27
2.1. Antecedentes	27
2.2. Materiales y métodos	27
2.3. Resultados	28
2.3.1. Etapa de establecimiento	28
2.3.2. Etapa de Multiplicación	28
2.4. Conclusiones	29
2.5. Bibliografía	30
3. Caracterización de la colección de arveja (<i>Pisum sativum</i>)	33
3.1. Introducción	33
3.2. Materiales y métodos	33
3.3. Resultados y discusión	34
3.3.1. Análisis descriptivo	34
3.3.2. Análisis bivariado (Correlación lineal)	36
3.3.3. Análisis de Componentes Principales y Cluster	36
3.4. Conclusiones	37
3.5. Bibliografía	38
4. Caracterización a nivel de vaina y grano de accesiones de maní cultivado (<i>Arachis hypogaea</i>) del banco de germoplasma de cereales y leguminosas	41
4.1. Introducción	41
4.2. Materiales y métodos	41
4.3. Resultados	42
4.4. Conclusiones	44
4.5. Bibliografía	44
5. Introducción de tres variedades de quinua en dos comunidades del municipio de Patacamaya, Altiplano Central, Bolivia	47
5.1. Introducción	47
5.2. Materiales y métodos	47
5.2.1. Manejo agronómico	47

5.2.2. Caracterización Agromorfológica	48
5.3. Resultados	50
5.3.1. Caracterización Agromorfológica	50
5.3.2. Manejo agronómico	52
5.4. Conclusiones	53
5.5. Bibliografía	53
6. Efecto de estrés salino (NaCl) e hídrico (manitol) en tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) <i>in vitro</i>	57
6.1. Antecedentes	57
6.2. Materiales y métodos	57
6.2.1. Inducción a estrés salino e hídrico	57
6.3. Resultados y discusión	58
6.3.1. Supervivencia (%)	58
6.3.2. Vitroplantas normales (%)	59
6.3.3. Vitroplantas anormales	59
6.4. Conclusiones	61
6.5. Recomendación	61
6.6. Bibliografía	61
7. Producción de semilla prebásica de papa	62
7.1. Introducción	62
7.2. Materiales y métodos	62
7.3. Resultados	64
7.4. Conclusiones	65
8. Efecto de tres concentraciones de sales minerales en ocho accesiones de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) para la conservación <i>in vitro</i>	66
8.1. Antecedentes	66
8.2. Materiales y métodos	66
8.3. Resultados y discusión	67
8.3.1. Porcentaje de supervivencia	67
8.3.2. Altura de la vitroplanta	68
8.3.3. Desarrollo de raíces y vitrificación	69
8.4. Conclusiones	69
8.5. Bibliografía	69
9. Prospección y conservación de poblaciones silvestres de mora (<i>Rubus spp.</i>), pertenecientes a la región subtropical de Colomi, Cochabamba	73
9.1. Introducción	73

9.2. Materiales y métodos	73
9.2.1. Fase de prospección	73
9.2.2. Exploración etnobotánica	74
9.2.3. Colecta	74
9.2.4. Identificación de genotipos	74
9.3. Resultados y discusión	74
9.3.1. Información y uso etnobotánico	75
9.3.2. Evaluación de la erosión genética	75
9.4. Conclusiones	76
9.5. Bibliografía	76

10. Evaluación de cultivares de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) para la producción de forraje en la Estación Experimental Toralapa, Cochabamba - Bolivia.....83

10.1. Introducción	83
10.2. Metodología	83
10.3. Resultados y discusión	84
10.4. Conclusiones	85
10.5. Bibliografía	85

11. Conservación de los Recursos Genéticos de la agrobiodiversidad 86

11.1. Conservación <i>ex situ</i>	86
11.2. Métodos de conservación <i>ex situ</i>	86
11.2.1. Bancos de semillas	86
11.2.2. Jardines botánicos	86
11.2.3. Banco genético a campo	87
11.2.4. Los bancos de tejidos <i>in vitro</i>	87
11.2.5. Criopreservación	87
11.2.6. Bibliotecas de genes o bancos de ADN	87
11.3. Conservación <i>in situ</i>	88
11.4. Tipos de conservación <i>in situ</i>	88
11.5. Ventajas y desventajas de las dos estrategias	90
11.5.1. Conservación <i>ex situ</i>	90
11.5.2. Conservación <i>in situ</i>	90
11.6. Bibliografía	90

12. Seguridad alimentaria para nuestras regiones con indicadores de desarrollo sostenible: ¿cómo garantizar la calidad de vida de los individuos?.....91

12.1. Introducción	91
12.2. ¿Como garantizamos la calidad de vida y la seguridad alimentaria de nuestras poblaciones?	91
12.3. La seguridad alimentaria implica:	91
12.4. Agricultura para una seguridad alimentaria sostenible:	92

<u>12.5. Sugerencias para mejorar la seguridad alimentaria</u>	92
13. Lista de acrónimos	94
<u>Instituciones Internacionales, Regionales, Nacionales, Públicas y Privadas</u>	94
14. Glosario tecnico	97
 15. INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES	102
<u>15.1. Objetivos y Alcance</u>	102
<u>15.2. Tipos de Publicaciones</u>	102
<u>15.3. Autoría</u>	103
<u>15.4. Proceso de Revisión</u>	103
<u>15.5. Estilo Editorial</u>	104
<u>15.6. Formato para cada sección de los trabajos</u>	105

TABLAS

Tabla 1.1. Características de fibra de llamas <i>T'amphullis</i>, según sexo y edad	23
Tabla 2.1 Comparación de número de brotes en diferentes niveles de BAP.....	29
Tabla 3.1 Descriptores a nivel de flor y semilla.....	34
Tabla 3.2 Estadísticos descriptivos para las colecciones de arveja del Banco de leguminosas	35
Tabla 3.3 Matriz de correlaciones de Pearson.....	36
Tabla 4.1 Estadísticas descriptivas para 9 variables en 270 accesiones de maní de la colección del INIAF. 42	
Tabla 5.1 Número de ramas y rendimiento de granos de semilla de quinua por hectárea en las comunidades de Chairumani y Jatuquirá	52
Tabla 7.1 Rendimiento por cama de tuberización de la variedad Huaycha	64
Tabla 7.2 Peso por calibre (gramos)	64
Tabla 7.3 Peso de variedad Imilla negra	64
Tabla 7.4 Peso por calibre (gramos)	65
Tabla 7.5 Resultados del test de ELISA	65
Tabla 8.1 Comparación de promedios de la variable sobrevivencia de las accesiones de papa en concentraciones de sales MS.....	67
Tabla 9.1 Especies del genero <i>Rubus</i> identificadas, información etnobotánica y estado actual. 2012	75
Tabla 10.1. Área de cultivo, altura de planta y rendimiento de materia seca parcial de los cultivos de cebada y avena	85

FIGURAS

Figura 1.1. Llama <i>T'amphulli</i> seleccionada y caravaneada y, ejemplar ganador de la Feria Departamental de Ganadería Camélida en Cochabamba	22
Figura 1.2. Microscopio de proyección para el análisis de fibra y llamas <i>T'amphullis</i> de la región de Calientes, Cochabamba	22
Figura 1.3. Variabilidad de color de vellón de llamas <i>T'amphullis</i> seleccionadas para su conservación en condición <i>in situ</i>	24
Figura 2.1 Prendimiento de explantes de T'ola	28
Figura 2.2 Número de brotes en tratamiento T2 y T'olar deforestado	29
Figura 3.1. Parcelas de multiplicación de accesiones de arveja	33
Figura 3.2 Diversidad genética a nivel de semilla en la colección de arveja	35
Figura 3.3 Distribución de accesiones y variables de arveja en los dos primeros ejes de ACP	36
Figura 3.4 Dendrograma de agrupamiento jerárquico	37
Figura 4.1 Frecuencia de tipo de coloración en semilla de 270 accesiones de maní	42
Figura 4.2 Diversidad genética en semilla y vaina de las colecciones de maní estudiadas	43
Figura 4.3 Acciones de maní y variables en los dos primeros ejes del ACP	44
Figura 5.1 Siembra del cultivo de quinua por golpes (Chiarumani) y a chorro continuo (Jatuquira)	47
Figura 5.2 Caracterización agromorfológica de la colección quinua	48
Figura 5.3 Parcelas deshierbadas y purificadas y variedades de semillas utilizadas	48
Figura 5.4 Control fitosanitario y terreno libres de plagas	49
Figura 5.5 Cultivo de quinua y Cosecha de quinua	49
Figura 5.6 Venteado y trilla de quinua	49
Figura 5.7 Altura de Planta y Variedad de quinua en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira	50
Figura 5.8 Longitud de Panoja y variedades de quinua en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira	51
Figura 5.9 Ancho de Panoja y Variedad de quinua en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira	51
Figura 5.10 Madurez fisiológica de cultivo de quinua	52

<u>Figura 6.1 Efectos simples para la interaccion tratamiento por variedad en la variable de sobrevivencia .</u>	58
<u>Figura 6.2 Respuesta de las variedades por tratamiento</u>	59
<u>Figura 6.3. Efecto simples de los tratamientos de la interacción tratamientos por variedad para la variable vitroplantas anormales.....</u>	60
<u>Figura 6.4. Comportamiento de variedad Imilla negra en laboratorio de cultivo <i>in vitro</i></u>	61
<u>Figura 7.1. Proceso de crecimiento de las variedades seleccionadas de papa para la producción de semilla pre-básica</u>	62
<u>Figura 7.2. Proceso de aclimatación en invernadero</u>	63
<u>Figura 7.3. Selección de tubérculos tamaño y peso en la variedad Huaycha.....</u>	64
<u>Figura 7.4. Selección de tubérculos por calibre en la variedad imilla negra</u>	65
<u>Figura 8.1 Altura de las ocho accesiones sometidas a concentración de sales MS</u>	68
<u>Figura 8.2 Altura de ocho accesiones en ½ sales MS.</u>	68
<u>Figura 9.1. Paisaje de los Yungas del Chapare y entrevistas con agricultores</u>	73
<u>Figura 9.2 Colecta de material vegetal</u>	74
<u>Figura 9.3 Avance de la agricultura en Colomi</u>	75
<u>Figura 10.1. Siembra, corte y pesaje de avena forrajera para determinar el rendimiento de Materia Verde en la Estación Experimental de Toralapa</u>	84
<u>Figura 10.2. Secado y pesaje de forrajera para la determinación del rendimiento de Materia Seca Parcial en la Estación Experimental de Toralapa</u>	84
<u>Figura 11.1 Banco de semillas y banco de tejidos <i>in vitro</i>.....</u>	87
<u>Figura 11.2 Conservacion en campo y multiplicacion en invernadero.....</u>	88
<u>Figura 11.3 Conservación en campo.....</u>	89
<u>Figura 11.4 Saberes locales y ancestrales.....</u>	89
<u>Figura 12.1 Diversidad de recursos genéticos para futuras generaciones</u>	93



LLAMA



1. Caracterización de fibra de llamas *T'amphullis* conservadas en condición *in situ* en la región de Calientes, Cochabamba - Bolivia

José Luis Quispe

Profesional en Conservación *in situ* de Recursos Genéticos, Camélidos

1.1. Introducción

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), a través de la Unidad de Recursos Genéticos, actualmente desarrolla acciones de conservación *in situ* de alpacas y llamas en regiones de Bolivia donde se presenta riesgo de erosión genética o reducción de la variabilidad genética camélida. Los criadores o Unidades Productivas son los actores principales en la conservación de estos Recursos Zoogenéticos.

La crianza de llamas en Bolivia está orientada principalmente a la producción de carne y complementariamente a la producción de fibra. Excepcionalmente en la región de Calientes, provincia Ayopaya del Departamento de Cochabamba se han identificado poblaciones de llamas *T'amphullis* cuya función principal es la producción de fibra con características sobresalientes en finura (Figura 1.1).

En la última década se ha observado que estos animales están siendo desplazados por la ganadería ovina, bovina y otros, convirtiéndose en una amenaza para la población actual de llamas *T'amphullis*. Como una respuesta ante esta situación, el INIAF ha identificado en esta zona dos Unidades Productivas de conservación *in situ* de llamas *T'amphullis*, donde se realizan actividades de selección, manejo productivo y reproductivo tendientes a la conservación de este importante recurso. En ese sentido los objetivos del presente trabajo son:

- Determinar las características físicas (diámetro, porcentaje de medulación, porcentaje de confort y longitud de mecha) de fibra de llamas *T'amphullis* seleccionadas para su conservación *in situ*.
- Determinar la variabilidad de la tonalidad de color de vellón de llamas *T'amphullis* seleccionadas para su conservación *in situ*.

1.2. Metodología

El presente trabajo se realizó en la región de Calientes del departamento de Cochabamba, en la Unidad Productiva de la familia Coello, donde fueron seleccionadas y caravaneadas 30 llamas del tipo *T'amphulli*, de ambos sexos, de diferentes edades y colores enteros (Figura 1.1).



Figura 1.1. Llama *T'amphulli* seleccionada y caravaneada y, ejemplar ganador de la Feria Departamental de Ganadería Camélida en Cochabamba

Se extrajeron las muestras de fibra de la zona del costillar medio del animal. Las muestras fueron guardadas en una bolsa de papel debidamente identificadas y luego fueron llevadas al laboratorio de fibras para su análisis y determinación del diámetro de fibra, porcentaje de medulación, porcentaje de confort y longitud de mecha mediante el método recomendado por la ASTM (Quispe, 2010).

El color de fibra fue determinado mediante una carta de colores que utiliza la industria textil.



Figura 1.2. Microscopio de proyección para el análisis de fibra y llamas *T'amphullis* de la región de Calientes, Cochabamba

1.3. Resultados y discusión

Los resultados del análisis de fibra por sexo, categoría de edad, diámetro, medulación, confort y longitud de mecha están expresados en la Tabla 1.1.

En general se reporta un promedio del diámetro de fibra de $20,09\mu$. Este valor es inferior al encontrado por Delgado y Valle (2000) en llamas de Ayopaya, quienes encontraron un diámetro promedio de $23,20\mu$. También se observa que las llamas hembras adultas presentan un diámetro mayor ($20,81\mu$) que los animales jóvenes ($18,84\mu$). Es decir que las llamas hembras jóvenes presentan un diámetro de fibra más fina en un $1,97\mu$ con respecto a las llamas adultas. Esta tendencia es similar al observado por Quispe *et al.* (2000), quien realizó un estudio en llamas de Sur Lípez, Potosí e indica que los valores para llamas jóvenes y adultas fueron de $20,60\mu$ y $21,80\mu$, respectivamente.

Tabla 1.1. Características de fibra de llamas *T'amphullis*, según sexo y edad

Sexo	Categoría de edad	n	Calidad de fibra	Diámetro (μ)	CV (%)	Medulación (%)	Confort (%)	Longitud de mecha (cm)
Hembra	Jóvenes	6	Fina	18,84	25,47	18,89	97,00	12,75
Hembra	Adultas	14	Fina	20,81	27,31	13,41	94,00	16,39
Macho	Jóvenes	7	Fina	19,72	27,53	9,27	95,59	11,43
Macho	Adultas	3	Fina	20,97	25,19	12,56	94,79	14,67
Promedio			Fina	20,09	26,37	13,53	95,34	14,03

Jóvenes: Llamas de 1 a 2 años de edad; Adultas: Llamas mayores a 3 años de edad; CV: Coeficiente de Variación; n: Número de observaciones; μ : Micras; %: Porcentaje; cm: Centímetro.

También se debe mencionar que el diámetro de fibra de animales adultos fue de 20,97 μ , superior a las llamas hembras jóvenes que registran un valor de 19,72 μ . En ambos casos las llamas jóvenes reportan una calidad de fibra más fina que los adultos. Al respecto Carpio (1991), menciona que el diámetro menor de fibra en llamas jóvenes, se debe a factores anatómo-fisiológicos, mayor densidad folicular y mayor actividad de los folículos secundarios que tienden a producir fibra más fina que los folículos primarios.

De la misma Tabla se extrae que el promedio porcentual de fibras meduladas registrado en este trabajo fue de 13,53 %. Comparado este valor con las llamas *T'amphullis* de la región de sur Lípez, Potosí, Quispe *et al.* (2000), indica que estas llamas reportan un valor de 13,90 %. Lo que indica la valoración positiva de las llamas de esta zona.

El porcentaje de medulación de fibra de animales hembras jóvenes fue de 18,89 %, superior al registrado para hembras adultas (13,53 %). Esta diferencia es de un 5,36 % de medulación con respecto a las adultas. En animales machos, los jóvenes presentan un menor porcentaje de medulación (9,27 %) con relación a los adultos (12,56 %).

Respecto al porcentaje de confort de fibra (grado de picazón), el promedio obtenido fue de 95,34 % (Tabla 1.1). Esto significa que existen 95,34 % de fibras por debajo de 30 μ conforme así lo establece la industria textil. Si este valor fuese menor al 90 % (valor mínimo permisible), la prenda fabricada con esta fibra ocasionaría picazón.

El porcentaje de confort de fibra obtenida para hembras jóvenes fue de 97,00 %, este valor es superior al de hembras adultas (94,00 %). En llamas machos, los animales jóvenes tienen un porcentaje de confort ligeramente superior (95,59 %) con respecto a los adultos (94,79 %). Los valores de porcentaje confort obtenidos son catalogados como muy buenos.

En referencia a la longitud de mecha promedio obtenida fue de 13,81 cm. (Tabla 1.1). Este valor es superior al reportado por Quispe *et al.* (2000), quien obtuvo 12,00 cm. en llamas *T'amphullis* de la región de Sur Lípez, Potosí bajo las mismas condiciones fisiológicas del animal.

Las llamas jóvenes hembras, presentaron una longitud de mecha inferior (12,75 cm.) a las hembras adultas (16,39 cm). En llamas machos, los jóvenes registran un largo de mecha inferior (11,43 cm) a la registrada por los machos (14,67 cm). La diferencia de longitud de mecha a favor de llamas adultas es debida al mayor periodo de crecimiento de fibra.

La variabilidad de color (Figura 1.3) muestra la frecuencia de los colores encontrados en la Unidad Productiva de conservación *in situ*. Se observa predominio del color LFZ (crema oscuro) con el 33,33 %, seguido por el Café Medio con el 16,67 %, el Café Claro y el LFY (crema medio) cada uno con el 13,33 %, el Rosillo Medio (gris del café) con el 10,00 %, el LFG (crema gris) con el 6,67 % y finalmente las tonalidades de color Café Oscuro y Gris Medio con el 3,33 % respectivamente.

Los colores encontrados en esta Unidad Productiva, son típicos de la región de Calientes, Cochabamba.

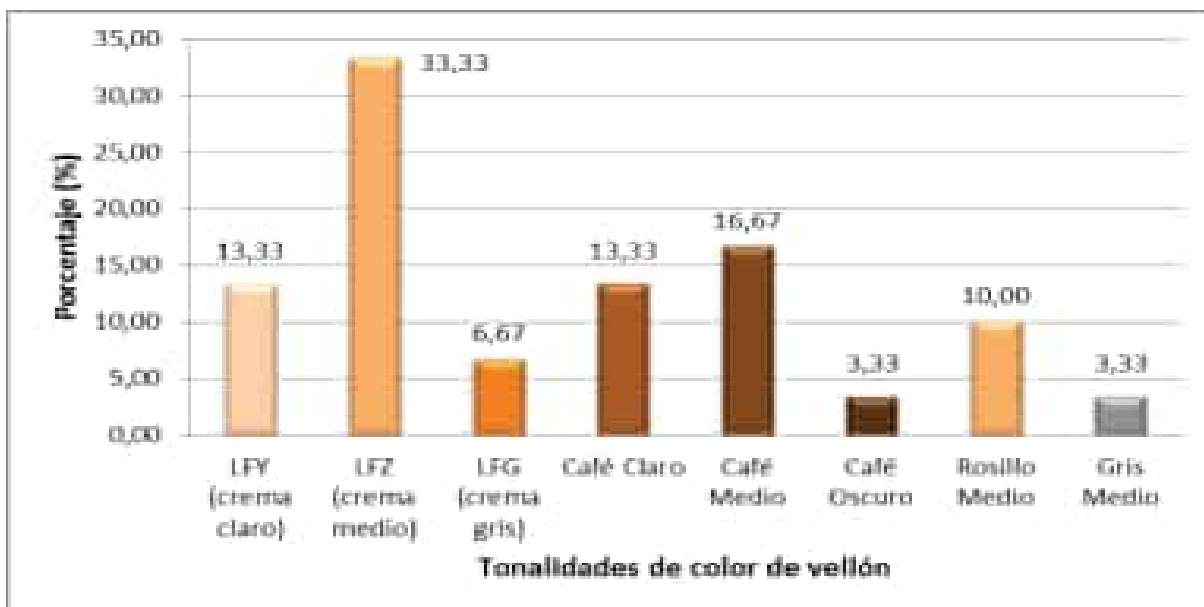


Figura 1.3. Variabilidad de color de vellón de llamas *T'amphullis* seleccionadas para su conservación en condición *in situ*

1.4. Conclusiones

Las llamas *T'amphullis* seleccionadas para su conservación *in situ*, presentan características sobresalientes en el diámetro de fibra, porcentaje de medulación, porcentaje de confort y longitud de mecha. Es decir, que estas llamas poseen fibras de muy buena calidad y apreciadas por la industria textil.

En las llamas seleccionadas se encontraron ocho tonalidades de color, permitiendo a los artesanos y la industria textil tener mayor variabilidad de combinación de colores naturales en el tejido manufacturado.

1.5. Bibliografía

- Carpio, M. (1991). Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En Novoa C. y Florez A. Lima, Perú. Producción de rumiantes menores: Alpaca. 297-359 pp.
- Delgado, J. y Valle, A. (2000). Calidad de la fibra en poblaciones de llamas de Bolivia. La Paz, Bolivia. XIII Reunión de ABOPA, 23 al 25 de noviembre. 16 p.
- Quispe, J., Rodríguez, T., Antonini, M. y Martínez, Z. (2000). Clasificación y caracterización de fibra de llamas criadas en el altiplano sur de Bolivia. Facultad de Agronomía. UMSA. Proyecto SUPREME. La Paz, Bolivia. 32 p.
- Quispe, J. (2010). Manejo del microscopio de proyección. APCA. La Paz, Bolivia. 20 p.

The background image is a coastal scene. In the foreground, there are several clumps of low-lying, green and brownish vegetation growing on a sandy surface. The middle ground shows a wide, sandy beach that stretches towards the horizon. In the distance, there are some trees and possibly a small structure or building. The sky is very bright and hazy, with the sun appearing as a large, glowing orb in the upper center. The overall color palette is warm, with a lot of yellow, green, and brown tones.

Cultivo de
T'OLA

2. Propagación *in vitro* de T'ola (*Parastrephya lepidophylla*, Wedd)

Margarita Calle; Gonzalo Valdivieso, Juan José Vicente

Profesionales Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Toralapa

2.1. Antecedentes

La T'ola es una especie arbustiva de importancia económica y biológica en la vida del poblador rural andino de Bolivia. Está distribuido en todo el altiplano en zonas cuyas altitudes varían de 3000 a 4500 m.s.n.m. (Alzérreca et al., 2002). Los pobladores utilizan esta especie, como combustible en la cocina, panaderías y fábricas de yeso. Para estas dos últimas actividades se requiere contar con abundante material. Esto ha ocasionado la tala indiscriminada de ésta especie sin considerar el tamaño ni la edad de la planta, provocando que el recurso suelo se halle expuesto a la erosión de la capa arable, disminución de la fertilidad del suelo (Figura 2.2).

La T'ola es un arbusto, resinoso, lignificado; con una altura de 0,5 – 2,0 m de altura. Tiene una raíz principal una profundidad promedio 40 – 80 cm. El tallo primario no es notorio y los secundarios son erectos, resinosos, lignificados con un grosor de 1.80 cm, hojas enteras semiagudas en el ápice y ensanchadas en la base, carnosas adosadas al tallo, inflorescencia en capítulos, cabezuelas solitarias en los ápices. Frutos tipo aquenios turbinados 0,2–0,3 cm; corresponde a la familia Compositae, género *Parastrephya*, especie *Parastrephya lepidophylla* (Wedd), nombre común T'ola (IIP, QOLLASUYO, 2003).

La propagación por semilla botánica de la T'ola tiene bajas tasas de viabilidad y la reproducción asexual un desarrollo lento. Estos métodos son factores que limitan la multiplicación. Una alternativa es la técnica de cultivo de tejidos que permite la propagación masiva de plantas de alta calidad fitosanitaria en un tiempo corto. Para optimizar los medios de cultivo el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el tiempo de desinfección adecuado para el establecimiento con formol al 37 %.
- Optimizar un nivel de Bencilaminopurina (BAP) que permita obtener mayor número de brotes.

2.2. Materiales y métodos

Este trabajo se ha desarrollado en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Estación Experimental de Toralapa, municipio de Tiraque, departamento de Cochabamba.

Se trabajó con plantines de vivero de T'ola (*Parastrephya lepidophylla*, Wedd). Para el estudio se ha considerado las etapas de establecimiento y multiplicación.

La T'ola se cortó en esquejes de 1 cm, posteriormente se desinfectó en formol al 37 % por tres tiempos de 10, 15 y 20 min. Luego se sembró en medio de establecimiento (MS, myo-inositol 100 mg/l, 0,1 mg/l BAP, 0,01mg/l AIA, azúcar 3 %, carbón activo 0,01 %, phytigel 0,24 % y pH 5,7). Este material fue incubado a 22°C en oscuridad por una semana para evitar la oxidación fenólica. Posteriormente se trasladó a un ambiente con una intensidad de luz 2500 lux y fotoperiodo de 16 h luz y 8 h oscuridad.

En la fase de multiplicación la T'ola fue cultivado en medio MS (Murashige y Skoog, 1962), tiamina 0,4 mg/l, myoinositol 100 mg/l, AIA 0,1 mg/l, azúcar 3 %, carbón activo 0,03 %, phytigel 0,24 % y pH 5,7 con diferentes niveles de BAP 1, 1,2, 1,5 y 2 mg/l, para esta etapa se consideró tres explantes por frasco. Los cuales fueron incubados en cámara de crecimiento a 22°C, fotoperiodo de 16 h luz y 8 h oscuridad e intensidad de luz de 2500 lux.

Las variables evaluadas en la fase de multiplicación fueron: número de brotes, emisión de raíces, presencia de callos. El diseño para el análisis de los datos fue completamente aleatorio con tres repeticiones. Se comparó las medias por el método de rango múltiple de Duncan al 5 %.

2.3. Resultados

2.3.1. Etapa de establecimiento

En la Figura 2.1, se observa el porcentaje de prendimiento de los explantes de T'ola expuestos a diferentes tiempos al desinfectante formol.

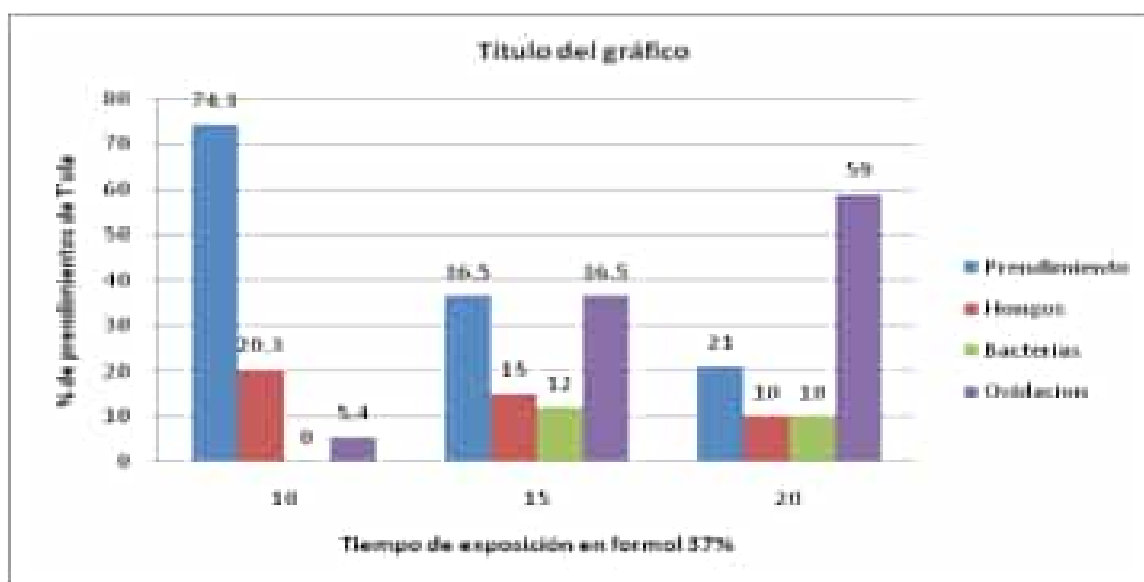


Figura 2.1 Prendimiento de explantes de T'ola.

Se observa en la Figura que el explante sometido a 10 minutos en formol a 37 % tiene un porcentaje de prendimiento de 74,3 % y un 5,4 % de oxidación fenólica con respecto a los otros tratamientos. A medida que se incrementa el tiempo de exposición al formol el porcentaje de prendimiento se reduce. Ocurrendo lo contrario con la oxidación fenólica y necrosamiento debido a la sensibilidad del material y que para su control se utilizó carbón activo en el medio de cultivo. También se observa que el porcentaje de bacterias se reducen en el tiempo.

2.3.2. Etapa de Multiplicación

El análisis de varianza de los datos del número de brotes de T'ola en medios de multiplicación con diferentes niveles de Bencilaminopurina (BAP) mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$). Sin embargo las variables de emisión de raíces y presencia de callos no fueron significativas.

En la Tabla 2.1, se observa la comparación de medias con la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$), donde el tratamiento T2 muestra 6,3 brotes con 1,2 mg/l de BAP a comparación de los niveles 1, 1,5, 2 mg/l con 4,7, 3,3 y 2 brotes respectivamente. Se deduce que el nivel óptimo para el proceso de multiplicación *in vitro* de T'ola (Figura 5), es de 1,2 mg/l de Bencilaminopurina (BAP).

Tabla 2.1 Comparación de número de brotes en diferentes niveles de BAP.

Niveles de BAP	Número de brotes	Duncan (5 %)
T2 (1,2 mg BAP)	6,3	A
T1 (1 mg BAP)	4,7	B
T3 (1,5 mg BAP)	3,3	B C
T4 (2 mg BAP)	2,0	C



Figura 2.2 Número de brotes en tratamiento T2 y T'olar deforestado.

2.4. Conclusiones

- El tiempo de exposición de 10 minutos permitió el prendimiento de 74,3 % de explantes de T'ola en la fase de establecimiento *in vitro*.
- El nivel de 1,2 mg/l de Bencilaminopurina (BAP) permitió la formación de 6,3 brotes en la etapa de multiplicación.

2.5. Bibliografía

- IIP, QOLLASUYO, ALT, PNUD. 2003. Estudio de la T'ola y su capacidad de soporte para ovinos y disponible camélidos en el ámbito peruano del sistema TDPS. Puno, P. 31p.
- Martín, I M. 2001 Conservación de recursos Fitogenéticos. Centro de Recursos Fitogenéticos (CRFI) Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).
- Alzérreca, A H; Calle M P; Laura C J. 2002. Manual del manejo de la t'ola y los tolares. LP, BO. Autoridad Binacional Programa de Naciones Unidas del Lago Titicaca. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos. Programa de Naciones Unidas del Lago Titicaca para el Desarrollo (PNUD). p 59.



Cultivo de ARVEJA



3. Caracterización de la colección de arveja (*Pisum sativum*)

Juan José Vicente Rojas, Wilbert Sandy Nuñez

Profesionales en Conservación de Recursos Genéticos de
Cereales y Leguminosas

3.1. Introducción

El origen de la arveja se encuentra en el Oriente Medio y la región del Mar Mediterráneo. (Agricultura Técnica, 2007). Los guisantes ya eran cultivados hace más de 8000 años en el Mediterráneo Oriental y en el Próximo Oriente, (Gonzales 2001). El mismo citando a Davies (1976) y Sutcliffe y Pate (1977), indica que por la presencia de formas primitivas de arveja sugiere cuatro posibles centros de origen; el Abisinico (Etiopía), el Mediterráneo (Turquía, Grecia, Yugoslavia, Líbano), el del Próximo Oriente (Irán, Irak, Cáucaso) y el de Asia Central (Noroeste de la India, Pakistán, Afganistán y Rusia).

A nivel de Latinoamérica, los principales productores de arveja seca son Colombia, Argentina y Perú, en tanto en la producción de arvejas verdes destacan Perú, Chile, Argentina, Bolivia y Ecuador. En Bolivia, la producción de arveja se distribuye en los valles interandinos y altiplano de los departamentos de Cochabamba, Potosí, Tarija, La Paz, Chuquisaca y Oruro (Milán y Moreira, 1996) y las diferentes ecoregiones favorecen a la producción de arveja tanto en grano fresco como en vaina.

La colección de germoplasma que actualmente resguarda el Banco Nacional de Leguminosas, comprende 78 colecciones de las cuales 57 fueron recolectadas en Bolivia. En ese sentido el objetivo de este trabajo es caracterizar cualitativa y cuantitativamente la colección de arveja (*Pisum sativum*) del Banco de germoplasma del INIAF.

3.2. Materiales y métodos

Durante la gestión 2010 se han sembrado en predios del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani CIFP, 78 accesiones de la colección de *Pisum sativum*, las parcelas de multiplicación consistieron en unidades de 2 x 1,5 con 4 surcos por accesión, los materiales que estaban en baja cantidad se sembraron en 2 surcos (Figura 3.1).



Figura 3.1. Parcelas de multiplicación de accesiones de arveja

La caracterización en campo se realizó utilizando descriptores proporcionados por el CIFP, los cuales se basaron en descriptores de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales), éstos fueron: Días a la floración (DDS), Habito de crecimiento, Dentición de la hoja, Manchas de la hoja, Largo del

pecíolo, Color de la flor, Tipo de curvatura de la vaina, Curvatura de la vaina, Apergaminamiento de la vaina, Vainas por planta, Ancho de la vaina, Largo de la vaina, Número de semillas por vaina, Almidonamiento de la semilla, Color de la semilla, Peso de 100 semillas.

Para el análisis estadístico se han empleado técnicas descriptivas, bivariadas y multivariadas. El análisis descriptivo de frecuencias para; Color de la flor, Almidonamiento de la semilla, Color de la semilla. Medidas de tendencia central y de dispersión para; largo del pecíolo (LP), vainas por planta (VP), ancho de la vaina (AV), largo de la vaina (LV), número de semillas por vaina (NSV), peso de 100 semillas (P100). Análisis de correlación simple y multivariado consistente en el Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Agrupamiento Jerárquico (Cluster) mediante la distancia euclídea y el método de Ward, para las variables cuantitativas.

3.3. Resultados y discusión

3.3.1. Análisis descriptivo

Los resultados a nivel de flor y semilla se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Descriptores a nivel de flor y semilla

Color de la flor	Fi	Porcentaje (%)
Blanco	60	76,9
Morado	18	23,1
Total	78	100
Almidonamiento semilla	Fi	Porcentaje (%)
Liso	38	48,7
Rugoso	40	51,3
Total	78	100
Color de la semilla	Fi	Porcentaje (%)
Crema	1	1,3
Crema gris	2	2,6
Verde amarillo	2	2,6
Crema con verde claro	46	59,0
Gris crema	3	3,8
Verde claro	4	5,1
Verde	12	15,4
Verde oliva marrón	5	6,4
Verde oscuro	3	3,8
Total	78	100

Del análisis de la Tabla 3.1 se extrae que el color de flor blanca registra una mayor frecuencia (77 %) con respecto a los otros colores. La semilla presentó diferentes tonalidades, tamaños y rugosidades (Figura 10), registrándose con mayor frecuencia los colores crema verde a claro y el color verde.



Figura 3.2 Diversidad genética a nivel de semilla en la colección de arveja

En cuanto a las variables cuantitativas, los mayores rangos de dispersión se registraron para el número de vainas por planta, con 58 % de CV, esto representa un número de vainas en promedio por planta desde 3 hasta 29. Ésta característica es mucho más variable considerando que el dato promedio registrado proviene de la descripción de 5 plantas por accesión (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Estadísticos descriptivos para de las colecciones de arveja del Banco de leguminosas

Variables	Mínimo	Máximo	Media	D.E.	CV (%)
Peso 100 semillas (g)	12	25	18,2	2,8	15,5
Vainas por planta	3,2	29,2	8,3	4,8	58
Ancho vaina (mm)	9	14	10,7	1,1	10,3
Largo vaina (mm)	39,1	78,7	53,2	7,2	13,6
Semillas/vaina	2,6	6,1	3,8	0,7	17,8
Largo peciolo (cm)	6,2	12	8,1	1,1	14,1

Por otra parte el rango de variabilidad del peso de 100 semillas es de 12 a 25 g, lo que muestra la diferencia entre las accesiones en cuanto a tamaño de semilla. Esto también se observa con el resto de variables como el número de vainas por planta, ancho de vaina, largo de vaina y el número de semillas por vaina.

3.3.2. Análisis bivariado (Correlación lineal)

En la Tabla 3.3 se presenta la matriz de correlaciones de Pearson.

Tabla 3.3 Matriz de correlaciones de Pearson

Var.	P100	VP	AV	LV	NSV	LP
P100	1					
VP	0,099	1				
AV	0,597	-0,192	1			
LV	0,494	0,358	0,601	1		
SV	-0,186	0,36	-0,254	0,308	1	
LP	0,218	0,19	0,198	0,367	0,033	1

En relación a la Tabla 3.3, la correlación de mayor envergadura es el ancho de vaina (AV) y el largo de vaina (LV) con $r=0,601$. Otros caracteres con mayor relación son el peso de 100 semillas (P100) con el ancho y largo de la vaina (AV y LV), esta asociación positiva significa que aumentos en el tamaño de vaina en general se traducirán en un mayor peso de semilla producida por planta. Correlaciones de menor grado son el número de vainas por planta (NVP) con el largo de vaina (LV) y el número de semillas por vaina (NSV). También puede observarse la tendencia negativa entre el número de semillas por vaina (NSV) con el peso de 100 semillas.

3.3.3. Análisis de Componentes Principales y Cluster

El análisis de componentes principales de la Figura 3.3, ha reducido la dimensionalidad a los dos primeros ejes, con valores propios mayores al promedio y con varianza acumulada de 66,26 %.

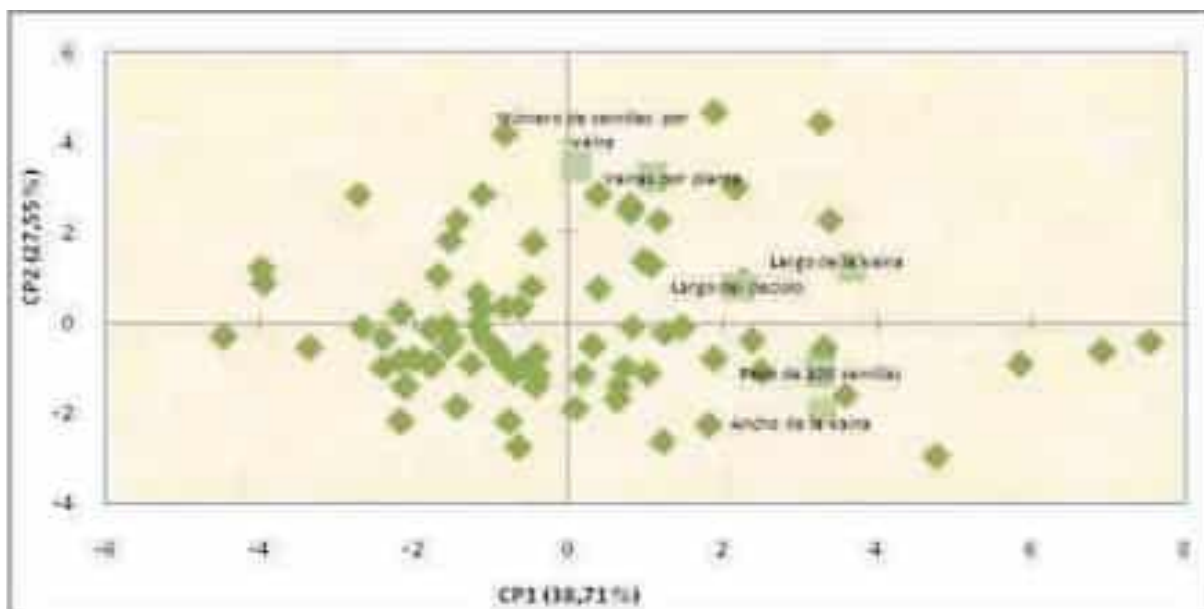


Figura 3.3 Distribución de accesiones de arveja y variables en los dos primeros ejes de ACP.

Las variables que caracterizan el primer eje son el largo de vaina, largo de peciolo, el peso de 100 semillas y el ancho de la vaina, todas estas variables, están correlacionadas positivamente en el primer componente principal (38,71 %).

En tanto en el segundo componente principal (27,55 %) se encuentran representadas las variables número de semillas por vaina y el número de vainas por planta, las cuales se encuentran correlacionadas positivamente ($r=0,360$). La distribución de accesiones muestra diferentes agrupamientos, como 39, 42, y 24 con mayores pesos de semilla y por tanto con mayor volumen de vaina.

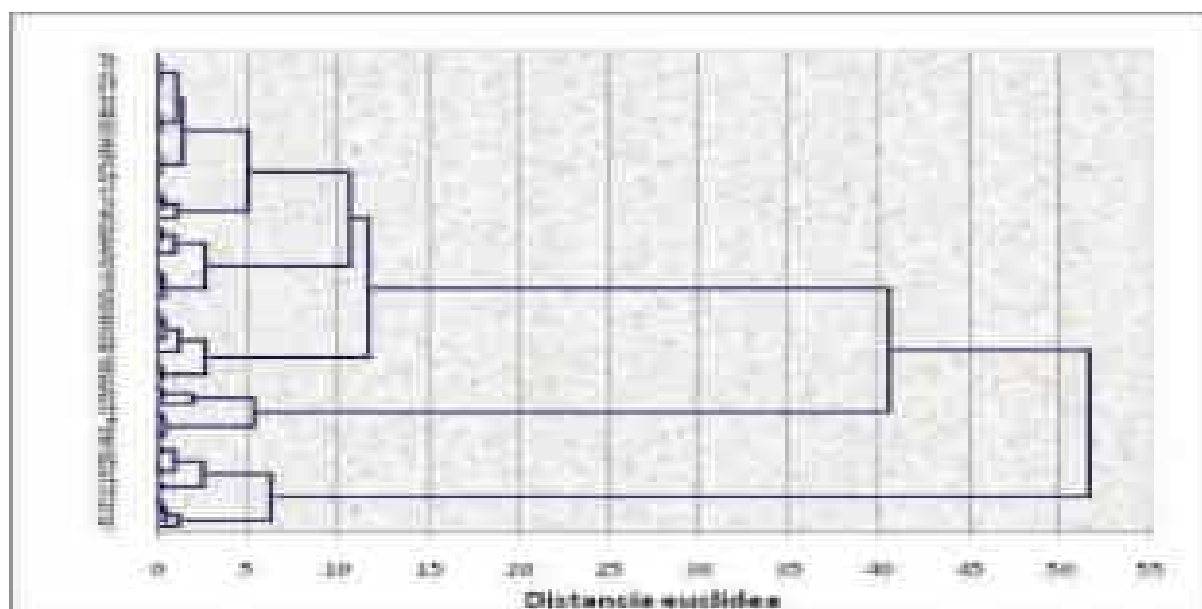


Figura 3.4 Dendrograma de agrupamiento jerárquico

Realizando el corte en el dendrograma a una distancia euclidiana de 11, se forman cuatro grupos, donde se destaca el aglomeramiento conformado por las accesiones 42, 24, 39, 22, 4, 5, 49, 23, 56, con los mayores tamaños de semilla (Figura 3.4).

3.4. Conclusiones

En descriptores cualitativos, se ha encontrado variabilidad morfológica a nivel de flor, siendo los colores blanco y morado los más frecuentes. Carácter que se asoció al almidonamiento de la semilla con los estados lisos y rugosos con similar frecuencia. En el color de semilla se ha registrado alta variabilidad morfológica, sin embargo el estado más frecuente fue el color crema con verde claro y verde respectivamente.

En las variables cuantitativas, el mayor rango de dispersión fue para el número de vainas por planta, el resto de variables como peso de 100 semillas, ancho y largo de vaina y el número de semillas por vaina también mostraron un considerable rango de variabilidad.

De acuerdo a los resultados del análisis multivariado, las accesiones se distribuyeron en 4 grupos, con diferencias en el tamaño de semilla, tamaño de vaina y por el número de semillas por vaina.

3.5. Bibliografía

Agricultura Técnica. 2007. Publicación de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Avenida Vicente Méndez # 515 casilla 426. Chillan, Chile.

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2008. Encuesta Nacional Agropecuaria. 101 p.

Milan, M. Moreira, A. 1996. (*Pisum sativum* L.) En: Meneses. R.; Waaijenberj, H. y Pierola, L. (editores). Las Leguminosas en la Agricultura Boliviana. Revisión de información. Cochabamba, Bolivia; Proyecto de Rhizobiología – Bolivia (CIAT, CIF, PNLG – CIFP - WAU)

Gonzales, M., 2001. Interacción genotipo x ambiente en guisante proteaginoso (*Pisum sativum* L.). Universidad de Valladolid- España. Tesis doctoral.

Torrico, M. 2009. Determinación del sustrato y tipo de fertilizante para macetas en programas de mejoramiento genético con dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.). Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. UMSA, Facultad de Agronomía. 92 p.



Cultivo de **MANÍ**



4. Caracterización a nivel de vaina y grano de accesiones de maní cultivado (*Arachis hypogaea*) del banco de germoplasma de cereales y leguminosas

Juan José Vicente Rojas, Wilbert Sandy Nuñez

Profesionales en Conservación de Recursos
Genéticos Cereales y Leguminosas

4.1. Introducción

La producción de maní en Bolivia se encuentra distribuida en regiones con características agroecológicas muy variadas. El MDRyT (2010,) reporta que la producción de grano en la campaña 2010 fue de 13.439 toneladas con una superficie sembrada de 12.432 ha, y un rendimiento promedio de 1.081 kg/ha.

Los estudios indican que se han encontrado más de 50 especies en el Chaco, zona que es compartida por Argentina, Bolivia y Paraguay. Al respecto Rodríguez (2005), menciona que el botánico Martín Cárdenas asevera con mayor precisión y fundamentado en investigaciones científicas y en la cantidad de variedades en estado silvestre, que el territorio originario del maní, se encuentra en Bolivia entre las vertientes orientales del Pilcomayo y el Parapetí. En esa misma línea este investigador complementa con aseveraciones de Krapovichas y Cárdenas sugieren que el origen del maní se dio en la Vertiente Oriental de los Andes, que se extienden desde el Noroeste de Santa Cruz al Sur, hasta las regiones del Río Azero.

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, INIAF, administra 1054 accesiones, donde surge la necesidad de caracterizar el material que aún no cuenta con información para su posterior uso de acuerdo a las demandas. En ese sentido el objetivo del presente trabajo es caracterizar a nivel de grano y vaina 270 accesiones de la colección del banco de germoplasma de cereales y leguminosas.

4.2. Materiales y métodos

Las actividades de caracterización se han realizado en la gestión 2010, en los predios del Centro Internacional Fitoecogenéticos de Pairumani, CIFP, ubicado en el departamento de Cochabamba, Bolivia.

Se han utilizado 270 accesiones de maní y diferentes descriptores publicados por IBPGR e ICRISAT (1992). La evaluación fue realizada sobre una muestra aleatoria de 10 vainas cosechadas. Se considera el número de semillas por vaina (NSV), punta de la vaina (PV), estrangulamiento de la vaina (EV), reticulación de la vaina (RV), longitud de la vaina (LV), ancho de la vaina (AV), longitud de la semilla (LS), ancho de la semilla (AS), peso de 100 semillas (P100) y color.

Los datos de caracterización fueron analizados mediante estadística descriptiva (medias, mínimos, máximos y desviaciones estándar), estadística bivariada a través del coeficiente de Pearson (r). El análisis multivariante de componentes principales (ACP) fue realizado sobre las seis variables expresadas en escala métrica para descomponer la matriz de correlaciones en ejes no correlacionados entre sí, explicando la mayor varianza de la información de las variables analizadas.

4.3. Resultados

La Figura 4.1 reporta las estadísticas descriptivas para 9 valores en 270 accesiones de maní.

Tabla 4.1 Estadísticas descriptivas para 9 variables en 270 accesiones de maní de la colección del INIAF

Variable	Mín.	Máx.	Media	D.E.	CV (%)
NSV	1	2,8	1,9	0,3	15,3
PV	2,6	8	5,4	0,8	15,6
EV	0,3	7,6	4,4	1,2	28,2
RV	2,3	13	6,7	1,2	17,1
LV (mm)	19,3	77,3	36,68	6	16,4
AV (mm)	11,91	38,5	18,42	2,7	14,4
LS (mm)	13,35	37,42	18,95	2,4	12,5
AS (mm)	9,48	28,3	12,05	1,7	13,8
P100 (g)	56	161	111,9	17,6	15,7

En la Tabla 4.1 se observa que la mayoría de los descriptores expresados en escala métrica muestran coeficientes de variabilidad desde 12,5 a 16 %. Sin embargo se observan diferencias considerables en los rangos de dispersión de la variables como longitud de vaina (LV) con un rango de 19,30 a 77,30 mm, longitud de semilla (LS) desde 13,35 a 37,42 mm y el peso de 100 semillas (P100) que varía de 56 a 161 g, lo que evidencia una notoria variabilidad en la mayoría de las características registradas.

Los resultados de la distribución de color de cubierta de semilla o tegumento están expresados en la Figura 4.1.

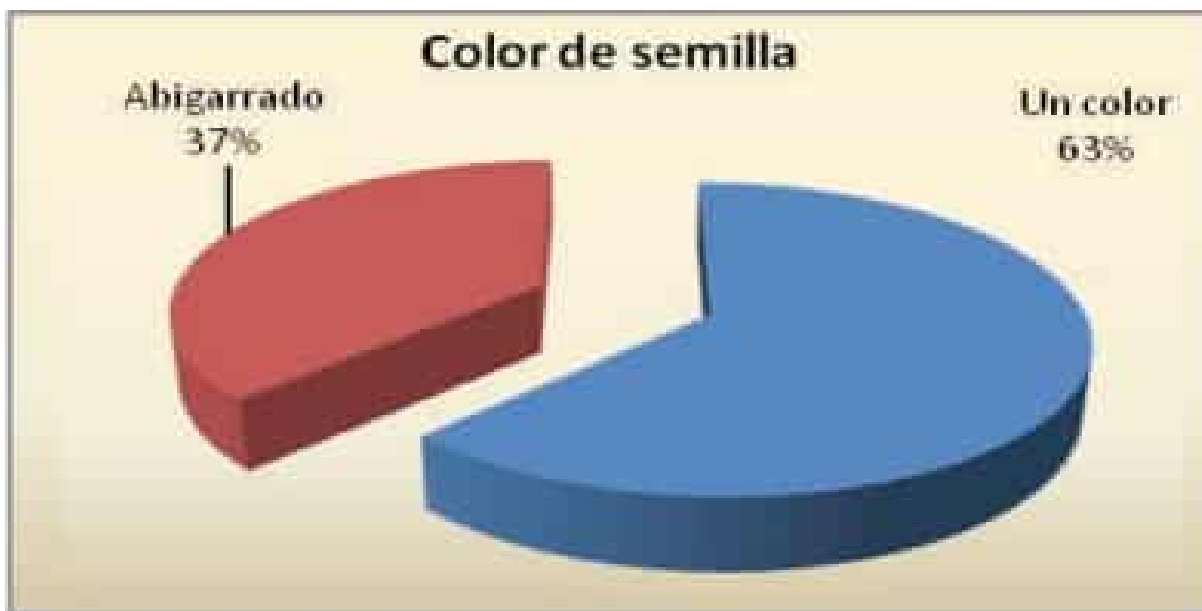


Figura 4.1 Frecuencia de tipo de coloración en semilla de 270 accesiones de maní

Se observa una mayor frecuencia de accesiones con un solo color predominante en el tegumento (63 %), en relación a las accesiones con dos colores o abigarrados (37 %).

Los colores primarios más frecuentes fueron; Rosa (36,7 %), Rojo (27,8 %), Castaño luminoso (19,6 %), Rojo oscuro (5,6 %), Rojo-purpureo (5,2 %), Blanco (1,9 %), Salmón (1,9 %), Pálido (0,7 %), Castaño (0,4 %) y Rojo claro (0,4 %) (Figura 4.2).

En las siguientes figuras se muestran una diversidad genética en semilla y vaina de las accesiones de maní caracterizadas.



Color de semilla; Un color. Color primario: rojo Color de semilla: abigarrado. Color primario: Rojo oscuro. Color secundario: Blanco



Color de semilla: Abigarrado. Color de semilla: un color
Color primario: Rojo púrpura. Color primario: Rosa
Color secundario: Pálido



Color semilla: Un color. Color de semilla: Abigarrado.
Color primario: Salmón. Color primario: Rosa. Color secundario: Blanco

Figura 4.2 Diversidad genética en semilla y vaina de las accesiones de maní caracterizadas.

También se observa que, el primer componente principal (35,1 %), describe la relación entre el peso de 100 semillas, el ancho de vaina, ancho de semilla y la longitud de semilla por vaina. La correlación entre la longitud de semilla y el peso de 100 semillas es de $r=0,431$ al respecto Mazzani (2007) reporta un coeficiente de $r=0,691$, una tendencia similar a la del presente estudio. Los coeficientes para el ancho de vaina y longitud de vaina así como el ancho y longitud de semilla fueron de $r=0,315$ y $r=0,139$ respectivamente. Todas las variables presentaron correlaciones positivas.

El segundo componente principal (26,25 %) está representado por la longitud de vaina correlacionada positivamente con el número de semillas por vaina ($r=0,536$).

Finalmente a pesar de estar representadas en diferentes componentes se resalta la relación negativa entre número de semillas por vaina con el peso de 100 semillas ($r=-0,383$) esto significa que accesiones con mayor cantidad de semilla por vaina producirán menores pesos de semillas. Mazzani reporta un coeficiente de $r=508$ entre el número de semillas de 100 vainas y el peso de 100 semillas, sugiriendo que la selección de frutos o vainas puede resultar en el mayor peso de fruto o vaina y semilla.

La distribución de accesiones sobre el primer plano del ACP, permite observar la variabilidad entre accesiones de maní a nivel de grano en las 6 variables activas. El primer eje (35,21 %) está estructurado por las variables Longitud de Semilla, Peso de 100 semillas, Ancho de vaina y Ancho de semilla con correlaciones positivas entre sí, entre tanto el segundo eje (26,25 %) está representado principalmente por la relación de Longitud de Vaina y Número semillas/vaina. La región positiva del componente 1 agrupa a accesiones con mayor tamaño en las variables analizadas, en tanto en la parte negativa del primer componente, se agrupan accesiones de maní de grano pequeño y en promedio mayor número de semillas por vaina. Se observan accesiones con características muy diferenciadas del resto (accesiones alejadas de la nube central de dispersión) (Figura 4.3).

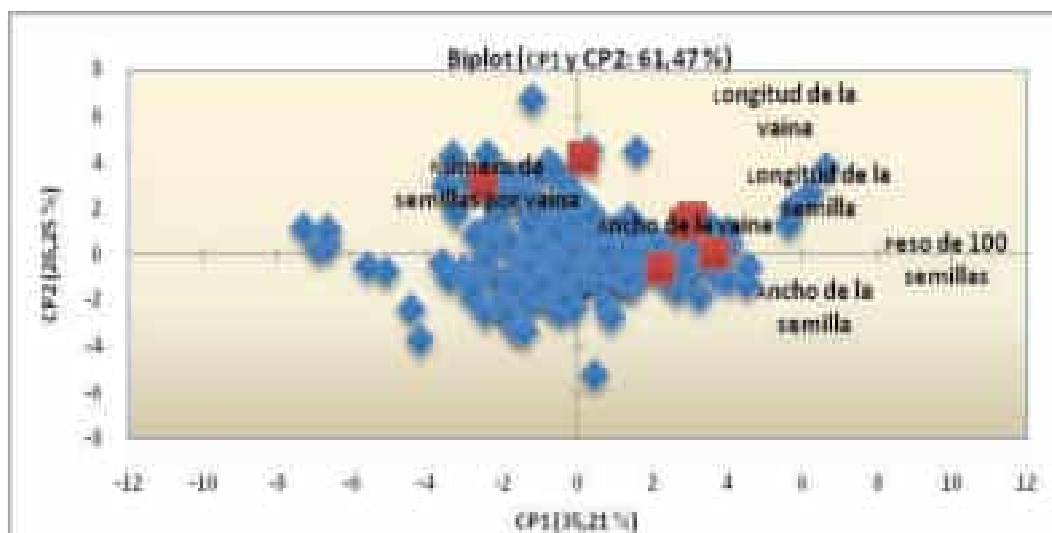


Figura 4.3 Accesiones de maní y variables en los dos primeros ejes del ACP

4.4. Conclusiones

- El análisis descriptivo, permitió apreciar variabilidad morfológica entre accesiones de maní de la colección a nivel de semilla y vaina.
- El análisis de componentes principales, ha generado dos ejes con valores propios que, en conjunto, explican el 61,47 % de la varianza total.
- El primer componente principal, aporta información de las variables ancho de la vaina, longitud de la semilla, ancho de la semilla, peso de 100 semillas, en tanto el segundo componente principal, aportó información de las variables número de semillas por vaina, longitud de la vaina.
- Las variables del primer componente, presentaron correlaciones positivas entre sí, permitiendo discriminar a las accesiones de maní por el tamaño de grano y vaina.

4.5. Bibliografía

- FDTA-Valles. Manual del cultivo de Maní. Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles. 64 p.
- FDTA. 2003. Estudio de identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva del maní de la macroregión del Chaco.
- Mazzani E., Segovia V., Marín R., Pacheco W. 2007. Clasificación de cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) por caracteres cuantitativos para el establecimiento de colecciones nucleares del banco de germoplasma. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela. In: Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2010, 27: 1-16.
- Rodríguez, M. 2005. Martín Cárdenas, el eximio botánico y naturalista de América. Mario Rodríguez R. y Fundación PROINPA. Primera Edición, La Paz, Bolivia. 536 p.



Cultivo de

QUINUA



5. Introducción de tres variedades de quinua en dos comunidades del municipio de Patacamaya, Altiplano Central, Bolivia

Carolina Alanoca, Armando Mamani

Profesionales en Conservación de Recursos
Genéticos Granos Altoandinos

5.1. Introducción

La Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es el cultivo principal en la dieta alimenticia del poblador Altoandino. Es de alto valor nutricional y apreciado en los mercados internacionales. La producción de quinua está concentrada en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba. Este trabajo tiene por objetivo evaluar aspectos cuantitativos y cualitativos de tres variedades de quinua del Banco de Germoplasma de Granos Altoandinos.

5.2. Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en dos comunidades del municipio de Patacamaya (Chiarhumani y Jatuquira) provincia Aroma del departamento de La Paz. Geográficamente está ubicada a 17°15'57" de latitud Sur y 67°57'7" de longitud Oeste a 101 km de la ciudad de La Paz. Las actividades de producción se realizaron conjuntamente con productores de la Asociación de Productores Maca Chiarumani (APROMACH) y Asociación Productores de Quinoa Jatuquira (APALPA).

5.2.1. Manejo agronómico

El roturado de suelo se realizó en el mes de mayo de 2010, inmediatamente después del periodo de las lluvias. Posteriormente fue rastrado y nivelado. En octubre del 2010 se realizó el surcado y sembrado mecánicamente. La densidad de siembra fue 8 kg/ha.

En la comunidad de Chiarhumani la siembra fue realizada con tractor utilizando un implemento de siembra llamado "Satiri". El sistema de siembra utilizado fue por golpes (hoyos) a una distancia de 80 cm y entre surcos a 1 m. Este implemento es utilizado con frecuencia en el altiplano Sur (Figura 5.1).

En la comunidad de Jatuquira la siembra se ha realizado con tractor utilizando para ello una sembradora que efectuaba una distribución de semilla a chorro continuo en hileras. La distancia entre hileras es de 80 cm. (Figura 5.1)



Figura 5.1 Siembra del cultivo de quinua por golpes (Chiarhumani) ya chorro continuo (Jatuquira)

5.2.2. Caracterización Agromorfológica

La caracterización, comenzó desde la emergencia del cultivo hasta la cosecha. Se tomaron variables cualitativas, fenológicas, vigor a la emergencia y resistencia a factores adversos (Figura 14). Se realizó en función al 50 % de plantas de la población a partir de la emergencia de las plántulas hasta la madurez fisiológica de las plantas. El descriptor utilizado fue proporcionado por la Fundación PROINPA (2003). Para la variable cuantitativa se consideró el rendimiento. Se realizó en plantas seleccionadas en momento de cosecha.



Figura 5.2 Caracterización agromorfológica de la colección quinoa

Las variedades de semillas utilizadas fueron la Blanquita, Aynoqa, Horizontes (Figura 5.3).



Figura 5.3 Parcelas deshierbadas y purificadas y variedades de semillas utilizadas.

Las labores culturales realizadas fueron el deshierbe (una vez), purificación con el fin de mantener la pureza varietal (Figura 5.3).

Para controlar el ataque de insectos como las ticonas (*Agrotis* sp.) y K'hona K'honas (*Eurysacca quinoae*), en la etapa vegetativa del cultivo, en grano lechoso y pastoso se ha utilizado el insecticida IGNEO con dosis de 8 ml/20 lts de agua, adherente Agral 30 ml/20 lts agua (Figura 5.4).



Figura 5.4 Control fitosanitario y terreno libres de plagas

Una vez alcanzada la madurez fisiológica la cosecha fue realizada a mano, usando para ello una hoz (Fig. 5.5).



Figura 5.5 Cultivo de quinua y Cosecha de quinua

Concluida la cosecha, se realizó el emparvado, trilla (pisoteo con automóvil), venteado y selección de grano de manera manual sin utilizar ningún tipo de maquinaria (Figura 5.6).



Figura 5.6 Venteado y trilla de quinua

5.3. Resultados

5.3.1. Caracterización Agromorfológica

Altura de planta

En la Figura 5.7, se observa que en promedio los valores de altura de la planta varían entre 69,5 a 70,4 cm. La variedad Aynoqa es la que registra un mayor valor (70,7 cm).

También se observa que las plantas con mayores alturas promedios se registran en la comunidad de Chiarumani (80,3 cm), con respecto al registrado en la comunidad de Jatuquira, esta diferencia es de un 20.4 cm a favor de la primera comunidad.

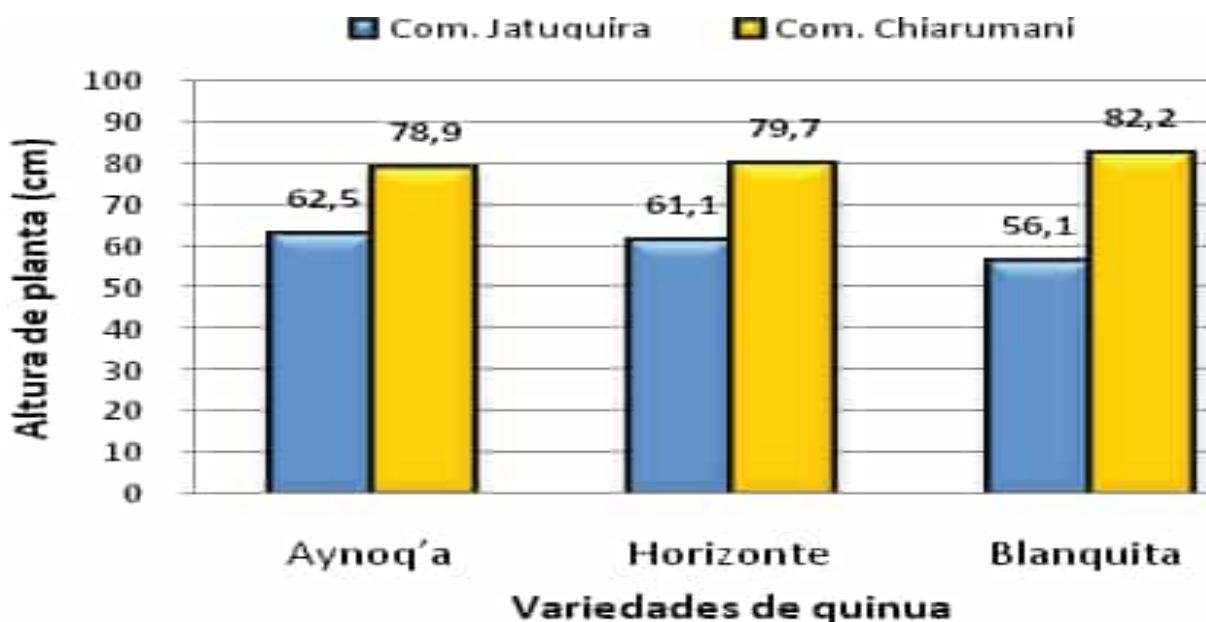


Figura 5.7 Altura de Planta y Variedad de quinua en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira

La diferencia de altura de planta en la variedad Blanquita en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira, se atribuye a la presencia de humedad en el suelo necesaria durante la etapa de crecimiento y a la distribución de semillas a mayor distancia.

Longitud de panoja

La Figura 5.8, muestra que en promedio los valores de longitud de panoja con la variedad Blanquita son mayores (22,45 cm) que la Horizonte (21,7 cm) y Aynoq'a (20,6 cm).

La comunidad que registra valores superiores de longitud de panoja es Chiarumani con 24,2 cm. Superior en 5,3 cm al registrado en Jatuquira.

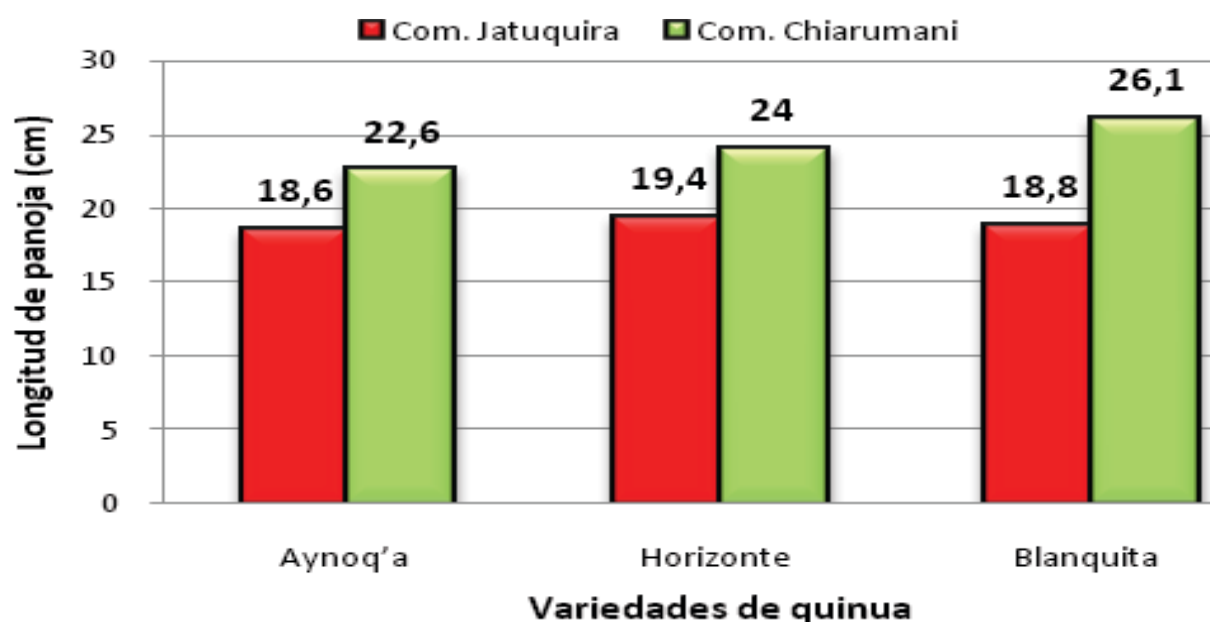


Figura 5.8 Longitud de Panoja y variedades de quinua en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira

Ancho de panoja

En la Figura 5.9 se aprecia que la variedad Blanquita (4,71 cm) muestra un ancho de la panoja superior a las variedades Aynoq'a (4,43 cm) y Horizonte (4,09 cm).

También se deduce que las variedades establecidas en Chiarumani (4,78 cm) registran valores superiores al observado en Jatuquira (4,04 cm).

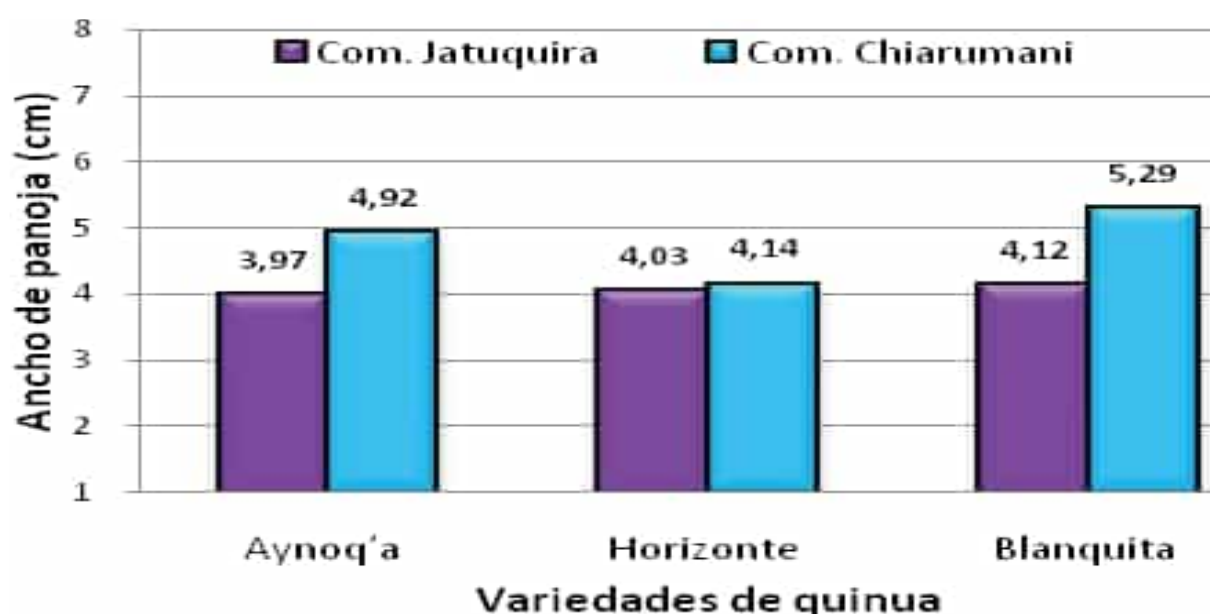


Figura 5.9 Ancho de Panoja y Variedad de quinua en las comunidades de Chiarumani y Jatuquira

Madurez Fisiológica

Los tiempos alcanzados a la madurez fisiológica de las variedades en estudio, indican que la variedad Blanquita alcanzo a su madurez fisiológica en 171 días, mientras que las variedades Aynoq'a y Horizonte registran a los 156 días (Figura 5.10).



Figura 5.10 Madurez fisiológica de cultivo de quinua

5.3.2. Manejo agronómico

Rendimientos de grano

En la Tabla 5.1, se presenta los valores de rendimientos y numero de ramas observados en el presente estudio.

Tabla 5.1 Numero de ramas y rendimiento de granos de semilla de quinua por hectárea en las comunidades de Chairumani y Jatuquira

Variedad	Comunidad de Chiarhumani		Comunidad de Jatuquira	
	Numero de ramas	Rendimiento Kg/ha	Numero de ramas	Rendimiento Kg/ha
Aynoca	20	751,37	19	781,3
Horizonte	21	1014,88	17	732
Blanquita	17	360,57	19	625

Se deduce que en la comunidad de Chiarhumani el mayor rendimiento de grano de quinua ha sido registrado con la variedad Horizonte (1014,88 kg/ha), seguido Aynoq'a (751,4 kg/ha y Blanquita (360,57 kg/ha).

En la comunidad de Jatuquira la variedad Aynoq'a muestra un mayor rendimiento de quinua en grano (781,3 kg/ha) y es superior a las variedades Horizonte (732 kg/ha) y Blanquita (625 kg/ha).

Los rendimientos de las variedades locales en la zona tienen un promedio de 600 kg/ha. Los valores obtenidos en este trabajo son superiores al promedio que reporta el PDM del Municipio de Patacamaya. Exceptuando con la variedad Blanquita en Chiarhumani.

También los factores climáticos como las heladas principalmente, han tenido su incidencia en la producción de grano.

Con respecto al grado de aceptación de la variedad por parte de los agricultores, en Chiarhumani manifiestan su preferencia por la variedad horizonte ya que esta muestra buenos rendimientos.

También en la Tabla 5.1 muestra que el número de ramas entre las diferentes variedades y comunidades varía entre 17 a 20.

5.4. Conclusiones

- La mejor producción en rendimiento se obtuvo en la comunidad de Chiarumani con la variedad Horizonte (1014,88 kg/ha).
- En la comunidad de Jatuquira los mayores rendimiento se registraron con las variedades de Aynoq'a y Horizontes (781,3 y 732 kg/ha respectivamente). Es de hacer notar que la variedad Blanquita presenta un ciclo vegetativo largo.
- En este estudio se ha observado la incidencia positiva del sistema de siembra por golpes con el implemento Satiri.

5.5. Bibliografía

Plan de Desarrollo Municipal (PDM). De Patacamaya (2007).

PROINPA. 2003. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Promoción e investigación en productos andinos (PROINPA) Rubro granos altoandinos. La Paz, Bolivia.



Cultivo de **PAPA**



6. Efecto de estrés salino (NaCl) e hídrico (manitol) en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) *in vitro*

Margarita Calle M.; Lisett Vaca L., Víctor Hugo Mendoza, Juan José Vicente R.

Profesionales del Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Toralapa

6.1. Antecedentes

La papa (*Solanum tuberosum*) es un cultivo ampliamente distribuido en Bolivia, sin embargo es sensible a factores bióticos y abióticos. Al respecto Bedogni *et al.*, (2010) indican que ante la creciente influencia del cambio climático existe la necesidad de identificar o inducir materiales genéticos con resistencia o tolerancia a salinidad y sequía.

La cantidad excesiva de sales en el suelo puede llegar a impedir tanto la absorción de agua por las raíces, como alterar una equilibrada absorción de nutrientes, pudiéndose en casos extremos inhibir su crecimiento (Ibañez, 2007).

La sequía, es uno de los factores abióticos que reduce el rendimiento de los cultivos. Martinez y Moreno (1992), indican que el agua es uno de los factores más importantes para el desarrollo de las plantas, su carencia constituye una de las principales fuentes de estrés, muchas plantas han desarrollado respuestas que les permiten tolerar diferentes niveles de déficit de agua, que van desde un estrés hídrico leve, causado por la disminución del potencial hídrico al mediodía, hasta aquellas que les permiten sobrevivir en hábitat desérticos. Shinozaki y Yamaguchi- Shinozaki (2007), mencionan que las plantas también responden al estrés por déficit hídrico a nivel celular y molecular que se da por la modificación de la expresión génica. Este trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de estrés salino (NaCl) e hídrico (Manitol) en tres variedades de papa (Sani Negra, Imilla Negra y Huaycha) en condiciones de cultivo *in vitro* con tolerancia a salinidad y estrés hídrico.
- Analizar el porcentaje de sobrevivencia, plantas normales y anormales en cultivo de tejido *in vitro* bajo diferentes concentraciones y combinaciones de NaCl y Manitol

6.2. Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Cultivo de tejidos de la Estación Experimental de Toralapa, Cochabamba. Los materiales genéticos que se utilizaron para el trabajo de investigación fueron tres variedades de papa: Huaycha, Sani negra e Imilla Negra).

El trabajo se inició con la multiplicación en magentas (25 vitroplantas/magenta) de las 3 variedades de papa, previamente sometidas a radiación gamma – Cobalto 60, en medio de cultivo a base sales MS (Murashige y Skoog, 1962), 100 mg myo-inositol, 0,4 mg de tiamina, 0,3 mg de AG3, 2 mg de pantotenato de calcio, 0,25 % de azúcar, 0,07 % de carragenina y pH 5,7. Incubándolas posteriormente en cámara de crecimiento a 22° C, fotoperiodo 16 hrs luz – 8 hrs oscuridad y humedad relativa del 60 %.

6.2.1. Inducción a estrés salino e hídrico

El material vegetal multiplicado de las tres variedades de papa fue sometido a cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de NaCl y Manitol a base de sales MS (Murashige y Skoog, 1962), incubadas posteriormente en cámara de crecimiento. El diseño utilizado fue bifactorial completamente al azar con 9 repeticiones. Los factores de estudio fueron: **Factor A:** Variedades de papa; **a₁:** Sani Negra, **a₂:** Imilla Negra y **a₃:**

Huaycha. **Factor B:** Tratamientos; b_1 : T1 - MS + 76.8 mM de NaCl, b_2 : T2 - MS + 228 mM de Manitol, b_3 : T3 - MS + 100 % - NaCl + Manitol y b_4 : T4 - MS + 125 % - NaCl + Manitol.

Las variables evaluadas fueron: por ciento de *Sobrevivencia*; por ciento de prendimiento por variedad después de 45 días; *Vitroplantas normales*; desarrollo y crecimiento normal de las plántula *in vitro* en un periodo de tiempo de 45 días y *Vitroplantas anormales*; desarrollo y crecimiento anormal (desarrollo de raíces limitado, tallos y hojas gruesos) en un periodo de tiempo de 45 días.

6.3. Resultados y discusión

En el periodo de multiplicación *in vitro* se observó en las tres variedades enrosetamiento apical, formación de hojas y tallos gruesos, en el caso de la variedad Huaycha yemas axilares múltiples. Estos cambios fenotípicos se pueden atribuir a la radiación gamma – Cobalto 60 a la que fueron sometidas. Al respecto Cherry (2000) indica que cualquier molécula de la célula puede ser alterada por la radiación, por tanto el daño del ADN que queda sin reparar o es mal reparado puede manifestarse o causar mutaciones, de esta forma se seleccionan caracteres deseables.

El Análisis de Varianza para cada variable de respuesta: Sobrevivencia (%), Vitroplantas normales y Vitroplantas anormales indican que los efectos principales (Variedades y Tratamientos) y la interacción Variedades por Tratamiento fueron altamente significativos ($P < 0,01$).

6.3.1. Sobrevivencia (%)

Con los datos observados (Figura 6.1) se realizó un análisis de efectos simples para la interacción Tratamientos por Variedades en la variable Sobrevivencia (%) al nivel de ($P < 0,05$).

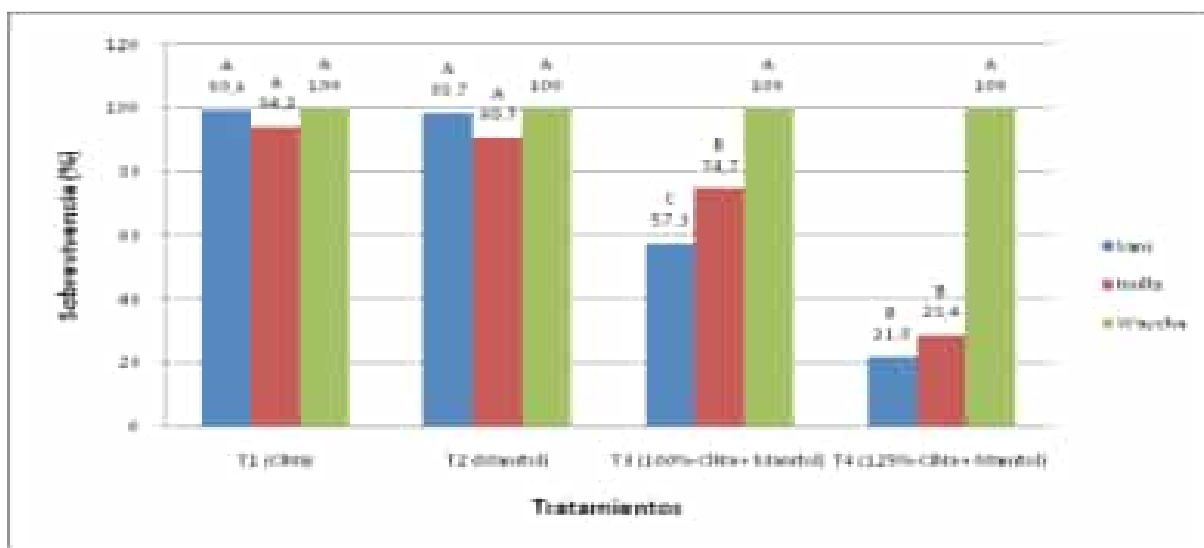


Figura 6.1 Efectos simples para la interacción tratamiento por variedad en la variable de sobrevivencia

De la Figura 6.1 se extrae que el promedio de sobrevivencia de las variedades de papa son 97,9, 96,5, 77,33 y 50,1 % para los T1, T2, T3 y T4 respectivamente. En los tratamientos T1 y T2 muestran un porcentaje de sobrevivencia entre 90.7 y 100 % para las tres variedades de papa, en los tratamientos T3 y T4 la variedad Huaycha tiene 100% de sobrevivencia, en el tratamiento T3 las variedades Sani Negra e Imilla Negra evidenciaron 57,3 y 74,7 %, en el T4 para las mismas variedades el porcentaje de sobrevivencia es de 21,8 y 28,4 %.

6.3.2. Vitroplantas normales (%)

En la Figura 6.2, se presentan los resultados del análisis de efectos simples del factor Tratamiento en Variedades, con un nivel de significancia del ($P < 0,05$) para la variable Vitroplantas normales (%). Para el T1 las variedades Sani negra, Imilla negra y Huaycha mostraron 19,1, 5,3 y 9,3 % de plantas normales respectivamente, lo cual indica menor tolerancia de las variedades tratadas con NaCl.

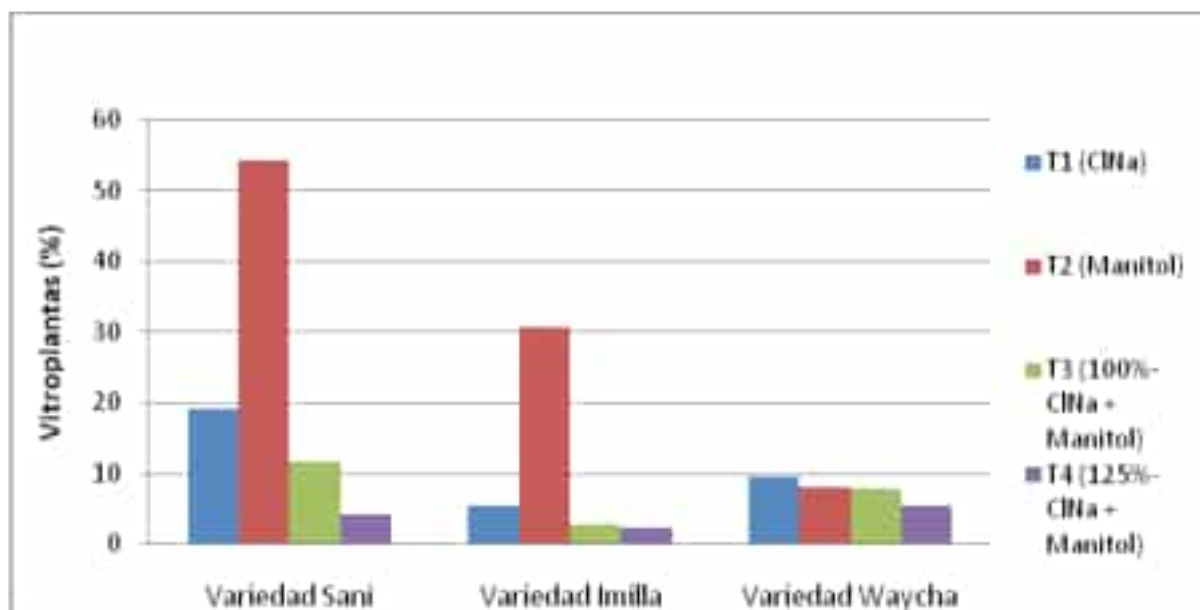


Figura 6.2 Respuesta de las variedades por tratamiento

En el tratamiento T2 (manitol) la variedad Sani Negra muestra 54,2 % de plantas normales, seguido de la variedad Imilla Negra con 30,7 % y menor porcentaje de plantas normales con 8 % en la variedad Huaycha. Esto indica que el T2 presenta un elevado porcentaje de plantas normales sometidas a estrés hídrico.

Sin embargo en los tratamientos T3 (MS + 100 % - NaCl + Manitol) y T4 (MS + 125 % - NaCl + Manitol) la variedad Sani negra presentó 11,6 y 4 % de plantas normales, seguido de la variedad Huaycha con 7,6 y 5,3 % y Sani negra con 2,7 y 2,2 de plántulas normales.

Esto permite deducir que el efecto de los tratamientos T3 y T4 fue menor a los tratamientos T1 y T2 en el crecimiento normal de las variedades. Martínez y Moreno, (1992) indican que el desbalance del contenido de agua puede reducir o inhibir el crecimiento de la parte aérea y radicular en varias especies.

6.3.3. Vitroplantas anormales

En la Figura 6.3 se observa el análisis de efectos simples de la interacción Tratamientos por variedades para la variable Vitroplantas anormales (%) con un nivel de significancia de ($P < 0,05$). Se observa en el T1 y T2, la variedad Sani negra presentó 44,4 y 45,8% de plántulas anormales, seguido de la variedad Imilla negra con 60 y 72%. En la variedad Huaycha se observó 92,0 y 92,4% de vitroplantas anormales. Esto permite deducir que la variedad Sani Negra tiene mayor tolerancia al efecto del NaCl y manitol.

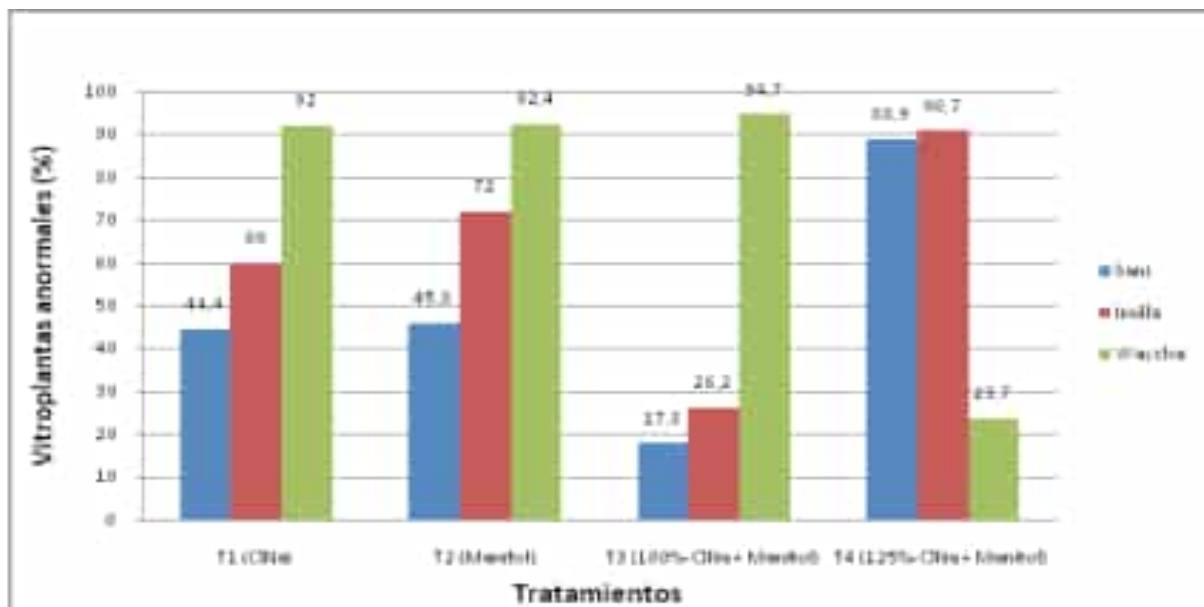


Figura 6.3. Efectos simples de los tratamientos de la interacción tratamientos por variedad para la variable vitroplantas anormales

En el tratamiento T3 (MS + 100% - NaCl + Manitol) en las variedades Sani negra e Imilla negra mostraron valores de 17,8 y 26,2% de plántulas anormales respectivamente, sin embargo la variedad Huaycha reporta un 94,7 %, mostrando de esta manera una menor tolerancia al tratamiento T3.

Por otro lado en el tratamiento T4 (MS + 125 % - NaCl + Manitol) la variedad Huaycha, presentó 23,7 % de plántulas anormales, a comparación de las variedades Sani Negra e Imilla Negra con 88,9 y 90,7 % respectivamente. Lo cual permite deducir que la variedad Huaycha tiene mayor tolerancia a T4.

Las tres variedades presentaron vitroplantas anormales en el desarrollo, crecimiento (radicular y tallos), presencia de hojas gruesas en los tratamientos T3 y T4. Al respecto Sánchez *et al.*, (2008), mencionan que el estrés hídrico y/o tóxico guarda relación con la disminución del potencial osmótico en las soluciones salinas.

De manera similar Covarrubias (2007), indica que estas condiciones inducen en las plantas respuestas que afectan su morfología, fisiología y metabolismo como parte de una respuesta adaptativa, disminuyen su velocidad de crecimiento y eficiencia fotosintética.

En la Figura 6.4, se observa el comportamiento de la variedad Imilla Negra en los diferentes tratamientos realizados.



Figura 6.4. Comportamiento de variedad Imilla negra en laboratorio de cultivo *in vitro*

6.4. Conclusiones

- La variedad Huaycha presentó 100 % de sobrevivencia en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 a comparación de las variedades Sani negra e Imilla negra.
- El tratamiento T2 (manitol) presentó 54,2, 30,7 y 8 % de vitroplantas normales en las variedades Sani negra, Imilla negra y Huaycha, seguido de T1 con 19,1, 5,3 y 9,3 % respectivamente.
- Las variedades Sani negra e Imilla negra presentaron un 17,8 y 26,2 % de vitroplantas anormales en el tratamiento T3, en comparación de los tratamientos T1, T2 y T4 en un rango de 44,4 a 90,7 %.

6.5. Recomendación

Se recomienda la caracterización morfológica de las tres variedades (Sani Negra, Imilla Negra y Huaycha) sometida a NaCl y manitol en invernadero.

6.6. Bibliografía

- Bedogni, M.C., Capezio S. y Huarte M. (2010), Comportamiento frente a estrés hídrico de variedades nativas cultivadas y especies silvestres de papa, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); Facultad de Ciencias Agrarias - Argentina.
- Covarrubias R. (2007), Sobrevivir al estrés: Cómo responden las plantas a la falta de agua, Biotecnología V14 CS3, pg. 253 – 262.
- Cherry R. N., (2000), Radiaciones ionizantes, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, Cap. 48.
- Ibáñez J. J., (2007), Salinidad de los Suelos, Estrés Hídrico y Producción Vegetal
- Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Martínez, A. y Moreno, U., (1992), Expresiones fisiológicas de resistencia a la sequía en dos variedades de papa sometidas a estrés hídrico en condiciones de campo. *Bras. Fisiol. Veg.*, pg. 33-38.
- Sánchez-Bernal E., Ortega-Escobar M., González-Hernández V., Camacho-Escobar M. y Kohashi-Shibata J., (2008), Crecimiento de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) Cv. Alpha, inducido por diversas soluciones salinas, INCI -Caracas.

7. Producción de semilla prebásica de papa

Margarita Calle, Lisett Vaca, Elian Maldonado

Profesionales del Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Toralapa

7.1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) es el cuarto alimento básico en el mundo después del arroz, el trigo y el maíz. La producción mundial de papa se incrementó desde 276.311.694 toneladas métricas (Tm) en el año 1989 a 321.974.152 Tm en el 2005, lo cual significó un crecimiento promedio anual del 0,96 %. La mejora de los rendimientos explica los aumentos de la producción mundial, dado que la superficie permaneció estable.

La papa no solo brinda una alternativa económica sino también una fuente sana de alimento, por su alto valor nutricional para la población boliviana. En Bolivia se utiliza solo el 3 % de semilla certificada de papa para la producción. Esto indica que la semilla de papa es muy importante para la producción e incremento del rendimiento. Una alternativa para producir semilla pre-básica de papa de alta calidad fitosanitaria es a través de las técnicas de propagación *in vitro* que facilita la producción masiva en un espacio reducido y corto tiempo. El siguiente trabajo tiene por objetivo evaluar la producción de semilla pre-básica de las variedades Huaycha e Imilla negra.

7.2. Materiales y métodos

Este trabajo se desarrolló en los predios de la Estación Experimental de Toralapa, ubicada en el Municipio de Tiraque, Cochabamba.

El procedimiento se inicia con la selección de individuos sobresalientes de las variedades comerciales Huaycha e Imilla negra que se encuentran conservadas en condiciones *in vitro* en el laboratorio de tejidos, que fueron multiplicadas por segmentos nodales en laboratorio (25 plantas por magenta), para garantizar la homogeneidad y sanidad del material.

En el invernadero, el sustrato utilizado fue una combinación de tierra vegetal, cascarilla de arroz y limo. Se esterilizó con formol al 1 %, se cubrió con plástico y se dejó en reposo por una semana. Luego se quitó la cobertura de plástico por cuatro días para permitir la ventilación del sustrato. Transcurrido este tiempo se llevó a invernadero para acomodarlo en camas de tuberización de madera para el trasplante de las vitroplantas.

La Figura 7.1, muestra el proceso de crecimiento de las variedades seleccionadas de papa para la producción de semilla pre-básica.



Figura 7.1. Proceso de crecimiento de las variedades seleccionadas de papa para la producción de semilla pre-básica.

En fecha 28 de noviembre del 2010, se inició con la aclimatación de las plantas *in vitro*, para ello se inició con el lavado del gel de las plántula *in vitro* por variedad en forma separada, seguidamente se sumergió en fungicida Dithane (2g/l) para evitar contaminación por hongos.

Por cada variedad se aclimató 216 plantas por cama de tuberización (1 x 3 m). Se realizó el riego manual. Las frecuencias de riego fueron cada 3 días (Figura 7.2). Se cubrió cada cama de tuberización con plástico para evitar deshidratación por un lapso de 15 días. El día 16 se aplicó fertilizante foliar (Nitrofoska foliar arranque) para inducir el crecimiento de las plántulas aclimatadas.



Figura 7.2. Proceso de aclimatación en invernadero

A los 36 días se realizó la fertilización con fosfato de amonio (18-46-0), luego se procedió al primer aporque con una capa de 5 cm de sustrato.

El segundo aporque se realizó a los 65 días para cubrir la raíz y permitir el desarrollo de los tubérculos, también se utilizó mallas tutoras para que las plantas tengan un desarrollo erecto.

A los 72 días se fertilizó con Nitrofoska foliar, en la etapa de floración para promover la formación de flores en ambas variedades (Huaycha e Imilla negra). También se aplicó fungicida de forma preventiva para evitar la presencia de hongos.

Después de 120 días se aplicó un fertilizante foliar para la maduración de tubérculos (Nitrofoska maduración).

A los 135 días se realizó la última aplicación de fungicidas e insecticidas para el control de hongos y presencia de insectos.

Los tubérculos de semilla pre-básica de ambas variedades se cosecharon a los 180 días.

La verificación de la sanidad de la semilla pre-básica se realizó a través de la prueba serológica de DAS-ELISA, para la detección de los virus PVX, PVY, AMO, PLRV Y APLV a folíolos apicales de ambas variedades.

7.3. Resultados

En la Tabla 7.1 se reporta el rendimiento y el descarte por cama de tuberización para la variedad Huaycha.

Tabla 7.1 Rendimiento por cama de tuberización de la variedad Huaycha

No. Cama	Peso (kg)	Descarte
3	5,975	0,575
4	7,05	0,25
17	4,475	0,475
18	3,55	0,775
Peso total	21.050	2.075
Promedio	5,05	0.52

De la Tabla 7.1 se desprende que el rendimiento bruto promedio por cama de tuberización es de 5.05 kg y el neto es de 4.43 kg.

El peso por calibre expresado en gramos esta mencionado en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2 Peso por calibre (gramos)

Calibre	1	2	3	4	5	Total
Peso (gramos)	1230	7080	6405	2905	1355	21050

La Tabla 7.2 muestra que una mayor cantidad de tubérculos registrados corresponden al calibre 2 y 3. Los mismos están expuestos en la Figura 7.3.



Figura 7.3. Selección de tubérculos tamaño y peso en la variedad Huaycha

En relación a la variedad Imilla negra, el rendimiento por cama de tuberización, se detalla en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Peso de variedad Imilla negra

No. Cama	Peso (Kg)	Descarte
13	4,175	0,075
14	4,626	0,38
15	2,85	0
16	2,15	0,1
Peso total	13,801	0,555
Promedio	3,450	0,139

Se observa que el peso promedio bruto de semilla pre básica de la variedad Imilla Negra es de 3,450 kg/cama y el neto es de 3,311 kg/cama.

Tabla 7.4 Peso por calibre (gramos)

Calibre	1	2	3	4	5	Total
Peso (g)	3350	2424	5274	1774	424	13801

La mayor producción de tubérculos clasificados por peso corresponde al calibre 1, 2, y 3. Y esto se muestra claramente visualizado en la Figura 7.4.



Figura 7.4. Selección de tubérculos por calibre en la variedad imilla negra

Finalmente los resultados reportados de la prueba serológica de DAS – ELISA se muestran en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5 Resultados del test de ELISA

Variedad	PVX	PVY	PVA	APMV	PLRV	APLV
Huaycha	-	-	-	-	-	-
Imilla Negra	-	-	-	-	-	-

(-) Resultado negativo

(+) Resultado positivo

Se observa que tanto la variedad Huaycha como la Imilla negra reportaron resultados negativos a los 6 virus analizados, hecho que respalda la calidad de la semilla pre-básica obtenida.

7.4. Conclusiones

- Se obtuvo 18,9 kg de semilla pre-básica de la variedad Huaycha y 13,2 kg en la variedad Imilla Negra.
- Los rendimientos por metro cuadrado para la Imilla negra fueron de 1,037 kg/m² y para la variedad Huaycha fue de 1,477 kg/m²

8. Efecto de tres concentraciones de sales minerales en ocho accesiones de papa (*Solanum tuberosum*) para la conservación *in vitro*

Margarita Calle; Lisett Vaca, Juan José Vicente

Profesionales del Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Toralapa

8.1. Antecedentes

Los sistemas de conservación *ex situ* surgen como una medida complementaria a los mecanismos de conservación *in situ*. La conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de los organismos fuera de su hábitat natural, conservando las especies amenazadas y los recursos genéticos en bancos de semillas, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos (Withers et al., 1990; Rao, 2004; Soengas et al. 2009). Esta actividad es costosa e implica un riesgo por pérdida de materiales a causa de factores ambientales, requiere de grandes extensiones y mayor cantidad de muestras representativas (20 a 30 plantas de una sola población) por lo que su uso se ha visto limitado en cierta medida (Engelmann, 1991, Wang et al. 2005).

Las dificultades derivadas de las colecciones de campo y la necesidad de conservar a las especies recalcitrantes, han llevado al desarrollo de metodologías de conservación *in vitro* es decir, una parte de la planta (órgano, tejido, célula o protoplasto) se cultiva asépticamente en un medio nutritivo bajo condiciones de luz y temperatura controlada. Su uso destaca la conservación de un gran número de plantas en espacios reducidos, un mayor control sobre el estado fitosanitario de las colecciones, la reducción de los tiempos de multiplicación, la facilidad de intercambio de material genético, e incremento de la tasa de multiplicación clonal de germoplasma valioso (Seguel, 2010). Por otro lado la limitación en crecimiento permite la disminución de la división celular y el metabolismo de las plántulas, incrementa la longevidad *in vitro* de los cultivos sin que se produzcan cambios genéticos, reduciendo la frecuencia de transferencia de las plantas a medio de cultivo fresco (Roca et al., 1994).

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más estudiados en la implementación de nuevos medios y técnicas de cultivo de tejidos y de conservación. El medio de cultivo a base Murashige Skoog (1962) es ampliamente utilizado en la propagación y conservación de papa, las concentraciones de sales y vitaminas que contienen permiten un normal crecimiento o limitación de crecimiento cuando el propósito es conservar. El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de tres concentraciones de sales minerales en ocho accesiones de papa (*Solanum tuberosum*) para la conservación *in vitro*.

8.2. Materiales y métodos

Este trabajo se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Estación Experimental de Toralapa, ubicado en el municipio de Tiraque, departamento de Cochabamba. Se utilizaron ocho accesiones de papa del banco de tubérculos *in vitro*: ID 164 (BOL 2143), ID 734, (BOL 3435), ID 175 (BOL 4708), ID 105 (BOL 2640), ID 860 (BOL 1255), ID 101 (BOL 2145), ID 1190 (BOL 4987) e ID 575 (BOL 2976).

La etapa de multiplicación se realizó con ocho accesiones de papa en medios de cultivo compuesto de sales MS (Murashige-Skoog, 1962), 100 mg myoinositol, 0,4 mg de tiamina, 0,3 mg de AG3 y 2 mg de Pantotenato de calcio, 0,25 % de azúcar, 0,07 % de carragenina, pH 5,7, contenidos en tubos de ensayo. Los explantes sembrados fueron incubados por 20 días a temperatura de 22±2°C, intensidad de luz de 2500 lux y un fotoperiodo de 16 horas luz.

La etapa de conservación se consideró tres segmentos nodales por tubo y se incubó por lapso de tres semanas a temperatura de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$, intensidad de luz de 2500 lux y fotoperiodo de 16 horas luz. Transcurrido este tiempo los explantes se almacenaron en cámara fría a 8°C , intensidad de luz de 1600 lux y un 60 % de humedad relativa. En esta etapa se evaluaron tres concentraciones de sales minerales MS en el medio de cultivo:

- $\frac{1}{4}$ MS, 100 mg myoinositol, 0,25 % de azúcar, manitol 0.4 %, 0,02 % de phytagel y pH 5,7.
- $\frac{1}{2}$ MS, 100 mg myoinositol, 0,25 % de azúcar, manitol 0.4%, 0,02 % de phytagel y pH 5,7.
- MS completo, 100 mg myoinositol, 0,25 % de azúcar, manitol 0.4 %, 0,02 % de phytagel y pH 5,7

Los parámetros evaluados fueron la sobrevivencia, altura de la vitroplanta, desarrollo de raíces y vitrificación. El tiempo de evaluación del ensayo fue cada dos meses por lapso de seis meses.

El diseño experimental utilizado fue factorial completamente al azar. Los factores fueron 8 accesiones, 3 concentraciones de sales MS en medio de conservación con 8 repeticiones.

8.3. Resultados y discusión

8.3.1. Porcentaje de sobrevivencia

El análisis de varianza de los datos de la variable sobrevivencia evidenció diferencias significativas ($P\leq 0.05$) de la interacción Acceso por Concentración de sales MS, esto denota que existe dependencia de las accesiones a las concentraciones de sales MS.

En la Tabla 8.1, muestra el análisis de comparación de promedios con la prueba Duncan ($P\leq 0.05$).

Tabla 8.1 Comparación de promedios de la variable sobrevivencia de las accesiones de papa en concentraciones de sales MS

ID Acceso	$\frac{1}{4}$ MS	$\frac{1}{2}$ MS	MS
10	87,5 c	95,8 a	100 a
105	100 a	100 a	100 a
164	95,8 a	91,6 b	87,5 b
175	100 a	100 a	100 a
575	95,8 a	100 a	95,8 a
734	100 a	87,5 c	100 a
860	100 a	100 a	100 a
1190	79,1 d	100 a	95,8 a

La concentración $\frac{1}{4}$ MS en la Tabla 8.1, evidencia que las accesiones 164, 575, 105, 175, 734, 860 tienen valores de sobrevivencia entre 95.8 y 100 % sin embargo las accesiones 10 y 1190 presentan rangos de sobrevivencia de 87,5 y 79,2% respectivamente.

Por otro lado la concentración $\frac{1}{2}$ MS muestra un grupo de accesiones que registran los valores más altos de sobrevivencia entre 95,8 a 100% en las accesiones 10, 105, 175, 575, 860, 1190. La accesión 164 con 91,6% y con menor porcentaje de sobrevivencia la accesión 734 (85,5 %).

En la concentración MS completa los resultados en relación a las otras concentraciones ($\frac{1}{4}$ MS y $\frac{1}{2}$ MS) evidencia que las accesiones 10, 105, 175, 734, 860, 575, 1190 muestran valores entre 95.8 a 100% de sobrevivencia y la accesión 164 con menor valor de 87,5 %.

Se deduce que el porcentaje de sobrevivencia en las tres concentraciones de sales MS está influido por el genotipo de cada accesión. Al respecto De Cásares y Gonzales (2001) indican que la respuesta al desarrollo aéreo y radical con los tratamientos: sacarosa, manitol, ácido absícico-ABA y Bencilaminopurina-BAP bajo condiciones de crecimiento mínimo varió de acuerdo al cultivar de papa.

8.3.2. Altura de la vitroplanta

El análisis de varianza para la variable altura de vitro planta se evidenció diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en el factor accesiones y no significativas en el factor concentración de sales e interacción (Accesiones por Concentración).

En la Figura 8.1, se observa el análisis de los promedios con la prueba Duncan ($P \leq 0,05$) para la variable altura de vitroplanta en ocho accesiones.

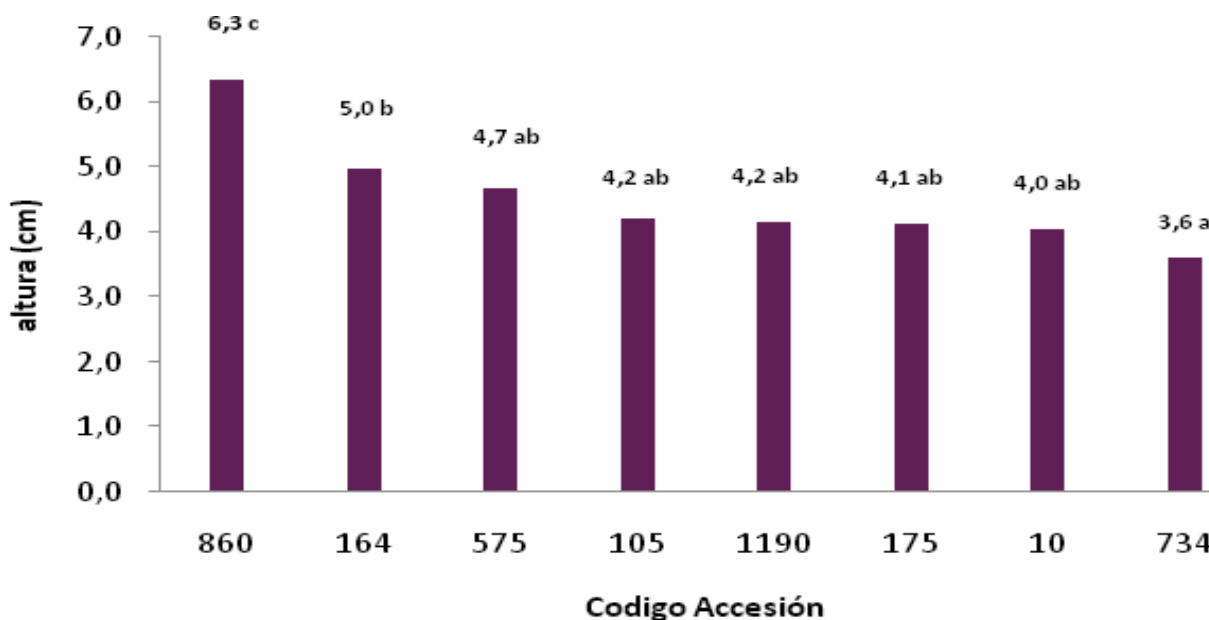


Figura 8.1 Altura de las ocho accesiones sometidas a concentración de sales MS

La accesión 734, en la Figura 8.1, presentó un crecimiento de 3.6 cm, la cual se considera una altura óptima en promedio para la conservación *in vitro*. El grupo conformado por las accesiones 10, 175, 1190, 105 y 575 presentan una altura promedio de 4,25 cm. Un tercer grupo que también muestra diferencias significativas ante los otros conforman las accesiones 164 y 860 que tienen una altura de 5 y 6.3 cm respectivamente. Se deduce que cada accesión tiene una altura variable, y que está en función del genotipo de la planta (Figura 8.2).



Figura 8.2 Altura de ocho accesiones en $\frac{1}{2}$ sales MS.

8.3.3. Desarrollo de raíces y vitrificación

El análisis de los parámetros vitrificación y número de raíces no fueron significativos al análisis de ANVA. Se observó el desarrollo normal de raíces y ausencia de vitrificación en las ocho accesiones evaluadas durante los seis meses.

8.4. Conclusiones

- Las accesiones 105, 175, 575 y 860 presentaron porcentajes de sobrevivencia entre 95,8 y 100 % en las concentraciones de sales $\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS y MS completo en medio de conservación.
- La influencia del genotipo de las ocho accesiones determina la variabilidad en el porcentaje de sobrevivencia en las tres concentraciones de sales minerales MS (Murashige Skoog, 1962) a los seis meses.
- La accesión 734 presentó un crecimiento de 3,6 cm, la cual se considera una altura óptima en promedio para la conservación *in vitro* a mediano plazo.
- La altura de las vitroplantas está en función de las características genéticas de cada accesión.

8.5. Bibliografía

- Engelmann, F. 1991. In vitro conservation of tropical plant germplasm: a review. *Euphytica* 57:227-24
- Seguel, I. 2000. Estrategia en Recursos Fitogenéticos para los países del Cono Sur. IN Conservación de Recursos fitogenéticos ex situ. In PROCISUR. IICA
- Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Rao, NK. 2004. Plant genetic resources: advancing conservation and use through biotechnology. *African journal of biotechnology* 3:136-145.
- Roca, WM, Escobar R, Mafla G. (1994) Conservación de germoplasma de yuca in vitro. Principios y técnicas. CIAT, Cali. de medios de cultivo para la conservación Biotecnología Vegetal 2(4): 249-251
- Soengas, P; Cartea, E; Lema, M; Velasco, P. 2009. Effect of regeneration procedures on the genetic integrity of Brassica oleracea accessions. *Molecular Breeding* 23:389-39.
- Wang, YL; Fan, MJ; Liaw, SL. 2005. Cryopreservation of in vitro-grown shoot tips of papaya (*Carica papaya* L.) by vitrification. *Botanical Bulletin of the Academia Sinica* 46:29-34.
- Withers, LA, Wheelans, SK; Williams, JT. 1990. In vitro conservation of crop germplasm and the IBPGR databases. *Euphytica* 45:9-22.
- De Cásares, JP, González, R. 2001. Conservación in vitro de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de crecimiento mínimo. *Revista Latinoamericana de la Papa* 12:121-129



Cultivo de MORA



9. Prospección y conservación de poblaciones silvestres de mora (*Rubus* spp.), pertenecientes a la región subtropical de Colomi, Cochabamba

Machaca-Alejo E., P. Gamboa-Montenegro

Becario tesista Conservación de Recursos
Genéticos Frutales

9.1. Introducción

Bolivia se encuentra entre los 17 países con la más alta biodiversidad en el mundo (Ibisch and Mérida, 2003). Un representante de la gran diversidad existente en el país es el género *Rubus*, que son pequeños arbustos apoyantes y espinosos con frutos denominados comúnmente "moras". Este género presenta a nivel mundial aproximadamente 750 especies (Lawrence y Campbell, 1999), esto sin considerar la gran variedad en el complejo de *Rubus fruticosus* (Romoleroux, 1996).

Según Altamirano (2009), en Bolivia existen 23 especies de *Rubus* en estado silvestre, 2 especies son introducidas (*R. procerus* y *R. rosifolius*), 2 tienen carácter endémico (*R. bullatus* y *R. briareus*), el 80 % tienen frutos comestibles. Sin embargo, hasta la fecha se desconoce el potencial frutícola de estas especies. En ese sentido este trabajo tiene por objetivo contribuir a mantener la biodiversidad genética del género *Rubus* en la región subtropical del Municipio de Colomi, a través de estudios de prospección y la colecta de material vegetal de especies vulnerables o en peligro de extinción.



Figura 9.1. Paisaje de los Yungas del Chapare y entrevistas con agricultores

9.2. Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en las zonas denominadas el Corani (Yungas de Corani Pampa) y el Jatun Mayu (Yungas de Tablas Monte) del Municipio de Colomi, departamento de Cochabamba (Figura 9.1). El área de estudio está localizada entre las coordenadas 17°2.63' y 17°10.41' de latitud sur, y 65°53.77' y 66°1.94' de longitud oeste, con alturas que van desde 1740 a 2850 msnm.

9.2.1. Fase de prospección

Se efectuaron giras de exploración a las comunidades de la región: Corani Pampa, Chulumani, Tablas Monte y Maica Monte. Se realizaron entrevistas a los agricultores de la zona, con la finalidad de determinar nombres locales, épocas y lugares de recolección de las moras (Figura 9.1).

9.2.2. Exploración etnobotánica

Consistió en entrevistas a informantes claves de la zona, principalmente adultos mayores; así mismo, con la colaboración de los entrevistados se hicieron recorridos de campo, en chacos, senderos o montes. El guión de la entrevista se basó en historia del frutal, diversidad, valor cultural, usos (gastronómicos, medicinales y espirituales (Figura 9.2).



Figura 9.2 Colecta de material vegetal

9.2.3. Colecta

La colecta de germoplasma de las especies prospectadas se desarrolló en periodos de máxima fructificación (junio-septiembre) en los años 2010 y 2011. El criterio utilizado para individualizar los genotipos de cada sitio se basó en características fenotípicas observables en la planta y en el fruto, dirigiéndose la colecta hacia aquellos que presentaron mayor divergencia. En cada sitio de colecta se tomaron muestras de frutos maduros, yemas axilares, y material de herbario para la identificación taxonómica (Figura 9.2).

Para la documentación (datos de pasaporte) de los genotipos, se utilizó una ficha de colecta de germoplasma, con información referente a: localización del sitio de colecta, fuente de recolección, tipo y frecuencia de la muestra, asociaciones botánicas, y aspectos fenotípicos de la planta. Los datos de origen de los genotipos fueron georeferenciados mediante un GPS (Geographic Positional System).

9.2.4. Identificación de genotipos

Para el proceso de identificación taxonómica de los genotipos, se contó con la asesoría del Lic. Saúl Altamirano, Investigador del Herbario Nacional Martín Cárdenas. Esta se realizó con la utilización de la clave de especies de *Rubus*, compendiada en la serie Flora del Ecuador (Romoleroux, 1996), mediante examen de las muestras con estereoscopio, con el fin de apreciar las características diferenciales de taxa, como son el indumento en hojas, tallos y flores, entre otras.

9.3. Resultados y discusión

En la Tabla 9.1, se presentan las especies del género *Rubus* en la región subtropical del Municipio de Colomi y la información etnobotánica asociada, siendo estas: *Rubus betonicifolius*, *R. boliviensis*, *R. bullatus*, *R. coriaceus*, *R. megalococcus*, *R. roseus*, *R. urticifolius*, *R. weberbaueri*. Además, los nombres comunes con los que las especies son conocidas y el grado de amenaza en el que se encuentran según el Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia (2009), excepto para las especies *R. roseus* y *R. boliviensis*, para los cuales se tiene un grado de amenaza aproximado.

9.3.1. Información y uso etnobotánico

Las moras silvestres son conocidas por la población local con los nombres de Khari-khari para arbustos de frutos pequeños y Monte frutilla para arbustos con frutos de mayor tamaño. Los frutos de estas especies se utilizan principalmente como consumo en fresco por ser altamente perecederos, también se usan como colorante de una bebida refrescante llamada api. En la época de mayor fructificación las amas de casa del lugar suelen elaborar mermelada, principalmente con la especie *R. urticifolius*. En la medicina popular se reporta que la mayoría de estas especies son utilizadas para curar enfermedades respiratorias, dolores de cabeza, dolores estomacales, de garganta, como antidiarreico, entre otros. Se cree además que puede servir de estímulo al habla de niños pequeños.

Tabla 9.1 Especies del genero *Rubus* identificadas, información etnobotánica y estado actual. 2012

Especie	Nombre común	Uso local	Estado
<i>Rubus boliviensis</i>	Khari-khari	Consumo en fresco, mermelada, medicinal	Preocupación menor*
<i>Rubus megalococcus</i>	Khari-khari	Consumo en fresco, colorante, medicinal	Casi amenazada
<i>Rubus urticifolius</i>	Khari-khari	Consumo en fresco, colorante, mermelada, medicinal	Casi amenazada
<i>Rubus betonicifolius</i>	Monte frutilla	No se reportó	Casi amenazada
<i>Rubus bullatus</i>	Monte frutilla	Consumo en fresco	Casi amenazada
<i>Rubus coriaceus</i>	Monte frutilla	Consumo en fresco, colorante, medicinal	En peligro
<i>Rubus roseus</i>	Monte frutilla	Consumo en fresco, colorante, mermelada	Vulnerable*
<i>Rubus weberbaueri</i>	Monte frutilla	Consumo en fresco	En Peligro

* Grado de amenaza

9.3.2. Evaluación de la erosión genética

Como consecuencia del desconocimiento que se tiene sobre los recursos fitogenéticos, el género *Rubus* al igual que otras especies vegetales, corren el riesgo de perderse en las localidades de Colomi, mediante el proceso de erosión genética. Durante las giras de exploración y los recorridos de campo se pudo evidenciar el constante peligro en el que se encuentran las moras silvestres, por la pérdida de su hábitat, debido a la expansión de la frontera agrícola (Figura 9.3) y a que los agricultores de la zona aún bajo estas condiciones no reconocen la importancia del potencial biodiverso de las moras con que cuentan, y que en un futuro próximo podría ser parte de su misma canasta exportable y además constituirse en recursos genéticos de su seguridad alimentaria.



Figura 9.3 Avance de la agricultura en Colomi

9.4. Conclusiones

- La región Subtropical del Municipio de Colomi cuenta con diversidad de moras silvestres (8 especies), 2 especies se encuentran en peligro y las demás vulnerables ante la pérdida de su hábitat.
- Es necesario rescatar el uso etnobotánico y su aplicación en la medicina popular, así como dar a conocer el uso actual y potencial de estas especies para contribuir a la conservación de las mismas.
- Se deben de efectuar estudios de mercado de estos frutos y sus derivados, con el fin de promover el consumo nacional y tener acceso a otras alternativas económicas entre los pequeños productores, tanto para el comercio interno como para la exportación.
- Con las poblaciones previamente recolectadas y las procedentes de futuras prospecciones, se está creando una colección de germoplasma, cuyos criterios de conservación serán los mismos que los utilizados en los bancos de germoplasma existentes en la actualidad. Posteriormente se realizarán estudios de caracterización y evaluación agronómica, junto a trabajos de multiplicación.

9.5. Bibliografía

- Altamirano, S. 2009. Género *Rubus*. p. 223. En: VMABCC-BIOVERSITY, 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. Plural editores. La Paz. 344 p.
- FAO (1996). The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Ibisch, P.L., Beck, S.G., Gerkmann, B. y Carretero, A. (2003). Ecoregiones y ecosistemas. p. 47-88. En: P. L. Ibisch y G. Mérida (eds.) Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación, FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Ibisch, P.L. y Mérida, G. (2003). Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Jarvis, A., Ferguson, M.E., Williams, D.E., Guarino, L., Jones, P.G., Stalker, H.T., Valls, J.F.M., Pittman, R.N., Simpson, C.E. and Bramel, P. (2003). Biogeography of wild *Arachis*: assessing conservation status and setting future priorities. Crop Science. 43 (3): 1100-1108.
- Lawrence, A. & C. Campbell. 1999. Phylogeny of *Rubus* (*Rosaceae*) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer region sequences. American Journal of Botany 86(1): 81-97.
- Romoleroux, K. 1996. Rosaceae. En G. Harling & I. Alversson (eds). Flora del Ecuador 56: 1-152

ANEXO

DIVERSIDAD DE MORAS SILVESTRES



Rubus boliviensis



Rubus boliviensis



Rubus betonicifolius



Rubus betonicifolius



Rubus coriaceus



Rubus megalococcus



Rubus megalococcus



Rubus megalococcus



Rubus bullatus



Rubus weberbaueri



Rubus weberbaueri



Rubus roseus



Rubus roseus



Rubus urticifolius



Rubus urticifolius



Cultivo de
CEBADA



10. Evaluación de cultivares de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) para la producción de forraje en la Estación Experimental Toralapa, Cochabamba - Bolivia

José Luis Quispe, Wilbert Sandy

Profesionales en Conservación de Recursos Genéticos

10.1. Introducción

En el altiplano boliviano, las especies forrajeras como la cebada y avena tienen mucha importancia, porque constituyen en el alimento básico principalmente para la ganadería bovina por la calidad nutritiva y altos rendimientos de materia seca, existiendo por tanto una gran demanda por parte de los productores ganaderos.

Asimismo, la cebada y la avena son cultivos más precoces entre todos los cereales menores, por lo que su utilización es muy arraigada en las zonas donde la precipitación es baja y el periodo de lluvias es corto. Bajo estas condiciones son los cultivos que realmente pueden garantizar una cosecha, otra ventaja es su resistencia a diferentes factores adversos como la helada y sequía.

La zona alta del municipio de Tiraque del departamento de Cochabamba, específicamente la que circunda a la Estación Experimental de Toralapa, se caracteriza principalmente por la producción de papa, haba y ganadería lechera.

La Estación Experimental de Toralapa al constituirse como parte del sistema operativo del INIAF en el área de investigación entre otras, surge la necesidad de llegar a los agricultores de la zona con propuestas tecnológicas acorde a su sistema productivo a objeto de mejorar la producción forrajera para una mejor disponibilidad de alimento y consecuentemente mejorar la producción leche. Por lo mencionado se plantearon siguientes objetivos:

- Determinar la altura de planta de cultivares de cebada y avena
- Evaluar el rendimiento de Materia Seca Parcial de cultivares de cebada y avena

10.2. Metodología

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Toralapa, situado en el municipio de Tiraque del departamento de Cochabamba, distante a 71 km. de la ciudad de Cochabamba, ubicada a una altitud de 3.430 msnm, una temperatura media de 11°C y una precipitación anual promedio de 530 mm.

En el mes de noviembre de 2009, se realizó la siembra de cebada y avena por el método de chorro continuo en surcos de 0,35 m. entre sí, con una densidad de siembra de 80 y 90 kg/ha para la cebada y avena respectivamente (Figura 10.1).

Después de 120 días, una vez que el grano de cebada y avena estuvieron en estado lechoso, se realizó el corte de las plantas mediante la utilización de un hoz, posteriormente fueron llevadas a un invernadero para su secado durante 16 días, luego se efectuó el pesaje de las muestras de forraje ya seco en una balanza tipo reloj y finalmente se estimó el rendimiento de Materia Seca Parcial (Figura 10.2).

De cada parcela de forraje cultivada, se efectuaron 5 muestreos de un área de 1 m. x 2 m. en forma aleatoria y representativa.



Figura 10.1. Siembra, corte y pesaje de avena forrajera para determinar el rendimiento de Materia Verde en la Estación Experimental de Toralapa



Figura 10.2. Secado y pesaje de forrajera para la determinación del rendimiento de Materia Seca Parcial en la Estación Experimental de Toralapa

10.3. Resultados y discusión

Altura de planta

La cebada de variedad IBTA-80, obtuvo una mayor altura de planta (115,20 cm.), comparando con las variedades Ibon (95,80 cm.) y Capuchona (77,50 cm.). Asimismo la altura de planta de la avena de variedad Texas fue de 139,30 cm. (Tabla 10.1).

La altura de planta se consideró desde el nivel del suelo al extremo final de la espiga.

Rendimiento de Materia Seca Parcial de cebada y avena

El mayor rendimiento de Materia Seca Parcial obtuvo la cebada de variedad IBTA-80 con 10,17 Tn., seguido de la variedad Ibon con 5,68 Tn. y la variedad Capuchona con 3,38 Tn. Entre tanto, la avena de variedad Texas obtuvo un rendimiento de 9,13 Tn. (Tabla 10.1). Colque (2004), en la región de Pacajes, La Paz, encontró un

rendimiento de 5,43 y 4,69 Tn. de Materia Seca de cebada de variedad Ibon y Capuchona, respectivamente. En tanto, Huarachi (2003), en la región de Condoriri, Oruro, halló un rendimiento de 13,22 Tn. de Materia Seca de cebada de variedad IBTA-80, este valor es superior al encontrado en el presente trabajo.

Tabla 10.1. Área de cultivo, altura de planta y rendimiento de materia seca parcial de los cultivos de cebada y avena

Cultivo	Variedad	Área de cultivo (m ²)	Altura promedio de planta (cm.)	Rendimiento de Materia Seca Parcial (Tn/ha)
Cebada	Capuchona	3.522	77,50	3,38
Cebada	Ibon	6.290	95,80	5,68
Cebada	IBTA-80	8.925	115,20	10,17
Avena	Texas	9.544	139,30	9,13

10.4. Conclusiones

- En cebada, la variedad IBTA-80 alcanzó la mayor altura de planta con diferencia significativa a la variedad Ibon y Capuchona. En tanto, que la avena de variedad Texas obtuvo una altura superior a las tres variedades de cebada.
- Para la variable rendimiento de Materia Seca Parcial, se observó que la cebada de variedad IBTA-80 tuvo mejor rendimiento comparado a las variedades Ibon y Capuchona e inclusive con el cultivo de la avena de variedad Texas.
- Tanto la cebada de variedad IBTA-80 y la avena de variedad Texas, son un buen potencial forrajero para la zona de Toralapa.

10.5. Bibliografía

- Colque, J. (2004). Evaluación de variedades y líneas de cebada (*Hordeum vulgare L.*) bajo tres épocas de siembra en la localidad de Janko Marka Sirpa, provincia Pacajes, departamento de La Paz. Tesis Ing. Agrónomo FCA-UMSA. La Paz, Bolivia. 83 p.
- Huarachi, H. (2003). Evaluación de líneas y variedades de cebada (*Hordeum vulgare L.*), para forraje en dos épocas de siembra en el Centro Agropecuario Condoriri (CEAC). Tesis Ing. Agrónomo. FCAPyV-UTO. Oruro, Bolivia. 87 p.
- Soliz, B. (2005). Manual de producción y utilización de forrajes. Facultad de Agronomía-UMSA. La Paz, Bolivia. 83 p.

11. Conservación de los Recursos Genéticos de la agrobiodiversidad

Máximo L. Flores Marquez, Luis W. Acosta

11.1. Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* se refiere a la conservación fuera de los ambientes naturales de los componentes de la diversidad biológica: especies, poblaciones y genes. Normalmente la conservación de las especies para la alimentación y la agricultura se conservan en bancos de germoplasma y, las especies de vida silvestre en centros de tenencia y manejo. La conservación *ex situ* ha sido la principal aproximación para preservar la diversidad genética asociada a los recursos fitogenéticos cultivados a nivel mundial, porque tiene más probabilidades de ser investigado, caracterizado y utilizado, que si está conservado *in situ*. Con el fin de asegurar su calidad, uso y disponibilidad futura esta estrategia incluye un conjunto de actividades que componen el manejo de los recursos fitogenéticos y estas son:

- a) *Adquisición de germoplasma*, la que puede realizarse a través de la recolección *in situ*, el intercambio, la donación o la creación de material genético por los programas de mejoramiento genético.
- b) *Caracterización y evaluación*, actividades complementarias que consisten en la descripción sistemática de atributos cualitativos y cuantitativos de las entradas o accesiones de una misma especie o cultivo, tanto para diferenciarlas como para identificar genes o atributos específicos.
- c) *Regeneración y multiplicación*, en términos generales son actividades similares, referidas a la propagación de una accesión con el fin de disponer de suficiente material para conservación y utilización.
- d) *Documentación*, referida al registro, organización y análisis de la información asociada a las colecciones.

11.2. Métodos de conservación *ex situ*

Existen diversas opciones para la conservación *ex situ* de las especies vegetales. Su uso dependerá del objetivo del programa de conservación, el tipo de material a conservar, el desarrollo tecnológico y los recursos disponibles.

11.2.1. Bancos de semillas

Son los más aplicados por la relativa facilidad de implementación, seguridad y mejor relación costo/beneficio. Las semillas son almacenadas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad relativa. Bajo condiciones estándar de -18°C y 5 % de humedad de la semillas es posible mantenerlas viables a largo plazo, más de 100 años en el caso de los bancos base. La ventaja es que permite preservar la diversidad genética representativa de una gran cantidad de especies en un espacio relativamente reducido. Este es un método factible para la mayoría de las especies vegetales, ya que una alta proporción de plantas tienen semillas con la capacidad de tolerar la pérdida de humedad y sobrevivir al almacenamiento en frío. A este tipo de semillas se les denomina ortodoxas. La importancia adicional es que el material genético preservado se encuentra inmediatamente disponible para ser utilizado en investigación, mejoramiento, reintroducción de especies y restauración de ecosistemas.

11.2.2. Jardines botánicos

Están concentrados en el cultivo de muestras de especies vegetales para fines de conservación, investigación, educación y divulgación. No solo utilizan el cultivo en jardín, sino que integran con la conservación de semillas e inclusive conservación *in vitro* y crio-preservación. Su ventaja es que además de conservar posibilita su divulgación e investigación. Pero su desventaja es que se mantienen muy pocos ejemplares por especies, representando una baja diversidad genética intraespecífica, existe un alto riesgo de hibridación interespecífica y depresión por exogamia, y al estar al aire libre están sujetas a pérdida por desastres naturales y por efecto de plagas y patógenos.

11.2.3. Banco genético a campo

Las colecciones se conservan al aire libre, y utilizados para preservar germoplasma de especies frutales y forestales. Especialmente de especies con semillas recalcitrantes, las especies con predominancia de reproducción agámica (vegetativa) y aquellas de ciclo de vida largos. Se mantiene un mayor número de individuos por entrada que en los jardines botánicos, pero no implica mayor diversidad genética. Tiene un relativo alto costo de mantenimiento, y una alta probabilidad de daño por desastres naturales, hibridación y daño por plagas y patógenos.

11.2.4. Los bancos de tejidos *in vitro*

Permiten preservar germoplasma de especies recalcitrantes y de propagación vegetativa. Un explante (órgano, tejido o célula), se cultiva en forma aséptica en un medio nutritivo bajo condiciones controladas de luz y temperatura. Permite preservar un mayor número de plantas en espacios reducidos, mayor control fitosanitario y facilidad de intercambio de materiales. Su desventaja es que requiere constante repique y cambio del medio de cultivo, incrementando los costos de mantenimiento, aumenta el riesgo de contaminación microbiana y la pérdida de material por error humano. El crecimiento del explante puede ser retardado reduciendo la temperatura y luminosidad, aplicando al medio retardantes químicos o reduciendo el nivel de oxígeno presente. Bajo estas condiciones, los intervalos de repique, pueden ser extendidos hasta un año o más.

11.2.5. Criopreservación

Se usa para la preservación de germoplasma de especies cultivadas de semillas recalcitrantes o con reproducción agámica además para preservar germoplasma de recursos fitogenéticos silvestres. Este método se basa en la reducción y detención de los procesos de división celular y actividades metabólicas de materiales biológicos en Nitrógeno líquido a -196°C . El material vegetal puede ser conservado sin alteraciones o modificaciones por un tiempo ilimitado. Permite conservar células, tejidos, polen, semillas o embriones, yemas y tejido meristemático de algunas especies. Su desventaja es que se requieren desarrollar protocolos de criopreservación para cada especie de planta.

11.2.6. Bibliotecas de genes o bancos de ADN

Pueden ser de tres tipos: de ADN Genómico, bibliotecas de ADN y fragmentos de ADN clonados, incluyendo sondas de RFLP, micro satélites, etc. La ventaja es que las muestras de ADN almacenadas pueden ser fácilmente enviadas y distribuidas sin enfrentar problemas de cuarentena y listas para su uso y análisis molecular. Las muestras de ADN son potencialmente la forma más estable de preservar germoplasma y no requiere frecuente regeneración para retener su futura utilidad en forma indefinida. Sus limitaciones son: a) una muestra de ADN debe contar con una apropiada identificación y etiquetado, así como información, sin la cual se hace imposible su uso, b) el almacenamiento y uso de la muestra de ADN requiere mayor nivel de tecnología que el de una muestra de semillas, c) en el caso de su evaluación, el reconocimiento de fenotipos (resistencia a enfermedades, tolerancia a estrés, etc.) está restringido a aquellos caracteres codificados para genes conocidos y d) no es adecuada para la conservación de biodiversidad, ya que solo se pueden recuperar genes individuales, no genomas u organismos completos.



Figura 11.1 Banco de semillas y banco de tejidos *in vitro*



Figura 11.2 Conservación en campo y multiplicación en invernadero

11.3. Conservación *in situ*

La conservación *in situ* adquiere una importancia creciente ante escenarios globales que afectan a nuestro planeta, como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y los procesos de desertificación. En el futuro la población mundial creciente requerirá cada vez más de la diversidad genética para lograr nuevas adaptaciones a estreses ambientales, resistencia a nuevas plagas y/o enfermedades, productos nutraceuticos y otra gran diversidad de productos, farmacéuticos y cosméticos, entre otros.

La conservación *in situ*, también llamada conservación dinámica, se realiza en las áreas en las que ocurre naturalmente la diversidad biológica. Los recursos Fitogenéticos silvestres se conservan en los sitios en que las poblaciones de las especies de interés evolucionaron y se diversificaron. Los recursos fitogenéticos cultivados en los predios o fincas de los agricultores que poseen variedades locales o criollas y en los huertos familiares.

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos implica necesariamente la identificación de los sitios o áreas en que se distribuyen las poblaciones demográficamente saludables, que sean genéticamente diversas o con características únicas. Es fundamental contar con un plan de manejo que tenga como objetivo la conservación del recurso fitogenético caso contrario su conservación será casuística. Un paradigma importante en la conservación de los recursos fitogenéticos es que la utilización adecuada de los mismos es una de las mejores garantías para su conservación.

La conservación no debería basarse en la exclusión de los productores rurales y actores locales, la mejor estrategia consiste en que los mismos se apoderen de los objetivos de conservación y aprovechen las oportunidades que las áreas ofrecen, como por ejemplo el ecoturismo, la certificación de productos y procesos, las producciones alternativas, etc.

11.4. Tipos de conservación *in situ*

Se reconocen tres tipos de conservación *in situ*: la conservación *on-farm* dirigida a la conservación de las variedades locales y criollas en los sistemas agrícolas tradicionales; la conservación *home garden* dirigida a conservar especies menores utilizadas de forma doméstica, y la conservación de especies silvestres en los agroecosistemas.

La conservación *on-farm*, se realiza en la granja, la finca o el predio. Se considera el agroecosistema en su totalidad y el agricultor es una parte fundamental de la propuesta. La creación de unidades de conservación de esta naturaleza se basa en la búsqueda de seguridad alimentaria, la optimización del uso de los recursos, la generación y mantenimiento del trabajo rural y para evitar la migración de agricultores hacia las ciudades.

La planificación y funcionamiento de las reservas genéticas de especies silvestres implica la definición de las especies a conservar, básicamente arbóreas, forrajeras, medicinales y las emparentadas a los cultivos. Se deben identificar los sitios, tamaños, formas y corredores biológicos de las reservas. Las prioridades capturar la variabilidad central de la especie a conservar, dependiendo el número de reservas a establecer de los

patrones regionales de diversidad y de las dinámicas de las metapoblaciones. Desde la óptica de la gestión de las reservas es imprescindible la generación de conocimientos y la formación de recursos humanos tanto en el área biológica como socio-económica y productiva. La búsqueda de alternativas productivas que se deriven de la utilización de los recursos fitogenéticos de especies silvestres es un camino promisorio para lograr la conservación y desarrollo sostenible.

Para definir las reservas genéticas se deben localizar, identificar, caracterizar en cuanto a su ecología poblacional y demografía; definir la diversidad genética, el grado de amenaza a las que están sujetas, el tamaño mínimo viable de la población de la reserva genética y el número de ellas en función de la diversidad encontrada.

La valorización de los recursos fitogenéticos debe ser encarada como una estrategia que acompañe la conservación *in situ*: la valorización de las variedades locales mediante el desarrollo de certificados, denominaciones de origen, sellos de calidad, indicaciones geográficas que permitan promover el territorio y el patrimonio que contienen; desarrollo de cadenas de valor, búsqueda de nuevos mercados, exploración de nuevos usos del germoplasma y de los conocimientos asociados que le dan valor, promoción de especies subutilizadas, desarrollo de mercados locales y ferias de semillas y de biodiversidad, exploración de actividades de turismo rural y ecoturismo, son algunas de las acciones que pueden colaborar a un mayor involucramiento de las poblaciones locales y a través del reconocimiento hacia ellas, una mayor toma de conciencia del resto de la sociedad de la necesidad de un uso sostenible de los recursos fitogenéticos.



Figura 11.3 Conservación en campo.



Figura 11.4 Saberes locales y ancestrales

11.5. Ventajas y desventajas de las dos estrategias

11.5.1. Conservación *ex situ*

Ventajas:

- Es relativamente fácil identificar el material genético conservado en el banco o jardín botánico, están bien documentado para uso por los fitomejoradores y otros científicos.
- La diversidad está directamente controlada pues, gran número de accesiones se guardan en condiciones deseables y se regeneran periódicamente, la pérdida del material es relativamente baja y el acceso a esa diversidad suele ser también relativamente sencillo.

Sus desventajas:

- Esta estrategia saca el material genético de su ambiente natural, esto detiene los procesos evolutivos y evita que las variedades locales, únicas y adaptables, confronten los cambios ambientales.
- Puede encarecer el trabajo de conservación, haciéndolo insostenible en algunos casos. Esto afecta la selección de las especies a recolectar y, las que representan los cultivos principales o los de alto valor económico son las que comúnmente reciben mayor atención de los mejoradores y de los científicos.

11.5.2. Conservación *in situ*

Sus ventajas:

- La conservación del material genético y los procesos que incrementan la diversidad.
- La sostenibilidad a largo plazo del trabajo de los mejoradores depende de la continua variación genética, que puede mantenerse y desarrollarse en los campos de los agricultores.
- Se maneja un gran número de especies en un solo sitio.
- Bajo ciertas circunstancias, que dependen de la especie cultivada o del tipo de recursos genéticos que vayan a mantener, las intervenciones que apoyan la evolución continua en fincas pueden ser más económicas y efectivas que si se aplican al almacenamiento *ex situ*.

Sus desventajas:

- Para los investigadores es difícil identificar el material genético conservado y acceder a él, y representa un problema para los Fito mejoradores porque desean usar materiales de características particulares.
- El enfoque en fincas rara vez permite que los científicos tengan un control completo del germoplasma.
- Los mismos factores que permiten la conservación dinámica pueden contribuir a amenazar la seguridad de las variedades locales.
- La erosión genética puede ocurrir por circunstancias imprevisibles de guerra y de desastres naturales, mientras que los cambios sociales y económicos pueden o promover u ocultar la conservación en fincas de la biodiversidad a través del tiempo.

11.6. Bibliografía

- BAENA M., JARAMILLO s., MONTOYA J. 2003. Conservación *in situ* de la Diversidad Vegetal en áreas protegidas y en fincas. Material Producido con Apoyo del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria de España. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).
- BERRETA, A., ALBIN, A., DIAZ, R., GOMEZ, P. 2010. Estrategia en los recursos Fitogenéticos para los Países del cono sur. PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 172p.
- JARVIS, D.J., MYER, L., KLEMICK, H., GUARINO, L., SMALE M., BROWN, A., SADIKI, M., STHAPIT, B., HODGKIN, T. 2006. Guía de Capacitación para la Conservación *in situ* en Fincas (versión 1). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Roma, Italia.
- SEGUEL ISABEL. 2001. Conservación de Recursos Fitogenéticos *ex situ*. En Estrategia en recursos filogenéticos para los países del Cono Sur.
- SILDANA JARAMILLO Y MARGARITA BAENA. 2000. Conservación *ex situ* de Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

12. Seguridad alimentaria para nuestras regiones con indicadores de desarrollo sostenible: ¿cómo garantizar la calidad de vida de los individuos?

Dr. Luis W. Acosta Arce Ph.D.

12.1. Introducción.

Todos los días las personas que habitamos en esta tierra buscamos la seguridad alimentaria y una mejor calidad de vida por el cual nos permite vivir y proyectar un mejor futuro para nuestras generaciones a través de un modelo de desarrollo sostenible. Serageldin y Persley (2007) reportaron 840 millones de personas que no poseen seguridad alimentaria (13 % de la población mundial que no poseen alimento), de los cuales 27 % corresponde a América Latina. Para el año 2020 se espera un incremento del 40 % de la demanda mundial de trigo, maíz y arroz, esta situación parece empeorar la situación debido al incremento en la tasa de crecimiento poblacional y el efecto de los cambios climáticos en los sistemas de producción agropecuaria. Bolivia no está exento de esta situación, debemos reflexionar: ¿Actualmente nuestro modelo de producción para asegurar la seguridad alimentaria es realmente sostenible o es un mito?

12.2. ¿Cómo garantizamos la calidad de vida y la seguridad alimentaria de nuestras poblaciones?

Un modelo de sostenibilidad, supone la evaluación no solo de los aspectos económicos, sino también de los humanos, tales como la libertad y, la espiritualidad, se asume que debe existir preocupación por las generaciones venideras, por uso cuidadoso de los recursos no renovables tales como los energéticos, minerales y por una productividad agropecuaria por largo plazo. La sostenibilidad más operativa significa "uso de los recursos para satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer aquellos que pertenecen a las futuras generaciones. ¿Nuestro sistema de seguridad alimentaria es realmente sostenible o es un mito?

12.3. La seguridad alimentaria implica:

No solo producción sino también acceso.

No solo rendimiento sino también proceso.

No solo tecnología sino también política.

No solo globalización, sino también nacional.

No solo nacional sino también familiar.

No solo rural sino también urbano.

No solo cantidad sino también contenido.

Para alcanzar estas necesidades hay que incrementar la productividad agrícola en los suelos que se cultivan actualmente y conservar la base de los recursos naturales para contar con suficiente alimento, así mismo el modelo de seguridad alimentaria debe necesariamente incluir variables como: los gastos para remediar los problemas ambientales, manejo de basura, asegurar la calidad de aguas, contrarrestar el efecto invernadero, protección de suelos superficiales cultivables, reforestación, incremento de la eficiencia energética, desarrollo de fuentes de energía renovable, incremento de productividad de los principales cultivos, reducción de precios de los insumos agrícola, reemplazo por productos de base biológica, manejo integrado de suelo,

agua, nutrientes, mejora de la productividad ganadera. En la actualidad la agricultura en el chaco boliviano es altamente dependiente de la disponibilidad de los recursos naturales lo que implica las nuevas condiciones adversas pueden agudizarse a corto plazo:

- Reducción de tierras para cultivo.
- Disponibilidad de agua.
- Deterioro de los suelos.
- Calidad del aire
- Desertificación
- Contaminación
- Nuevos asentamientos desordenados.

12.4. Agricultura para una seguridad alimentaria sostenible:

Un modelo de seguridad alimentaria sostenible, debe considerar una producción diversificada de alimentos para asegurar los requerimientos poblaciones actuales y futuras en función a la tasa de crecimiento poblacional, algunas variables que se debe considerar para contrarrestar los factores adversos arriba mencionados (Figura 40)

- Desarrollo de invernaderos
- Uso de energía solar
- Nuevas técnicas de irrigación
- Cosechas de agua.
- Manejo y conservación de la fertilidad de los suelos
- Ciclaje de nutrimentos
- Agricultura de precisión
- Nuevas metodologías de mejoramiento genético
- Producción de plantas con mejores rendimientos, resistentes a enfermedades y plagas, con tolerancia a condiciones ambientales adversas
- Fitoremediación y bioremediación para proteger al medio ambiente

12.5. Sugerencias para mejorar la seguridad alimentaria

1. Uso sostenible de los recursos naturales (agua, suelos, bosques, vida silvestre y otros).
2. La preservación de la diversidad biológica (que incluya la diversidad genética, diversidad de especies y la diversidad de ecosistemas).
3. El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y los sistemas de apoyo vitales (tales como ciclaje, de nutrientes, la protección de fuentes de agua y la calidad, conservación y habilitación de suelos).
4. Mejorar la calidad de vida de sus pobladores mediante el aprovechamiento de oportunidades ambientales, institucionales, tecnológicas, administrativas y legales, que favorecen el uso sostenible de los recursos naturales y la generación de la calidad ambiental que ofrezcan mayores opciones para satisfacer la necesidades básicas, recreacionales, estéticas y espirituales.
5. Alcanzar un balance más equitativo entre el desarrollo rural y el urbano, mediante planes estratégicos que promuevan un desarrollo socioeconómico y cultural integral en el medio rural que lo haga más atractivo, mejorar la calidad de vida de los sectores marginados del ambiente urbano.
6. Aprovechar, en forma compatible con el medio ambiente, de acuerdo a los mejores intereses nacionales y para beneficio de la mayoría de la población, los recursos no renovables y el potencial turístico y contribuir una economía sostenible a largo plazo

7. Definir políticas de migración con una visión de largo plazo, considerando las limitaciones de nuestros recursos naturales básicos y prestar especial atención a la resolución de problemas aquellos de los más bajos niveles de educación y la marginación social.
8. Concienciar a la población de que la potenciación del ser humano, la justicia social, la austeridad, una economía sana y una ética de alta moralidad en la conducción de la función pública y en la conservación y usos racional de recursos naturales, son esenciales para alcanzar un desarrollo sostenible a largo plazo y para prevenir una reducción de la calidad de vida que pueda poner en peligro la paz y las tradiciones civilistas del país.
9. Promover responsabilidades individuales y colectivas para con la naturaleza, la sostenibilidad, ambiental y económica, y la solidaridad humana a fin de asegurar el progreso material, mayor armonía entre los bolivianos y estos con el medio ambiente.



Figura 12.1 Diversidad de recursos genéticos para futuras generaciones

13. Lista de acrónimos

Instituciones Internacionales, Regionales, Nacionales, Públicas y Privadas

ANAPO	Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo
APT	Asociación de Productores de Trigo, Cochabamba
BASFOR	Banco de Semillas Forestales, Cochabamba
BASEFOR	Banco de Semillas Forestales, Santa Cruz.
BGAF	Banco de Germoplasma de Agroforestales
BOLFOR	Proyecto de Manejo Sostenible de Bosques Tropicales
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEDEAGRO	Centro de Desarrollo Agropecuario Cochabamba
CENARGEN	Centro Nacional de Recursos Genéticos. Brasil
CENAVIT	Centro Nacional de Viticultura
CIAT	Centro de Investigación Agrícola Tropical
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CIF	Centro de Investigaciones Forrajeras
CIFP	Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas Pairumani
CIP	Centro Internacional de la Papa
CNPISH	Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas
CIRF	Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos
CORGEPAI	Corporación Gestora del Proyecto Abapó Izozog
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
COTESU	Cooperación Técnica Suiza
DGB	Dirección General de Biodiversidad
ENCB	Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias
HEDECOM	Herramientas para el Desarrollo de la Comunidad
INIAF	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
IBPGR	International Board for Plant Genetic Resources.
IBTA	Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria
ICARDA	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

IPGRI	International Plan Genetic Resources Institute
IRRI	International Rice Research Institute
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
GIS	Cooperación Técnica Alemana
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
NOVIE	Organización Holandesa para Cooperación Internacional al Desarrollo
ONG	Organización No Gubernamental
PANFOR	Pando Forestal
PERTT	Programa Ejecutivo de Rehabilitación de Tierras en el Departamento de Tarija
PITAS	Proyectos de Innovación de Tecnología Agropecuaria
PL-480	Ley Pública 480
PREDUZA	Proyecto de Resistencia Duradera de la Zona Andina
PROCISUR	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur.
PROMABOSQUE	Programa de manejo de Bosques
PROINPA	Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos
PROMETA	Programa de Manejo de Áreas Protegidas de Tarija
PROTRIGO	Programa Nacional de Investigación y Transferencia del Cultivo de Trigo
PROCIANDINO	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología agropecuaria para la Subregión Andina
PROCISUR	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur
PROCITROPICOS	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de tecnología para los Trópicos Suramericanos
RRNN	Recursos Naturales
REDARFIT	Red Andina de Recursos Fitogenéticos
REMERFI	Red Mesoamericana de Recursos Genéticos
SAIBOL	Servicio Agrícola de Bolivia
SEDAG	Servicio Departamental Agropecuario
SEFO	Semillas Forrajeras
SEFOSAM	Empresa de Semillas Forrajeras Sociedad Anónima Mixta
SEMEXA	Semillera y Estación Experimental Agrícola
SENASAG	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria
SENMA	Secretaría Nacional del Medio Ambiente
SEPA	Semilla de Papa
SIBTA	Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria

SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
UATF	Universidad Autónoma Tomás Frías
UMSS	Universidad Mayor San Simón
UMSA	Universidad Mayor San Andrés
UARPSFX	Universidad Autónoma; Real y Pontificia de San Francisco Xavier
UAJMS	Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
UTO	Universidad Técnica de Oruro
UAGRM	Universidad Autónoma Gabriel René Moreno
UPOV	Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales.

14. Glosario técnico

- **Accesión o entrada**

Muestra tomada de una planta o animal por un recolector, que constituye una colección de genes, posteriormente conservada en un banco de germoplasma, de acuerdo a las características y condiciones apropiadas para cada material genético y por un período determinado.

- **Área Protegida**

Áreas naturales delimitadas geográficamente, reguladas y administradas, con el fin de alcanzar los objetivos de la conservación de la diversidad biológica, salvaguardando el patrimonio nacional.

- **Banco de genes**

Servicio establecido para la conservación de individuos (semillas), tejidos o células reproductivas de plantas o animales.

- **Banco de germoplasma**

Infraestructura establecida con características adecuadas, incluye ambientes fríos, para preservar y conservar las colecciones de material genético de las especies, en forma de semillas, polen o cultivo de tejidos *in vitro*. Para el caso de los bancos de germoplasma de campo, terrenos apropiados para la reproducción de las especies.

- **Bancos de semillas**

Infraestructura en la que se conservan y manejan las semillas ortodoxas y semen de especies animales.

- **Bancos de campo**

Áreas que sirven para la conservación y manejo de especies arbóreas, arbustivas, cactáceas, tuberíferas, raíces y animales.

- **Bancos *in vitro***

Infraestructura para conservar todo material genético que no puede ser conservado en forma de semillas o en campo.

- **Biodiversidad**

Variabilidad total dentro y entre las especies de todos los organismos vivientes y sus hábitats.

- **Biotecnología**

Aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos.

- **Centro de origen**

Zona geográfica donde adquirió por primera vez sus propiedades distintivas una especie vegetal, domesticada o silvestre. El lugar donde se origina una especie y donde se encuentra una mayor variabilidad genética de la misma.

- **Centro de diversidad de los cultivos**

Zona geográfica que contiene un nivel elevado de diversidad genética para las especies cultivadas en condiciones *in situ*.

- **Colección**

Accesiones recolectadas correspondientes a semillas, partes de la planta, granos de polen y otras formas genéticas como semen de especies animales. Las colecciones son efectuadas por personas civiles o jurídicas y es una actividad realizada dentro de una zona agroecológica de alta variabilidad genética de una determinada especie.

- **Colección científica**

Registro sistemático de la diversidad biológica en base a especímenes debidamente preservados, catalogados, clasificados y depositados en Museos de Ciencias Naturales y Herbarios.

- **Colección núcleo**

Muestra representativa de la colección en la cual se incluye la variabilidad genética de un cultivo y las especies emparentadas, con un mínimo de repeticiones.

- **Colección base**

Conjunto de partidas de entrada, cada una de las cuales debe ser distinta de las otras y, por lo que a integridad genética se refiere lo más parecida posible a la muestra suministrada originalmente, que es conservada a largo plazo. La colección base del acervo génico de un cultivo o de una especie cualquiera puede estar repartida entre varias instituciones. En principio las semillas no se pueden distribuir directamente a los usuarios a partir de la colección base.

- **Colección activa**

Está constituida por partidas de entrada inmediatamente disponibles para multiplicación y distribución a los usuarios. Los términos "colección base" y "colección activa" no hacen referencia a las condiciones en que se almacenan las semillas.

- **Conservación**

Uso de los recursos naturales renovables, contempla la utilización sostenible que es la forma más general, también incluye el mantenimiento, restauración, mejora del entorno natural y su preservación.

- **Conservación *ex situ***

Conservación de los recursos filogenéticos fuera de su hábitat natural.

- **Conservación *in situ***

Conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en los que hayan desarrollado sus propiedades específicas.

- **Conservación *in vitro***

Conservación de material de plantas en tubos de ensayo.

- **Cultivo**

Variedad cultivada (estirpe genética) de una planta domesticada.

- **Cultivo de tejidos**

Cultivo de células extraídas de una planta o animal, en medios nutritivos de cultivo, en laboratorio.

- **Diversidad genética**

Variación genética presente en una población o especies.

- **Ecología**

Estudio de las relaciones de los seres vivos, entre ellos, y con el medio ambiente en que viven. Los seres vivos forman comunidades y mantienen interrelaciones complejas entre sí.

- **Ecoregión**

Extensión territorial caracterizada por determinadas condiciones biodinámicas y geoedáficas que contienen comunidades bióticas peculiares.

- **Ecosistema**

Unidad funcional que comprende la biocenosis y el biotipo de un lugar determinado, es decir los seres vivos y su medio ambiente propio, además de sus relaciones.

- **Endémico**

Limitado a determinada región o localidad. Plantas o animales que solamente se encuentran en cierto país o en cierta región restringida.

- **Especie**

Unidad sistemática usada en biología, que se refiere a un grupo de individuos que poseen características comunes y pueden reproducirse entre sí. La especie está compuesta por poblaciones.

- **Especie domesticada o cultivada**

Especie en cuyo proceso de evolución han influido los seres humanos para satisfacer sus propias necesidades.

- **Especie exótica**

Especie ajena de un hábitat natural, introducida por el hombre para su aprovechamiento.

- **Especie nativa**

Planta, animal, hongo o microorganismo que se encuentra naturalmente en determinada zona o región.

- **Especie silvestre**

Especie animal o vegetal nativa de un determinado sitio; que constituye el patrimonio natural de un ecosistema, país o región biogeográfica.

- **Espécimen**

Cualquier organismo, vegetal o animal, vivo o muerto y sus productos considerados en forma aislada.

- **Erosión genética**

Pérdida de diversidad genética entre y dentro las poblaciones de las mismas especies o reducción de la base genética de las especies, incluye tanto la pérdida de genes individuales como la de combinaciones particulares de genes debido la intervención del hombre, cambios del medio ambiente y otras causas.

- **Evolución**

Cambio acumulativo progresivo en las características de una entidad o universo, ocurrentes a lo largo del tiempo, resultado de procesos de mutación y selección.

- **Extinción**

Proceso natural o debido a la intervención humana, por el cual una especie desaparece. Categoría utilizada para las especies que ya no se encuentran en su medio natural, y sobreviven en criaderos o zoológicos.

- **Fauna**

Conjunto de especies animales terrestres, aéreas y acuáticas que habitan en determinados ambientes y territorios. Su masa total, y la densidad absoluta y relativa dependen tanto de factores abióticos como bióticos.

- **Flora**

Conjunto de especies vegetales no cultivadas que viven en un lugar natural determinado. La composición florística de una determinada vegetación.

- **Gen**

La unidad funcional de la herencia, la parte de la molécula de ADN que codifica una única enzima de una unidad proteínica estructural.

- **Genética**

Información codificada contenida en los cromosomas de un organismo y que se transmite por herencia. Rama de la biología que estudia los procesos hereditarios en los seres vivos.

- **Genotipo**

La constitución genética de un organismo. Un grupo de organismos con una constitución genética similar.

- **Germoplasma vegetal**

Por germoplasma vegetal se entiende el material de reproducción o de propagación vegetativa de las plantas. También se define como al conjunto de características hereditarias que posee una especie vegetal.

- **Hábitat**

Lugar o tipo de ambiente en el que existe naturalmente un organismo o una población, donde se encuentra la combinación necesaria de alimento, agua, refugio y otros recursos que se requieren para vivir, definido por un conjunto complejo de factores

- **Material genético**

Material de origen vegetal, incluido el material reproductivo y de propagación vegetativa que contiene unidades funcionales de la herencia, que contiene unidades funcionales de la herencia.

- **Manejo de recursos naturales**

Conjunto de decisiones y acciones destinadas a la conservación y administración de elementos naturales de beneficio para el hombre, tendientes a maximizar su uso sostenido.

- **Mejoramiento**

Acrecentamiento de la capacidad de un ecosistema o población para desempeñar una determinada función o generar un producto específico.

- **Preservación**

Mantenimiento del estado natural original de determinados componentes ambientales, o de lo que reste de dicho estado, mediante la limitación de la intervención humana en ellos al nivel mínimo, compatible con la consecución de dicho objetivos.

- **Parientes silvestres de especies domesticadas**

Especies silvestres de uso actual o potencial en el mejoramiento de especies domesticadas con las cuales están relacionadas filogenéticamente o evolutivamente.

- **Recursos genéticos**

Materiales de origen vegetal incluido el material reproductivo, de propagación vegetativa y sus partes y componentes genéticos que contienen unidades funcionales de la herencia, de valor real o potencial para la agricultura y la alimentación.

- **Recursos fitogenéticos**

Cualquier material genético de origen vegetal, de valor real o potencial para la agricultura y la alimentación.

- **Regeneración**

Reproducción de una muestra de una accesión para reponer la viabilidad de la accesión original.

- **Reserva genética**

Áreas de conservación *in situ* de especies silvestres. También se puede utilizar para la designación y descripción de las unidades espaciales en que se conservan recursos fitogenéticos forestales.

- **Variedad**

Agrupación de plantas dentro de un taxón botánico único del rango más bajo conocido, que se define por la expresión reproducible de sus características distintivas y otras de carácter genético.

15. INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

15.1. Objetivos y Alcance

La revista “Conservación y Manejo de Recursos Genéticos para la Seguridad y Soberanía Alimentaria en Bolivia” publica artículos producto de investigaciones primarias relacionadas a las siguientes grandes áreas:

- Nuevas tecnologías para la conservación de Recursos Genéticos
- Nuevas tecnologías para la caracterización de Recursos Genéticos
- Manejo y uso sostenible de Recursos Genéticos
- Conservación, caracterización y manejo de Recursos Genéticos subutilizados
- Investigaciones relacionadas a la taxonomía, morfología, fisiología, bioquímica, genética, citología o etnobiología de Recursos Genéticos
- Contribuciones relacionadas al manejo de Bancos de Germoplasma: Colección, mantenimiento, evaluación, almacenamiento y documentación.
- Otras áreas de interés para la publicación son la evolución, domesticación, agrobiodiversidad, parientes silvestres y la historia de los Recursos Genéticos bolivianos.

Para ser aceptados para su publicación, los artículos sometidos a consideración de la revista deberán hacer una **contribución significativa** al conocimiento en una o más de las áreas mencionadas y ser de **interés general** para la comunidad que trabaja con Recursos Genéticos.

15.2. Tipos de Publicaciones

Artículo formal: Es un trabajo destinado a la publicación en revistas especializadas. Se refiere a una investigación profunda y detallada, con todos los elementos de un artículo, incluidos **Resumen** (y su “**Abstract**” debidamente traducido), **Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, y Referencias** a la literatura citada. Debe incluir un número apropiado de cuadros y figuras relevantes y sustanciosas que demuestren la profundidad del estudio y resalten los méritos del trabajo para su publicación en una revista indexada. Es un texto de carácter académico que exige el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Estos aspectos fundamentales están determinados por el tipo de lectores y por el medio de divulgación. El uso del vocabulario especializado y el tono formal en que se escribe facilitan el acceso a la información y por consiguiente, su comprensión. Debe estar cuidadosamente redactado para evitar cambios de tema innecesarios, para lograr expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, y para que incluya las citas y referencias indispensables. En muchas ocasiones los artículos científicos son síntesis de informes o tesis de mayor envergadura, que orientan los esfuerzos de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Revisiones bibliográficas: Son recopilaciones y síntesis del conocimiento existente en un campo específico de interés respecto a los Recursos Genéticos bolivianos. Se recibirán revisiones bibliográficas solicitadas por el comité editorial a autores de reconocida trayectoria en el campo correspondiente, y con antecedentes de investigación y publicaciones arbitradas en el mismo. No se descarta la consideración de revisiones sometidas a consideración por los propios autores, pero su publicación quedará a criterio del comité editorial. En estos casos, se recomienda a los autores enviar una solicitud por escrito al comité editorial, en la que se resuman los objetivos y los alcances de la revisión bibliográfica propuesta.

Comunicaciones cortas: Son reportes de significado, urgencia e interés, pero deben contener resultados preliminares relevantes. Los manuscritos de comunicaciones cortas redactados según la normativa de la revista no pueden tener una extensión mayor a 10 páginas (en Word). La introducción debe explicar la urgencia, el significado o el interés extraordinario de la información, lo cual ayudará al editor en la aceptación o rechazo de la comunicación. No debe ser estructurada de la misma manera que un artículo formal, debe contener una introducción muy breve sobre el tema y los resultados más importantes. Si se describe un trabajo sintético, se debe agregar suficiente material suplementario con el fin de que quien lo desee pueda replicar la metodología inmediatamente.

Notas técnicas: Se refieren a la publicación del desarrollo de técnicas o metodologías innovadoras preferiblemente, o su adaptación, modificación, o promoción y divulgación de carácter científico, de interés para la región mesoamericana. Incluye métodos de mejoramiento, análisis estadísticos, aparatos o instrumentos de campo, invernadero o laboratorio. Se valorará el carácter didáctico de estas publicaciones en el contexto boliviano. Tendrán una extensión máxima de cinco páginas según lo indicado en el instructivo a los autores.

La nota técnica puede abordar los resultados de un ensayo práctico ante un problema muy concreto, fundamentado en procedimientos de uso general en el ejercicio de la profesión. La sección de Discusión puede tomar un tono más expositivo (cualitativo) que crítico, mientras que en un artículo formal, la Discusión es una sección relevante y representativa del trabajo (cualitativo si las variables lo permiten y cuantitativo casi siempre).

Análisis y Comentarios: Es el análisis de una situación específica realizado por un especialista con reconocida trayectoria en el campo y publicaciones relevante en revistas indexadas. Puede contener datos, puntos de vista, opiniones, y debe incluir una revisión de literatura apropiada para la naturaleza y la extensión de esta modalidad de publicación. Además, puede incluir observaciones personales. Su formato consiste de una introducción, el desarrollo temático, y la revisión bibliográfica.

15.3. Autoría

El autor que remite el trabajo debe indicar en una carta que el trabajo es original y que no se ha publicado ni sometido a publicación en otras revistas, cediendo los derechos de publicación a la revista "Conservación y Manejo de Recursos Genéticos para la Seguridad y Soberanía Alimentaria en Bolivia" y responsabilizándose por el contenido de su trabajo. Además, los trabajos publicados en la revista no pueden ser enviados para publicación en otras revistas.

Se considerará como autores a aquellas personas que hayan participado en grado suficiente en el trabajo de investigación para asumir la responsabilidad pública del contenido del trabajo. Se considera como autor al que intervino en forma esencial en: a) la concepción y el diseño del estudio, obtención de los datos, o el análisis y la interpretación de los mismos; b) la redacción del trabajo o la revisión crítica de una parte sustancial de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión que será publicada. Los requisitos a, b y c tendrán que cumplirse simultáneamente. La participación exclusivamente en la obtención de fondos o en la obtención de datos o la coordinación del trabajo o la supervisión general del grupo de investigación, no justifica la autoría.

Los trabajos sometidos a consideración para su publicación deben contar con la autorización de parte de la institución o empresa donde se efectuó la investigación. Además se asumirá que todos los autores participaron en la elaboración, y autorizaron someterlo a publicación. La responsabilidad del contenido es de los autores.

El autor principal debe indicar si su trabajo lo considera un artículo, comunicación corta, análisis y comentarios, revisión bibliográfica o información técnica, sin embargo, la decisión sobre su ubicación se tomará con base en el arbitraje efectuado y el acuerdo del Consejo Editorial. Se podrá rechazar de oficio todo trabajo de campo con un solo periodo de evaluación (época o año), sobre cultivos ampliamente estudiados y sobre una temática ya conocida (épocas de siembra, distancias de siembra, etc.).

15.4. Proceso de Revisión

Todos los manuscritos deberán ser elaborados en MS Word, y guardados como documentos con extensión .doc o .docx, indicando en el nombre del archivo el nombre completo del autor principal y un título corto del manuscrito. Por ejemplo: MartinCardenasHermosa_CaracterizacionEritroxyloncoca.doc. El autor principal deberá enviar su manuscrito mediante correo electrónico a la dirección revista.rgg.bolivia@gmail.com. Es muy importante que al momento de enviar el manuscrito el autor guarde el mensaje enviado con el manuscrito para que sirva de constancia de la hora y fecha de envío.

Todo trabajo enviado para publicación será revisado al menos por dos especialistas anónimos antes de ser sometido a aprobación por el Consejo Editorial. Si este trabajo es aceptado, el autor responsable con el que se

tiene establecida la comunicación debe hacer las correcciones solicitadas por los editores, y debe enviar de nuevo el trabajo, indicando las correcciones realizadas en otro color de letra (envío por correo electrónico), o en subrayado para envíos de impresos.

Se aceptarán, para análisis del Comité Editorial, las respuestas del autor con el que se mantiene la comunicación sobre las correcciones o adiciones al trabajo, sin embargo, la decisión del Comité Editorial será definitiva y su incumplimiento implica el rechazo del manuscrito para su publicación. Se dará un período de 10 días hábiles para el envío de las correcciones. Si luego del periodo dado no hubiera respuesta, se procederá en primera instancia a dejarlo fuera del proceso de edición, y posteriormente pasados los 30 días hábiles, se procederá a rechazar el trabajo bajo la premisa de no acatamiento a las directrices de la revista.

Cuando finalice el diagramado con las correcciones del autor, se le devolverá de nuevo para que efectúe la revisión final e indique vía carta o vía correo electrónico al Editor que está de acuerdo con la versión final o indicar las observaciones de forma. El tiempo de respuesta del autor deberá ser de un máximo de cinco días hábiles, después del cual el Comité Editorial podrá aprobar su publicación o suspender su proceso de edición.

15.5. Estilo Editorial

Los manuscritos deben ser elaborados en el procesador de textos MS Word, escritos a doble espacio en hoja tamaño carta, con márgenes de 2.5 cm. No existe un límite de páginas pero se recomienda que los artículos formales no excedan las 15 páginas incluyendo figuras y tablas.

Se deben definir todas las abreviaciones en la primera mención, ya sea en el resumen o en el texto. Una vez que se usa una abreviación, se debe usar en todo el texto excepto al inicio de una oración.

Toda información debe estar respaldada con citas bibliográficas, que sean de fácil acceso mediante centros de documentación, bibliotecas o Internet. Si son más de dos autores se pone *et al.* después del primer apellido. Ej. a) "...la metodología propuesta por Gómez *et al.*". b) "...Este método fue similar al de otros autores (Hartman 1974, Jackson *et al.* 1977).

Toda mención de especies vegetales o animales debe incluir su nombre científico, y cuando es parte de lo que se estudia en el trabajo, se debe indicar además su clasificación biológica. Toda indicación posterior de un nombre científico se hará con solo la inicial del género más la especie (Revisar terminología en: International Association for Plant Taxonomy IAPT, Código Internacional de Nomenclatura Botánica). El nombre científico en latín (binomial o trinomial) se debe presentar en letras cursivas junto con la abreviación de la autoridad que ha realizado la descripción taxonómica. Por ejemplo: "Se caracterizaron accesiones de quinua silvestre (*Chenopodium quinoa* var. *melanospermum* Willd.)...". Los nombres genéricos que se usan como nombres vernaculares no llevan mayúscula

Los nombres de los plaguicidas se deben escribir con el nombre común seguido del químico, de acuerdo a la IUPAC, entre paréntesis. Por ejemplo: "Se empleó Benomil (Metil [1-[(butilamino) carbonil]-1H-benzimidazol-2-yl] carbamato)...". No se aceptará el uso de nombres comerciales, con excepción de formulaciones particulares que sí afectan los resultados o que tienen relación con los objetivos del estudio.

Se deben identificar los suelos a nivel de grupos, en la primera mención en el texto, de acuerdo a las normas de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo de la FAO (<http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.htm> ó <http://www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.htm>)

Los números arábigos se emplearán para todos los casos con dos o más dígitos, y cuando se presenten con unidades de medida. Se escribirán en palabras si se trata de la primera palabra de una oración.

Las unidades de medida y sus respectivas abreviaciones y formatos se deben presentar de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI)

El diccionario de referencia en español será el de la Real Academia Española (<http://buscon.rae.es/drae/>)

15.6. Formato para cada sección de los trabajos

Todos los trabajos deben basarse en las siguientes instrucciones de formato, pero sólo en el artículo se incluyen todas las secciones descritas a continuación:

TÍTULO: El título debe ser conciso y no debe exceder de 14 palabras. Se sugiere evitar el uso de nombres científicos en el título cuando el nombre común es muy conocido (frijol, maíz, papa, tomate, etc.). Se deberá usar el nombre científico sólo cuando el nombre común no es conocido o puede variar entre países (nombres de malezas, hongos, insectos, etc.).

Evitar las siguientes palabras: *Estudios de, Investigaciones en, Observaciones acerca de,* y otras palabras similares. No incluya generalidades que no contribuyen con la utilidad del título. Ejemplo: *Estudios de poblaciones de malezas en el Valle Central.*

AUTORES: Debe indicarse el nombre completo y apellidos (sin abreviaturas). Si el autor decide solo incluir un apellido debe indicarlo al editor. Se debe listar una sola vez las instituciones a las que pertenecen los autores e indicar la pertenencia con un superíndice al final de cada nombre de los autores. Al pie de página debe incluirse la dirección postal y correo electrónico del autor principal. El autor principal se considerará el de mayor aporte a la investigación que dio origen al trabajo sometido a publicación. El número total de autores no deberá ser mayor de seis.

INTRODUCCIÓN: Debe incluir el propósito de la investigación, los antecedentes más relevantes y el (los) objetivo(s) concreto(s). Además de la importancia del problema dentro del marco de estudio y las limitaciones de la investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS: Son los elementos básicos de la investigación y los que generan los resultados. Los materiales (suelos, plantas, semillas, vacas, cabras, etc.) deben estar claramente descritos (análisis físico químico y tipo de suelo. Descripción de la variedad de planta empleada y su origen. Características del animal empleado, que incluya su origen, tipo, edad, etc.). La procedencia de los insumos mencionados también debe figurar entre paréntesis. Los métodos deben indicar claramente las variables que se pretende medir y su precisión, por lo que se debe incluir el diseño experimental, unidad experimental, método de muestreo y tipo de análisis estadístico. Descripción de los tratamientos y variables evaluadas. Prácticas culturales y del manejo del experimento. Además el lugar donde se efectuó la investigación, el periodo(s) y condiciones climáticas, si procede. En general, los métodos descritos deben permitir a otro investigador replicar el experimento para corroborar los datos obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Se presenta y analiza la información obtenida. Los datos derivados de la aplicación de la metodología, de una manera clara, ordenada y completa, pero a la vez concisa, **basados en comprobaciones y no suposiciones**, deben ser expresados por separado en figuras o cuadros (incluir en un archivo adicional los datos que los originaron para efecto del diagramado). No se debe repetir en el texto la información contenida en los cuadros o figuras. Se describirá en el texto la información obtenida del análisis de varianza. No se deben incluir tablas de análisis de varianza, sino más bien la significancia obtenida con el análisis se debe indicar en otras tablas o figuras más informativas.

CUADROS, FIGURAS, FOTOS, DIBUJOS Y MAPAS: Se deben presentar solamente tablas y figuras que sean relevantes a la información presentada en la sección de Resultados. Deben tener una descripción, que los explique por sí solos, independientemente del texto. Se debe identificar claramente la información brindada, áreas geográficas donde se realizó (provincia (s)), además del periodo o año de ejecución. Como figura se entenderá las imágenes, fotos, dibujos y mapas. Los cuadros y figuras se deben presentar preferentemente en formato pequeño condensado en vez de uno complicado, de difícil interpretación. Se recomienda que tanto tablas como figuras se enmarquen en 8 a 16 cm de ancho y 8 cm de alto para no dejar espacios en blanco en el texto. No se debe repetir la información en cuadros y figuras, se deberá escoger la forma que mejor comunique la información deseada. Las fotos deben enviarse en **archivo separado**, con una resolución mínima de 300 dpi y en formato JPG, EPS o TIFF identificando en el nombre del archivo el nombre del autor, un título corto del artículo, el número de figura y el contenido, por ejemplo MartinCardenasHermosa_CaracterizacionEritroxyloncoca_Fig1_flores.tiff. Los cuadros, figuras, fotos o mapas deben aparecer inmediatamente después de que se les

mencione. Bajo ninguna circunstancia se aceptarán como anexos o apéndices. Evitar el uso de abreviaturas en los títulos de cada columna en los cuadros. Todo tipo de abreviaturas incluidas en el cuerpo del cuadro o en una figura, con excepción de las de uso universal, deberán ser aclaradas al pie del cuadro o figura.

Las figuras y fotos se incluyen en blanco y negro en la versión final impresa de la revista; si el autor desea impresión en color deberá cubrir los gastos de separación de colores de fotos y figuras. De no ser así, el autor debe brindar las figuras y fotos de manera que sean legibles en blanco y negro. Lo anterior porque las tonalidades dan problemas de definición en la impresión en blanco y negro. El uso de colores debe estar justificado para facilitar la comprensión de los resultados mostrados en las figuras y no con fines solamente estéticos.

Se deben usar figuras y cuadros que se puedan reducir de tamaño sin perder nitidez. No se deben enviar cuadros ni figuras en formato de imagen.

RESUMEN: Iniciar con el objetivo del trabajo, si procede, indicar el sitio del evento y periodo de ejecución, el procedimiento, los principales resultados y una discusión básica. No incluir introducción, referencias o citas bibliográficas, figuras o cuadros. El tamaño máximo será de 250 palabras (con base en el contador de palabras de Word) a espacio seguido y en un solo párrafo.

ABSTRACT: Traducción al inglés del RESUMEN, incluyendo título del trabajo.

PALABRAS CLAVE: Se deben incluir un máximo de cinco palabras clave en español e inglés. El objetivo es su uso en indización y selección de la información bibliográfica. Como referencia se puede consultar AGROVOC Thesaurus de la FAO (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm?searchtext) y el tesoro agrícola de la National Agricultural Library de United States Department of Agriculture (http://agclass.nal.usda.gov/agt_Espanol/download_es.shtml).

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS: La revista, sólo aceptará la normativa oficial del sistema internacional de pesos y medidas y lo indicado para tal efecto por la Real Academia Española (ejemplo: para la separación de los decimales se empleará la coma siempre y cuando el trabajo sea en español).

LITERATURA CITADA: Debe contribuir al conocimiento sobre el tema y ser lo más reciente posible, y de fácil acceso en centros de documentación, bibliotecas o Internet y estar redactadas con base en las normas del IICA (http://biblioteca.catie.ac.cr/Descargas/Normas_de_redaccion.pdf). Toda referencia bibliográfica que se incluya en el texto (introducción, materiales y métodos o resultados y conclusiones) deberá aparecer en esta sección. Todas las citas deben incluir todos los autores, año de publicación, título completo del trabajo, e información del documento en que se publicó, edición, casa editora, lugar de publicación, volumen y número de páginas. Los nombres de los autores van con minúscula, primero el apellido y luego la inicial del nombre. Las comunicaciones personales no son parte de la literatura citada, por lo que se presentan al pie de página. Las citas obtenidas de Internet, deben ser preferentemente de publicaciones periódicas o libros.

Libros: Carvajal, F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. 2 ed. Instituto Internacional de la Potasa, Berna, Suiza. 253 p.

Tesis: Yah Correa, EV. 1998. Crioconservación de suspensiones celulares embriogénicas de *Musa* spp. Iniciadas a partir de flores inmaduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 77 p.

Congresos, Conferencias, Reuniones: Regional Workshop: Needs and priorities for forestry and agroforestry policy research in Latin America (1993 San José, CR). 1994. (Report). M. Alfaro; R de Camino, M. I. Mora; P. Oram. eds. San José, C.R., CR, IICA. 298 p.

Revistas: Shingh, CK; Grewal, GS. 1998. Detection of rabies in central nervous system of experimentally infected buffalo calves. Indian Journal of Animal Sciences 68(12):1242-1254.

Comunicaciones personales: Se mencionan en nota al pie de página en el texto de la publicación.

Ejemplo: Aguilar, JF. 1997. Forestería social (entrevista). San José, CR. Universidad de Costa Rica.

En línea: Guzmán, M. de. 1993. Tendencias innovadoras en educación matemática (en línea). Bogotá, Unesco.
Consultado 5 ene. 1998. Disponible en <http://www.oel.org.co/oeivirt/edumat.htm>.



Quinoa
2013 Año Internacional
un futuro sembrado
hace miles de años