

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL SOBRE CATORCE
ACCESIONES DE PAPA NATIVA (*Solanum ssp.*) EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL “KALLUTACA”**

Por:
PASTOR CONDORI MAMANI

La Paz - Bolivia
2012

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOL SOBRE CATORCE
ACCESIONES DE PAPA NATIVA (*Solanum ssp.*) EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL “KALLUTACA”**



*Tesis de grado presentado como
requisito para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo*

PASTOR CONDORI MAMANI

Asesores

Ing. Ph.D. Humberto Nelson Sainz Mendoza

Ing. M.Sc. Jorge Guzmán Calla

Tribunal Examinador

Ing. Ph.D. Francisco Mamani Pati

Ing. Ph.D. Félix Marza Mamani

Ing. M.Sc. Diego Eddy Gutiérrez Gonzáles

APROBADO

Presidente Tribunal examinador

.....

*El Señor te pastoreara siempre,
en las sequías saciara tu alma
y dará vigor a tus huesos.
Serás como un huerto de riego,
como manantial de aguas,
cuyas aguas nunca se agotan.
Isaías 58:11*

DEDICATORIA

Especialmente dedicado a:

A la memoria de mi querido Padre Nicasio Condori Ch. (†) por el cariño que me ha dado y por todo lo que hizo por mí, siempre tendrá un lugar muy especial en mi corazón, donde sus recuerdos se guardan vivos y seguros.

A mi Madre Adriana Mamani, por todas sus atenciones, cariño, comprensión, educación y apoyo moral en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a:

- * Al señor Jesucristo, porque me ha dado sabiduría y fuerzas para seguir adelante, porque suyo es el consejo y la conocimiento y a él se lo debo todo lo que soy.
- * Al que en vida fue mi Padre Nicasio Condori Ch. (†) y mi Madre Adriana Mamani, por haberme infundido valores, aliento para construir un futuro mejor y por la forma de ser tan especial conmigo y al mismo tiempo a mis hermanos Jaime, Irineo, Virginia, Martha, Placido, y Tomas, por haber depositado sus confianza y el impulso, por las cualidades hermosas que tienen y el apoyo moral en este trabajo.
- * A la Universidad Pública de El Alto y especial a Ingeniería Agronomía, y docentes, por compartir sus conocimientos y sabiduría, quienes contribuyeron en mi formación profesional.
- * Al Ing. Ph.D. Humberto Nelson Sainz Mendoza y Al Ing. M.Sc. Jorge Guzmán Calla, por haber asesorado el presente trabajo de investigación, por su colaboración y orientación, quienes más allá de ser mis Asesor mostraron ser grandes amigos, al compartir sus valiosos conocimientos, por su orientación y sugerencias brindadas en el desarrollo de la investigación de este documento hasta la defensa del mismo.
- * Al tribunal revisor, Ph.D. Francisco Mamani Pati deseo agradecer de todo corazón, por compartir su valioso conocimiento y orientación en la redacción del documento, y de la misma forma deseo agradecer al señores Ingenieros: Ph.D. Félix Marza Mamani y Ing. M.Sc. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales, por su paciencia y desinteresada colaboración, acertadas como oportunas observaciones en el contexto de la tesis.
- * A mis amigos(as), regalos de la vida, gracias por su generosa amistad, por el apoyo moral, y por los momentos compartidos.

INDICE DE CONTENIDOS

<i>INDICE DE CONTENIDOS</i>	<i>1</i>
<i>ÍNDICE GENERAL</i>	<i>6</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURA</i>	<i>8</i>
<i>INDICE DE TABLA</i>	<i>9</i>
<i>Resumen</i>	<i>10</i>
<i>SUMMARY</i>	<i>11</i>

ÍNDICE GENERAL CONTENIDO

Nº	Pag
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GENERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICO	15
3. REVISIÓN DE LITERATURA	16
3.1. EL CULTIVO DE PAPA	16
3.1.1. Origen y diversidad	16
3.1.2. Taxonomía	17
3.1.3. Importancia y rendimiento del cultivo	17
3.1.4. Importancia de la diversidad genética	18
3.1.5. Morfología del cultivo	19
3.1.6. Factores que afectan el desarrollo de las papas nativas	21
3.1.7. Valor nutricional y usos	22
3.2. TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE LA PAPA	23
3.2.1. Compostaje y vermicompostaje	24
3.2.2. Biodigestión	24
3.2.2.1. Fases de la fermentación anaeróbica	25
3.2.3. Procesos de fermentación en biodigestores	27
3.2.4. Productos del proceso de biodigestión	27
3.2.4.1. Características del Biol	28
4. MATERIALES Y MÉTODOS	29
4.1. LOCALIZACIÓN	29
4.2. CARACTERÍSTICAS AGRO-ECOLÓGICAS	30
4.2.1. Vegetación	30
4.2.2. Suelos	30
4.3. DESCRIPCIÓN CLIMATOLÓGICA	30
4.3.1. Precipitación y Balance Hídrico	31
4.3.2. Temperaturas	32
4.4. MATERIALES	33
4.4.1. Material vegetal	33

4.4.2.	<i>Insumos orgánicos</i>	33
4.5.	METODOLOGÍA	34
4.5.1.	<i>Preparación de mezcla para la biodigestión</i>	34
4.5.2.	<i>Obtención del efluente de la biodigestión</i>	34
4.5.3.	<i>Fase de campo</i>	35
4.6.	DISEÑO EXPERIMENTAL	36
4.6.1.	<i>Modelo lineal</i>	38
4.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	39
4.8.	VARIABLES DE RESPUESTA	39
4.8.1.	<i>Variables de respuesta en función a la aplicación de Biol</i>	39
4.8.2.	<i>Variables fenológicas</i>	39
4.8.3.	<i>Variables Agronómicas</i>	39
4.8.4.	<i>Variables de rendimiento</i>	40
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1.	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL BIOL	41
5.1.1.	<i>Macronutrientes</i>	41
5.1.2.	<i>Micronutrientes</i>	43
5.2.	ANÁLISIS DE VARIABLES AGRONÓMICAS	44
5.2.1.	<i>Análisis de comparación de medias de Duncan en altura de planta</i>	45
5.2.2.	<i>Largo de ramas</i>	46
5.2.3.	<i>Número de ramas</i>	47
5.2.4.	<i>Número de flores</i>	48
5.3.	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTOS AGRONÓMICO	49
5.3.1.	<i>Cobertura foliar</i>	51
5.3.2.	<i>Número de tubérculos</i>	52
5.3.3.	<i>Peso de tubérculos por planta y rendimiento</i>	53
5.4.	CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES	54
5.4.1.	<i>Matriz de correlación</i>	54
5.4.2.	<i>Estadística descriptiva</i>	55
5.5.	CONCLUSIONES	56
5.6.	RECOMENDACIONES	57
6.	BIBLIOGRAFÍA	58

ÍNDICE DE FIGURA

Nº	pag
1. Forma de crecimiento que adoptan las plantas de papa nativa (Fuente CIP, 2008) 1 Erecto, 2 Semi-erecto, 3 Decumbente, 4 Postrado, 5 Semi-arrosetado, 6 Arrosetado...	20
2. Área de la ubicación de zona de estudio de estación experimental de kallutaca.	29
3. Datos de precipitación de máxima y mínima. Fuente CIN-VIACHA (2007-2008).....	31
4. Temperatura máxima y mínima. Fuente: en CIN-VIACHA (2007).....	32
5. Ilustración de la preparación del Biol Elaboración propia 2007.....	34
6. Croquis de distribución de los tratamientos.	37
7. Composición química del "Biol" en base a materia seca. (Elaboración propia, en base a datos analíticos)	41
8. Concentración de micronutrientes en el Biol obtenido (Elaboración propia, en base a datos analíticos).	43
9. Análisis de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) de catorce accesiones de papa nativa en estación experimental de Kallutaca.	45
10. Análisis de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) Largo de ramas para diferentes accesiones de papa nativa.....	46
11. Análisis de comparación mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) Número de ramas para diferentes accesiones de papa nativa.....	47
12. Análisis de comparación de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de Flores para las accesiones de papa nativa.....	48
13. Análisis mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable cobertura foliar.....	51
14. Análisis de comparación de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de tubérculos de papa nativa (Solanum tuberosum).	52
15. Rendimiento de tubérculos t.ha ⁻¹	53

INDICE DE TABLA

Nº pag
1.	Contenido Nutricional en papa23
2.	Materiales orgánicos utilizados en la preparación de Biol.....33
3.	Concentraciones de Biol utilizadas para la aplicación en trabajo de investigación.....36
4.	Análisis de varianza para rendimientos e eficiencia de los tratamientos en el aplicación de Biol en variables AP. "Altura de planta" (cm), LR. "Largo de rama" (cm), NR. "Número de ramas" (cm) y factor de NF. "Número de flores" (Und).44
5.	Análisis de varianza de la eficiencia a los tratamientos en el aplicación de Biol en variable CF. "Cobertura foliar" (m2) factor de NT. "Número de tubérculos" (Unidades por planta) correspondiente al de REND. "Rendimiento de tubérculos" (t.ha-1).....49
6.	Matriz de correlación de 7 variables agronómicas, a factores de aprovechamiento de biofertilizantes en las accesiones de papa nativa. Dónde: AP. Altura de planta, NR. Número de ramas, LR. Largo de rama, CF. Cobertura Foliar, NF. Número de flores, NT. Número de tubérculos, REND. Rendimiento54
7.	Estadística descriptivas sobre variables agro morfológicas del estudio caracterización de 14 accesiones de papa nativa55

RESUMEN

La papa constituye en la actualidad uno de los más importantes productos del sistema alimentario mundial. Excluyendo a los cereales, ocupa el primer lugar en producción alcanzando cifras sin precedentes de 325 millones de toneladas en 2007. El consumo de papa se ha extendido a nivel mundial, incluyendo a los países en desarrollo, que hoy producen más de la mitad de la cosecha mundial.

Al contrario de otros productos como el trigo o la soya, la papa no está sujeta a las fluctuaciones del mercado internacional, por lo que constituye un cultivo que garantiza la seguridad alimentaria de agricultores de bajos ingresos y consumidores vulnerables frente a la inestabilidad que experimenta hoy el suministro y la demanda mundial de alimentos.

En Bolivia las regiones productoras de papa, se caracterizan por una agricultura extensiva en mantas (de forma tradicional), de auto subsistencia y poca diversificada, la mayor parte de los productores poseen pequeñas propiedades para el cultivo de papa, e ubican en pequeñas parcelas que anualmente van rotando.

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de comparar y caracterizar catorce accesiones de papa nativa de la colección de germoplasma, de la carrera de Ingeniería Agronómica, (UPEA). El estudio se llevó a cabo en la estación experimental de Kallutaca, estableciéndose en base a un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones cada accesión, el segundo factor es la dosis de Biol aplicado, se consideró como un fito-estimulante complejo, para los cultivos, donde permiten mayor incrementos en la capacidad de fotosíntesis y la producción. Cuyos valores se sitúan entre 2,0 % a 2,6 % (% en material seco) y que reportaron una concentración de N total de 3,3 % a 3,7 %. El análisis de micro nutriente en el efluente obtenido detectó la presencia de Hierro (132 ppm), Manganeso, Cobre y Zinc con 12,1 y 6 ppm.

Las accesiones "Polo", "Sacampaya", "Sani imilla", "Janq'o choque", "Bola runa", "Q'aysalla" y "Laramq'aysa" tuvieron mayor desarrollo, la misma tienen mayores rendimientos los restantes no tuvieron la misma incidencia.

Esta respuesta se debe a un efecto positivo del Biol sobre el rendimiento de tubérculos conforme a dosis de Biol aplicado a las accesiones de papa nativa donde se obtuvo un rendimiento equivalente a $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ con la aplicación de dosis de 25% de Biol.

Palabras Claves: Accesiones, biol, papa nativa, fito-estimulante y rendimiento.

SUMMARY

The potato constitutes one of the most important products of the alimentary worldwide system as of the present moment. Excluding the cereals, you occupy the first place in production catching up with unprecedented numbers of 325 million tons in 2007. The consumption of potato has reached into worldwide level, including the developing countries, that today they produce over half the worldwide harvest.

Unlike another products like wheat or the soja bean, the potato is not subject to the international market fluctuations, which is why you constitute a cultivation that guarantees farmers' alimentary certainty of low entrances and vulnerable consumers in front of the instability that experiences today the supply and the world demand of foodstuff.

In Bolivia the productive potato regions, you characterize for an extensive agriculture in blankets (of traditional form), of car subsistence and not much diversified, the little properties for the cultivation of potato possess the greater part of the productive, and they locate at little plots of land that annually they go rotating .

The present research work has the objective to make a comparison and to characterize fourteen accessions of native potato of germoplasma's collection, of Agronomic Ingeniería's race, (UPEA). The study carried completion at Kallutaca's experiment station itself, becoming established on the basis of a Design Bloques Complete at random (DBCA) with three repetitions each accession, the second factor is diligent Biol's dose, considered himself like a stimulant compound fito, for cultivations, where increments in the capability of photosynthesis and the production allow principal. Whose moral values place between 2.0% 2.6% themselves (% in dry material) and that they yielded 3.3 %'s concentration of total N to 3.7%. The analysis of microcomputer Hierro's (132 ppm), Manganeso's, Cobre's and Zinc's presence with 12.1 and 6 ppm detected nutrient in the obtained effluent.

Accessions Pole, Sacampaya, Sani imilla, Janq'o, collide, Runic Bola, Q'aysalla and Laramq'aysa had bigger development, the same the remainders have bigger performances they did not have the same incidence.

This answer is due to a positive effect of the Biol on the performance of tubers in accordance with dose of diligent Biol the accessions of native potato where ¹ with the application of dose of 25 % of Biol obtained to 10 t.h⁻¹ an equivalent yield.

Key words: Accessions, biol, native potato, stimulant fito and performance.

1. INTRODUCCIÓN

La papa constituye en la actualidad uno de los más importantes productos del sistema alimentario mundial. Excluyendo a los cereales, ocupa el primer lugar en producción alcanzando cifras sin precedentes de 325,3 millones de toneladas en 2007 (CIP, 2008). El consumo de papa se ha extendido a nivel mundial, incluyendo a los países en desarrollo, que hoy producen más de la mitad de la cosecha mundial. La facilidad de su cultivo y el gran contenido de energía obtenido por unidad de peso, la han convertido en un valioso y apreciado producto comercial.

Al contrario de otros productos como el trigo o la soya, la papa no está sujeta a las fluctuaciones del mercado internacional, por lo que constituye un cultivo ideal para garantizar la seguridad alimentaria de agricultores de bajos ingresos y consumidores vulnerables frente a la inestabilidad que experimenta hoy el suministro y la demanda mundial de alimentos (CIP, 2008).

En el contexto regional, Bolivia y Perú comparten el privilegio de ser centro de origen de la papa; conjuntamente el número de accesiones registradas en estos países ha sobrepasado las 1600, comprendiendo las 7 especies nativas y 31 especies silvestres. (Estrada, 2000) Según Huamán *et al.*, (2003), la mayor concentración de morfo tipos y niveles de ploidia de papa se halla en la zona circunlacustre del lago Titicaca; sin embargo, también se ha encontrado una diversidad considerable en otros pisos ecológicos del área andina.

La especie de papa cultivada (*Solanum tuberosum* L.) posee un rico pool de genes, aportados por especies silvestres que forman tubérculos (Spooner *et al.*, 2003, Andre, 2010). La papa es el único grupo que posee poliploides, aproximadamente 70% de las especies son diploides, la mayoría de los restantes son tetraploides ($2n = 6x = 72$), con un número reducido de triploides y pentaploides (Hijmans, 2007, Spooner *et al.*, 2003). Esta reserva de germoplasma nativo, ha sido apenas explorada en el mejoramiento genético, no obstante que muchas de estas especies se pueden utilizar directamente en cruzamientos compatibles con papas cultivadas (Spooner *et al.*, 2003).

Según Cahuana *et al.*, (2002), en Bolivia, las especies de papa amarga (*Solanum juzepczukii*, *Solanum curtilobum* y *Solanum ajanhuiri*) se cultivan en el Altiplano y Cabeceras de Valle; siendo las variedades más cultivadas: “Luky”, “Parina”, “Kaisalla”,

“Ajanhuiri” y “Choque pitu”. En estas y otras regiones productoras del País, se adopta como práctica tradicional, el abonado orgánico, mediante la aplicación de estiércoles de bovinos y ovinos principalmente. Aunque resulta evidente la necesidad de rescate que este tipo de agricultura (ecológica, orgánica o biológica) puesto que constituye una de las principales estrategias para garantizar la sostenibilidad de sistemas agrícolas (AOPEB, 2007). Existe un notable vacío en la investigación respecto a la optimización de dichas técnicas

No obstante en Bolivia, el área de producción de cultivos orgánicos continúa en franco ascenso y la demanda de productos orgánicos se acentúa (AOPEB, 2007), aún se encuentra muy por debajo de países desarrollados donde existe gran necesidad de atenuación de los riesgos ambientales derivadas de la agricultura tecnificada, de tal manera a atender los nuevos estándares de consumo de sus habitantes (OFIAGRO, 2008). En este sentido, en las últimas décadas se han difundido varias tecnologías para la fertilización de los cultivos, algunas muy recomendables por su bajo costo, como el empleo de “compost” o “composta”, “vermicompost” (humus de lombriz) y otras sustancias fertilizantes como el “Biol” y “Biosol”, productos de la biodigestión de residuos orgánicos generados en la actividad agropecuaria (BIOCON, 2001). Entre estas alternativas, el “Biol” (efluente líquido del biodigestor) constituye un producto promisorio para incrementar los rendimientos y promover beneficios adicionales en el sistema suelo-planta.

En función a lo mencionado, la presente investigación ha sido orientada a la experimentación del Biol como fuente de fertilización orgánica de bajo costo, para el cultivo de papa, en los suelos del Altiplano boliviano.

1.1. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica dada la necesidad de investigación respecto a la viabilidad de aplicación de fuentes alternativas de fertilización como es el caso del "BioI" (efluente del proceso de biodigestión de residuos orgánicos) con la finalidad de incrementar los rendimientos en el cultivo de papa a bajo costo.

No obstante en los últimos años, la erosión genética, constituye un peligro constante en contra de muchas especies nativas debido al desplazamiento por las especies introducidas; al avance de la ingeniería genética a una velocidad cada vez mayor y finalmente a problemas socio culturales que existen dentro los agricultores. Sin embargo, no se rechaza el valor de las especies introducidas ya que los agricultores las utilizan debido a las mejores posibilidades de rendimiento. En consecuencia, ofrece una mayor rentabilidad económica.

Bolivia es uno de los principales centros de origen de recursos fitogenéticos de tubérculos como la papa es por ello que desde muchos siglos atrás, nuestros antepasados domesticaron y seleccionaron una gran variabilidad de estos cultivos nativos a los que dieron usos tradicionales en la alimentación humana.

Toda esta variabilidad ahora es un legado a las generaciones actuales y futuras de Bolivia y el mundo. Esta riqueza boliviana de tubérculos, raíces y granos andinos posee características extraordinarias con grandes potencialidades y ventajas para su cultivo, la alimentación, de la humanidad.

Al sobrevivir a sequías, inundaciones, calor, fríos extremos, plagas y enfermedades, estos recursos también se convierten en una excelente fuente para el mejoramiento genético que permitirá obtener cultivos con mayor eficiencia productiva. Es evidente que la conservación y el manejo de una agrobiodiversidad por parte del agricultor, juega un papel importante en la práctica de una agricultura con distintas características, adecuadas a un medio natural determinado en contacto constante con tecnología propia desarrollada para cada región en las zonas andinas, ofrece la posibilidad de realizar recolectas de diferentes muestras con la finalidad de estudiar sus características botánicas, agronómicas y económicas, adaptadas a las condiciones ambientales y agroecológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Determinar el efecto de la aplicación del “Bio” como fertilizante foliar en catorce accesiones de papas nativas (*Solanum* ssp.), en la Estación Experimental de Kallutaca.

2.2. Objetivos específico

- Determinar el comportamiento agronómico de catorce accesiones de papa nativa en respuesta a la aplicación de “Bio” como fertilizante foliar.
- Determinar la respuesta del rendimiento de papa nativa ante la aplicación de “Bio” vía foliar.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El cultivo de papa

3.1.1. Origen y diversidad

Los Andes de Sudamérica constituyen el centro de origen del cultivo de la papa donde hace unos 8000 años, comunidades de cazadores y recolectores, iniciaron el proceso de domesticación de especies silvestres de papa (*Solanácea*) que prosperaba en los alrededores del Lago Titicaca, a 3800 metros sobre el nivel del mar (CIP, 2008). El continuo mejoramiento de las papas nativas específicamente en el sur del Perú y la región colindante con Bolivia, es la razón de la extraordinaria diversidad de esta especie que actualmente constituye el alimento básico para cientos de miles de familias campesinas andinas. Sin embargo, fue en los Andes Centrales que comprenden el sur de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, donde los agricultores lograron seleccionar y mejorar el primer cultivar de lo que habría de convertirse, en los milenios siguientes, en la asombrosa variedad del tubérculo (CIP, 2008).

En el continente americano se han registrado 7 especies de papa nativa y 31 de especies silvestres, contabilizándose unas 7515 accesiones. En realidad lo que hoy se conoce como “papa” (*Solanum tuberosum*) contiene apenas un fragmento de la diversidad genética de las 7 especies reconocidas de papa y las 500 variedades que existen en el mundo y que se siguen cultivando en los Andes (CIP, 2008). El hombre andino obtuvo cientos de variedades, extendiendo el cultivo de papa por casi toda la región, ocupando las regiones altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y parte de Chile. La colonización española y el intenso intercambio comercial entre Sudamérica y el Viejo Mundo, llevo a la introducción de la papa en Europa a finales del siglo XVI, siendo dispersada posteriormente por todos los continentes, constituyéndose así en un elemento muy importante para la dieta humanidad.

Bolivia es uno de los principales centros de origen de diversificación y domesticación de numerosas especies y variedades de papa nativa. La adaptación de este cultivo a diferentes pisos agroecológicos, su tolerancia a condiciones muchas veces extremas y la calidad diferenciada según sus variedades e usos, representa un importante componente de la estrategia de supervivencia de la población boliviana (MAGDER, 1998).

3.1.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica de la papa fue siempre un asunto controversial dada la abundancia de especies silvestres y cultivares existentes. De acuerdo con (Devaux, 2010), la clasificación moderna de la especie, tiene raíces en el sistema de (Linnaeus), quien describió la papa cultivada común como la especie (*Solanum tuberosum* L.), infelizmente no hizo lo mismo con ninguna especie silvestre. A pesar de ello, se han realizado esfuerzos para refinar los límites entre las especies silvestres de papa y agruparlas por características similares de tal manera que puedan aplicarse en programas de fitomejoramiento. En este sentido se han complementado estudios morfológicos y genéticos, acompañándolos con datos moleculares utilizando isoenzimas, FLP, AFLP o SSR de ADN, de tal manera a definir dichos límites (Spooner *et al.*, 2003).

3.1.3. Importancia y rendimiento del cultivo

La papa ocupa uno de los lugares más importantes en el consumo diario de los habitantes de 130 países, con unas 20 millones de hectáreas donde se producen 319 millones de toneladas un rendimiento promedio de 16.8 t.ha⁻¹ (Mendoza, 2007). A nivel nacional el área cultivada en 2009 fue de unas 141009 hectáreas significando una producción de 762719 toneladas anuales (FAOSTAT, 2009) y un movimiento de aproximadamente \$us 90 millones anualmente, por lo que la cadena productiva del sector tiene un impacto social, económico y múltiple en todos los estratos sociales.

La papa es prioritaria en la dieta y cultura alimenticia de los bolivianos, estimándose un consumo per cápita de 43.3 kg/habitante/año, aunque estudios publicados por la FAO indican para el año 2005 un consumo de 52 kg (Devaux, 2010). Pese a ello, los rendimientos reportados para el cultivo de la papa en Bolivia son históricamente bajos, no sobrepasando los 5,4 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2009). Aunque a nivel experimental se han obtenido 15 t.ha⁻¹ (Barrera *et al.*, 2004). Estos valores contrastan con los rendimientos de países vecinos como el Perú donde se alcanza una producción promedio de 13,7 t.ha⁻¹ con mayor nivel de inversión y aplicación de tecnología como insumos de origen industrial, semilla mejorada, etc. (Bojanic, 2000). No obstante la potencialidad del cultivo puede llevar los rendimientos a valores del orden de las 70 t.ha⁻¹, el cual se obtiene con densidades de 66,000 a 80,000 plantas/ha.

En función a lo mencionado, la papa tiene un empleo decisivo en la economía campesina y en la satisfacción de las necesidades de una población que crece y se urbaniza aceleradamente. Por esta razón es esencial que la investigación sea orientada al incremento de su productividad, especialmente en zonas agrícolas marginales. Para ello pueden adoptarse estrategias que contemplan la mejora de la calidad del material genético, de tal manera a disponer de variedades más resistentes a las plagas, enfermedades y que cuenten con características de adaptabilidad a las variaciones climáticas. Por otro lado se deben implementar sistemas agrícolas que utilicen en forma más sostenible los recursos naturales.

3.1.4. Importancia de la diversidad genética.

Hijmans *et al.*, (2002), al estudiar la diversidad genética de algunas especies del altiplano, señala que son incomparables alimentos para la humanidad y se dio los primeros pasos para estudiar la riqueza del potencial genético. Que ofrece los diferentes pisos agroecológicos del país.

Bonierbale *et al.*, (2003), muestra que la base de la seguridad alimentaria en el planeta, es la diversidad genética o la biodiversidad, y recuerda la hambruna irlandesa, donde la uniformidad genética de la papa, ha sido capaz de convertir al cultivo en vulnerable al ataque del tizón tardío de la papa: que dejó arrasado los cultivos, logrando de esa manera incluso desestabilizar la economía de todo el país.

Huamán y Spooner, (2002), señalan que durante siglos las tierras altas de los países andinos sudamericanos han sido hábitat natural de numerosas especies silvestres, cultivares nativos que constituyeron el más importante centro de diversidad genética de la papa, sin embargo, varios factores amenazan la pérdida de esta diversidad genética. Está disminuyendo la población de muchas especies silvestres de papa mantenidos por un largo tiempo bajo sistemas tradicionales de cultivo.

Huamán *et al.*, (2000), señalan que la conservación de la diversidad genética, es una ciencia relativamente nueva. Las colecciones en el pasado eran para el uso de los fitomejoradores y disciplinas asociadas. Muchas colecciones sirvieron como material de investigación para esclarecer procesos evolutivos, relaciones taxonómicas, identificar centros de diversidad genética, también señala que el mantenimiento de la diversidad genética de las especies cultivadas así como la conservación de plantas y animales

silvestres se ha convertido en un principio básico en las estrategias para lograr un desarrollo agrícola sostenido.

Devaux, (2010), reporta la descripción morfo-agronómica de 45 variedades, la cual puede ser comparado con otras colecciones ya que utilizó un listado de descriptores estandarizados. Por otra parte Quispe (2000), trabajo 102 accesiones de papa amarga realizando una caracterización agromorfológicas en la que se observó una gran variabilidad entre el conjunto de accesiones.

Ugarte, Cadima, Navarro, Maldonado, (2002) señalan que el banco de germoplasma Nacional de Cultivares Nativos de papa en Bolivia se mantiene desde 1958 en la Estación Experimental de Toralapa, hasta la fecha cuenta con una colección de 727 accesiones representativas y 563 accesiones duplicadas y continúa con trabajos de mantenimiento en campo, invernaderos, laboratorios y adicionalmente una réplica de todas la colección en un almacén.

3.1.5. Morfología del cultivo

Los aspectos morfológicos están relacionados con aspectos fisiológicos y por ende productivos de las plantas. A continuación se describen los más importantes para el cultivo de la papa.

Habito de crecimiento: La papa es una planta herbácea y aunque presenta un hábito de crecimiento erecto en las primeras etapas, para ser decumbente o postrada en la madurez (Maza *et al.*, 2007). No obstante esta condición varía entre especies y al interior de las mismas, pero por lo general, las hojas de la planta se encuentran cerca de la base o en la base y los tallos son cortos de crecimiento: Erecto, Semi-erecto, Decumbente, Postrado, Semi-arrosetado y Arrosetado (Figura 1).

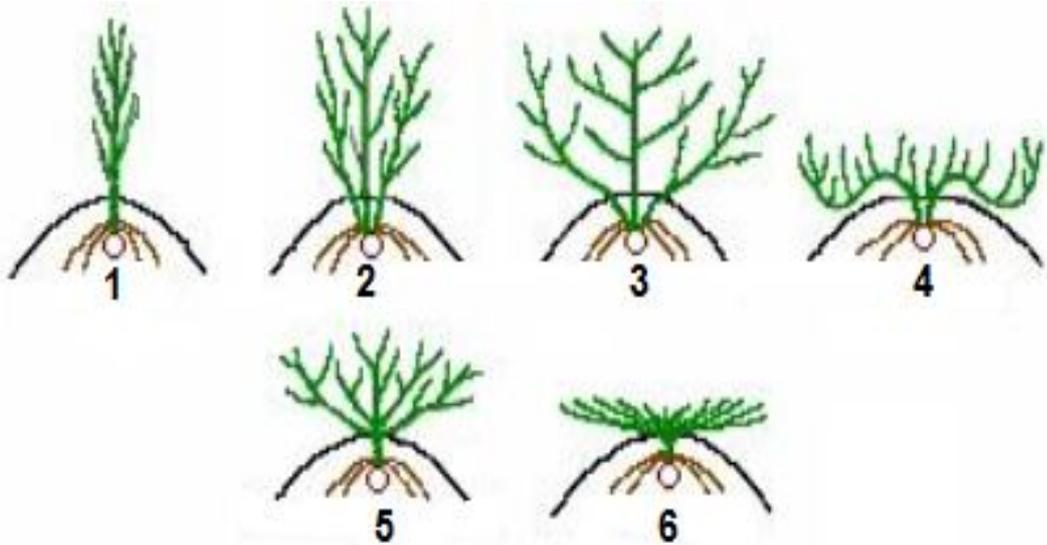


Fig. 1. Forma de crecimiento que adoptan las plantas de papa nativa (Fuente CIP, 2008) 1 Erecto, 2 Semi-erecto, 3 Decumbente, 4 Postrado, 5 Semi-arrosetado, 6 Arrosetado

Erecto: los tallos tienen un crecimiento vertical y el ángulo de inserción del raquis de la hoja con el tallo principal es agudo, describe aproximadamente 30° sexagesimales.

Semi-erecto: tiene un crecimiento más o menos vertical, pero algunos tallos secundarios se abren un poco y el ángulo de inserción del raquis de la hoja con el tallo principal es más abierto, describen aproximadamente 45° .

Decumbente: tiene un crecimiento más abierto, algunos tallos secundarios están abiertos llegando a apoyarse por la parte baja, sobre el surco y a partir del cual tienden a recuperar algo de la verticalidad, el ángulo de inserción del raquis de la hoja con el tallo principal es muy abierto, describen entre 60° a 90° , este tipo de plantas tienen buena cobertura de surco y exponen bien el área foliar a la incidencia de los rayos solares.

Postrado: todos los tallos se encuentran prácticamente tendidos sobre el surco y únicamente las pequeñas ramas de estos tallos o sus ápices pretenden un crecimiento vertical.

Semi-arrosetado: tiene un crecimiento más o menos radial, porque a partir de un tallo principal, desde el cuello de este, crecen varias ramas más o menos en una distribución radial dejando un ángulo de inserción con el tallo principal alrededor de 45°.

Arrosetado: tiene un crecimiento prácticamente radial que asemeja a la distribución de los pétalos de una rosa, prácticamente no hay crecimiento vertical porque a partir de un tallo principal muy corto crecen muchas ramas y hojas en una distribución radial dejando un ángulo de inserción con el tallo principal cerca a 90°.

3.1.6. Factores que afectan el desarrollo de las papas nativas

Son muchos los factores que afectan el desarrollo de los tubérculos, tales como la variedad, calidad de la semilla, nutrición, control de plagas, humedad del suelo (riego), edad fisiológica. Entre los factores “no controlables” por el agricultor se encuentran la temperatura, horas luz, precipitación pluvial y otros para la supervivencia de la especie dependerá de las características fisiológicas y morfológicas que confieren adaptabilidad a condiciones extremas de la conservación de esa diversidad por productores tradicionales. El estatus *in-situ* de las especies silvestres es aún menos segura, reportándose en el Perú una pérdida de 35 de las 90 especies endémicas (Salas *et al.*, 2001).

Temperatura: Aunque se considera un cultivo de “clima templado”, la papa se ha extendido inclusive en condiciones subtropicales y tropicales. En los Andes puede prosperar en un amplio rango altitudinal entre 2800 a 4000 msnm. La temperatura representa el límite principal para su desarrollo así, las temperaturas inferiores a 10°C y superiores a 30°C inhiben el desarrollo del tubérculo, mientras que la mejor producción ocurre cuando la temperatura diaria se mantiene en promedio entre 18° a 20°C (Bojanic, 2000). Por su parte (Huamán *et al.*, 2000). Remarca que el rango de temperatura más favorable se sitúa entre 13° a 18°C. Además de afectar la formación de los tubérculos, temperatura y humedad demasiado elevadas favorecen la infestación por plagas y enfermedades.

Disponibilidad de agua: Comparada con otras especies se considera que la papa posee una buena tolerancia a períodos secos, no obstante su desarrollo es adecuado con precipitaciones fluctuando entre 500 a 700 mm. Períodos de déficit hídrico muy pronunciados afectan los procesos fotosintéticos, de absorción de nutrientes, transpiración y otros procesos metabólicos (Pardavé, 2004). Por otro lado un déficit

hídrico en el suelo se traduce en el cierre estomático y por ende en la disminución de la tasa fotosintética y el crecimiento (Huamán, 2000 y Mujica, 2007). Ya niveles excesivos de humedad durante el periodo de germinación del tubérculo pueden resultar nocivos pues favorecen infecciones bacterianas y fúngicas (Cruz, 2002).

En condiciones de baja humedad en el suelo, las ramificaciones del rizoma pueden alargarse; el número de tubérculos aumenta, pero su tamaño se reduce considerablemente. En condiciones de humedad excesiva los tubérculos pueden tornarse demasiado acuosos, con baja concentración de almidón, afectando su sabor (Cortez y Hurtado, 2002).

Luminosidad: Las plantas cultivadas en la región Andina son de días cortos, requiriendo entre 10 y 12 horas de luz para un crecimiento óptimo, la especie *Solanum tuberosum* tiene un fotoperiodo de 9 horas.

Aspectos edáficos: Se considera que la papa es una planta exigente con respecto a las condiciones edáficas, sobre todo en lo referido a la porosidad. En este sentido suelos compactados o con presencia de estratos adensados o pedregosos afectan negativamente el desarrollo de los órganos subterráneos. Según (Tapia *et al.*, 2007), los suelos ideales para el cultivo son aquellos profundos, de textura franca y ricos en humus.

Aspectos tecnológicos: Las regiones paperas de Bolivia, están insertas en un contexto de bajo nivel tecnológico, en un régimen de auto subsistencia y poco diversificado. El cultivo se realiza en pequeñas propiedades y en parcelas sometidas a rotaciones anuales. En aquellas regiones situadas por encima de los 3500 msnm el cultivo se realiza bajo la amenaza constante de heladas, granizadas, periodos de sequía e infestación por plagas.

A los aspectos mencionados se suma la carencia de material propagativo de calidad, riego y otros que conllevan bajos rendimientos. A este respecto los tubérculos “semilla” utilizados por la mayoría de los agricultores de los países en desarrollo son de pobre calidad y están relacionados con problemas fitopatológicos transmitidos de un ciclo a otro y entre distintos sitios de producción (Tapia *et al.*, 2007).

3.1.7. Valor nutricional y usos

Se ha determinado que la papa contiene nutrientes importantes para la alimentación humana, los mismos se muestran en el siguiente tabla.

Tabla. 1. Contenido Nutricional en papa

Variable	Rango
Ciclo vegetativo días	150 - 180
Agua, %	72 - 75
Almidón, %	16 - 20
Proteína, %	2 - 2,5
Fibra, %	1 - 1,8
Acido grasos, %	0,15

Conforme se observa en los datos anteriormente presentados, la papa posee un alto contenido de carbohidratos, aunque recién cosechada puede contener hasta 80% de agua, más del 60% de la materia seca es almidón. Por otro lado, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos. Además del bajo contenido graso, la papa tiene vitamina C siendo que una papa media, de 150 gramos, consumida con su piel, aporta casi la mitad de las necesidades diarias del adulto (100 mg), contiene además otras vitaminas como B₁, B₃ y B₆ y nutrientes minerales como hierro, potasio, fósforo y magnesio. También se han detectado sustancias antioxidantes, las cuales pueden contribuir a prevenir enfermedades relacionadas con el envejecimiento, y posee fibra, cuyo consumo es favorable para la salud (CIP, 2008).

3.2. Tecnologías para la producción orgánica de la papa

El contexto socioeconómico y ambiental actual, exige la adopción de sistemas alternativos de producción, que eviten o minimicen el uso de fertilizantes “sintéticos”, plaguicidas y otras sustancias que conllevan riesgos para el medioambiente y la salud humana (Gómez, 2000). Entre estos destacan los sistemas de agricultura “orgánica” que comprenden una serie de prácticas y tecnologías de bajo costo y aplicables a la realidad de países en vías de desarrollo. Entre estas se pueden citar: la rotación de cultivos, utilización de leguminosas como abonos verdes, aplicación de sustancias naturales como fertilizantes, control biológico de plagas y otros.

3.2.1. Compostaje y vermicompostaje

Un pilar fundamental para mejorar la productividad, constituyen los productos derivados del tratamiento biológico de residuos orgánicos como el compost (composta) y el vermicompost (humus de lombriz), los cuales pueden aportar nutrientes para las plantas, pero a la vez mejorar y mantener las propiedades físicas y biológicas de los suelos (Plaza *et al.*, 2008).

3.2.2. Biodigestión

Prácticamente todos los materiales orgánicos son susceptibles de emplearse en sistemas de descomposición o fermentación controlada (FAO, 2009). Aquellos que se realizan en condiciones anaeróbicas (en ausencia de oxígeno) en reactores o “Biodigestores” generan productos aptos para su utilización en agricultura (Biol, Biosol), además de producir metano (CH₄) también denominado “Biogás”.

Los nutrientes presentes en las excretas se encuentran usualmente ligados a formas orgánicas complejas tales como proteínas, carbohidratos y lípidos. Mediante el proceso de biodigestión, estos compuestos son desdoblados dejando los nutrientes en formas simples y fáciles de asimilar por las plantas.

En los biodigestores no se destruye ninguno de los nutrientes presentes en los desechos, pero estos se hacen más disponibles para las plantas (FAO, 2009). Gracias al proceso de biodigestión anaeróbica el nitrógeno pasa a formas más asimilables e incrementa su disponibilidad, mientras el fósforo y el potasio no se ven afectados.

Base biológica del proceso de biodigestión: El fenómeno denominado “biodigestión” se refiere a la descomposición realizada por microorganismos anaeróbicos, presentes de manera natural en la materia fecal de los animales. Al actuar sobre residuos orgánicos de diversa naturaleza, en ausencia de oxígeno atmosférico, esos microbios alteran intensamente la composición de los residuos y generan una mezcla de gases con predominio de metano (CH₄).

Las bacterias denominadas “metanogénicas” constituyen los principales microorganismos involucrados en la digestión anaeróbica de la materia orgánica, aunque también coadyuvan diversas especies de hongos y protozoos estrictamente anaeróbicos y que por lo tanto exigen como condición para su supervivencia, la ausencia total de oxígeno

atmosférico. Las especies de bacterias están agrupadas en cuatro familias: *Methanococaceae*, *Methanomicrobiaceae*, *Methanosarcinaceae* y *Methanobacteriaceae*.

El producto final de su metabolismo (Biogás) es una mezcla constituida fundamentalmente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), y pequeñas cantidades de hidrógeno (H₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S) y nitrógeno (N). El proceso es vital dentro del ciclo de la materia orgánica en la naturaleza y se estima que anualmente la actividad microbiana libera a la atmósfera entre 590 y 880 millones de toneladas de metano. (FAO, 2009). Para una adecuada fermentación metanogénica los materiales deben ser de variada composición y degradabilidad (Penna, 1991, citado por Torres, 2002), pudiendo utilizarse, además de estiércoles, rastrojos, lodos o fangosos fecales y todo tipo de desechos agroindustrial.

Sustratos: Los materiales orgánicos que pueden emplearse con los fines mencionados son de diversa naturaleza como efluentes y lodos de la industria liviana y alimenticia, desechos domiciliarios, estiércoles y otros desechos generados en la cría y sacrificio de animales domésticos, inclusive pueden utilizarse residuos del metabolismo humano (Torres, 2002).

La mayoría de los materiales de fermentación, especialmente los residuos de cultivos, tiene alto contenido de elementos sólidos y componentes poco solubles. Por tal razón, y para acelerar su fermentación, puede aplicarse técnicas de tratamiento como por ejemplo, el fraccionamiento o picado de los restos vegetales (tallos, hojas) o puede recurrirse a la adición de activadores naturales como él (levadura, yogurt) (Zagas *et al.*, 2000).

3.2.2.1. Fases de la fermentación anaeróbica

A continuación se describe brevemente las etapas o fases que se cumplen en un proceso de fermentación anaeróbica:

Fase de hidrólisis: En esta primera etapa, las bacterias y otros organismos mayormente anaerobios facultativos, degradan la materia orgánica rompiendo las largas cadenas de estructura carbonada y transformándola en productos más simples (como ácidos orgánicos), liberando hidrógeno y dióxido de carbono. Para ello excretan exoenzimas que hidrolizan los sustratos orgánicos. Se distinguen entre ellas bacterias catabolizadoras de celulosas, proteínas o grasa. Por su acción, los polisacáridos se hidrolizan y se convierten

en monosacáridos, las proteínas en pépticos o aminoácidos, las grasas en glicerol y ácidos grasos (Torres, 2002).

Fase de acidificación: Esta fase la realizan bacterias acetogénicas como *Acetobacterium xylinum* y algunos *Clostridium* spp., que realizan la degradación de los ácidos orgánicos (ácidos grasos de cadena larga) y los aminoácidos aromáticos, transformándolos en compuestos del grupo acético e hidrogeno (H₂).

Fase de metanogénesis: Las bacterias que intervienen en estas etapas pertenecen al grupo de *Archibacterias*, consideradas entre los grupos de organismos más primitivos de la Tierra. Como principal sustrato utilizan el acético y otros ácidos orgánicos de cadena corta (como el ácido fórmico) transformándolos en metano y el dióxido de carbono (FAO, 2009).

Biodigestores: Un biodigestor es, en términos generales, un compartimiento cerrado, hermético e impermeable (también llamado reactor), en el cual se fermenta la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Como resultado de este proceso se obtiene un gas combustible que posee aproximadamente 66% de metano y 33% de dióxido de carbono.

El efluente resultante de la biodigestión, puede ser directamente usado como abono foliar o aplicado al suelo (Biol) y el material sólido (Biosol) puede aplicarse como acondicionador del suelo. Luego del proceso de biodigestión a anaeróbica, nutrientes como el nitrógeno se tornan más disponibles (Chará y Pedraza, 2002).

De acuerdo con (Ferreira *et al.*, 2003), existe diversos modelos de biodigestores que llevan denominaciones de acuerdo al lugar donde sus diseños fueron desarrollados, así se tienen el "chino", "australiano", "hindú", etc. A pesar de su eficiencia dichos modelos suponen elevados de construcción y exigen personal capacitado para su operación y mantenimiento. Por estas razones en América Latina se han difundido modelos de fabricación casera, como turriles herméticamente cerrados o los denominados "biodigestores campesinos", que consisten en una "manga" de polietileno grueso conectada a un sistema de tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro situados en sus extremos. A través del tubo de entrada, el biodigestor es alimentado con un preparado consistente en estiércol y agua, esta mezcla se desplaza en forma horizontal a través de la manga cuya forma tubular permite que la carga orgánica sufra una lenta

descomposición anaeróbica. Una vez que transcurre un tiempo de retención determinado, el efluente, es cosechado por el tubo de salida (RAAA, 1999).

3.2.3. Procesos de fermentación en biodigestores

De acuerdo al tiempo de fermentación y la modalidad de alimentación y descarga de los biodigestores se pueden diferenciar procesos de fermentación: continua y semi-continua. La fermentación continua permite una producción constante y uniforme de biogás. Una vez iniciado el proceso de digestión y la consiguiente producción de metano, es posible agregar materiales periódicamente y descargar el efluente de manera simultánea en la misma cantidad o volumen con el que el biodigestor se alimentó. Por otro lado la fermentación semi-continua se refiere a un sistema donde la primera carga orgánica adicionada al biodigestor es consumida, con lo cual el rendimiento en la producción de biogás va disminuyendo gradualmente. Cuando esto ocurre se agrega nueva materia prima para activar y reiniciar el proceso (Ferreira, Lucas y Amaral, 2003).

3.2.4. Productos del proceso de biodigestión

El principal producto de la biodigestión, además del Biogás, lo constituye el "Biol", efluente resultante de la descomposición anaeróbica y que se obtiene o separa del residuo sólido (Biosol) por decantación o por filtración. El contenido de sólidos totales del Biol, es bajo del orden del 12% (BIOCON, 2001).

El Biol es considerado como un fitoestimulante complejo, que al ser aplicado a la semilla o al follaje en los cultivos, permite una mejora en la calidad de raíces promoviendo su fortalecimiento e incrementando la capacidad fotosintética de las plantas, mejorando así sustancialmente la producción y calidad de cosecha (FAO, 2009). Según BIOCON (2001), el Biol también tiene un efecto fitoregulador al promover actividades fisiológicas similares a las hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo. Este efecto también es descrito por (Aparcana, 2008), que reporta concentraciones de ácido indol acético, purinas, giberelinas y otras sustancias bioactivas como las vitaminas B₁, B₂ y B₆ sintetizadas durante el metabolismo de bacterias anaeróbicas en la biodigestión.

Se ha comprobado que el Biol aplicado foliarmente en cultivos de tubérculos y hortalizas a una concentración de 20 a 50% estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas. El Biol también puede ser aplicado al suelo, aunque a concentraciones mayores, de preferencia en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular (Ferreira *et al.*, 2003).

3.2.4.1. Características del Biol

Según BIOCON (2001). El Biol presenta las siguientes características fisicoquímicas:

Viscosidad: El Biol es un líquido más viscoso que el agua debido a la presencia de diferentes sólidos en suspensión. No obstante su consistencia, permite aplicarlo sobre el área foliar de las plantas utilizando diferentes diluciones.

Color: visualmente el Biol presenta un color café claro a verdusco.

Olor: el olor del Biol debe ser similar al estiércol descompuesto de bovinos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El presente trabajo se realizó en el año agrícola 2007 - 2008 en las instalaciones de la Estación Experimental de Kallutaca, dependiente de la Universidad Pública y Autónoma de El Alto (UPEA). Se encuentra ubicada en la provincia Los Andes, en la segunda sección municipal de Laja del departamento de La Paz y aproximadamente a 20 kilómetros de la Sede de Gobierno (Figura, 2). Geográficamente se encuentra situada a longitud Oeste $16^{\circ} 26' 19.00''$ y $16^{\circ} 46' 15.11''$ latitud Sur: $68^{\circ} 19' 49.18''$ y $68^{\circ} 29' 49.81''$ y 3800 metros sobre el nivel del mar.

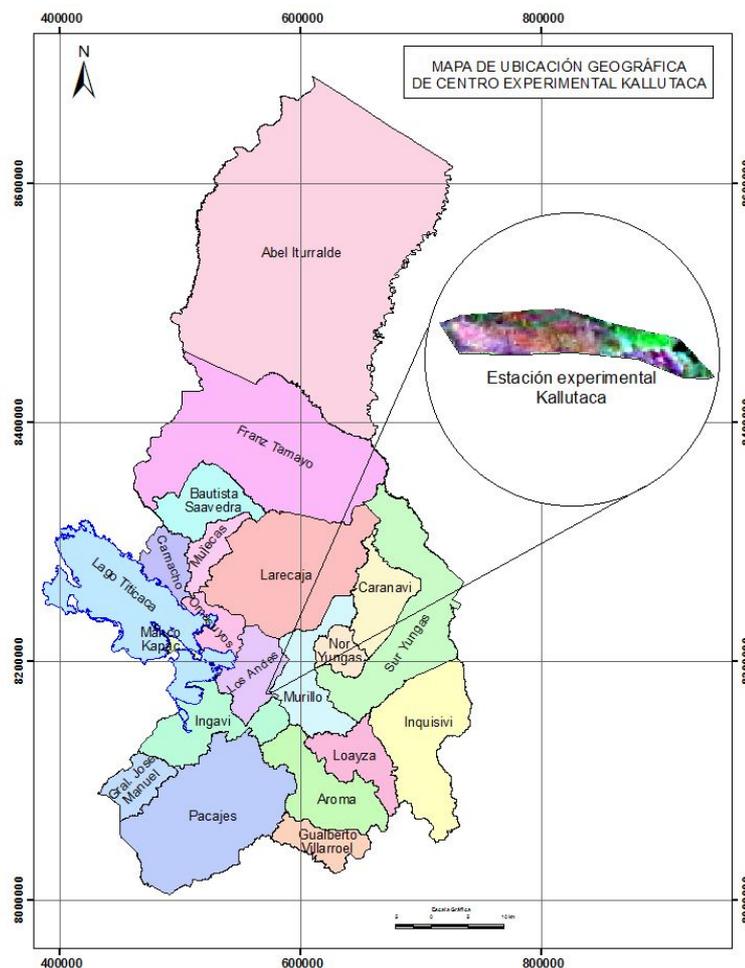


Fig. 2. Área de la ubicación de zona de estudio de estación experimental de kallutaca.

4.2. Características agro-ecológicas

Las características agro-ecológicas de zona de Kallutaca conforman de la siguiente forma:

4.2.1. Vegetación

Las diferentes clasificaciones de vegetación y/o ecosistemas existentes en las zonas de Bolivia, en especial de kallutaca de la más recientemente publicada por (Navarro y Ferreira *et al.*, 2007), son mayormente de carácter general, muy heterogéneas a nivel conceptual. Dentro del conjunto de estas clasificaciones, entre las que se refieren la vegetación que predomina en esta zona es de praderas de altura, constituido principalmente por una asociación compleja donde predomina los géneros de especies nativas del genero *Festuca spp*, mostaza (*Brassica campestris*), bolsa bolsa (*Capsela bursapastoris*), q'ora (*Tarasa tenella*), reloj reloj (*Erodium parvifolia*), cebadilla (*Bromus unioloides*), y garbancillo (*Astragalus garbancillo*).

4.2.2. Suelos

Los suelos del Campus de Kallutaca pertenecen a la Clase II y III según el sistema de clasificación agrológica. Es en función a sus características físicas, particularmente la presencia de pedregosidad en el relieve colinoso bajo que caracteriza la zona. Por otro lado los horizontes superficiales son poco espesos variando entre 0,15 a 0,35 m de profundidad, en la generalidad de los casos; la predominancia de mucha grava ocasiona un problema muy serio en el uso racional de estas tierras (Herrera, 2010).

Con respecto al contenido de materia orgánica y nitrógeno total, los mismos se consideran bajos con concentraciones del orden del 1,15% y 0,074% respectivamente. La textura predominante es Franco Arcillosa (Herrera, 2010).

4.3. Descripción climatológica

La sección municipal de Laja se encuentra en el piso ecológico del Altiplano. Según Navarro y Ferreira (2007), corresponde a la Provincia Biogeográfica de la Puna.

El clima de la región de Kallutaca, es un factor limitante para la actividad agropecuaria, limitando las épocas de siembra e impidiéndolas totalmente durante la estación invernal, inclusive puede afectar a los cultivos protegidos (invernaderos) debido a las temperaturas extremas mínimas que se alcanzan. A continuación se describen las características

climáticas por parámetro, con datos tomados por la Estación Meteorológica del Centro Investigación Nuclear (CIN-VIACHA) localizado en Viacha, para un periodo de 20 años.

4.3.1. Precipitación y Balance Hídrico

La precipitación más alta se registra en los meses comprendidos entre diciembre a febrero, alcanzando valores de 150 mm mensuales (Figura, 3). Las primeras lluvias ocurren a partir de septiembre. En cuanto junio y julio son los meses de más baja de precipitación. En el siguiente diagrama se muestra la evolución de algunos parámetros climáticos fundamentales.

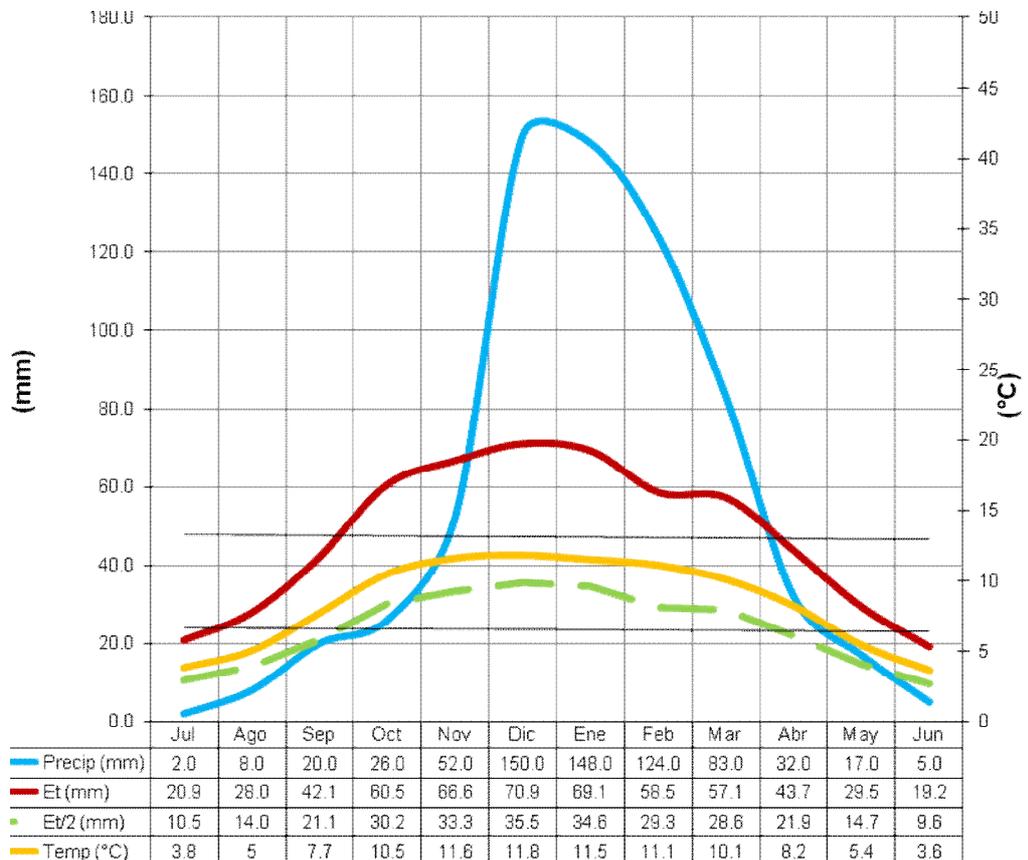


Fig. 3. Datos de precipitación de máxima y mínima. Fuente CIN-VIACHA (2007-2008)

4.3.2. Temperaturas

En la figura 4 se observa la variación de la temperatura ambiental en la zona de investigación. En un promedio anual la misma se sitúa alrededor de 8,4°C. Con temperaturas máximas y mínimas promedio de 15,7 °C. y -2,8 °C. Respectivamente:

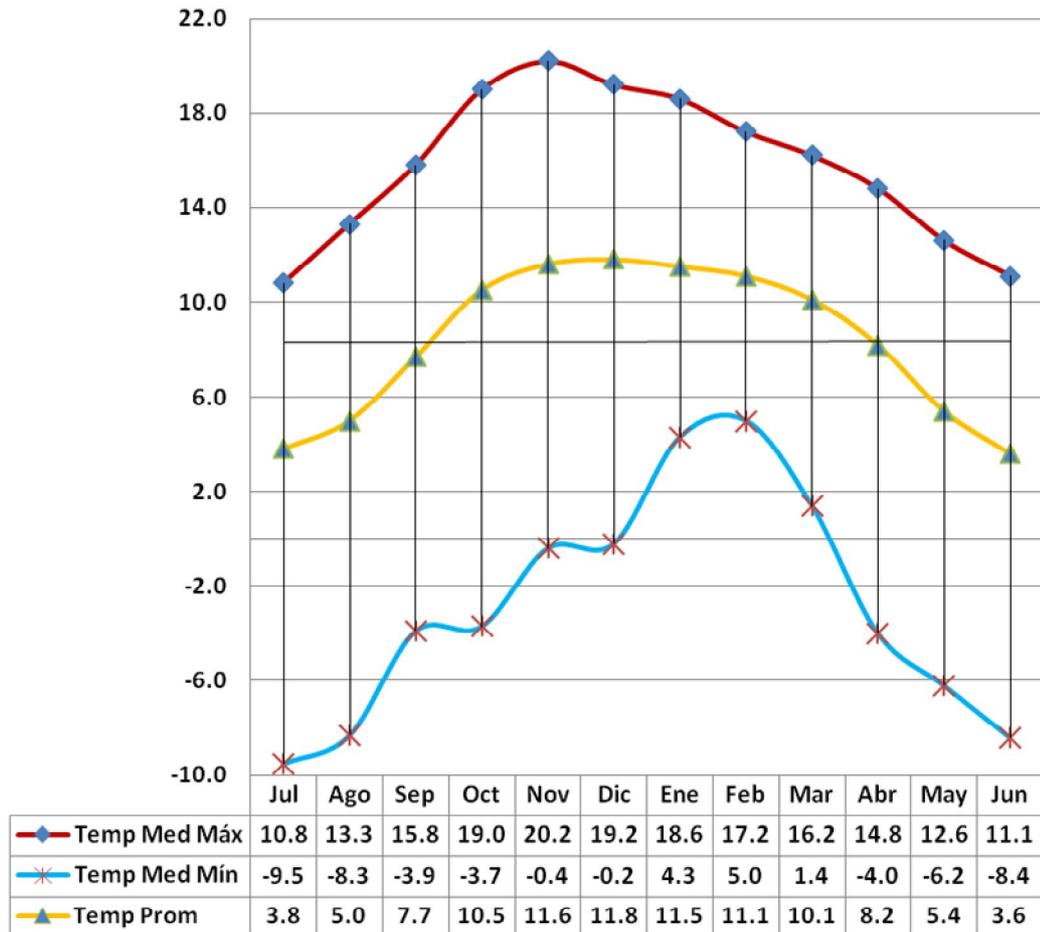


Fig. 4. Temperatura máxima y mínima. Fuente: en CIN-VIACHA (2007)

El mes de noviembre presenta las mayores temperaturas con una Media Máxima de 20,2°C. Durante el mes de julio pueden presentarse valores tan bajos como -9,5°C, con la presencia de heladas.

4.4. Materiales

4.4.1. Material vegetal

En la presente investigación se experimentó con catorce accesiones de papa nativa (*Solanum tuberosum* ssp.), procedentes de la colección de germoplasma de papa nativa de la Carrera de Ingeniería Agronómica del Universidad Pública y Autónoma de El Alto, (UPEA). Las accesiones corresponden a los siguientes códigos: (39, 74, 62, 76, 46, 77, 69, 71, 43, 92, 85, 80, 47 y 50). En primera instancia fueron elegidas por su valor comercial, adaptación, rusticidad y buena productividad en las condiciones locales.

4.4.2. Insumos orgánicos

El material orgánico utilizado para la alimentación del Biodigestor y obtención del “Biol” fue preparado a partir de la mezcla de diversos productos de origen orgánico. La composición y proporción utilizada se muestra en el tabla 2.

Tabla. 2. *Materiales orgánicos utilizados en la preparación de Biol*

Material	Cantidad
Agua	125 L
Estiércol fresco	50 kg
Gallinaza	3 kg
alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	2 kg
Purín bovino	2 L
Cascara de huevo	10 Unidades

4.5. Metodología

4.5.1. Preparación de mezcla para la biodigestión

Los diferentes materiales mencionados fueron medidos y pesados con precisión y adicionados a tres biodigestores tipo “turril” de cierre hermético para mantener las condiciones anaeróbicas (figura, 5). La alfalfa adicionada con la intención de balancear el contenido de nitrógeno, fue picada para promover su liberación. De igual manera la cáscara de huevo, fue molida finamente de tal manera a enriquecer en la preparación del Biol, con elementos como Calcio y Fósforo. Luego se adicionó el agua y se procedió a su mezcla homogénea. Los biodigestores fueron instalados bajo un ambiente protegido (carpa solar de agrofilm) para favorecer el proceso fermentativo. El metano fue purgado a través de una manguera, por burbujeo en una botella (figura, 5)

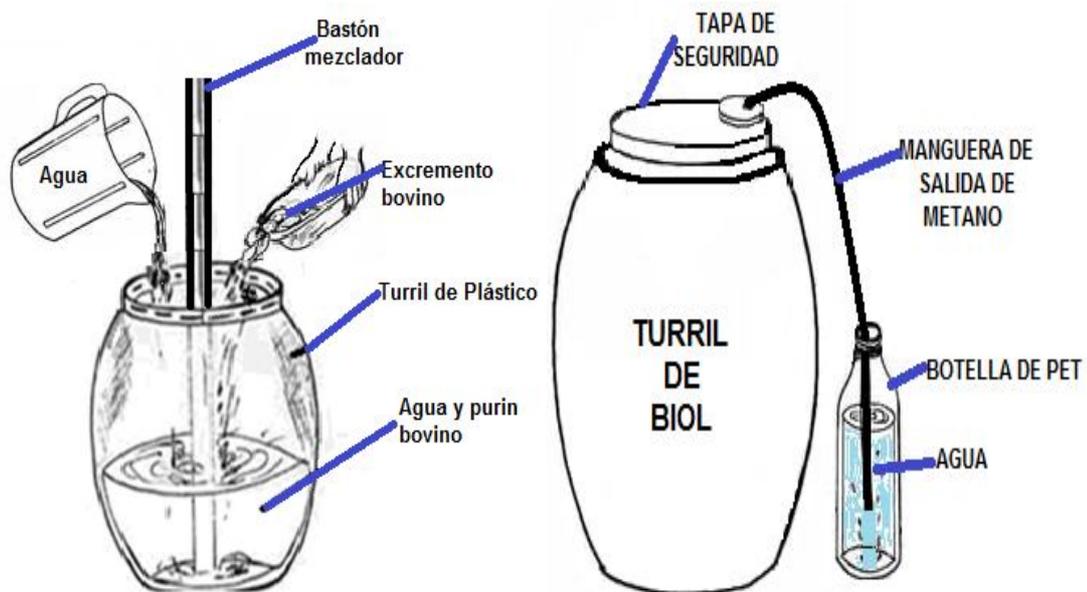


Fig. 5. Ilustración de la preparación del Biol Elaboración propia 2007.

4.5.2. Obtención del efluente de la biodigestión

El efluente del proceso “Biol” fue obtenido luego de 90 días de biodigestión, bajo las condiciones descritas. Por decantación y posterior filtrado, se extrajo el sobrenadante que fue enviado para su análisis fisicoquímico en el laboratorio del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), dependiente de la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM).

4.5.3. Fase de campo

a) Preparación del terreno: Se realizó con tractor agrícola en mayo del 2007, arando a una profundidad de 25 a 30 cm. Posteriormente se realizó el mullido en el mes de septiembre de 2007 con la misma maquinaria. Siete días antes de la siembra se realizó una limpieza de malezas y piedras con posterior rastrillado y nivelado del terreno.

b) Delimitación del terreno: Los límites de los bloques y los tratamientos fueron delimitados con estacas y cordeles.

c) Siembra: Se realizó en fecha 28 de octubre de 2007. Para ello se procedió a la apertura de surcos a una profundidad de 20 cm aproximadamente, con distanciamiento de 80 cm entre surcos. Los tubérculos - semilla, se colocaron a una distancia de 25 cm, por lo que en cada surco se distribuyeron 10 tubérculos haciendo un total de tres surcos por accesión de papa nativa. La siembra se realizó de forma manual, cubriendo posteriormente con suelo.

d) Aporque: A los 20 días de la emergencia, simultáneamente con el desmalezado, se efectuó el primer aporque, retirando suelo del entre surco y acercándolo a la línea de siembra con la finalidad de proporcionar a las plantas un mejor anclaje y evitar una excesiva humedad al pie de las mismas. Una vez que las plantas alcanzaron los 20 cm de altura, se procedió al segundo aporque de manera conjunta con la adición del fertilizante foliar, de un litro por metro cuadrados cada 20 días.

e) Aplicación de Biol: La aplicación foliar del producto obtenido (Biol) se realizó por aspersión (mochila aspersores manual) distribuyendo las distintas diluciones planteadas para los tratamientos del producto en el follaje del cultivo; Las aplicaciones se realizaron a partir de los 20 días de la emergencia; a intervalos sucesivos de 20 días hasta la cosecha, los cuales se aplicaron seis aplicaciones durante la fase vegetativa, la porción de 1 litro por seis m² según la disolución plateado.

f) Cosecha: Se realizó cuando las hojas de la plantas se tornaron de color amarillento, a la vez que los tubérculos se desprendían con facilidad de sus estolones, indicadores de la madurez fisiológica del cultivo. Asimismo se tomó en cuenta el surgimiento de una piel más gruesa en el tubérculo cuyo propósito es brindar una mayor resistencia a patógenos que atacan durante el almacenamiento.

g) Clasificación y almacenamiento de tubérculos: Concluida la cosecha se efectuó una selección rigurosa de los tubérculos, separando aquellos afectados por cortes, heridas, síntomas y presencia de plagas, enfermedades u otras características atípicas. La selección de los tubérculos se realizó por tamaños y longitud del tubérculo de acuerdo a las siguientes categorías: Clase I > 5 cm; Clase II de 4 a 5 cm; Clase III de 3 a 4 cm; Clase IV de 1,5 a 3 cm y finalmente Clase V < 1,5 cm.

4.6. Diseño experimental

Se adoptó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), en los cuales el factor "Accesiones" fue distribuido aleatoriamente en las unidades experimentales, así como el factor "Biol" (diluciones).

Las accesiones de papa fueron distribuidas al interior de cada bloque de acuerdo a la siguiente codificación. 39 Polo, Accesoión 74 Canatilla, Accesoión 62 Saq'anpaya, Accesoión 76 Amajaya, Accesoión 46 Alq'a pali (Leke Pek'e), Accesoión 77 Sani imilla, Accesoión 69 Janq`o choque pitu, Accesoión 71 Imilla blanca (Janqo Imilla, Yuraj Imilla), Accesoión 43 Polônia, Accesoión 92 Bola runa, Accesoión 85 Q'aysalla, Accesoión 80 Laram q'aysalla, Accesoión 47 Chunculita (Surimana), Accesoión 50 Ajahuri.

Las concentraciones de Biol aplicadas en cada bloque se muestran en tabla 3.

Tabla. 3. Concentraciones de Biol utilizadas para la aplicación en trabajo de investigación.

Tratamientos	Relación Agua: Biol
T1 Agua: Biol	(1%: 1%)
T2 Agua (Testigo)	-
T3 Agua: Biol	(1%:3%)

La distribución final de los tratamientos se muestra en la siguiente figura.

T 1. 50% - 50%		TESTIGO		T 3. 25% - 75%	
1 Acc. 39	14 Acc. 50	1 Acc. 74	14 Acc. 92	1 Acc. 47	14 Acc. 46
2 Acc. 47	13 Acc. 47	2 Acc. 62	13 Acc. 46	2 Acc. 74	13 Acc. 71
3 Acc. 62	12 Acc. 80	3 Acc. 39	12 Acc. 80	3 Acc. 69	12 Acc. 62
4 Acc. 76	11 Acc. 35	4 Acc. 85	11 Acc. 71	4 Acc. 76	11 Acc. 43
5 Acc. 46	10 Acc. 92	5 Acc. 43	10 Acc. 69	5 Acc. 50	10 Acc. 80
6 Acc. 77	9 Acc. 43	6 Acc. 50	9 Acc. 47	6 Acc. 77	9 Acc. 85
7 Acc. 69	8 Acc. 71	7 Acc. 77	8 Acc. 76	7 Acc. 39	8 Acc. 92
2.50 M		17.50 M E T R O S			

Fig. 6. Croquis de distribución de los tratamientos.

La significancia de cada experimento es de la siguiente manera: Accesión 39 Polo, Accesión 74 Canatilla, Accesión 62 Saq'anpaya, Accesión 76 Amajaya, Accesión 46 Alq'a pali (Leke Pek'e), Accesión 77 Sani imilla, Accesión 69 Janq'o choque pitu, Accesión 71 Imilla blanca (Janqo Imilla, Yuraj Imilla), Accesión 43 Polônia, Accesión 92 Bola runa, Accesión 85 Q'aysalla, Accesión 80 Laram q'aysalla, Accesión 47 Chunculita (Surimana), Accesión 50 Ajahuri.

El área total cultivable del ensayo fue de 297,5 m². Las dimensiones para cada unidad experimental fueron:

✓ Ancho interno	2,50 m
✓ Largo interno de parcela	2,40 m
✓ Área cultivable por parcela	6 m ²

4.6.1. Modelo lineal

Se aplicó el siguiente modelo lineal (Fisher *et al.*, 1989)

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Para:

$l = 1$ $t =$ Número de tratamientos

$j = 1$ $r =$ Número de repeticiones

Dónde:

Y_{ij} = j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

β_j = efecto de tratamientos de Biol

α_i = Efecto de la i-ésima accesión de papa

ε_{ij} = Error Experimental

4.7. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se procedió al análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ %. Para la comparación entre medias se utilizó la prueba de Duncan (5%).

4.8. Variables de respuesta

4.8.1. Variables de respuesta en función a la aplicación de Biol

La respuesta frente a la aplicación de Biol se midió en términos de rendimiento en el cultivo de papa nativa.

4.8.2. Variables fenológicas

La evaluación de variables fenológicas se realizó durante un periodo de 180 días, de acuerdo a los periodos propuestos por (Huamán, *et al.*, 2002), que establece un periodo de 160 a 175 días (para papas dulces) y de 170 a 180 días para papas amargas.

Días a la emergencia: Se determinaron los días a la emergencia (brotamiento), el mismo que ocurre entre 15 a 20 días después de la siembra.

Días a floración: Se consideró los días a la floración, es decir cuando la corola de la flor se abre completamente, lo que generalmente ocurre de 20 a 25 días después de la emergencia.

Días de madurez fisiológica: Se determinaron los días transcurridos hasta que el cultivo alcanzó la madurez fisiológica, lo que ocurre generalmente entre 150 a 180 días después de la emergencia.

4.8.3. Variables Agronómicas

Altura de la planta: Se midió la altura de planta con ayuda de una regla desde la base hasta la parte apical en cada fase fenológica.

Largo de rama (tallo): Se evaluó en cada fase fenológica con ayuda de una regla desde el cuello de la planta.

Número de ramas: se contaron las ramas en cada fase fenológica, este dato también se

utilizó para calcular el área foliar de la planta.

Número de flores: las flores se contaron desde el inicio de la formación de nudos florales desde el inicio entre los 35 a 55 días después de emergencia.

Cobertura foliar: se tomaron las medidas de cobertura foliar, con ayuda de un papel milimetrado muestreando tres hojas por planta.

4.8.4. Variables de rendimiento

Peso del tubérculo: se registró el peso de los tubérculos por planta y por tratamiento, además se estimó el rendimiento en kg/m^2 .

Número de tubérculos por planta: se muestrearon plantas por tratamiento, bloque de las cuales se contó el número de tubérculos por mata de papa.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, para cada una de las variables de respuesta analizadas.

5.1. Caracterización fisicoquímica del Biol

5.1.1. Macronutrientes

Los resultados respecto al contenido nutricional del Biol, se muestran en la figura 7.

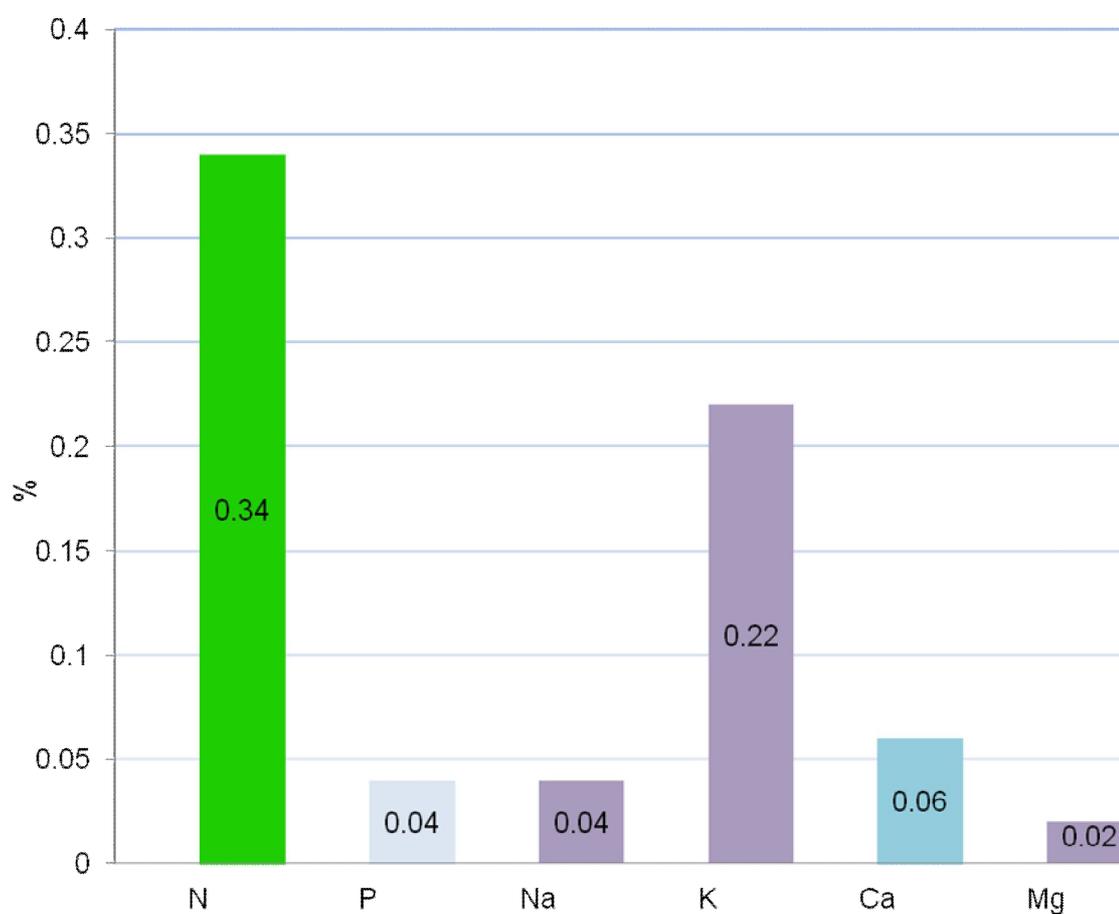


Fig. 7. Composición química del "Biol" en base a materia seca. (Elaboración propia, en base a datos analíticos).

De acuerdo a los datos de la Figura 7, el nitrógeno es el elemento predominante en la composición elemental del Biol obtenido, situándose en 0,34% en base a materia seca. Este rango de concentración es bajo comparado con los datos obtenidos por (Rodríguez, 2003), quien obtuvo valores en torno de 1,48% mediante la biodigestión de estiércoles de

ganado camélido, ovino y bovino en la localidad de Taraco. De todas maneras las concentraciones se sitúan muy por debajo de los reportados en la literatura, como el 2,6% obtenido por (Jairo *et al.*, 2007) en experimentos realizados con estiércol bovino biodigerido. Los datos contrastan concentraciones de nitrógeno del orden de 2,5 a 3,5 %, similares obtenidos por (Piedrahita, 2000), cuyos valores se sitúan entre 2,0 % a 2,6 %. Es llamativa también la gran diferencia respecto a los datos de (Zagas *et al.*, 2000) que reportaron concentraciones de N total que alcanzan 3,7 %.

En función a lo mencionado, resulta claro que la composición del Biol depende sobremanera de la dieta a la que son sometidos los animales, además de factores ambientales, época del año y el manejo al cual fue sometido el material previamente a su fermentación. La reducción en los niveles de nitrógeno en forma nítrica (NO_3), en mezclas biodigeridas también fueron advertidas por (Zagas *et al.*, 2000) quien atribuye este efecto a la desnitrificación que ocurre debido a la ausencia de oxígeno en el interior del biodigestor durante la transformación del N orgánico en formas amoniacales NH_4 .

En lo que respecta a los niveles de fósforo el valor estuvo en el orden de 0,04%, los mismos se consideran bajos frente a los obtenidos por (Piedrahita, 2000), quienes obtuvieron valores en torno de 1,4% de P en proceso de biodigestión de estiércol de vacunos. Sin embargo (Zagas *et al.*, 2000), menciona que obtuvo los valores de 0,9 a 2,1% de fósforo en forma de P_2O_5 en el efluente de un biodigestor tubular de polietileno.

Cabe recalcar que en relación al contenido de Calcio, además de otros elementos como P y K, no existen pérdidas apreciables durante el proceso de fermentación anaeróbico, conforme señala (Piedrahita, 2000). En este sentido es posible deducir que las concentraciones en la materia prima utilizada en el presente estudio fueron relativamente inferiores al promedio para excretas bovinas.

5.1.2. Micronutrientes

Los resultados referidos a los contenidos de microelementos (oligoelementos) se muestran en la figura 8.

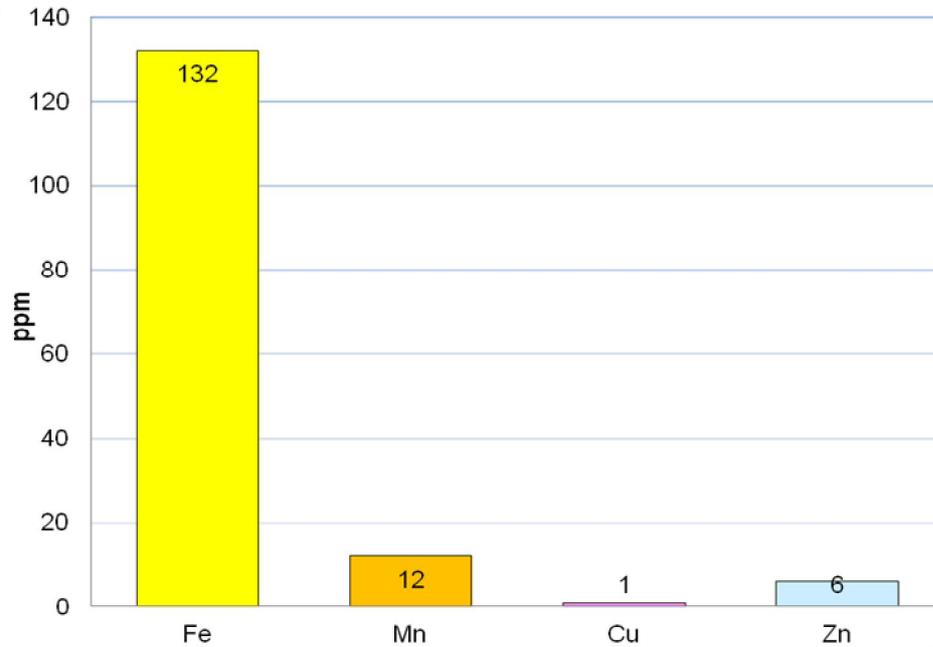


Fig. 8. Concentración de micronutrientes en el Biol obtenido (Elaboración propia, en base a datos analíticos).

En la composición de micronutrientes en el Biol destaca la presencia de hierro (132 ppm), seguido de Manganeso, Cobre y Zinc con 12,0 1,0 y 6,0 ppm respectivamente. Los valores de hierro (Fe) son considerablemente elevados cuando comparados con los obtenidos por (Piedrahita, 2000), que apenas reportaron 4 ppm para este elemento. En cuanto a Mn, Cu y Zn los valores se encuentran dentro del rango de 1 a 6 ppm de manera similar a los reportados en la literatura.

5.2. Análisis de variables agronómicas

Los análisis estadísticos de los datos referidos a la “Altura de planta”, “Largo de rama”, “Número de ramas”, “Número de flores” que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla. 4. Análisis de varianza para rendimientos e eficiencia de los tratamientos en el aplicación de Biol en variables AP. “Altura de planta” (cm), LR. “Largo de rama” (cm), NR. “Número de ramas” (cm) y factor de NF. “Número de flores” (Und).

Fuente variación	GL	AP		LR		NR		NF	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
BIOL (Bloq.)	2	37,007	0,329	45,98	0,175	10,024	0,062	3,31	0,133
ACC	13	101,74	0,006	60,714	0,025	11,817	0,002	3,663	0,027
Error	26	24,692		24,692		3,229		1,515	
Total	41								
CV			19,34		15,50		20,51		10,33
R ²			0,628		0,579		0,674		0,579

De acuerdo con los datos presentados para la variable “Altura de planta” se observa que no existen diferencias significativas en el factor Biol, es decir el producto aplicado en las diferentes accesiones de papa nativas no tuvo efecto significativo en el desarrollo de altura de planta en sus diferentes dosis. Sin embargo, existe significancia (P 0,05) respecto al factor “Accesiones”, por lo que se procedió al análisis de comparación entre medias (tabla 4).

El análisis de varianza muestra en la segunda variable “Largo de rama”, no se detectó significancia respecto al factor dosis de Biol, sin embargo, existen diferencias al interior del factor de las “Accesiones” para lo cual se procedió al análisis comparativo entre medias (tabla 4).

De acuerdo con los datos presentados para la variable “Número de ramas” no muestra diferencias significativas probablemente fueron influenciadas por el medio ambiente respecto a la aplicación de dosis de Biol.

Los datos muestran en el análisis estadístico para la variable “Número de flores” que no hubo efecto del Biol sobre la floración de las diferentes accesiones de papa nativa.

5.2.1. Análisis de comparación de medias de Duncan en altura de planta

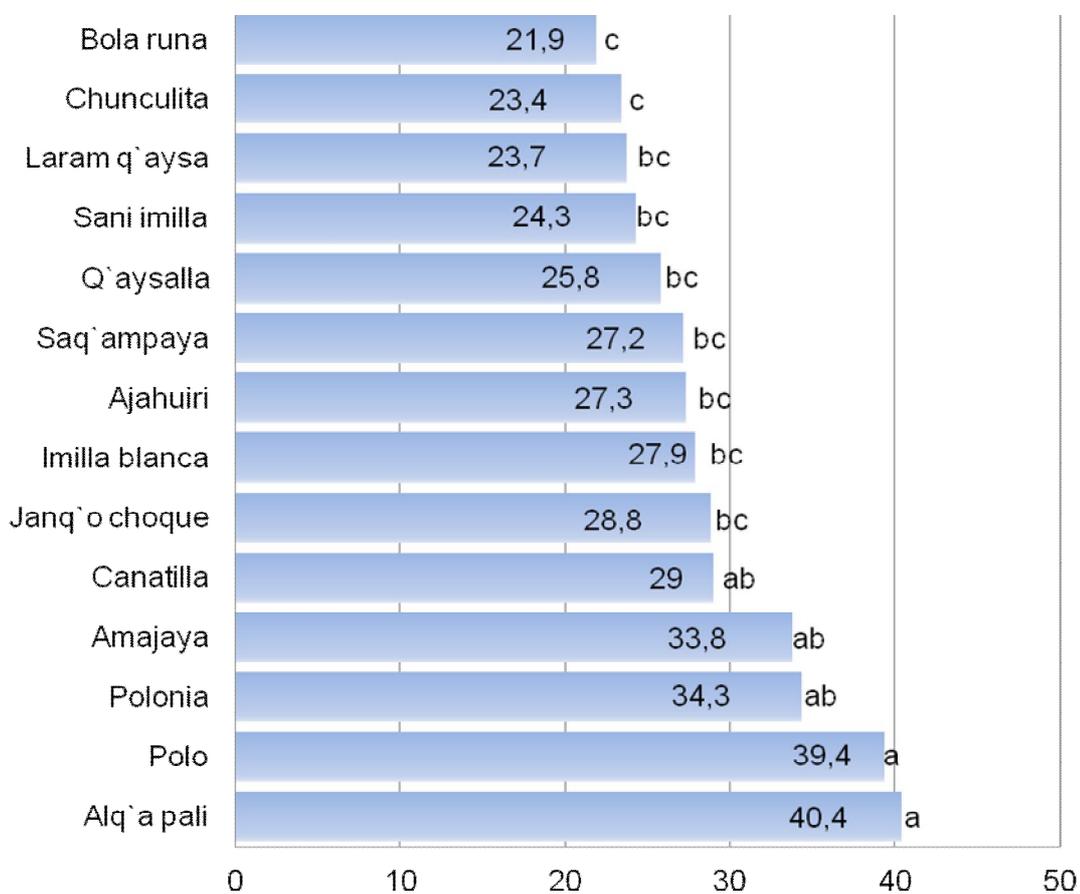


Fig. 9. Análisis de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0,05$) de catorce accesiones de papa nativa en estación experimental de Kallutaca.

Conforme que se observa en la figura 9, existen tres grupos diferenciados de accesiones respecto a la altura de planta. Se puede apreciar que la variedad “Alq`a pali” (lekepek`e), “Polo”, “Polonia” y “Amajaya” alcanzaron los mayores altura, fluctuando entre 33,8 y 40,4 cm, respectivamente. Por otra parte las variedades de “Canatilla”, “Janq`o choque”, “Imilla blanca”, “Ajahui”, “Saq`ampara”, “Q`aysalla”, “Sani imilla” y “Layam q`aysa” alcanzaron valores entre 29,0 y 23,4 cm.

Por su parte “Chunculita” “Bola runa” fueron las accesiones que presentaron con la menor promedio de 23,4 y 21,9 cm, aunque estos valores no son diferentes significativamente de accesiones como “Bola runa” y “Chuculita”. Estas diferencias muestran la gran variabilidad genética existente entre las accesiones de papa nativa, conforme descrito por (Mújica,

2007), quién menciona que la altura constituye una característica distintiva muy importante para la caracterización genética de papas nativas.

Las diferencias en altura de planta también se podrían atribuirse a los hábitos de crecimiento conforme a distintos por (Cahuana, 2002) que reconoce distintos “tipos” de crecimiento como el Erecto, Semi-erecto, Decumbente, Postrado, Semiarrocetado, tipo herbáceo cuya altura de planta varía de 0,30 a 1 cm de alto, según la accesión, debido a su característica variedad.

5.2.2. Largo de ramas

El análisis de los datos referentes a “largo de ramas” se muestra en la siguiente figura.

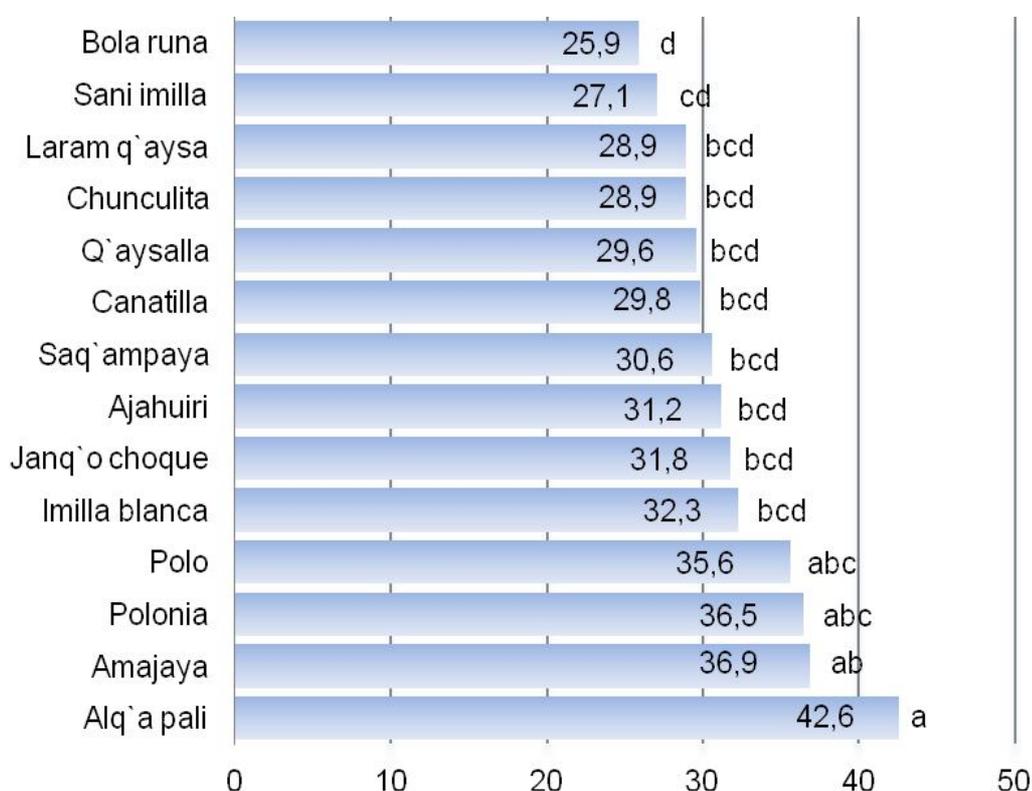


Fig. 10. Análisis de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) Largo de ramas para diferentes accesiones de papa nativa.

Se puede apreciar que las variedades “Alq`a pali” (Lekepek`e), “Amajaya”, “Polonia” y “Polo” alcanzaron los mayores promedios de largo de rama, fluctuando entre 35,6 a 42,6 cm. Por otra parte, variedades como “Imilla blanca” (“Janq`o choque”), “Ajahuiri”,

“Saq’ampaya” o “Canatilla” presentaron promedios intermedios, hasta 28,9 cm de largo de ramas. A su vez, la accesión “Bola runa” presento la menor longitud de ramas con apenas 25,9 cm. para lo cual se procedió al análisis comparativo entre medias (figura, 10).

De acuerdo al gráfico que se observa desarrollos diferentes en las accesiones de papa nativa, estas características visibles de los largos de ramas son significativas para separar distintos grupos, debido a su característica varietal.

5.2.3. Número de ramas

Los resultados del análisis de Duncan correspondientes al parámetro “número de ramas” se muestra en la figura 11.

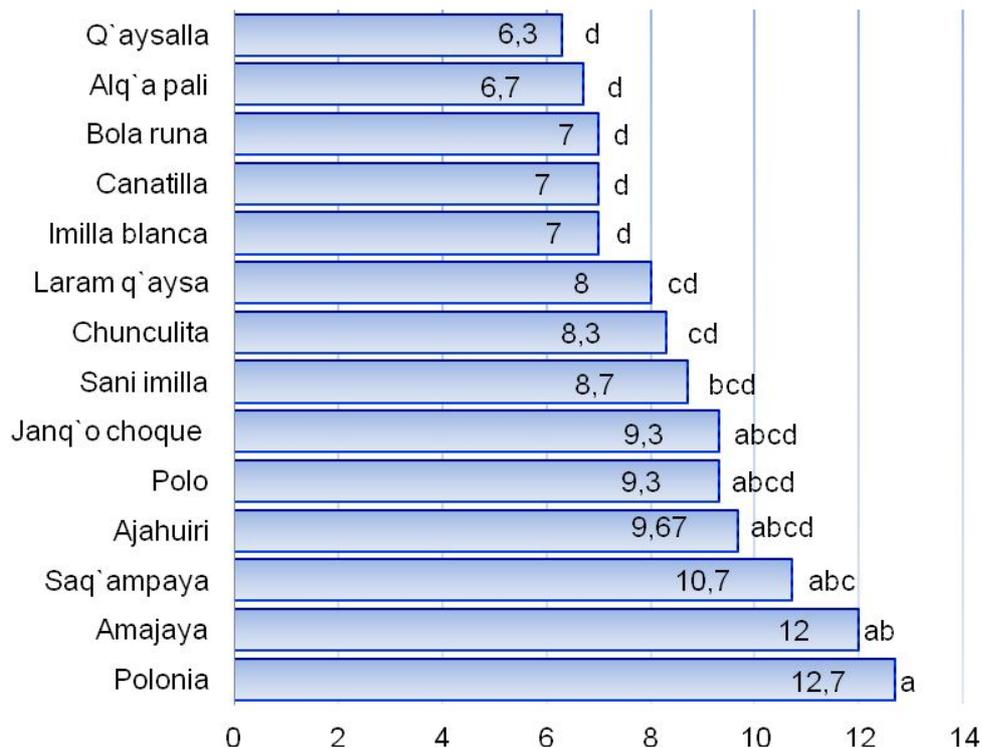


Fig.11. Análisis de comparación mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) Número de ramas para diferentes accesiones de papa nativa.

Se puede apreciar que las accesiones “Polonia”, “Amajaya”, “Saq’ampaya”, “Ajahuiri”, “Polo” y “Janq’o choque” alcanzaron los mayores promedios respecto al número de ramas

fluctuando entre 12,7 y 9,3 unidades respectivamente, valores superiores a los reportados por (Cahuana *et al.*, 2002), quién menciona que el número de ramas oscila entre 5 a 10 unidades de ramas por planta (figura, 11). Las variedades como “Sani imilla”, y “Chunculita” presentaron hasta 8,3 ramas en promedio. La accesión “Q`aysalla” presentó el menor número de ramas con 6,3 ramas valor que no difirió estadísticamente del número de ramas de las accesiones “Bola runa” o “Alq`apali” (Lekepek`e).

Analizado los resultados obtenidos en la (Figura, 11), para la variable de número de ramas se pueden evidenciar diferencias entre las accesiones, en particular “Polonia” y “Amajaya” las cuales tuvieron mayor desarrollo debido a sus características varietales.

5.2.4. Número de flores

Los datos estadísticos sometidos a la prueba de Duncan correspondientes al parámetro “número de flores” se muestran en la figura 12.

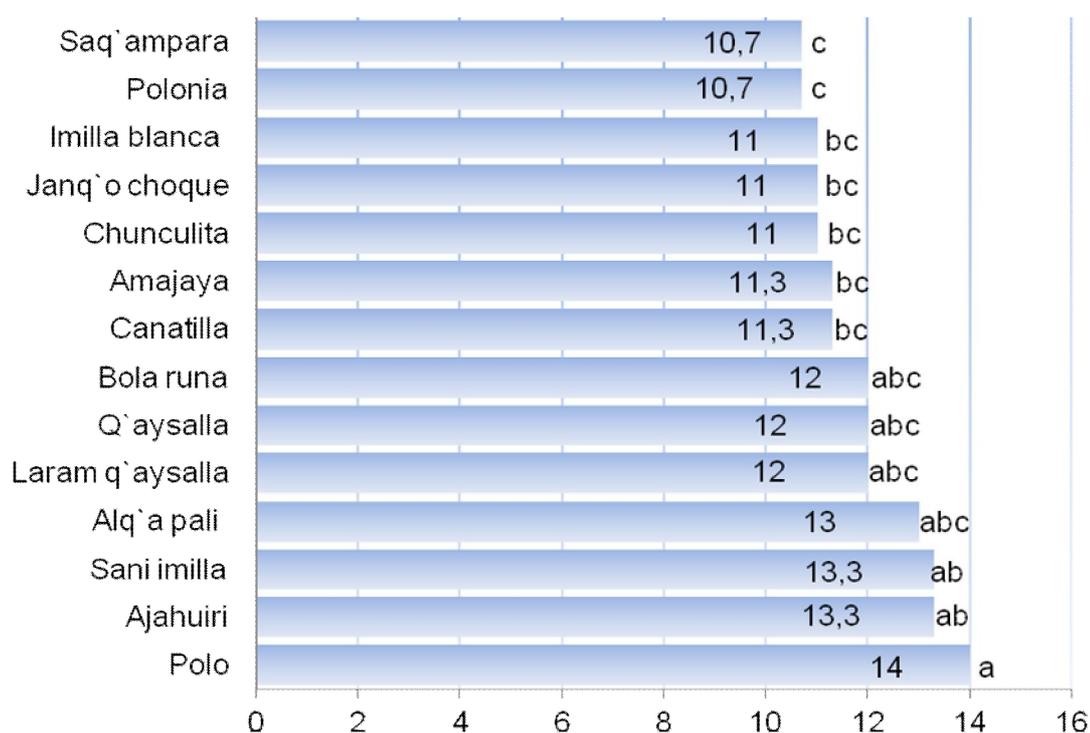


Fig. 12. Análisis de comparación de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de Flores para las accesiones de papa nativa.

Al realizar un análisis comparativo de las catorce accesiones de papa nativa (*Solanum tuberosum*), se observa que el número flores varió entre 10,7 hasta 14 unidades de flores por planta (figura 12). La accesión “Polo” presentó el mayor número de flores en cuanto que “Polonia” y “Saq’ampaya” presentaron la menor cantidad de flores con un promedio de 10 unidades de flores por planta. De manera similar con la anterior variable, se observan diferencias ente las catorce accesiones.

5.3. Análisis de varianza para rendimientos agronómico

Los análisis estadísticos de los datos referidos a la “Cobertura foliar” “Número de tubérculos” y “Rendimiento de tubérculos” que se demuestran en la siguiente tabla.

Tabla. 5. Análisis de varianza de la eficiencia a los tratamientos en el aplicación de Biol en variable CF. “Cobertura foliar” (m^2) factor de NT. “Número de tubérculos” (Unidades por planta) correspondiente al de REND. “Rendimiento de tubérculos” ($t.ha^{-1}$).

Fuente variación	GL	CF		NT		REND	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
BIOL (Bloq.)	2	4,56	0,577	3,31	0,133	39438,373	0,139
ACC	13	16,358	0,064	3,663	0,027	59315,591	0,006
Error	26	8,111		1,515		18526,197	
Total	41						
CV			10,41		21,26		11,96
R ²			0,511		0,853		0,638

El análisis de la variable “Cobertura Foliar” detectó diferencias significativas en el factor dosis de Biol sobre la cobertura foliar de las diferentes accesiones de papa nativa. Este efecto positivo probablemente está relacionado con una dotación óptima de nutrientes y agua con lo cual se logra una cobertura foliar de manera temprana y persistente en los tubérculos andinos. Por otra parte, un efecto positivo sobre el desarrollo foliar puede atribuirse al efecto fitohormonal del Biol, conforme mencionado por (Aparcana, 2008), que enfatiza el efecto promotor y fortalecedor del crecimiento que posee este producto gracias

a su concentración de fitohormonas como ácido indol acético, giberelinas, purinas y otras sustancias bioactivas.

Patiño *et al.*, (2000), reconoce la importancia de una mayor cobertura foliar como una variable esencial para la resistencia al estrés, en este sentido la aplicación de Biol puede constituir una opción viable para lograr este cometido, además de nutrir a la planta. En este mismo sentido (Antezana, 2001), observa un efecto marcado de la fertilización orgánica sobre el índice de área foliar, duración de follaje, la acumulación de biomasa y cobertura foliar de variedades de papa (“Waycha” y “Pintaboca”). Una mayor cobertura foliar, proporcionada por la aplicación de Biol también puede estar relacionada con un alargamiento en el ciclo de vida de las plantas, con efectos positivos sobre el rendimiento, conforme observado por (García *et al.*, 2003).

El análisis del variable “Número de tuberculos” no detectó diferencias en el factor de Biol sobre accesiones respecto al variable número de tubérculos. A pesar de ello observa unas leves diferencias entre las distintas accesiones.

El análisis de varianza de la variable “Rendimiento” muestra que no existen diferencias significativas respecto al factor dosis de Biol. Las diferencias entre accesiones muestran la variabilidad genética existente entre ellas con mayores rendimientos para las accesiones.

5.3.1. Cobertura foliar

El análisis de Duncan para el parámetro “cobertura foliar” constan en la figura 13

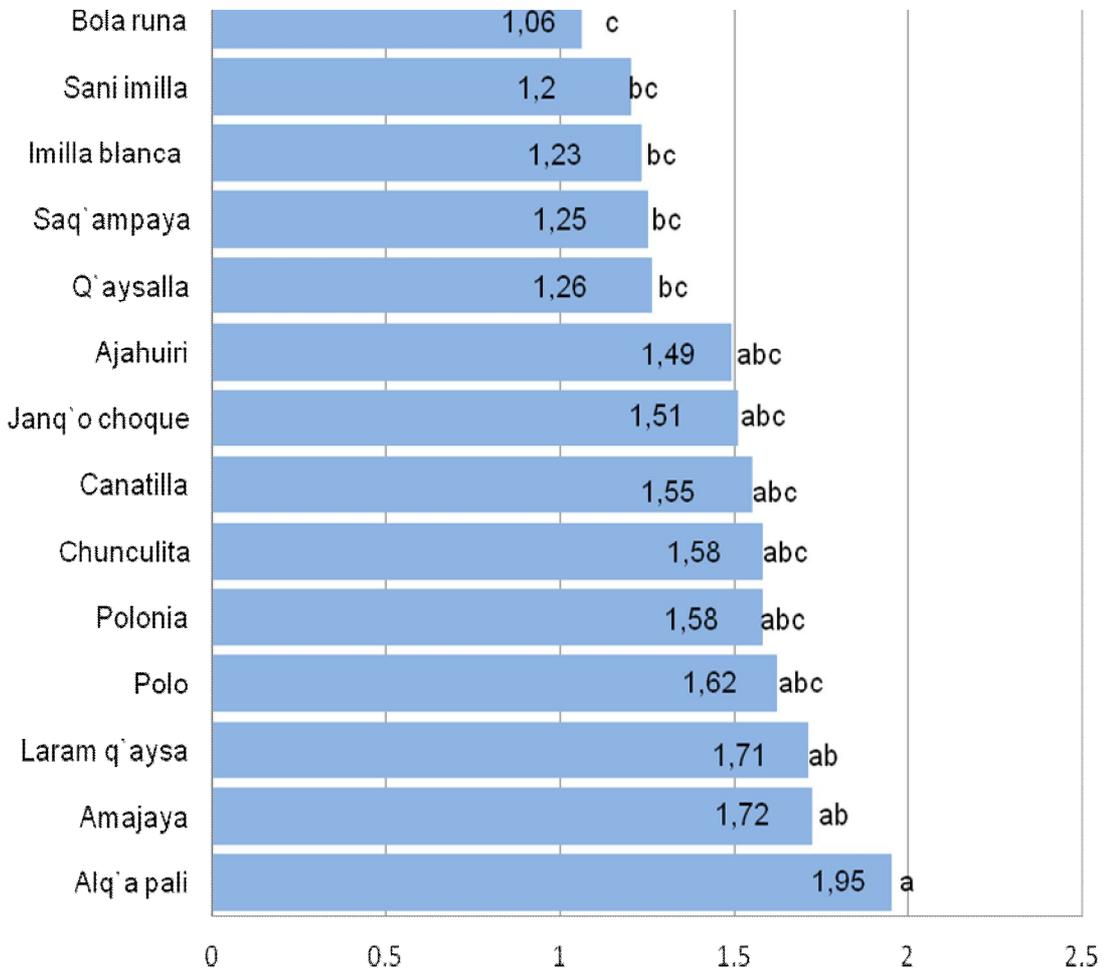


Fig. 13. Análisis mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable cobertura foliar.

Con respecto a las diferencias entre accesiones se pudo evidenciar que variedades como “Alq`a pali” (“Lekepek`e”), “Amajaya” y “Laram q`aysalla” presentaron mayores promedios de cobertura foliar que “Sani imilla” y “Bola runa” que presentaron la menor cobertura foliar (figura 13).

5.3.2. Número de tubérculos

A continuación se presenta el análisis de Duncan al 0,05 % para la variable “Número de tubérculos por planta”.

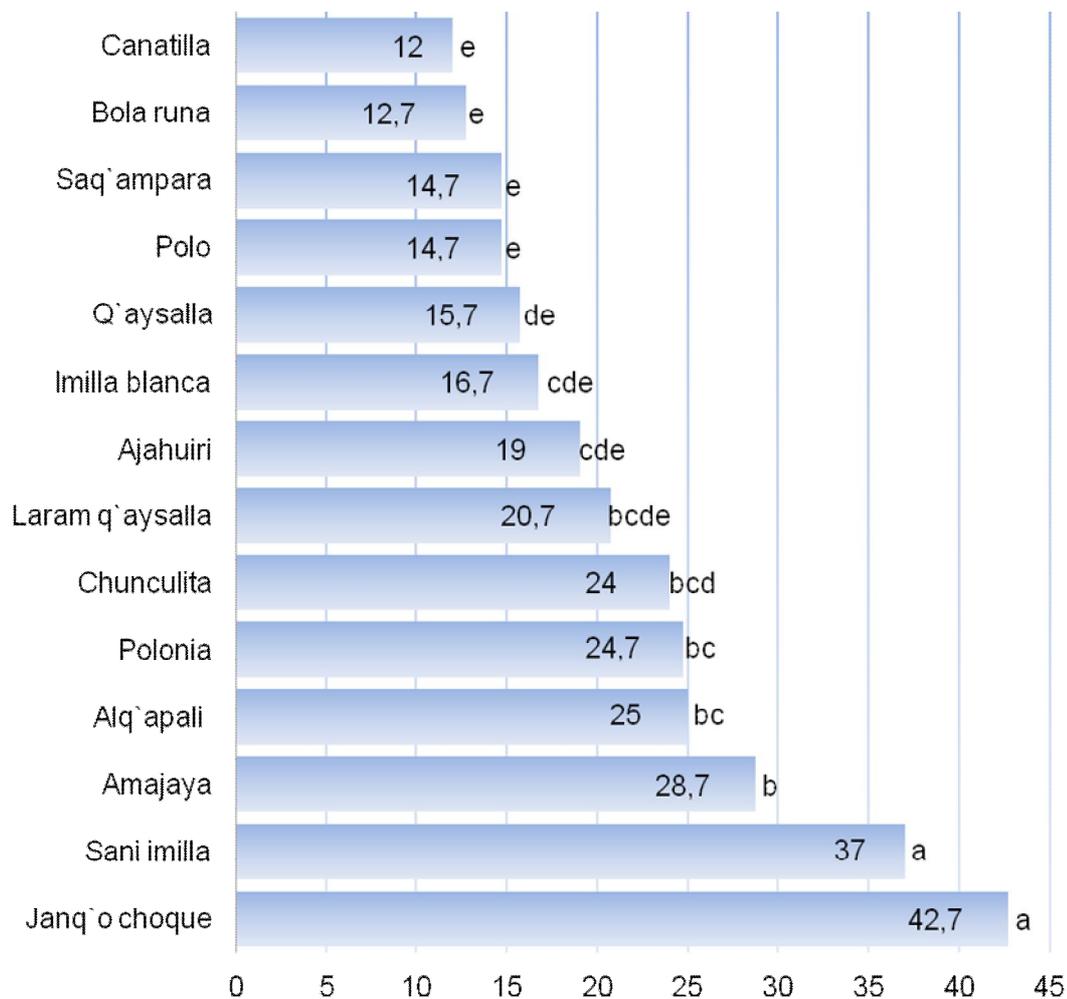


Fig. 14. Análisis de comparación de medias mediante la prueba de Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de tubérculos de papa nativa (*Solanum tuberosum*).

Se puede apreciar que las variedades de “Janq`o choque” y “Sani imilla” alcanzaron los mayores número de tubérculos entre 42,7 y 37, unidades respectivamente. Por otra parte las variedades de “Amajaya”, “Alq`apali”, “Polonia”, “Chunculita” y “Layam q`aysa” alcanzaron promedios intermedios entre 28,0 y 20,7 unidades. “Bola runa” y “Canatilla” produjeron la menor cantidad de tubérculos por planta (entre 12,0 y 14,7 unidades por planta).

Para la variable de número de tubérculos por planta, se encontró que las accesiones Canatilla y bola runa presentaron menor número de tubérculos (12 tubérculos/planta), por otro lado la accesión Saq'ampaya, Polo, Q'aysalla presentaron entre (14,7-16 tubérculos/planta), así mismo también se puede apreciar el mayor número que presentó el promedio para el Janq'o choque donde se observándose que el número de tubérculos por planta fluctúa alrededor de 42 tubérculos.

5.3.3. Peso de tubérculos por planta y rendimiento

Se muestra en la figura 15, análisis de varianza para el variable peso de tubérculos por planta en $.ha^{-1}$.

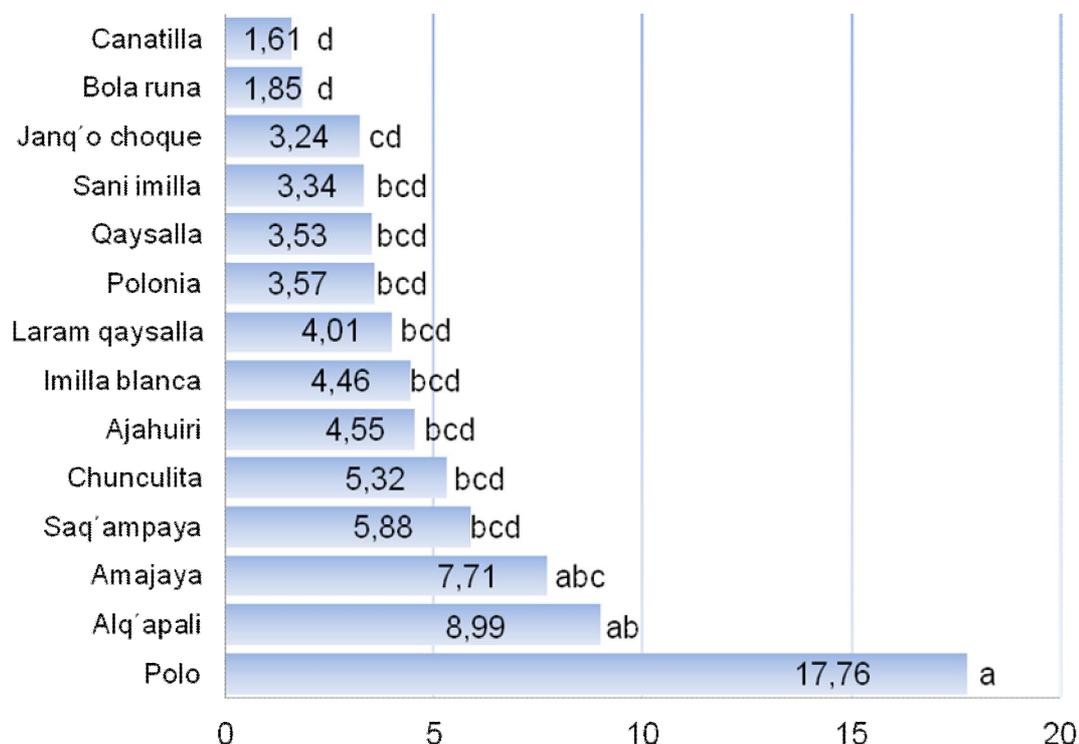


Fig. 15. Rendimiento de tubérculos $t.ha^{-1}$.

El rendimiento de tubérculos por planta se situó entre 17,76 y 7,71 $t.ha^{-1}$ lo cual guarda relación con los datos obtenidos por (Quispe, 2000), a los 135 días de la siembra. Los datos obtenidos para accesiones como "Polo" conciden con rendimientos obtenidos en papas nativas sometidas a fertilización foliar con Biol, conforme fue constatado por FONTAGRO (2008), en cuyos ensayos se obtuvo rendimientos de 16 $t.ha^{-1}$.

5.4. Correlación entre variables

5.4.1. Matriz de correlación

La matriz de correlación simple entre cada variable, cuantitativa se presenta en la tabla 6. Del total de coeficientes analizados, siete fueron significativos (marcados con uno o dos asteriscos, según sean significativos o altamente significativos). Se consideró como asociaciones lineales a aquellas que presentan coeficientes superiores a 0,20. El análisis de las correlaciones que se presenta a continuación es explicativo de asociaciones encontradas.

Por ejemplo, para la variable “Altura de planta” se obtuvo una alta correlación (0,872**) con la variable “Largo de ramas”, por el contrario no se detectó una relación entre esta variable y “Número de tubérculos”.

Tabla. 6. Matriz de correlación de 7 variables agronómicas, a factores de aprovechamiento de biofertilizantes en las accesiones de papa nativa. Dónde: AP. Altura de planta, NR. Número de ramas, LR. Largo de rama, CF. Cobertura Foliar, NF. Número de flores, NT. Número de tubérculos, REND. Rendimiento

Variables	AP	NR	LR	CF	NF	NT	REND
AP	1.0	0,408(**)	0,872(**)	0,665(**)	0,205	0,088	0,453(**)
NR		1.0	0,372(*)	0,240	-0,154	0,231	0,154
LR			1.0	0,732(**)	0,131	0,135	0,288
CF				1.0	0,011	0,257	0,319(*)
NF					1.0	-0,090	0,190
NT						1.0	0,169
REND							1.0

De manera similar, la variable “Largo de ramas” presenta una relación significativa con la “Cobertura foliar”, con un coeficiente $r = 0,73$, parámetro que fue influenciado positivamente por el Biol aplicado, conforme fue discutido en el acápite correspondiente.

Por otro lado, se observa que no se estableció una correlación significativa entre la “Cobertura foliar” y “Número de tubérculos”, sin embargo la relación con el “Rendimiento” alcanzó un $r = 0,319$.

5.4.2. Estadística descriptiva

El análisis descriptivo de las accesiones muestra una función de distribución normal (según los coeficientes de sesgo y curtosis). Los resultados obtenidos en el tabla 7 muestran un rendimiento de $3,59 \text{ t.ha}^{-1}$, con un mínimo de $1,0 \text{ t.ha}^{-1}$ y un máximo de $17,76 \text{ t.ha}^{-1}$ lo cual muestra la gran variabilidad genética entre las accesiones.

Tabla. 7. Estadística descriptivas sobre variables agro morfológicas del estudio caracterización de 14 accesiones de papa nativa

	AP	NR	LR	CF	NF	NT	REND
Promedio	29,090	8,762	31,981	27,348	11,905	22,000	3597,8
Media	27,635	8,000	32,165	27,830	12,000	18,500	3167,7
Desviación Estand.	7,3692	2,5067	6,1007	3,2504	1,5111	9,7079	1802,206
Sesgo	1,076	1,045	0,479	-0,003	0,080	1,281	1,346
Curtosis	2,033	0,727	0,599	0,480	0,650	1,160	1.970
Mínima	15,3	5,0	18,1	20,2	8,0	11,0	1003
Máxima	53,5	16,0	47,7	36,0	16,0	50,0	17767,760

Dónde: **AP** (Altura de planta) **NR** (Número de ramas) **LR** (Largo de ramas) **CF** (Cobertura foliar)
NF (Número de flores) **NT** (Número de tubérculos) **REND** (Rendimiento)

5.5. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se formulan las siguientes conclusiones:

- La aplicación de Biol como fertilizante foliar sobre 14 accesiones de papa nativa no originó un incremento en el rendimiento de tubérculos, pero sin embargo hubo en efecto positivo en el desarrollo de la cobertura foliar.
- Se obtuvieron rendimientos elevados para algunas accesiones como “Polo”, alcanzando un rendimiento de $17,76 \text{ t.ha}^{-1}$ seguido por “Alq’apali” con $8,99 \text{ t.ha}^{-1}$. Las accesiones con menores rendimientos bajo las condiciones de estudio fueron “Bola runa” con $1,85 \text{ t.ha}^{-1}$ y “Canatilla” $1,61 \text{ t.ha}^{-1}$.
- Las accesiones “Polonia”, “Amajaya”, “Saq’ampaya”, “Ajahuri”, “Polo” y “Janq’o choque” alcanzaron los mayores promedios respecto al número de ramas fluctuando entre 9,3 y 12,7 cm. La accesión “Q`aysalla” presentó el menor número de ramas con 6,3 unidades. Con respecto al “Largo de Ramas” la accesión Amajaya” alcanzó 63,9 cm y el menor desarrollo presento “Bola Runa” con 25,9 cm.

5.6. Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos en la investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda, tomar en cuenta las accesiones estudiadas y brindarles mayor cuidado en el manejo y conservación de este germoplasma, por lo que son la base para la obtención de nuevas variedades aptas para el cultivo en la zona o para la obtención de nuevas variedades de semillas
- Se deben profundizar los estudios sobre aplicación de Biol, enfatizando sobre la frecuencia de las aplicaciones foliares a fin de obtener resultados positivos en cuanto al rendimiento de tubérculos.
- Incluir en la elaboración del Biol, conjuntamente con excretas bovinas, otros elementos activadores y fertilizantes de origen natural, para elevar la concentración de elementos como el calcio, magnesio, potasio y fósforo, con el fin de mejorar su efectividad.
- Empezar estudios sobre los efectos del Biol, relacionados con la presencia de hormonas, enzimas, controlador de plagas y fitosupresor destinado a obtener mejores rendimientos de papa.
- Repetir la experiencia de la presente investigación en otras condiciones edafoclimáticas y de manejo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANDRE**, 2010. El sector papa en la región andina Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Edit. Perú. Lima Perú. P. 45
- ANTEZANA, M.** 2001. Determinación del rendimiento potencial de cultivares priorizados de papa (*Solanum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*), Toralapa y Candelaria. Departamento – Cochabamba, Tesis Ing^o Facultad Ciencias Agrícolas y Pecuarias (FCAyP) Universidad Mayor de San Simón, (UMSS) Cochabamba-Bolivia. P. 23.
- AOPEB**, 2007. Sistematizando nuestras experiencias de campesino a campesino “Construyendo una Bolivia ecológica”, edit. Bolivia. La Paz – Bolivia. P.11 -20.
- APARCANA, S.** 2008. Estudio sobre el Valor fertilizante de los productos del proceso “Fermentación anaeróbica” para producción de biogás. Lima Perú. P 4
- BARRERA, S. FIELD, J. SIERRA, R.** 2004. Fundamentos del tratamiento anaeróbico. En: Seminario sobre tecnología de tratamiento anaerobio de residuos orgánicos. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de los Andes. Disponible en www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol.pdf. Consultado el 10 de diciembre de 2011.
- BIOCON**, 2001. Proyecto Choco Biol, Manual de Agricultura Orgánica Guayaquil, Ecuador. P. 1-5.
- BOJANIC, A.** 2000. Política de investigación y transparencia de tecnología Bolivia. P. 27.
- BONIERBALE, M. W. AMOROS, R. GOMEZ, T. BERNET.** 2003. Value-Added Options for Native Potato Diversity. 87th Annual Meeting of the Potato Association of America. Spokane WS. USA. Aug.2003
- CAHUANA, R.** 2002. Gestión del espacio agrícola en las comunidades campesinas de Puno. En: Sepia IX. Perú: el problema agrícola en debate. Puno, Perú.1^a ed. Puno, Perú, CIMA. P. 210
- CAHUANA, R. y ARCOS, J.** 2002. Variedades de papas más importantes en Puno. Programa Inter-institucional Waru Waru. Puno. Perú.
- CHARÁ J.D. Y PEDRAZA, G.** 2002. Instalación y mantenimiento de biodigestores plásticos. p. 26-35. En: Chará, J.D. (ed.). Biodigestores plásticos de flujo continuo, investigación y transferencia en países tropicales. CIPAV, Cali, Colombia. P 277.

- CIN-VIACHA SENAMHI, 2007.** Centro de Investigación Nuclear - Ministerio de Aeronáutica. Servicio nacional de Meteorología e hidrológica. (2001- 2008) Viacha, La Paz- Bolivia.
- CIP.** 2008. Centro Internacional de la Papa (CIP) ° Av. La Molina 1895 - Apartado 1558, Lima 12, Perú cip@cgiar.org (En línea). Disponible en www.cipotato.org consultado 05 de dic. 2010.
- CORTEZ, HURTADO,** 2002. Alcances de la investigación en tres tubérculos andinos, oca, olluco, mashua. En: Avances de la Investigación en Tubérculos Andinos, (INIA), Instituto Nacional Investigación Agrícola. Lima.
- CRUZ,** 2002. Horneado Comercialización y Consumo de los Rizomas de *Canna edulis*. En: Manual de Capacitación. Fac.14. CIP, Lima Perú.
- DEVAUX,** 2010. El sector papa en la región andina Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Ed. Lima Perú. P 35.
- ESTRADA, R.** 2000. La Biodiversidad en el Mejoramiento Genético de la papa. Bill Hardy, Emma Martínez (eds.) La Paz, Bolivia. P. 372
- FAO.** 2009. Reciclaje de materias orgánicas y biogás: una experiencia en China FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. P. 408. (En línea). <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2001995244159/index.html.hpt/fao> Consultado 02 de julio de 2010. Disponible:
- FAOSTAT.** 2009. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#>. Disponible en la página. Consultado 12 de enero de 2012.
- FERREIRA, L. A. LUCAS, J. R. AMARAL, L.** 2003. Partial characterization of the polluting load of swine wastewater treated with an integrated biodigestión system. P. 90.
- FISHER, D. S. BURNS, J. C. AND, POND, K. R.** 1989. Kinetics of in vitro cell-wall disappearance and in vivo digestion. *Agronomy Journal* 18:25. Disponible en la página <http://Agronomy Journal>. Consultado 12 de enero de 2012.
- FONTAGRO.** 2008. En Centroamérica y países Andinos FONTAGRO financia Proyectos sobre papa "AGRO-NOTICIAS" año 4. P. 53.
- GARCÍA, W. PATIÑO, F. ALMANZA, J. GONZÁLES, R.** 2003. Carpeta socioeconómica del Municipio de Colomi. Tesis Ingº. Agr., Facultad. Agronomía UMSS, Cochabamba Bolivia. P. 128.

- GOMEZ, A.** 2000. Agricultura Orgánica. Una alternativa posible "Programa Agroecológica" ed. CEUTA. Disponible en agroeco@ceuta.org.uy. Consultado 10 diciembre de 2011.
- HERRERA, A.** 2010. Suelos con énfasis del Altiplano. 1ra edición. Junio 2010. Impreso en Perú- printed in Perú.
- HIJMANS, R.** 2007. The effect of climate change on global potato production. Amer. J. Potato Res. 80: 271-280.
- HIJMANS, R. SPOONER, A. R. SALAS, L. GUARINO, J. DE LA CRUZ.** 2002. Atlas of wild potatoes. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Genepools. N° 10. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Rome (Italy). P. 130.
- HUAMÁN, Z. AND D.M. SPOONER.** 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potato (*Solanum* sect. *Petota*). Amer. J. Bot. 89:947-965.
- HUAMAN, Z. ORTIZ, D. ZHANG, F. RODRÍGUEZ.** 2003. Isozyme analysis of entire and core collections os *Solanum tuberosum*. Andigena potato cultivars. Crop Sci. P. 276.
- HUAMÁN, Z. ORTIZ, R. GOMEZ.** 2000a. Selecting a *Solanum tuberosum* subsp. andigena core collection using morphological, geographical, disease and pest descriptors. Am. J. Potato Res. P. 183-190.
- HUAMÁN, Z., R. ORTIZ, R. GOMEZ,** 2000b. Selecting a *Solanum tuberosum* subsp. andigena core collection using morphological, geographical, disease and pest descriptors. Am. J. Potato Res. 77(3): P. 183-190.
- JAIRO, A. CIRO, H. SÁNCHEZ, H.** 2007. Evaluación De Un Sistema De Biodigestión En Serie Para Clima Frío. Revista. Facultad Nacional. Agronomía. Medellín. N° 2. P. 41
- MAGDER,** 1998. MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y DESARROLLO RURAL. Introducción a la nutrición de las plantas; Proyecto del FAO fertilidad de suelos. Bolivia. P. 4-6.
- MAZA, B. TAPIA, M. FRIES, A. ROSELL. C.** 2007. Diversidad De Tubérculos Andinos en el Ecuador. Herbario "Reinaldo Espinosa" Loja. Quito, Ecuador. Disponible en: (en línea) <http://www.funbotanica.org/10tubers.html>. 12 de enero de 2012.
- MENDOZA, H.** 2007. En: Mejoramiento genéticos de la papa en los países del cono sur. 1ra. Ed. Lima Perú. CIP-INTA-PROCIPA. P. 309.

- MUJICA, A.** 2007. Potencialidades productivas y económicas de la diversidad de cultivos andinos alimenticios en las regiones montañosas. En: Resúmenes II Foro Latinoamericano de Montañas. Universidad Nacional de Jujuy, Foro Permanente de Montañas 11- 12 de septiembre. Jujuy, Argentina. P. 12.
- NAVARRO, G. MALDONADO, M.** 2002. Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. P. 719.
- NAVARRO, G. Y FERREIRA, W.** 2007. Proyecto: Aplicación Del Formato Estándar De Clasificación De Ecosistemas Terrestres A 3 Modelos De Clasificación De Vegetación En Bolivia. Ediciones ETN. La Paz – Bolivia. P. 5.
- OFIAGRO.** 2008. Consultoría en temas de Comercio Exterior, Economía Agraria Fortalecimiento y Diagnóstico de la Situación Actual de la Cadena Agroalimentaria de la Papa en el contexto Internacional y Regional. Lima Perú. P. 45 - 46.
- PARDAVE, C.** 2004. Cultivo y comercialización del cultivo de papa. Perú. Palomino. P. 133.
- PATIÑO, J. ROJAS, F.** 2000. Rendimiento Potencial de papa nativas (*Solanum tuberosum* ssp. Andigena y *stenotomum*), papalisa (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*), en la localidad de Candelaria. Prov. Chapare – Cochabamba, Tesis Ingº FCA y P-UMSS, Cochabamba-Bolivia. P. 34.
- PENNA, J.** 1991. Study of the methodology of specific methanogenic activity determination. In: Sixth International Symposium on Anaerobic Digestion. Sao Paulo, Brasil.
- PIEDRAHITA, D.** 2000. Elementos para una tecnología sobre producción de biogás. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. P. 137.
- PLAZA, C; NOGALES, R; SENESI, N; BENÍTEZ, E; POLO A.** 2008. Organic matter humification by vermicomposting of cattle manure alone and mixed with two-phase olive pomace Bioresource Technology, 99, 5085-5089
- QUISPE, M.** 2000. Caracterización preliminar del banco germoplasma de papas nativas del altiplano norte en la estación experimental de Belén. Tesis Ingº Agr. UMSA. (Universidad Mayor de San Andrés) Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. P. 123.
- RAAA.** 1999. Manejo Ecológico de Suelos: Conceptos, Experiencias y Técnicas. Ed. Luis Gomero O. Héctor Velásquez. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. RAAA. Lima Perú. P. 228.

- RODRÍGUEZ, W.** 2003. Datos climáticos. Informe: Resumen del período 1996 a 2006 (documento electrónico). Estación Meteorológica, Universidad EARTH, CR.
- SALAS, A.R., D.M. SPOONER, Z. HUAMÁN, R.V.T. MAITA, R. HOEKSTRA, K. SCHULER, R. HIJMANS, J.** 2001. Taxonomy and new collections of wild potato species in central and southern Perú. *Am. J. of Potato Res.* 78(3): 197-208.
- SPOONER, D. HIJMANS.** 2003. Expedición para la colección de especies silvestres de papa. Informe de viaje de recolección. CIP. Lima.
- TAPIA, E. FRIES, A. MAZAR, I.** 2007. Guía De Campo De Los Cultivos Andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. FAO Roma. 2007. ANAPE, 2007 Lima. Impreso en el Perú. P. 24.
- TORRES, F.** 2002. Tecnología y diversidad de papas en trópicos cálidos. CEPESER, INRENA, Piura, Perú.
- UGARTE, M. CADIMA, X., NAVARRO, G. MALDONADO, M.** 2002. Compendio de exposiciones. In IV. Reunión Nacional de la papa. IBTA PROINPA. UPS/SEPA. PROSEMPA. Cochabamba – Bolivia. P. 155.
- ZAGAS, T. GANATSAS, P. TSITSONI, T. HATZISTATHIS, A.** 2000. Influence of sewage sludge application on survival and early growth of forest species. En protection and restoration of the environment. Thassos, Greece. P. 583.
- ZEBALLOS, H.** 1997. Aspectos Económicos de la Producción de Papa en Bolivia. CIP. Lima, Perú. P. 54 - 59.

ANEXOS

Anexo 1

1. Accesión N° 39 Polo
2. Accesión N° 74 Canatilla
3. Accesión N° 62 Saq'anpaya
4. Accesión N° 76 Amajaya
5. Accesión N° 46 Alq'a pali (Leke pek'e)
6. Accesión N° 77 Sani imilla.
7. Accesión N° 69 Janq`o Choque pitu
8. Accesión N° 71 Imilla blanca (Janqo imilla, Yuraj imilla).
9. Accesión N° 43 Polónia
10. Accesión N° 92 Bola runa
11. Accesión N° 85 Q'aysalla
12. Accesión N° 80 Laram q'aysalla
13. Accesión N° 47 Chunculita (Surimana)
14. Accesión N° 50 Ajahuri.

1. ACCESIÓN Nº 39

POLO



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Lila con morado
- **FORMA DE LA FLOR:** Semi-estrellada.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Medianamente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo-con ojos superficiales.
- **COLOR DE LA PIEL:** Amarillo con ojos de color rosado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Crema.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir.
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum stenotomum*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Decumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 6 a 8 a 17 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes, Chayanta, Bustillo, Saavedra y Tomas Frias.
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Oruro:** Cercado y Tomas Barrón.
- **Rango de Adaptación:** 3400 a 3900 msnm

2. ACCESION Nº 74

CANATILLA



DESCRIPCION MORFOLOGICA-

- **COLOR DE LA FLOR:** Blanco
- **FORMA DE LA FLOR:** Semiestrellada.
- **GRADO DE FLORACION:** Moderado.
- **COLOR DEL TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE LA HOJA:** Débilmente Disecada.
- **FORMA DEL TUBERCULO:** Oblongo Tuberosazo Con Ojo Muy Profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Rojas Con Área De Color Amarillo.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarrillo

CALIDAD DEL TUBERCULO

- **CALIDAD DE CULINARIAS:** Bueno Para Hervir.
- **GLICOCALOIDES:** Bajo Contenido (No Amargo).
- **ESPECIE:** *Solanacea Stenotomum*

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.

- **HABITO DE CRECIMIENTO:** Decumbente.
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** de 1,6 a 8 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 7 meses.

ZONA DE PRODUCCIÓN.

- **Cochabamba:** Chapare (Coloni- Candelaria), y Tapacari.
- **La Paz:** Omasuyo, Manco Kápac y Bautista Saavedra Los Andes.
- **Rango De Adaptación:** 3300 a 3900 msnm

3. ACCESION Nº 62

SAQ'ANPAYA



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Blanco.
- **FORMA DE LA FLOR:** Rotácea.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Moderado.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Alargado y falcado como herraduras, con ojos superficiales.
- **COLOR DE LA PIEL:** amarilla con algunas pigmentaciones de moradas.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarillo Claro.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir.
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum stenotomum ssp. andigena*.

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** decumbente.
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 5,8 a 8 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3000 a 3800 msnm

4. ACCESION Nº 76

AMAJAYA



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Lila con violeta y con acumen blanco en el envés.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde con poca pigmentacion.
- **DISECCION DE HOJA:** Medianamente disecada débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo redondeado con ojos profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** negro-morado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Crema con anillos vascular de violeta morado.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, freir .
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Descumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 7,7 a 15 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Tarija:** Méndez
- **Potosí:** Alfonso de Ibañes, Chayanta, bustillos.
- **Cochabamba:** Tiraque.
- **La Paz:** Aroma; Inqavi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3200 a 4000 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequía

5. ACCESION Nº 46

ALQ'A PALI (Leke Pek'e)



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Azul.
- **FORMA DE LA FLOR:** Rotácea.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Escaso
- **COLOR DE TALLO:** Pigmentado con abundante verde.
- **DISECCION DE HOJA:** débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo aplanado con ojos medianamente profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Morado con áreas de color blanco-crema alrededor de los ojos.
- **COLOR DE LA PULPA:** Crema.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir y para freír en bastones.
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Decumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 8,9 a 10 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Chayanta, Linares, Bustillos, Saavedra y Tomas Frías.
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Oruro:** Cercado.
- **Rango de Adaptación:** 3500 a 4000 msnm

6. ACCESION Nº 77

SANI IMILLA.



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Azul con bandas moradas en el envés.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Escaso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** redondo con ojos profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Marrón con puntos dispersos en superficie de tubérculo.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarillo crema.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir.
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Descumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 3,3 10 a 15 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Tarija:** Méndez
- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **Cochabamba:** Tiraque, Punata.
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3200 a 3800 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequia

7. ACCESION Nº 69

JANQ`O CHOQUE PITU



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Morado.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal
- **GRADO DE LA FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo aplanado con ojos medianamente profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Blanco con morado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Blanco.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, freír.
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum curtilobum*.

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Descumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 10 a 15 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **Cochabamba:** Punata, Arani, y Capinota
- **La Paz:** Ingavi, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3500 a 4000 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequia hasta los (-4º C)

8. ACCESION Nº 71

IMILLA BLANCA (Janqo Imilla, Yuraj Imilla).



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Blanca.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Escaso
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo redondeado con ojos superficiales.
- **COLOR DE LA PIEL:** Amarillo con jaspes rosados en la inserción del estolon.
- **COLOR DE LA PULPA:** Crema.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, freír en bastones y para pure
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Semi-erecto.
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 10 a 12 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **Cochabamba:** Tiraque, Punata, Arani, Cliza y Capinota
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 2600 a 3800 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequía

9. ACCESION Nº 43

POLÔNIA



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Lila con rojo morado.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Escaso
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo ojos profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Rojo morado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarillo.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, para pure, chuño
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Descumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 8 a 10 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **Cochabamba:** Tiraque, Punata y Capinota
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3000 a 3800 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequia

10. ACCESION Nº 92

BOLA RUNA



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Lila con violeta y con acumen blanco en el envés.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo redondeado con ojos superficiales.
- **COLOR DE LA PIEL:** Amarillo con puntos de color rojo-morado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarillo claro.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, freír en bastones y para pure
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Descumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 10 a 15 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Tarija:** Méndez
- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **Cochabamba:** Tiraque, Punata, Arani, Cliza y Capinota
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3200 a 3800 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequia

11. ACCESION Nº 85

Q'AYSALLA



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Lila con violeta y con acumen blanco en el envés.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Oblongo redondeado con ojos superficiales.
- **COLOR DE LA PIEL:** Amarillo con puntos de color rojo-morado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarillo claro.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, freir en bastones y para pure
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum tuberosum ssp andigena*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Descumbente
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 10 a 15 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **Cochabamba:** Tiraque, Punata, Arani, Cliza y Capinota
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3200 a 3800 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequia

12. ACCESION Nº 80

LARAM Q'AYSALLA



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Azul Morado.
- **FORMA DE LA FLOR:** Pentagonal.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DE TALLO:** Verde con pigmentación azul morado.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Abovado clavado con ojos superficiales.
- **COLOR DE LA PIEL:** Morado con blanco crema alrededor de los ojos.
- **COLOR DE LA PULPA:** Blanco crema.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir, freír en bastones y para puré
- **GLICOALCALOIDES:** Amargo excelente para ser consumida como chuño.
- **ESPECIE:** *Solanum x juzepczukii*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Semiarrosetado
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 10 a 15 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Cochabamba:** Tiraque, Capinota
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Ingavi, , Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3500 a 4000 msnm

REACCIONES A FACTORES ABIOTICOS.

- Tolerante a sequía y a helada hasta (-4°C)

13. ACCESION Nº 47

CHUNCULITA (Surimana)



DESCRIPCION MORFOLOGICA

- **COLOR DE LA FLOR:** Morado.
- **FORMA DE LA FLOR:** Rotácea.
- **GRADO DE LA FLORACION:** Moderado.
- **COLOR DE TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE HOJA:** Débilmente disectada.
- **FORMA DE TUBERCULO:** Alargado clavado con ojos profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Megro con áreas de color morado en los ojos.
- **COLOR DE LA PULPA:** Amarillo intenso.

CALIDAD DE TUBERCULO.

- **CALIDAD CULINARIA:** Buena para hervir.
- **GLICOALCALOIDES:** Bajo contenido (no amargo).
- **ESPECIE:** *Solanum stenotomum*

CARACTERES AGRONOMICOS.

- **HÁBITO DE CRECIMIENTO:** Semi-erecto
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** De 6 a 8 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO:** De 4 a 6 meses

ZONAS DE PRODUCCIÓN:

- **Potosí:** Alfonso de Ibañes.
- **La Paz:** Manco Kapac, Camacho, Aroma; Loayza, Inquisivi, Los Andes y Omasuyos.
- **Rango de Adaptación:** 3300 a 3900 msnm

14. ACCESION Nº 50

AJAHUIRI.



DESCRIPCION MORFOLOGICA-

- **COLOR DE LA FLOR:** Violeta
- **FORMA DE LA FLOR:** Semiestrellada.
- **GRADO DE FLORACION:** Profuso.
- **COLOR DEL TALLO:** Verde.
- **DISECCION DE LA HOJA:** Apenas disecada.
- **FORMA DEL TUBERCULO:** Elíptico concertinado con ojos profundos.
- **COLOR DE LA PIEL:** Negro con algunas áreas de color morado.
- **COLOR DE LA PULPA:** Crema

CALIDAD DEL TUBERCULO

- **CALIDAD DE CALORIAS:** Bueno Para Hervir y para chuño.
- **GLICOCALOIDES:** bajo Contenido (No Amargo).
- **ESPECIE:** *Solanacea x ajanhuiri*.

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS.

- **HABITO DE CRECIMIENTO:** Semi-arrosetado.
- **CICLO VEGETATIVO:** Tardío (150 a 180 días).
- **RENDIMIENTO:** de 5 a 8 t.ha⁻¹.
- **ALMACENAMIENTO;** De 5 a 7 meses.

ZONA DE PRODUCCIÓN.

- **Cochabamba:** Ayopaya y Quillacollo.
- **La Paz:** Los Andes, Aroma e Ingavi
- **Oruro:** Tomás Barrón y Cercado.
- **Potosí:** Chayanta.
- **Chuquisaca:** Oropeza.
- **Rango De Adaptación:** 3500 a 4000 msnm

REACCION A FACTORES ABIOTICOS.

Tolerantes a heladas (-4°C).

Anexo 2

1. Tabla de doble entrada para colores de las flores de papa
2. Tabla de colores de la piel del tubérculo de papa.

Tabla de doble entrada para colores de las flores de papa

	Intensity - Intensidad		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Tabla de colores de la piel del tubérculo de papa.

	Intensity - Intensidad		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Anexo 3

1. Planilla de Registros de producción de papa
2. Datos de la evaluación.

Datos de la evaluación.

ID	Nivel Biol	Acces	AP	NR	LR	CF	NF	NT	REND
1	1	39	53,5	13,0	36,8	30,0	14,0	15,0	888,2
2	1	74	24,8	6,0	27,6	27,1	12,0	12,0	117,0
3	1	62	27,3	12,0	28,3	24,8	10,0	15,0	402,0
4	1	76	39,2	14,0	44,0	33,0	11,0	29,0	576,5
5	1	46	45,5	8,0	47,7	36,0	13,0	25,0	635,4
6	1	77	20,2	10,0	23,2	22,8	14,0	37,0	259,3
7	1	69	18,2	9,0	22,0	24,0	8,0	43,0	274,8
8	1	71	27,2	7,0	30,8	24,7	10,0	17,0	281,2
9	1	43	38,5	14,0	42,0	31,5	10,0	25,0	286,8
10	1	92	22,7	7,0	27,0	21,0	12,0	13,0	148,5
11	1	85	25,0	5,0	28,2	24,7	11,0	16,0	225,8
12	1	80	22,0	6,0	27,3	31,3	12,0	21,0	248,1
13	1	47	25,2	9,0	33,0	31,8	10,0	24,0	421,0
14	1	50	27,2	9,0	32,0	29,3	12,0	19,0	292,8
15	2	74	32,8	8,0	29,0	29,0	10,0	12,0	181,0
16	2	62	28,0	10,0	33,3	23,7	10,0	14,0	409,5
17	2	39	37,8	8,0	41,3	28,2	16,0	12,0	247,7
18	2	85	27,8	7,0	32,3	26,3	12,0	14,0	246,3
19	2	43	32,8	16,0	36,5	25,5	11,0	18,0	159,8
20	2	50	29,3	11,0	32,3	28,0	14,0	21,0	366,7
21	2	77	20,6	7,0	24,3	21,2	14,0	24,0	618,2
22	2	76	31,7	12,0	33,0	27,8	12,0	30,0	362,0
23	2	47	23,7	9,0	28,2	26,1	12,0	27,0	100,3
24	2	69	37,0	12,0	40,7	30,3	12,0	46,0	418,2
25	2	71	27,7	7,0	32,0	23,8	10,0	17,0	301,3
26	2	80	26,3	9,0	32,7	29,6	12,0	25,0	320,2
27	2	46	40,8	6,0	43,8	29,8	13,0	20,0	349,7
28	2	92	27,6	8,0	32,5	28,3	11,0	14,0	203,1
29	3	47	21,2	7,0	25,7	27,3	11,0	21,0	463,7
30	3	74	29,5	7,0	32,8	28,0	12,0	12,0	200,8
31	3	69	31,3	7,0	32,8	28,7	13,0	39,0	429,4
32	3	76	30,5	10,0	33,8	28,0	11,0	27,0	577,0
33	3	50	25,5	9,0	29,3	25,5	14,0	17,0	370,1
34	3	77	32,0	9,0	33,8	30,0	12,0	50,0	343,0
35	3	39	27,0	7,0	28,7	27,8	12,0	17,0	888,2
36	3	92	15,3	6,0	18,1	20,2	13,0	11,0	229,8
37	3	85	24,6	7,0	28,2	25,0	13,0	17,0	269,7
38	3	80	22,8	9,0	26,7	27,5	12,0	16,0	313,4
39	3	43	31,5	8,0	31,0	28,3	11,0	31,0	331,1
40	3	62	26,3	10,0	30,2	27,2	12,0	15,0	378,5
41	3	71	28,8	7,0	34,0	26,5	13,0	16,0	313,0
42	3	46	35,0	6,0	36,2	28,8	13,0	30,0	662,0

Anexo 4

1. Excremento fresco recolectado
2. Preparado de Biol con las dosis mencionado
3. Biodigestion anaerovica de biol
4. Días de aplicación de Biol
5. Labores culturales (aporcado)
6. Inicio floración
7. Fase de floración de papa

Fotografías de la fase pre – experimental.



Excremento fresco recolectado



Preparado de Biol con las dosis mencionado



Biodigestion anaerovica de biol



Días de aplicación de biol.



Labores culturales (aporcado)



Inicio floración



Fase de floración de papa

Anexo 5

Análisis de abono líquido

**LABORATORIO CENTRO AGRICOLA TROPICAL
SANTA CRUZ – BOLIVIA
ANALISIS DE ABONO LÍQUIDO**

FECHA 12/16/08		DEPARTAMENTO SANTA CRUZ		FECHA DE MUESTREO	39732
Remite	Pastor Condori M	Provincia	Los Andes	Cultivo o uso anterior	
Dirección	La Paz	Procedencia	La Paz	Cultivo muestreado	
Teléfono	73515847	N. De propiedad	UPEA	Parte muestreado	
Proyecto	Tesis	Dir. Propiedad	Kallutaca	Época fisiológica	
Latitud Sur. Longitud O	68° 19' 49. 16° 26' 19	Lugar de muestreo	Kallutaca	Otra información	

% SOBRE MATERIA SECA

Nº Lab. I	IDENTIFICACION	N	P	Na	K	Ca	Mg	S	M.O.
2645	Abono Líquido	0,34	0,04	0,04	0,22	0,06	0,02	—	—

PPM SOBRE MATERIA SECA

Nº Lab. I	IDENTIFICACION	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	Al	B	M.O.
2645	Abono Líquido	132	12	1	6	—	—	—	




Ing. Carlos Herrera Morón
RESPONSABLE LABORATORIO
CIAT