

## PRODUCCION DE LIMÓN TAHITÍ (*Citrus latifolia* Tan.) CON APLICACION DE HUMUS DE LOMBRIZ, CASARABE, BENI, BOLIVIA

Vásquez L.C.<sup>1</sup> y Vásquez P.C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Suelos, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma del Beni 'José Ballivián', Trinidad, Bolivia. Correo de contacto: cvlopez0287@gmail.com

<sup>2</sup>Docente de la Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma del Beni 'José Ballivián', Trinidad, Bolivia.

### RESUMEN

En busca de sustituir a los agroquímicos usados de forma indiscriminada, que además de contaminar el agua, el subsuelo, la flora y fauna, también contaminan los productos agrícolas que consumimos a diario, se estudió el rendimiento del limón Tahití (limón sin semillas) con aplicación de humus de lombriz a diferentes dosis. También se evaluaron algunas características del fruto agroecológico en los cinco tratamientos diferentes. Se estudiaron plantas de 10 años de edad, cultivadas en sistema de producción orgánico y con aplicación de riego localizado durante la época seca, en Casarabe, Beni, Bolivia. La aplicación del humus se realizó alrededor de la planta a 10 cm de profundidad con cobertura de 10 cm de cascarilla de arroz. Los resultados mostraron diferencias significativas en el rendimiento, las dosis que provocaron mayores rendimientos fueron 6 y 8 kg/planta. Por otro lado, el volumen del jugo de los frutos, grados Brix y pH se mantuvieron iguales en los diferentes tratamientos.

**Palabras claves:** cítrico, vermicompost, abono orgánico

### ABSTRACT

To replace agrochemicals that are used in a large extend, due to the pollution of water, earth, plants and animals, and also its presence in agricultural products that we eat every day. Then, it was evaluated the yield of Tahiti lemon trees in five different treatments with earthworms humus, and some of the fruit characteristics were also measured. Lemon plants of ten years old were studied, they were cultivated in an organic production system and irrigated during dry season only, in Casarabe, Beni, Bolivia. Humus was applied around the tree, at 10 cm deep and then covered with 10 cm of rice husk. Results showed significant differences in yield, with best performances at 6 and 8 kg/tree. In the other hand, the volume of juice, Brix degrees and pH of lemon fruits showed similar values in every treatment.

**Key words:** citrus, vermicompost, organic fertilizer

### INTRODUCCION

En Bolivia la producción del limón se concentra en valles en diferentes partes del país y en tierras bajas (IBCE, 2009), generalmente a escala reducida y generada por campesinos pequeños productores. Según el INE (2008), el departamento del Beni produce limón y registra una superficie de cultivo de 65 hectáreas, con un rendimiento total de 8200 kg, con manejo tradicional.

El limón Tahití es de origen tropical, pero el centro de origen exacto es desconocido, presumiblemente Tahití (Hernández, 2000). Su importancia econó-

mica es reciente y se ha extendido a varios países tropicales. Según Vásquez (2013), la introducción del limón sin semilla (Tahití), en la zona de Casarabe donde actualmente se cultiva, se remonta a la década de los 80's.

Por otro lado, la Agricultura Orgánica plantea la sustitución de agroquímicos en beneficio del medio ambiente y la salud humana. Desde esa visión, se considera al suelo como un sistema complejo con propiedades físicas, químicas y biológicas que son importantes para lograr el desarrollo óptimo de los cultivos. Así, la conservación o aumento de la materia orgánica es fundamental para mantener

la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades, además contribuye a mantener un pH del suelo óptimo, facilita el mantenimiento de una actividad biológica adecuada, evita la pérdida de algunos nutrientes en el suelo y favorece la absorción de otros (González y Pomares, 2008).

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico que se produce por transformación química de los residuos cuando estos son digeridos por las lombrices de tierra, además es ecológico porque se produce de manera natural, es soluble en agua y cuando se mezcla con el suelo le aporta nutrientes que se incorporan rápidamente (Says, 2009).

La composición química del humus depende del sustrato con el cual se alimentan las lombrices, en general se tienen los siguientes rangos, humedad 30-60 %, pH 6,8 - 7,2; nitrógeno 1 - 2,6 %; fósforo 2 - 8 %, potasio 1 - 2,5 %; calcio 2 - 8 %, magnesio 1 - 2,5 %; materia orgánica 30 - 70 %; carbono orgánico 14 - 30 %, ácidos fulvónicos 14 - 30 % y ácidos húmicos 2,8 - 5,8 (Barbado, 2004; González y Pomares, 2008; Ullé *et al.*, 2009a y b; Méndez-Moreno *et al.*, 2012). Al respecto, Correa y López (2007) afirman que la lombriz roja californiana durante la transformación de los residuos, aporta además un gran número de sustancias enzimáticas y coloidales que son de importancia para el cultivo. Igualmente, Méndez-Moreno y otros (2012), indican que el humus de lombriz es un medio ideal para la proliferación de bacterias y hongos benéficos que reducen el riesgo en las plantas de contraer enfermedades.

Frente a todas estas ventajas de la fertilización orgánica, se plantea evaluar el rendimiento del limón Tahití bajo riego con aplicación de humus de lombriz, a diferentes dosis, en Casarabe, Beni, Bolivia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** Se realizó en la localidad de Casarabe, Cantón San Javier, Provincia Cercado, Departamento del Beni, en la parcela agrícola "Lechería El Limonal", a 55 km de la ciudad de Trinidad, en las coordenadas 14° 51' 45" latitud

S y 64° 30' 19" longitud W. La zona se encuentra a 174 msnm, presenta clima tropical húmedo y corresponde a la zona de vida bosque húmedo subtropical, con una precipitación promedio anual de 1800 a 2000 mm, temperatura de 26°C y evapotranspiración real de 1200 a 1400 mm (IGM, 1996; AASANA, 2009). Además se distinguen dos épocas bien marcadas durante el año, la época seca de abril a septiembre y la época lluviosa de octubre a marzo.

**Características del suelo.** El suelo de la parcela en producción, antes de la aplicación del humus de lombriz, presentaba las siguientes características, textura franco limosa, con un contenido de arena de 30 %, limo 58 %, arcilla 12 %, pH 6,1 (ligeramente ácido), materia orgánica 1,5 %. Referente a la cantidad de macronutrientes: nitrógeno 94 kg/ha, potasio 57 kg/ha y fósforo 293,3 kg/ha, según el análisis físico-químico del suelo en el laboratorio del Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), Santa Cruz, Bolivia.

**Plantas y manejo del cultivo.** Se utilizaron plantas de limón Tahití (*Citrus latifolia* Tan.) o limón sin semilla de 10 años de edad, en plena producción, con una distancia entre plantas y entre surco de 5x5 m y con densidad de plantación de 400 árboles por hectárea. El pie de injerto de los limoneros fue limón rugoso (*Citrus jambhiri*), patrón vigoroso utilizado en regiones cálidas y húmedas, resistente a la tristeza de los cítricos, exocortis, psoriasis y xiloporosis pero susceptible a la *Phytophthora* (Rodríguez *et al.*, 2002).

El sistema de producción fue orgánico, es así que no se aplicaron agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, ni fertilizantes químicos. Las labores culturales que se realizaron al cultivo fueron: control de malezas manual siete días antes de la aplicación del humus de lombriz, poda sanitaria seis días antes y deshije de las plantas un día antes de los tratamientos. También se realizó una medida de prevención fitosanitaria con la aplicación de pasta bordales a base de cobre (Monte, 2006), que se aplicó con una brocha desde la base del tallo hasta una altura de 50 cm para prevenir la aparición de enfermedades fungosas. Además se realizaron nueve operaciones de

riego localizado, debido a que en los tres meses del periodo seco solo hubo una precipitación total de 136 mm, se distribuyó un promedio de 89 litros/planta en cada riego durante el periodo seco (07.Jun.13 a 07.Sept.13) que corresponden a 32 mm; así las plantas recibieron un total de 168 mm durante ese periodo. Por el contrario, cuando comenzó la época lluviosa ya no se irrigó, solo se aprovecharon de las lluvias para riego con 1014 mm de precipitación total en los cuatro meses (08.Sept.13 a 10.Ene.14) datos proporcionados por la Estación Meteorológica-SENAMHI, Universidad Autónoma del Beni 'José Ballivián', Trinidad. El total de agua que tuvieron a disposición las plantas en los siete meses del estudio fue 1182 mm.

**Fertilización con humus de lombriz.** El humus utilizado fue producido en un centro de lombricultura local y comercializado en la florería 'Rosedal', Trinidad, Bolivia. Este abono fue generado por lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), las cuales se alimentaron con estiércol equino debido a su alto contenido de fibra para evitar la compactación, en piletas de producción de 7x1 m, de donde se extrajo el humus después de aproximadamente 30 días, dependiendo de la densidad de población de las lombrices, según referencias del lombricultor (Vargas, 2014). La fertilización con humus de lombriz se realizó en fecha 07.Jun.13, organizada en cuatro tratamientos y un testigo sin fertilizar, de acuerdo a dosis descritas en la tabla 1. El humus se aplicó en cuatro puntos alrededor de las plantas, a una distancia de 80-100 cm del árbol y profundidad de 10 cm, para luego cubrirse con una capa de 10 cm de cascarilla de arroz con el fin de mantener la humedad del suelo, para los cinco tratamientos.

**Medición del rendimiento.** Para determinar el número de frutos por planta, se recolectaron los frutos en las diferentes cosechas, cuatro cosechas establecidas según la maduración de los frutos, distribuidas en siete meses; luego se procedió al conteo de los frutos por planta y por tratamiento. Una vez recolectados los frutos se pesaron con ayuda de una balanza mecánica y se estableció el peso de los frutos por planta (kg/planta) y el

peso total por tratamiento. Los datos obtenidos se convirtieron en toneladas por hectáreas (t/ha) para comparar los resultados con otros autores.

**Análisis de las características del jugo.** La cantidad de jugo por fruto maduro, se determinó en cinco frutos elegidos al azar por bloque y por tratamiento, así un total de 100 frutos fue evaluado. Se exprimió el jugo de cada fruto de forma manual y con ayuda de una pipeta milimétrica se midió el volumen en mililitros (mL). Para establecer la concentración de sólidos solubles en el jugo en grados Brix (°Brix), se utilizó un refractómetro de precisión según procedimiento estándar. También se midió el pH del jugo del limón Tahití con un pH-metro digital, para establecer el grado de acidez.

**Tabla 1.** Tratamientos con humus de lombriz, dosis de humus por planta y por hectárea, en cultivo de limón Tahití, Casarabe, Beni, Bolivia.

Tratamientos	Dosis	
	kg/planta	kg/ha
T1 (testigo)	0	0
T2	2	800
T3	4	1600
T4	6	2400
T5	8	3200

**Diseño experimental y análisis de los datos.** Se aplicó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los detalles del experimento se indican en la tabla 2. El modelo teórico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + r_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  representó la variable respuesta,  $\mu$  la media general de los tratamientos,  $\beta_i$  el efecto del bloque  $i$ ,  $r_j$  el efecto del tratamiento  $j$ , por último  $\varepsilon_{ij}$  el error experimental.

Los datos recolectados se analizaron mediante ANAVA y la comparación de medias se efectuó por el Método de la Mínima Diferencia Significativa, test de Duncan con  $p < 0,05$ . Para todos los análisis se utilizó el programa SAS versión 6,1.

**Tabla 2.** Producción de limón Tahití con aplicación de humus de lombriz, bloques al azar. Casarabe, Beni, Bolivia, junio 2013 - enero 2014.

Descripción	Valor	Unidades
Repeticiones	4	unidad
Tratamientos	5	unidad
Unidades experimentales	20	unidad
Distancia entre surcos	5	m
Distancia entre plantas	5	m
Tamaño de la unidad experimental	25	m <sup>2</sup>
Área experimental efectiva	500	m <sup>2</sup>
Área experimental total	1050	m <sup>2</sup>
Tiempo de evaluación	7	meses

## RESULTADOS Y DISCUSION

**El rendimiento incrementa con la aplicación de humus de lombriz.** El análisis de varianza de las variables en estudio (tabla 3), reportó diferencias significativas entre tratamientos para ambas variables y después de comparar las medias de los tratamientos se evidenciaron diferencias con  $p < 0,05$ .

En la tabla 3 se indican el número de frutos por planta, con un valor mínimo de 736,3 (T1) sin humus y un valor máximo de 1055 (T4) con 6kg de humus por planta en el periodo de siete meses ( $p < 0,05$ ). OIRSA (1999), reporta que un árbol de más de cinco años produce entre 700 a 1300 frutos por árbol año y que el número de frutos por planta es variable y depende de varios factores, condiciones climatológicas, riego, fertilizante, edad de las plantas, poda y otras. Se pudo observar en la práctica que, el limón Tahití se comporta bien en la región y su proceso productivo puede ser continuo durante todo el año si se aplica riego, mostrando mayor número de frutos en la época lluviosa (datos no analizados).

El rendimiento (kg/planta) con aplicación de humus de lombriz en pequeñas cantidades, 2 kg y 4 kg por planta (T2 y T3 respectivamente) no difiere significativamente con el testigo no tratado (T1). Sin embargo, mayores dosis de humus, 6 kg y 8 kg por planta (T4 y T5), provocan un incremento significativo en el rendimiento ( $p < 0,05$ ) (tabla 3). Al respecto, Martínez y Martínez (2005), reportaron

que el limón persa responde en forma excelente al aporte de humus de lombriz, con una dosis de 5 kg por árbol cada seis meses y cubriéndolo con 10 a 15 cm de suelo para evitar su deshidratación. En la tabla 3 también se observa un rendimiento que oscila entre 35,9 y 45,9 t/ha. Estos datos coinciden con Neuman (2010), quien indica que los rendimientos del limón varían de acuerdo al número de árboles plantados por hectárea, el promedio va de 400 a 500 árboles/ha con una producción de 35 a 40 t en la edad madura del árbol, según las condiciones agroclimáticas y grados de tecnologías utilizadas. En nuestro caso, con una densidad de 400 árboles por hectárea, se obtuvo un rendimiento superior al esperado, solo con la adición de humus de lombriz al suelo.

**Tabla 3.** Rendimiento del cultivo de limón Tahití para cada tratamiento, Casarabe, Beni, junio 2013 - enero 2014.

Tratamientos	frutos/planta	kg/planta	t/ha*
T1(testigo)	736,3 b	90,6 b	36,2
T2	784,3 b	89,8 b	35,9
T3	791,8 b	97,5 b	39,0
T4	1055,3 a	113,8 a	45,5
T5	995,0 a	114,7 a	45,9

\*Datos transformados a toneladas por hectárea, con densidad del cultivo igual a 400 plantas/ha. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias  $p < 0,05$ .

**Las características del jugo se mantuvieron inalteradas.** El jugo de los frutos provenientes de arboles tratados y no tratados con humus de lombriz se mantuvo invariable, los análisis de varianza (no mostrados) indican diferencias no significativas ( $p < 0,05$ ) entre las medias analizadas de las tres variables estudiadas. El volumen, los grados Brix y el pH del jugo es igual en cada tratamiento (tabla 4). Domínguez y Ordoñez (2013) reportaron valores de pH igual a 2,4 y contenido de sólidos solubles de 6,2 °Brix en zumo de limón Tahití, indicando que los grados Brix varían entre los cultivares y entre los grados de madurez del fruto. Estos son valores cercanos a los mostrados en la tabla 4, en donde el pH es de 2,7 y los grados Brix varían de 7,1 a 7,8. Luego, se sabe que el volumen del jugo puede ser variable según la disponibilidad de agua del cultivo, aún así, la cantidad de jugo varía entre 35,5 y 39,8 mL.

**Tabla 4.** Características del jugo de los frutos provenientes de los cinco tratamientos en limón Tahití, Casarabe, Beni, junio 2013 - enero 2014.

Tratamientos	Volumen mL	°Brix	pH
T1 (testigo)	35,5	7,7	2,7
T2	38,5	7,1	2,7
T3	37,8	7,6	2,7
T4	39,8	7,5	2,7
T5	39,0	7,8	2,7

## CONCLUSIONES

Aquí se reporta el incremento del rendimiento del limón Tahití (limón sin semillas) con la aplicación de humus de lombriz a dosis de 6 y 8 kg/planta, en un sistema productivo basado en agricultura orgánica. Esto demuestra la factibilidad del modelo orgánico de producción de limón en las condiciones de Casarabe. El humus de lombriz no solamente mejoró el rendimiento del cultivo sino que se supone haya ocurrido un mejoramiento en la estructura física, química y biológica del suelo tratado, dando como consecuencia, un incremento en la productividad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AASANA, 2009. Datos climatológicos y de referencia geográfica. Trinidad, Bolivia.

Barbado J.L., 2004. Cría de lombrices. Primera edición. Argentina

Compagnoni L. y Potzolu G., 1994. Cría moderna de Lombrices y Utilización rentable del humus. De Vecchi, SA. 87-120.

Correa M.F. y López P.G., 2007. Abonos orgánicos sólidos, maduración y eficiencia. Revista Teoría y Praxis Investigativa. Colombia. Vol. 2 (2): 60-65.

Domínguez E.; Ordoñez E., 2013. Evaluación de la actividad antioxidante, vitamina C de zumos cítricos de lima dulce (*Citrus limetta*), limón Tahití (*Citrus latifolia*), limón rugoso (*Citrus jambhiri*) y mandarina cleopatra (*Citrus reshni*) almacenados en refrigeración. Investigación y Amazonía, Vol.3 (1): 30-35.

González V. y Pomares F., 2008. Manual Técnico: La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Valencia, España. 24 p.

Hernández J., 2000. Tecnología para producir Limón Persa. Campo Experimental Ixtacuaco. Libro técnico No. 8. Veracruz, México. 144 p.

IGM (Instituto Geográfico Militar), 1996. Mapa geográfico de las provincias Cercado y Marbán del Departamento del Beni. Bolivia.

INE (Instituto Nacional de Estadística), 2008. Censo Agrícola, Bolivia. 187 p.

Martínez C. y Martínez J.C., 2005. Lombricultura y Agricultura Orgánica para condiciones tropicales. Nicaragua. 260 p.

Méndez-Moreno O., Leon-Martinez N.S., Gutierrez-Miceli F.A., Rincón-Rosales R., Alvarez-Solis J.D., 2012. Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. Gayana Botánica N°69, 49-54.

Monte B.E., 2006. Sistema de producción ecológica, Limón persa (*Citrus aurantifolia* L.). Gobierno del Estado de Chiapas, México 43 p.

Neuman H., 2010. Ensayo limón persa (en línea). Consultado el 26 de marzo 2013. Disponible en <http://www.debate.com.mx/eldebate/noticias/default.htm>

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), 1999. Manual técnico, buenas prácticas de cultivo en limón pérsico. El Salvador, 47 p.

Rodríguez C.M., Guerrero B.M., García C.M., Portillo F., García P.E., García J.M., Mendoza P.E., 2002. Guía Técnica; Cultivo de limón pérsico. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). El Salvador, 33 p.

Says D., 2009. Humus de lombriz un abono ecológico (en línea). Consultado el 26 de marzo

2013. Disponible en <http://www.jardineria.pro.huerta.html>

Vargas, V.N., 2014. Lombricultura, (Comunicación personal) Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma del Beni, Trinidad, Beni, Bolivia. Marzo, 2014.

Vásquez P.C., 2013. Cultivo del limón Tahití en Casarabe, (Comunicación personal), Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma del Beni, Trinidad, Beni, Bolivia. Septiembre, 2013.

Ullé J., Rendina A., Fernández F., 2009. Influencia del tipo de estiércol en la transformación de la materia orgánica tratada mediante procesos de compostado y vermicompostado. Informe Técnico 2009 del Centro Regional Buenos Aires Norte, INTA. Argentina, 67-71.

Ullé J., Fernández F., Rendina A., 2009. Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechuga mantecosa. Informe Técnico 2009 Del Centro Regional Buenos Aires Norte, INTA. Argentina, 73-76.