



Producción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L. Spp. *Andigena*) bajo dos formas de preparación del terreno (labranza convencional y siembra directa) en la localidad de Ancocala provincia Los Andes

Production of three varieties of potato (*Solanum tuberosum* L. Spp. *Andigena*) under two forms of land preparation (conventional tillage and direct sowing) in the town of Ancocala province Los Andes

Freddy Cori Sirpa, Roberto Miranda Casas; Hugo Bosque Sanchez; Rene Calatayud; Rene Terán; Eduardo Huayta

RESUMEN:

Se evaluó el efecto que tiene la preparación del terreno en la producción final tres variedades de papa en el rendimiento de papa en el año agrícola 2014, los métodos empleados fueron dos (2) la primera fue la labranza convencional con ayuda de un tractor (John Deere) se realizó (roturado del suelo, mullido, surcado,) y el segundo método fue la de siembra directa donde en una parcela en descanso se realizó el surcado directo con ayuda del arado de palo (yunta). Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBA) con arreglo de 2 factores para evaluar con mejor precisión los niveles de los factores. Se estudió el comportamiento de la humedad, como también el comportamiento agronómico del cultivo de papa en el suelo. Apreciando los resultados obtenidos llegamos a la conclusión de que el método de labranza convencional en combinación con la variedad "Phala" obtuvo mejores resultados registrándose un rendimiento total de **37,57 tn/ha**, seguido de la variedad "Huaycha", con un rendimiento total de **36,03 tn/ha**. En comparación con el método de siembra directa que su mayor rendimiento alcanzado fue de **34,86 tn/ha** con la variedad "Sani", y el menor rendimiento fue de la variedad "Huaycha" con un valor de **33,70 tn/ha**. Resultando la variedad "Phala" ser una de las mejores variedades en rendimiento y obtención de mayores tamaños de tubérculos del tipo I en combinación con el método de labranza convencional.

PALABRAS CLAVES:

Labranza convencional, Siembra directa, *Solanum tuberosum* L.

ABSTRACT:

The effect of the preparation of the land in the final production three potato varieties on the yield of potatoes in the agricultural year 2014 was evaluated, the methods used were two (2) the first was conventional tillage with the help of a tractor (John Deere) was carried out (clearing the soil, soft, furrowed), and the second method was direct sowing, where in a resting plot the direct furrow was made with the help of the plow (yunta). In order to carry out the present research work, the completely randomized block design (DBA) was used with a 2-factor arrangement to evaluate factor levels with better precision. The behavior of the humidity was studied, as well as the agronomic behavior of the potato crop in the soil. Appreciating the results obtained, we conclude that the conventional tillage method in combination with the "Phala" variety obtained better results with a total yield of 37.57 tn / ha, followed by the "Huaycha" variety, with a total yield of 36.03 tn / ha. In comparison with the direct sowing method, its highest yield was 34.86 tn / ha with the "Sani" variety, and the lowest yield was of the "Huaycha" variety with a value of 33.70 tn / ha. Resulting the variety "Phala" being one of the best varieties in yield and obtaining larger sizes of type I tubers in combination with the conventional tillage method.

KEY WORDS:

Conventional tillage, Direct sowing, *Solanum tuberosum* L.

AUTORES:

Freddy Cori Sirpa: Facultad de Agronomía. iv_frdi02@hotmail.com
Roberto Miranda Casas, Hugo Bosque Sanchez, Rene Calatayud, Rene Terán, Eduardo Huayta: Docentes, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

Recibido: 15/02/2018. Aprobado: 15/03/2018.

INTRODUCCION

(MDRyT, 2012), menciona que la papa es el tubérculo más importante como fuente de alimentación mundial. Ocupa el cuarto lugar en el mundo entre los principales cultivos alimenticios, ubicándose después del trigo, arroz y maíz. En Bolivia ocupa el segundo lugar en importancia, constituyéndose en el cultivo de alimentación

primordial, por ser uno de los centros de origen de este tubérculo, donde existen diversas especies y variedades de papa. La mayoría maneja variedades nativas adaptadas al "elevado riesgo climático" de las zonas de producción.

Estos bajos rendimientos en esta región, pueden ser atribuidos a diversas razones tales como la presencia de heladas, granizo, sequías, calidad de la semilla, baja fertilidad de los suelos, etc. Aparte de los factores

mencionados, también influyen en la baja producción el método de roturado en el suelo, traducida en dos formas convencionales; método tradicional (yunta), y mecanizado (tractor). Actualmente respecto al costo de roturado del suelo en una superficie de 1 ha., el mecanizado alcanza un costo de 320 Bs/ha., y el tradicional tiene un costo de 640 Bs./ha (MDRyT, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El ensayo se estableció en la comunidad de Ancocala, provincia Los Andes ubicada entre las coordenadas 16° 33' 13,69" de latitud sur y 68° 20' 50,55" de longitud oeste, con una altitud de 3918 m.s.n.m. con un total de 13248 tubérculos pequeños de las variedades Huaycha, Phala y Sani, las mismas han sido adecuadas para el presente trabajo.

Tabla 1. Unidades y dimensiones del área experimental.

| | |
|---|----------------------|
| Largo de surco | 8,50 m |
| Ancho de bloque | 19,50 m |
| Ancho de pasillo entre bloques | 1,00 m |
| Número de surcos por unidad experimental | 22 |
| Número de unidades experimentales | 18 |
| Número de tratamientos | 6 |
| Número de bloques | 3 |
| Número de plantas por unidad experimental | 736 |
| Número total de plantas en toda el área | 13248 |
| Área de la unidad experimental | 55,25 m ² |
| Área por cada bloque | 165,7 m ² |
| Área total del experimento | 1140 |

Siembra del Cultivo

Se realizó la siembra el 19 de octubre de 2014 en los diferentes tratamientos (método de labranza

convencional y siembra directa), según bibliografía el distanciamiento utilizado fue el de 0,25 m entre plantas y de 0,30 m entre surcos, a su vez se incorporó fertilizante químico (urea) 2 Kg. para cada método en combinación con cada variedad para un área de 165,75 m² abarcando toda el área experimental donde se obtuvo un aproximado de 748 plantas/ tratamiento; y sumando un total de 13464 en toda el área experimental en los 994,5 m².

Propiedades Físicas

- Análisis textural

Las propiedades físicas, han sido determinadas de acuerdo a la guía de Laboratorio (Roberto Miranda, 2002).

La textura fue estimada por el método de BOUYUCOS, este método se basa en la variación de la densidad de una suspensión suelo – agua a un tiempo y temperatura dada, tomando en cuenta que la densidad disminuye a medida que las partículas sólidas se van sedimentando. Posteriormente haciendo uso del triángulo textural se determinó a la clase que corresponde.

Para este método primeramente realizamos el tamizado del suelo con un tamiz de 2mm, para luego realizar el pesado de la muestra de suelo (50 gr) + 5 (gr) de hexametáfosfato de sodio (sal) + agua destilada. Para cada método de arado mecanizado y yunta. Posteriormente cada muestra fue llevada al agitador mecánico, por un lapso de 8 – 10 min. Teniendo la muestra homogenizada se vierte el contenido en una probeta de 1000 ml. Se controla 40 segundos y se introduce el densímetro y se hace la lectura correspondiente también se controla la temperatura y se anotan los datos. Se controla nuevamente 2 horas y se toman los datos nuevamente teniendo así 2 lecturas. Para la variable pH se realizó la medición directa en laboratorio de las muestras de suelo diluidas en las probetas del ensayo de textura, con ayuda del PHmetro obteniendo valores que se muestran la tabla 2.

Producción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L. Spp. Andigena) bajo dos formas de preparación del terreno (labranza convencional y siembra directa) en la localidad de Ancocalla provincia Los Andes.

Tabla 2. Lecturas del densímetro para cada método.

| | Lecturas | Densidad | pH | | |
|-----------------|--------------|----------|---------|-------|-----|
| | | (g/lt) | Tiempo | Temp. | |
| Convencional | lectura (L1) | 26 | 40 seg. | 17,5 | 5,7 |
| | lectura (L2) | 20 | 2 hrs. | 17,0 | |
| Siembra directa | lectura (L1) | 28 | 40 seg. | 17,5 | 6,0 |
| | lectura (L2) | 21 | 2 hrs. | 17,0 | |

Calculamos el factor de corrección (Fc), que señala 0,2 g/lt a por cada 0,5 °C. Como la temperatura es menor a 20 °C se resta el Fc, Una vez realizado los cálculos correspondientes con ayuda del triángulo textural encontramos que nuestro suelo es franco arcilloso arenoso pedregoso (FAYPed).

Densidad aparente

La densidad aparente fue determinada por el método del cilindro. Se utilizaron cilindros de volúmenes conocidos. Se extrajeron cuidadosamente las muestras del área de estudio a 20 a 30 cm de profundidad y se llevó a una estufa por 48 hrs. A una temperatura de 105 °C con el fin de extraer el agua y determinar el peso seco. El cálculo se efectuó mediante la relación:

$$Dap = Pss / Vt = gr/cm^3$$

Humedad en el suelo

Para esta variable se registraron 54 muestras en total (3 repeticiones por tratamiento) y para los 3 bloques, obteniéndolas semanalmente haciendo un total de 16 repeticiones (4 meses) llevamos las muestras de suelo a laboratorio (no mayor a 200 gr) por tratamiento, para ser pesadas y etiquetadas, posteriormente se introdujo en pequeños recipientes cada una de las muestras obteniendo un total de 54 muestras de suelo en recipientes; llevadas en conjunto a la mufla por un periodo de 48 hrs. A una temperatura de 105 °C. Para obtener la masa seca del suelo se utilizo la siguiente fórmula:

$$ma = sh - pss$$

Propiedades Agronómicas

Altura de planta (cm)

Para esta variable tomamos la altura final, es decir la semana de medición 7; donde la planta alcanza su mayor crecimiento por que se encuentra en floración. Se efectuaron 9 mediciones de las plantas tomando en cuenta la variable altura de planta (cm), el número de plantas medidas fueron 10 plantas marbeteadas por unidad experimental, en un lapso de 98 días, con lapsos de 12 días entre cada medición para generar datos, así tener comparación estadística entre tratamientos y repeticiones.

Número y tamaño de tubérculos/planta (unidades)

Una vez cosechado el cultivo de papa, nuestras plantas marbeteadas fueron registradas cada una, tomando en cuenta el número y tamaño presente de tubérculos que existía en cada una de estas clasificándolas de acuerdo al tamaño presentes de la siguiente manera, tipo I, tipo II y tipo III, así tendríamos datos certeros y precisos en cuál de los métodos de arado y cuál de las variedades de papa presenta mayor rendimiento en tubérculos.

Rendimiento (tn/ha)

Después del conteo de número y tamaño de tubérculos/planta, se registró el total de peso por cada planta, dándonos el peso total por bloque y tratamiento obteniendo así una variable de rendimiento y finalmente se cuantifico el total de las plantas de cada unidad experimental, obteniendo así el rendimiento por cada bloque.

Beneficio/costo

Se realizo un **análisis de costos parciales** económicos de todo el ciclo de producción, tomando en cuenta el gasto que se efectuaron para cada forma

de preparación del terreno y realizando el respectivo beneficio/costo, esto se realizó después de la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis físico nos muestra que el suelo pertenece a la clase textural franco arcilloso, textura gruesa (cuadro 2) esta textura implica un drenaje continuo y sin mucha retención.

La densidad aparente, se halla comprendida entre 1,3 a 1,4 gr/cm³ (cuadro 9), y la misma varia un poco debido a la compactación superficial ocasionado por el paso de los animales a través de los años, sin embargo Chapman y Pratt (1973), citado por Colque

(1998), señalan que las altas densidades aparentes son propias de suelos poco desarrollados. Por otra parte Richards (1964), citado por Colque (1998), indica que estas condiciones asociadas a la textura gruesa ocasionan un impedimento para el almacenamiento de agua y permitiendo un buen desarrollo de las raíces. La densidad aparente de los suelos francos arcillosos va desde 1,3 a 1,4 gr/cm³. La densidad de las partículas o real, están comprendidas entre los valores de 2,61 y 2,75 gr/cm³. Estos valores se encuentran definidas por la FAO (1984), que consideran que la mayoría de los suelos minerales, la densidad real oscilan entre valores de 2,6 - 2,7 gr/cm³. Con una porosidad entre 47 % a 51 % (ver tabla 3).

Tabla 3. Análisis físico, de suelos Ancocala – Altiplano Norte de La Paz.

| <i>CÓDIGO</i> | <i>PROF</i> <i>cm</i> | <i>ARENA</i> <i>%</i> | <i>LIMO</i> <i>%</i> | <i>ARCILLA</i> <i>%</i> | <i>CLASE</i> <i>TEXT.</i> | <i>Dap</i> <i>gr/cm³</i> | <i>Den</i> <i>REAL</i> | <i>POROS</i> <i>(%)</i> |
|----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|
| L - CO | 22 | 50 | 12,4 | 37,6 | FAYPed | 1,3 | 2,65 | 50,94 |
| S - DIR | 22 | 46 | 14,4 | 39,6 | FAYPed | 1,4 | 2,65 | 47,17 |

Donde:

- **L – CO** = Labranza Convencional
- **S – DIR** = Siembra Directa

Humedad Gravimétrica

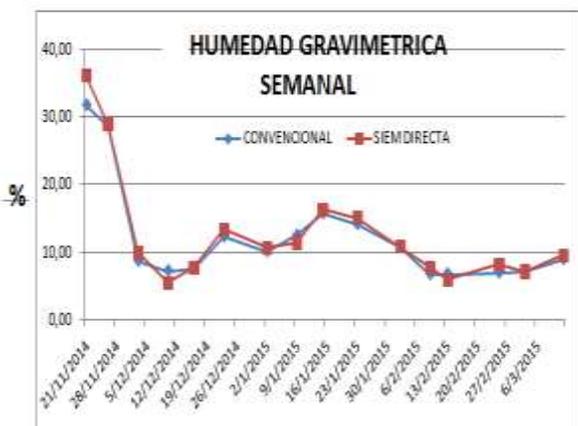


Figura 1. Comportamiento de la humedad gravimétrica

La figura 1 muestra que en condiciones de labranza convencional y método de siembra directa el comportamiento de la humedad gravimétrica en

relación a masa de agua, tiende a ser distinta en contenido de agua. Realizado en ANOVA correspondiente el cual indica que existe diferencia altamente significativa (**) entre métodos, se sospecha que la razón por la cual los tratamientos (4,5,6) tres variedades de papa y en combinación con la siembra directa alcanzaron mayores contenidos de humedad, alcanzando valores de 12,90 % refiriéndonos a la variedad Phala y la menor registrada fue la variedad Huaycha en combinación con la labranza convencional de 12,27 % esto fue debido a su ubicación del experimento, por lo tanto se asume que nuestra textura franco arcillosa (Miranda 2002), los suelos arcillosos se los denomina suelos fríos ya que retienen agua en su interior, esta característica influencia en la retención de humedad en el método de siembra directa debido a su adhesividad y muy poco drenaje y que resaltando que en este método no se hizo volteo de suelo con respecto al otro método de labranza convencional, por lo que la planta tuvo mayor disponibilidad de agua en el método de siembra directa.

Producción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L. Spp. Andigena) bajo dos formas de preparación del terreno (labranza convencional y siembra directa) en la localidad de Ancocalla provincia Los Andes.

Rendimiento

En el caso de la papa, los aumentos en el rendimiento se deben en parte a la utilización de variedades de alto rendimiento que han logrado que los cultivos resulten

más rentables para los agricultores. La introducción de técnicas mejoradas en la labranza, significó que los agricultores podrían lograr rendimientos más altos siempre y cuando obtengan semilla disponible en el momento óptimo de la siembra.

Tabla 4. Valores para la variable rendimiento (tn/ha).

| Método | Variedad | Tratamiento | Peso Kg. | tn/ha |
|-----------------------|----------|-------------|----------|-------|
| Labranza Convencional | Phala | T1 | 725,56 | 43,79 |
| | Sani | T2 | 658,24 | 39,72 |
| | Huaycha | T3 | 695,64 | 41,98 |
| Siembra Directa | Phala | T4 | 658,24 | 39,72 |
| | Sani | T5 | 673,20 | 40,63 |
| | Huaycha | T6 | 650,76 | 39,27 |

En la tabla 4 se aprecia el rendimiento expresado en kilogramos para cada tratamiento esto multiplicado por el número total de plantas de cada unidad experimental 2244 plantas, para un área de 165,7 m² por bloque. Obteniendo los pesos de cada tratamiento, y expresados en toneladas por hectárea (**tn/ha**) para su respectiva comparación estadística.

CONCLUSIONES

Para las propiedades físicas del suelo (densidad aparente, humedad en el suelo), se encontraron factores físicos determinantes que puedan incidir directamente en la producción y/o rendimiento del cultivo de papa en las tres variedades estudiadas. En nuestro ensayo obtuvimos que el suelo de nuestro trabajo pertenece al tipo: franco arcilloso arenoso, con una densidad aparente para el método de labranza convencional de **1,35 gr/cm³** en primera instancia antes de la labranza primaria y en una segunda oportunidad después de la cosecha registrando un valor de **1,18 gr/cm³**; para el método de siembra directa se obtuvo un valor de **1,4 gr/cm³**. Afirmando lo antes mencionado que la densidad aparente influyó de gran manera en la producción y rendimiento en el presente trabajo de investigación. Mencionando que en el primer método de labranza convencional se realizó el respectivo volteo total del suelo, aflojando así el terreno para nuestro cultivo de

papa; repercutiendo directamente en el rendimiento y tamaño de tubérculos; en el segundo método de siembra directa no se aflojó el suelo, pero este factor físico no fue una limitante para obtener rendimientos por debajo de los del primer método. El análisis granulométrico nos muestra que los porcentajes de arena, limo y arcilla son; **50 %**, **12,4 %** y **37,6 %** respectivamente esto para el método de labranza convencional mientras tanto para el método de siembra directa se registró valores de **46 %** de arena, **14,4 %** limo y **39,6 %** arcilla. Obteniendo así una porosidad del **47,17 %** y **50,94 %** para ambos métodos labranza convencional y siembra directa respectivamente.

Para la variable rendimiento existe diferencias significativas (*) entre bloques, y diferencias altamente significativas (**) entre variedades, métodos y finalmente la interacción de variedad*método; se asume que para obtener un buen rendimiento se deberá interaccionar la variedad "**Phala**", juntamente con el método de labranza convencional, registrándose un rendimiento total de **37,57 tn/ha** seguido de la variedad "**Huaycha**", con un rendimiento total de **36,03 tn/ha**. En comparación con el método de siembra directa que su mayor rendimiento alcanzado fue de **34,86 tn/ha** con la variedad "**Sani**", y el menor rendimiento fue de la variedad "**Huaycha**" con un valor de **33,70 tn/ha**. Resultando la variedad "**Phala**" ser una de las

mejores variedades en rendimiento y obtención de mayores tamaños de tubérculos del tipo I en combinación con el método de labranza convencional. Por lo tanto se resuelve que rechazamos la Ho2 que menciona que las variables agronómicas del cultivo, en ambos métodos de preparación del terreno en el cultivo de tres variedades de papa no presentan diferencia.

En el análisis económico de beneficio/costo, llegamos a la conclusión de que por la inversión realizada obtendremos ganancias netas. Con respecto al método de labranza convencional para una superficie de 165,75 m² la variedad (Phala) obtuvo mayores ganancias donde se realizó un gasto total de **603,95 Bs.** Para llevar a cabo la investigación donde nuestro indicador de relación beneficio/costo dio como resultado **2,00 Bs.** Recuperando el capital inicial invertido, además por cada **1,00 Bs.** invertido obtuvimos una ganancia de **1,00 Bs.** Con respecto a las demás variedades de (Sani y Huaycha) registrando un valor de **1,83** y **1,90 Bs.** Respectivamente obteniendo ganancias de **0,83** y **0,90 Bs.** Por otra parte en el método de siembra directa el gasto efectuado para la variedad (Sani) fue de 601,095 Bs. los valores obtenidos en relación al beneficio/costo fueron los más altos registrando un valor de **1,87 Bs.** interpretando que por cada boliviano invertido se obtendrá una ganancia de **0,87 Bs.** Seguido de las variedades de (Phala y Huaycha) obteniendo valores de **1,81** y **1,77 Bs.** Lo cual se interpreta que obtendremos ganancias de 0,81 y 0,77 Bs. respectivamente para el método de siembra directa. Lo cual nos lleva a rechazar la **Ho3** donde menciona: Los costos parciales de producción para los dos métodos de preparación del terreno para las tres variedades de papa son las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Céspedes, J.D. (1992). *Consumo de agua y producción de materia seca en alfalfa (Medicago sativa) en el Valle Central de Cochabamba.* Cochabamba, Bolivia. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón,

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. p. 5-20.

Colque, J. (1998). *Evaluación de la capacidad de extracción y tolerancia del Kauchi (Suaeda Fruticosa, Moq.) a diferentes niveles de sodio.* Tesis de Grado. La Paz, BO, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 97 p.

Fernández, G. (1993). *Efecto de métodos de labranza sobre las características estructurales del suelo y el cultivo de papa (Solanum tuberosum spp. andigena).* Tesis de Grado Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". Cochabamba, BO. 129 p.

Herrera Aruquipa, E., (2009). *Efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum), y su comportamiento en las propiedades físicas del suelo.* Tesis de Grado. La Paz, BO, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 100 p.

Hopfen, H.J. Y Biesalski, E. (1978). *Pequeños aperos de labranza.* ITALIA. s.n.t. pp. 4 – 5.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP), (s/f) *Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador.* Consultado 24 ene. 2014. Disponible en <http://www.crystal-chemical.com/papa.htm>.

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS. (2012). *Compendio Agropecuario.* Observatorio Agroambiental y Productivo. La Paz, Bolivia. s.n.t. pp. 41- 49.

Miranda, R. (2002). *Propiedades físicas y químicas de los suelos.* La Paz, Bolivia. s.n.t. 68 p.

Ochoa, R. (2009). *Diseños experimentales.* Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp. 59 – 70.

Producción de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L. Spp. Andígena) bajo dos formas de preparación del terreno (labranza convencional y siembra directa) en la localidad de Ancocala provincia Los Andes.

- Orsag, V. (2010). *El recurso suelo principios para su manejo y conservación*. La Paz, Bolivia. Editorial Zeus. pp. 8 – 9.
- Ortiz Cañavate, J. (2003). *Las Máquinas Agrícolas y su aplicación*. ed. 6ta. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa. pp. 47 – 55.
- Paz Quispe, D. (2006). *Efecto de fertilizantes químicos en la producción de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L spp. andígena) a secano en kallutaca, provincia Los Andes*. Tesis de Grado. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 74 p.
- PROINPA. (1998). *Informe Compendio del Programa de Investigación de la Papa*. Cochabamba, Bolivia. 62 p.
- Quino Mamani, E. (1992). *Dinámica de compactación del suelo en un cultivo de cebada, bajo tres sistemas de labranza y tres niveles de materia orgánica en el altiplano*. Tesis de Grado, Depto. de La Paz”; Tesis de Ing. Agronómica UMSA, La Paz. 100 p.
- Terán, R. (2005). *Maquinaria y mecanización Agrícola*. La Paz, Bolivia. s.n.t. 58 p.
- Terrazas. F.; Cadima, X.; Garcia. R. Y Zeballos J. (2008). *Catálogo Etnobotánicos de Papas Nativas*. Imprenta Poligraf. 192 p.
- Toledo Choque, A. (2005). *Efecto de la labranza sobre la producción, población de insectos y malezas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* spp. andígena), Altiplano Central*. Tesis de Grado. La Paz, BO, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 76 p