



Efecto de aplicación de abono orgánico y fertilizante líquido orina humana fermentada sobre la fertilidad del suelo en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de el alto
Effect of application of manure organic and fertilizer liquid urine human fermented on the fertility of the soil in the cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the municipality of el alto

Condori-Guarachi Daniel¹, Condori-Mamani Pastor^{1,2*}, Quispe-Condori Efraín¹

Datos del Artículo

¹ Universidad Pública de El Alto-UPEA, Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Ingeniería Agronómica. Laja-Los Andes. La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia. +591-22115231.

² Instituto de Investigación y Extensión Agrícola (IINEA). Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Ingeniería Agronómica.

***Dirección de contacto:**

Pastor Condori-Mamani.
Instituto de Investigación y Extensión Agrícola, Ingeniería Agronómica.
Universidad Pública de El Alto (UPEA).
Km 25, Carretera Internacional La Paz - Desaguadero.
La Paz - Estado Plurinacional de Bolivia.
Tel +591-73515847.
E-mail: pmcondori@gmail.com

Palabras clave:

Humus ECOSAN,
Fertilizante,
orina.

J Selva Andina Biosph.
2018; 6(1):3-10.

Historial del artículo.

Recibido noviembre, 2017.
Devuelto enero 2018
Aceptado enero, 2018.
Disponible en línea, mayo 2018.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Humus ECOSAN,
Fertilisant,
Orine.

Resumen

El trabajo de investigación se realizó en la Comunidad Villandrani del Distrito 9 de la Ciudad de El Alto. Los objetivos del presente investigación, evaluar el efecto de aplicación de abonos orgánicos y fertilizante líquido orina humano fermentada en la fertilidad del suelo en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), también se utilizó estiércol de ganado ovino, humus de lombriz ECOSAN y fertilizante líquido orina, utilizando el diseño estadístico de bloques al azar. La orina se obtuvo de baños ecológicos del distrito 7, se llevó a la fermentación durante 3 meses, para eliminar patógenos que existen en la orina humana.

Se inició con primera la aplicación de la orina humana fermentada en el terreno preparado antes de la siembra, la segunda después de emergencia de las plantas y tercera en la formación de botón floral o inicio de floración, por vía radicular. Los resultados muestran, mayor porcentaje de emergencia T₄ con 95% con aplicación de humus ECOSAN más fertilizante líquido orina y menor porcentaje de emergencia T₁ con 85% con aplicación de estiércol ovino. Y una altura mayor de la planta en la fase de tuberización alcanzo T₄ con 44.0 cm y menor altura T₁ con 30.0 cm, un rendimiento mayor presento T₄ con 11.0 t/ha de producción con aplicación de humus ECOSAN más fertilizante líquido orina y menor rendimiento fue T₁ de 6.0 t/ha de producción con estiércol ovino, las diferencias se muestran a la concentración de nitrógeno que tiene la orina humana fermentada.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

The research work was carried out in Villandrani of the community District 9 of the city of the high. The objectives of the present research, assess the effect of application of organic fertilizers and liquid fertilizer human urine fermented in the fertility of the soil in the cultivation of the potato (*Solanum tuberosum*), also used sheep manure, humus of earthworm ECOSAN and fertilizer liquid urine, using statistical design of blocks at random. The urine was obtained from composting toilets in the 7th District, was fermentation during 3 months, to remove pathogens that exist in human urine.

The application of human urine fermented in the ground prepared before planting, the second after emergence of plants and third in the formation of flower bud or flowering, by root via began with first. The results show, greater emergence percentage T₄ with 95% of application of humus ECOSAN more fertilizer liquid urine and lower percentage of emergency T₁ with 85% of sheep manure application. And higher plant at the stage of tuberization reached T₄ 44.0 cm and lower T₁ with 30.0 cm. And higher performance presented T₄ with 11.0 t / has production with application of humus more fertilizer ECOSAN liquid urine and lower yield was 6.0 t T₁ / has sheep manure production, the differences are shown to the concentration of nitrogen that has the fermented human urine.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. All rights reserved.*

Introducción

El cultivo de papa (CP) (*Solanum tuberosum*) es originaria de los andes de Bolivia, Perú, fue domesticado hace más de diez mil años, se ha constituido en la base de la dieta alimentaria de los habitantes del área rural y urbana. Algunos de sus atributos son la riqueza alimenticia de reserva, en forma de almidón, proteína, su significativo valor bruto, rentabilidad económica a comparación de otros productos (Téllez 1997, Spooner *et al.* 2005).

El CP uno de los principales productos de la región andina, constituyéndose base de la alimentación, economía de la familia campesina, su productividad depende de una serie de factores como, presencia de heladas, escasa precipitación, mercado, fertilidad del suelo. Los productores del Altiplano Boliviano utilizan abonos orgánicos y fertilizantes inorgánicos como fuente de nutrientes a fin de mejorar las condiciones físicas de suelos, nutrición vegetal, este cultivar se ubica dentro de los cinco primeros en volumen, como fuente de energía aporta alrededor de un sexto de las calorías que suministran el arroz, el trigo, o el maíz (Horton 1992).

Para el uso de la orina como fertilizante líquido orgánico (FOL), se debe reposar por lo menos 1 mes para que establezca el pH, para luego diluirla en agua en proporción de 1:3 (orina/agua), para cualquier tipo de planta (Salazar 2011), este FOL es considerada como inocuo, estéril, se puede utilizar sin ningún tratamiento previo, a menos que esté contaminada por heces fecales. (Höglund 2001).

La orina deberá ser recolectada en contenedores plásticos y cerrados, para evitar pérdidas de nitrógeno, de preferencia, almacenarla en lugar fresco y a la sombra, el acopio puede realizarse en contene-

dores plásticos de 20 L, o de mayor tamaño, dependiendo el número de usuarios y la frecuencia de uso de los sanitarios. Para el manejo de orina se recomienda la protección personal y medidas de higiene Richert *et al.* (2011), en las zonas periurbanas de la ciudad de El Alto, con apoyo de la fundación SUMAJ HUASI se implementó el proyecto denominado saneamiento básico seco, la colecta de orina fue en plástico de color amarillo de 20 L de capacidad o de mayor volumen, dependiendo del número de miembros por familia, Mamani-Mamani *et al.* 2015. Es recomendable antes de la aplicación de la orina realizar un proceso de tratamiento con el fin de higienizarla y reducir los riesgos microbianos para la salud. Una opción de tratamiento es el almacenamiento a temperatura del ambiente. Los tiempos de almacenamiento deben basarse en la temperatura y en la probabilidad de contaminación (Morales 2000).

El tratamiento le brinda a la orina característica de un producto fertilizante libre de contaminantes es decir, sin riesgos sanitarios para su uso, mantiene sus propiedades químicas en relación a las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, su tratamiento consiste almacenar o dejar la orina en reposo en recipientes cerrado herméticamente para eliminar la presencia de patógenos y no se pierda sus nutrientes (Villavicencio 2010).

Por tanto se plantea utilizar abonos orgánicos de abono animal, humus ECOSAN y fertilizante orgánico líquido (orina humano fermentada) para mejorar la producción de cultivo de papa.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica. El presente trabajo investigación se realizó en el año agrícola 2015 en la Comunidad de Villa Andrani que se encuentra ubicada en la Provincia Murillo Departamento de La Paz Distrito 9 del Municipio de El alto, a una distancia de 20 km de la Sede de Gobierno, geográficamente se encuentra a 16° 30' 02.41" latitud sur y 68° 17' 25.65" longitud oeste a una altitud de 3930 msnm.

Análisis físico químico del suelo. Se procedió a la toma de muestras del suelo de diferentes puntos, describiendo curvas de zig-zag del área de estudio, para luego ser mezcladas y cuarteadas hasta obtener una muestra representativa y posteriormente ser llevada al laboratorio para el correspondiente análisis físico-químico del suelo.

Preparación del terreno. Fue realizada con un tractor agrícola en mes de abril 2015 a una profundidad de 25 a 40 cm, luego se realizó el mullido y nivelada en forma manual, dejando el terreno para la siembra, luego se realizó la delimitación de área de investigación de 108.0 m².

Análisis químico de estiércol. Los resultados del contenido de nitrógeno, fosforo y potasio, pH alcalino, relación del valor de carbono nitrógeno (C/N) refleja descomposición de estiércol apropiada.

Análisis de la orina humana fermentada. Se realizó el análisis a los 3 meses, para determinar los componentes nutricionales en la orina fermentada que presenta mayor cantidad de nitrógeno total de 4026 mg/L. y fosforo presenta 311 mg/L y de potasio (K) de 1870 mg/L.

Aplicación de orina y siembra. Antes de la siembra de la semilla se aplicó orina fermentada de 3 meses a dosis de 3 L/m², posteriormente se realizó su siembra en fechas: 04 de noviembre del 2015, con tubérculos de semillas certificada, variedad huay-

cha, a distancia entre surco, 0.70 m con dirección perpendicular entre planta de 0.30 m, profundidad de 0.30 m, densidad de 1400 kg/ha.

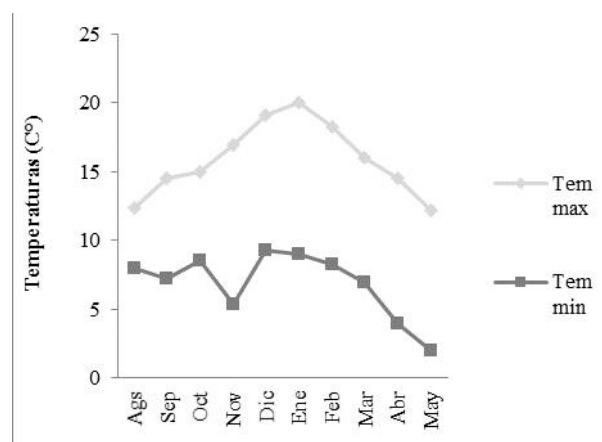
Fertilización orgánica sólido y líquido. Luego de la siembra se procedió a aplicar el abono orgánico por surcos a chorro continuo sobre los tubérculos: i) T₁ Estiércol de ovino de 2.25 t^{ha-1}, ii) T₂ Humus ECO-SAN 2.25 t^{ha-1}, iii) T₃ Estiércol de ovino 2,25 t^{ha-1} más FOL 3 L m⁻².en diferentes fases de desarrollo de planta, iv) T₄ Humus ECOSAN 2.25 t^{ha-1} más FOL 3 L m⁻².

Cosecha. Cuando han llegado a su estado madurez fisiológica, se realizó la cosecha en meses de abril 2016, midiendo los rendimientos en las parcelas experimentales.

Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de emergencia (PE), altura de planta en la fase de tuberculización (APT), altura de planta en la fase fenológica (APF), altura de planta en la fase fenológica final de tuberculización (APFF), rendimiento (R).

Resultados

Figura 1 Temperaturas registradas durante el periodo del estudio



En cuanto a los cationes tiene bajo contenido de Sodio, Potasio, Magnesio y Calcio, con relación a la

capacidad de intercambio catiónica (CIC) es de menor cantidad. Respecto al materia orgánica el valor es 1.32% calcificado como contenido de medio a la vez este suelo presenta bajo contenido de nitrógeno 0,07%, en cambio el fosforo se encuentra en nivel alto de 5.48 ppm.

Figura 2 Precipitaciones registradas durante el periodo del estudio

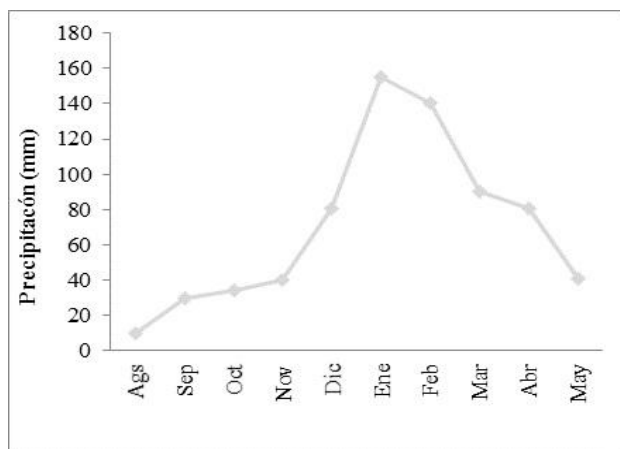


Figura 3 Porcentaje de emergencia con los diferentes niveles de fertilización sólidos y líquidos

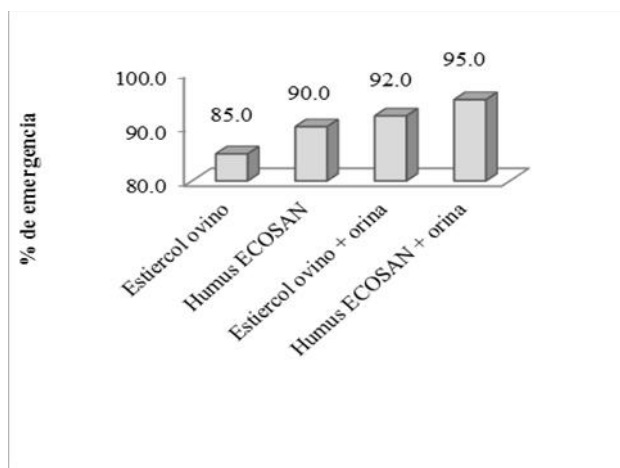


Figura 4 Altura de plantas en fase fenológica de tuberización con los diferentes niveles de fertilización

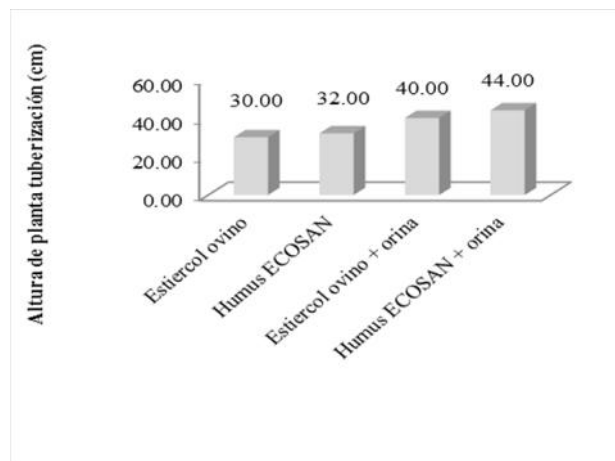


Figura 5 Altura de plantas en fase fenológica de floración con los diferentes niveles de fertilización

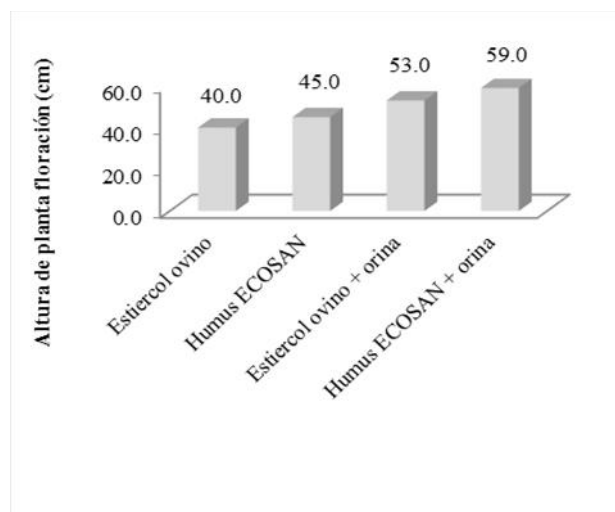


Figura 6 Altura de planta fase fenológica final de tuberización con los diferentes niveles de fertilización

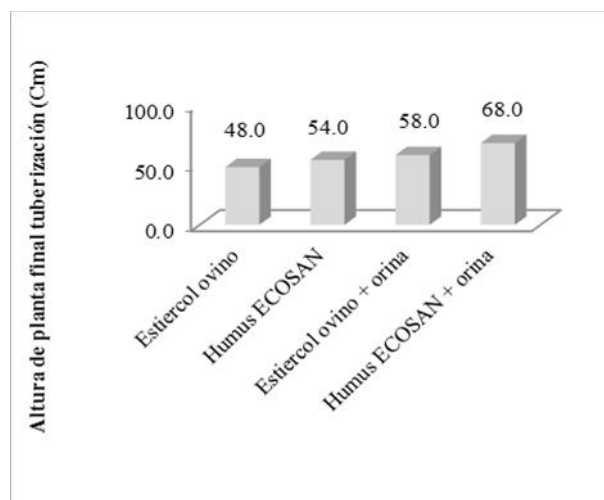
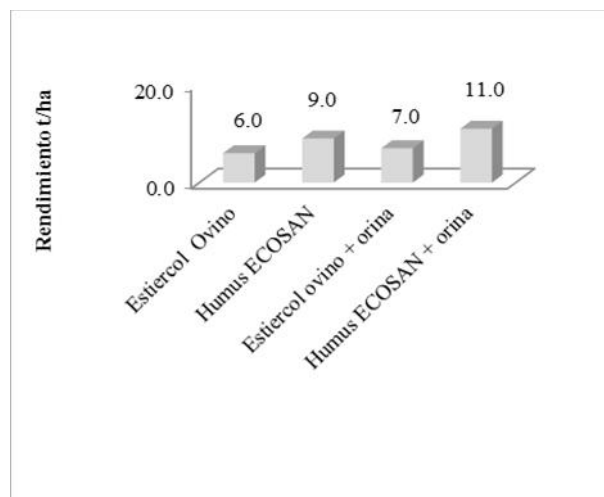


Figura 7 Rendimiento de papa con los diferentes niveles de fertilización



Discusión

Las condiciones climáticas deben ser consideradas, y su influencia en la producción para evitar pérdidas económicas presentes, futuras, a nivel social, además nos indicaran los grados de adaptabilidad de los cultivares, así mismo el productor, frente a los cambios de clima bruscos y lentos.

Las temperaturas máximas, alcanzan los meses de diciembre a enero con promedios de 20 °C, mayores que la gestión (2015 -2016), exceptuando los meses de diciembre, enero, febrero, las temperaturas fueron mayores a 15 °C. Así mismo las temperaturas mínimas más bajas se registraron en los meses de abril y mayo con presencia de heladas con -2.0 a -4.0 °C, Miedema 1982), indica que la temperatura media para un óptimo desarrollo y fotosíntesis del cultivo esta entre 10 a 20 °C, figura 1.

Las precipitaciones promedio en enero con mayor precipitación alcanzo 155 mm, con menor precipitación se presentó en agosto, septiembre, octubre y noviembre, factor que afecta mucho en la producción de los cultivos, Rodríguez (2006) menciona que el cultivo de papa para obtener altos rendimientos requiere de 300 a 400 mm, Tapia & Fries (2007), sostiene que el desarrollo del cultivo es apropiado cuando las precipitaciones fluctúan alrededor de los 600 mm figura 2.

Para PE el tratamiento que consiguió mayor fue el T₄ con 95% con aplicación de humus de lombriz ECOSAN + FOL, el menor porcentaje fue T₁ con 85% con estiércol ovino, estadísticamente el promedio PE de los tratamientos se muestran casi similares en T₂, T₃ y T₄, el T₄ es diferente de los demás tratamientos figura 3.

La aplicación de abonos al suelo como fuente orgánica conocidas por los agricultores, es útil desde un punto de vista ecológico-ambiental, por lo que se debe considerar en su estudio los sistemas de producción tomando en cuenta las limitantes climáticas y los riesgos de erosión de los suelos, la aplicación de fertilizantes orgánico líquido y sólidos para mayor emergencia de la planta en producción de papa (Morales 2000).

La variación de AP en los diferentes tratamientos en la fase de tuberización, el T₁ que tiene menor altura

con fertilizante de estiércol ovino, muestra con 30.0 cm, T₂ con 32.0 cm, T₃ con 40.0 cm y el de mayor altura fue T₄ de 44.0 cm. Según Mújica (2007), que señalan que la AP también constituye en el manejo de semilla certificada, cantidad de abonos y mayor precipitación de lluvias en el estado de desarrollo figura 4.

La variación AP en la fase de floración, T₁ 40 cm presenta menor altura, la mayor altura en T₄, 59 cm. Según Orús (1996), refiere la aplicación de purín como valor fertilizante para un desarrollo de planta en su mayor formación de flores se realizó en el momento de floración de 5.9 kg N, 5.3 kg P₂O₅ y 3.6 kg K₂O por m³ se muestra incremento de mayor floración figura 5.

La variación de la altura respecto a los tratamientos en la fase de final de tuberización, T₁ presente menor altura 48.0 cm la mayor altura fue T₃ y T₄ 58.0 cm 68.0 cm superior de los demás tratamientos esto nos señala que utilizar abonos descompuestos y FOL para mayor captura de nutrientes de las planta en su estado de desarrollo figura 6.

Según López & Espinosa (1998), menciona el mayor desarrollo vegetativo no sólo se manifiesta en un mayor número de tubérculos, sino, que esto se traduce en un incremento de los rendimientos en el tratamiento con estiércol de animales, que presenta rendimientos estadísticamente iguales en los tratamientos aplicados en la fertilización química tradicional con valores de 32 kg/ha⁻¹ respectivamente.

La mayor APFF alcanzo el T₄ con aplicación de humus de lombriz ECOSAN más FOL con una altura de 68.0 cm y menor altura alcanzo el T₁ con aplicación de estiércol ovino de 48.0 cm.

Alcanzado con mayor altura de planta en la fase de tuberización el T₄ con 44 cm, con aplicación de humus de lombriz ECOSAN más FOL fermentada y

menor altura alcanzo el T₁ con 30 cm, con estiércol ovino.

El tratamiento que obtuvo mayor R de producción, el cual fue el T₄, con incorporación de humus de lombriz ECOSAN más FOL, con un rendimiento de 11.0 ton ha⁻¹, la aplicación de fertilizante líquido se realizó en tres fases: la primera aplicación antes de la siembra, la segunda después de la emergencia de las plantas y tercera en la formación de botón floral o inicio de floración en cada fase 1 L/m² en los tres fases 3 L/m², menor rendimiento que tuvo el T₁ con 6.0 ton ha⁻¹ con abonamiento de estiércol ovino estas diferencias nos hace notar que el uso de abonos orgánicos más se debe aplicar descompuesto para obtener mayores rendimientos además nos resultó con los rendimientos con aplicación de FOL y humus ECOSAN figura 7.

Regmi *et al.* 2002, menciona por la deficiencia de P y K en el suelo causan una sensible disminución de los rendimientos en el cultivo de la papa, Miedema (1982), señala que el número de tubérculos y la producción de biomasa, se incrementa cuando se suplen las cantidades de K requeridas por el cultivo, en tal sentido el uso de abonos orgánicos ha sido exitoso cuando se usan en cantidades superiores a los 30 Mg ha⁻¹, que suplen un 100% los requerimientos nutricionales de la planta. Zamora *et al.* (2008), en aplicaciones de 15 a 25 mg ha⁻¹, causan una disminución en la producción, lo que obliga a la aplicación de fertilizantes inorgánicos cuando la dosis de los abonos orgánicos se reduce en un 50%.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que esta investigación no genera conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comunidad Villandraní del Distrito 9 de la Ciudad de El Alto, por brindarnos el espacio para realizar la presente investigación.

Literatura citada

- Höglund C. Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated human urine. [PhD thesis], Department of Biotechnology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden; 2001. p. 81.
- Horton D. La papa, producción, comercialización y programas. Co publicación de: Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima Hemisferio Sur, Montevideo; 1992. p. 260.
- López A, Espinosa J. Manual de nutrición y fertilización del Banano. INPOFO. Quito, Ecuador; 1998. p. 20.
- Mamani-Mamani V, Loza-Murguía M, Coronel-Quispe L, Sainz-Mendoza H, Paye-Huaranca V, Coronel F. Uso de la orina humana como fertilizante en la producción de lechuga Waldmann green (*Lactuca sativa L.*). J Selva Andina Biosph 2015; 3(1):24-38.
- Miedema P. The effects of low temperature on Zea mays. Adv Agron 1982; 35: 93-128.
- Morales M. Selección de Cultivares Nativos de Papa de Diferentes Especies (*Solanum x Ajanhui*, *Solanum x Juzepczukii* y *Solanum Tuberosum Ssp. Andigena*) por su Respuesta a Bajos Niveles de Fosforo. [Tesis de Licenciatura]. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia; 2000. p. 70.
- Mujica A. 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; 2007. p. 12.
- Orús F. El estiércol fluido porcino III. Un intento de síntesis actualizada sobre su uso en fertilización. Informaciones técnicas. Dirección General de Tecnología Agraria. Número 1/96. Departamento de Agricultura. Gobierno de Aragón; 1996.
- Regmi A, Ladha J, Pasuquin E, Pathak H, Hobbs P, Shrestha L, et al. The role of Potassium in sustaining yields in a long-term rice-wheat experiment in the Indo-Gangetic plains of Nepal. Biol. Fert. Soils 2002; 36:240-7.
- Richert A, Gensch R, Jönsson H, Stenström TA, Dagerskog L. Guía práctica de uso de la orina en la producción agrícola. Stockholm Environment Institute, EcoSanRes Series. SEI-Stockholm. Suecia; 2011. p. 54.
- Rodríguez W. Datos climáticos. Informe: resumen del período 1996 a 2006 (documento electrónico). Estación Meteorológica, Universidad EARTH. Guácimo, CR; 2006.
- Salazar G. Manual de uso y mantenimiento del baño ecológico. Catholic Relief Services (CRS Bolivia). Pastoral social Caritas-Diócesis de El Alto (PASOCDEA). La Paz-Bolivia; 2011. p. 40.
- Spooner DM, Mclean K, Ramsay G, Waugh R, Bryan GJ. 2005. A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. Proc Natl Acad Sci USA 2005;102(41):14694-6.
- Tapia ME, Fries AM. 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. ANA-PE. Lima; 2007. p. 24.
- Téllez L. Aversión al Riesgo y Maximización del Beneficio. (Estudio del cultivo de la papa en la zona de Araca y Ancoraimes del departamento de La Paz). [Tesis de Licenciatura]. Universidad Católica Boliviana San Pablo. La Paz, Bolivia; 1997. p. 1-24.
- Villavicencio X. Manual para la recolección, el tratamiento y la aplicación de orina humana como abono en plantas ornamentales o cultivos. Costa Rica; 2010. p. 26.
- Zamora F, Tua D, Torres D. Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa. *Agro-nomía Trop* 2008; 58(3):233-43.
-