

Efecto de sustratos orgánicos sobre el desarrollo vegetativo en variedades de ají (*Capsicum* spp. L.)

Effect of organic substrates on vegetative growth in varieties of chili pepper (*Capsicum* spp. L.).

Evelin K. Mendoza Ampuero¹, Marco A. Barrientos Pinto² & Martha Serrano Pacheco^{2*}

¹ Proyecto BEISA3, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia.

² Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132. Sucre-Bolivia.

*martha_sucre@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Monteagudo, con el objeto de evaluar el crecimiento y desarrollo de plántulas de especies del *Capsicum* spp y la respuesta de diferentes tipos de sustratos orgánicos preparados. La hipótesis planteada define que las propiedades nutricionales de los sustratos orgánicos preparados, al menos uno de ellos mejora en el proceso de desarrollo de las plántulas del género *Capsicum*. El experimento consistió en un diseño bloques completamente al azar en parcelas divididas, con dos variedades de *Capsicum* (arivivi y ají) como tratamientos y 5 sustratos orgánicos, como sub-tratamiento con 3 repeticiones, considerando que cada unidad experimental estará compuesta por 4 multiceldas. Las variables evaluadas fueron: a) porcentaje de germinación, b) altura de la planta y c) número de hojas por planta a los 20, 40, 60 y 80 días. Los resultados muestran que las especies de *Capsicum* respondieron de diferente manera a los sustratos orgánicos, es decir, el arivivi respondió a un mejor desarrollo al preparado S4 y el ají al S2. Estas mejoras en los caracteres de desarrollo de las especies de *Capsicum* spp, son una prueba que los sustratos orgánicos mejoran la calidad de nutrientes en los suelos y una alternativa agroecológica en el manejo del cultivo.

Palabras clave: ají, arivivi, *Capsicum*, sustratos orgánicos.

Abstract

This research was performed in Monteagudo municipality, for the purpose to assess the growth and development of plantlets of species of *Capsicum* spp and the response of different types of organic substrates prepared. The hypothesis defines that the properties nutritional of organic substrates prepared at least one improvement in the development process of plantlets of the genus *Capsicum*. The experiment is a randomized complete block design in divided plots, with two varieties of *Capsicum* (aribibi and garlic) as treatments and five organic substrates, considering that each experimental unit will be composed of 4 multicell. The variables were: a) percentage of germination, and b) plant height and number of leaves per plant at 20, 40, 60 and 80 days. The results show that *Capsicum* species responded differently to organic substrates is the case, the arivivi responded to a better development to S4 and chili prepared substrate S2. These improvements in the character development of species of *Capsicum* spp, are proof that organic substrates improve quality of soil nutrient and agroecological alternative crop management..

Key words: arivivi, *Capsicum*, chili peppers, organic substrates.

Introducción

El aumento de la producción agrícola a través del manejo mejorado de la nutrición de las plantas, y el mejor uso de otros factores de producción, constituye un reto complejo. La intensificación de la agricultura requiere grandes flujos de nutrientes para los cultivos (absorción y reserva de los nutrientes) en el suelo. Como resultado de esta intensificación, se producen residuos de cultivos, estiércol y desperdicios orgánicos, que son ideales sustratos agrícolas (FAO 1999).

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales, que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección depende de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época de siembra, sistema de propagación, costo de producción, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann & Kester 2002). Además, estos sustratos son la base para mejorar diversas composiciones de una región en particular, esperando con ello optimizar la producción y reducir costos (Ocampo et al. 2005; Vega et al. 2006).

En muchas investigaciones se ha determinado que la materia orgánica está relacionada con la fertilidad del suelo, es decir, es uno de los factores de mayor importancia para mantener la productividad del suelo en forma sostenida (Carrión 1996). La utilización de los abonos orgánicos como una alternativa de agricultura, surge como complemento para satisfacer la necesidad de reusar los suelos (Paneque & Calaña 2004). De forma pura o mezclado, la función principal es servir como: 1) medio de crecimiento y desarrollo de las plantas, 2) permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radicular, 3) favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Calderón 2006).

Existen dos grupos de sustratos: los orgánicos e inorgánicos. El primero, contiene una sustancia generada por microorganismos (humus), que al descomponer la materia orgánica liberan nutrientes y fijan nitrógeno atmosférico en el suelo. Pero en el sustrato orgánico, no es posible mantener un control absoluto sobre los nutrientes. Porque la gran parte de estos nutrientes son proporcionados gracias a la acción de los diversos microorganismos que habitan el suelo. Pero la vida de estos microorganismos es muy susceptible a los cambios en las variables del entorno

como, el pH, la concentración de sales, la temperatura y la oxigenación del sustrato. Eso significa que, una alteración de una de estas variables, provocará probablemente una disminución de los nutrientes de los que dispondrá la planta, sin que el cultivador pueda remediar la situación fácilmente. Eso no ocurre en los sustratos inorgánicos, donde los nutrientes disponibles para la planta han sido previamente dosificados por el cultivador (García 2006).

La falta de información técnica sobre la preparación de sustratos y la falta de este insumo en el mercado, aptos para el uso en los viveros e invernaderos de los productores llevan a estos a que, recurran a conocimientos empíricos, en la preparación de sus propios sustratos. Los mismos se manifiestan de manera desfavorable por la falta de nutrientes y con diferentes agentes patógenos, que afectan en la emergencia y crecimiento de las plántulas. Con el propósito de validar tecnologías innovadoras en el manejo de suelo, se plantea evaluar el crecimiento y desarrollo de plántulas de especies de *Capsicum* spp. en diferentes sustratos orgánicos, bajo condiciones de producción en micro celdas, en el centro experimental “El Bañado” (Chuquisaca: Monteagudo).

Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro experimental “El Bañado”, ubicado en el cantón Saucos del municipio de Monteagudo (Chuquisaca: Hernando Siles) (Fig. 1). Geográficamente esta situado entre las coordenadas geográficas 19°49'10.13" latitud Sud y 63°57'40.02" longitud Oeste y a una altura de 1 133 msnm. Presenta una diversidad vegetal amplia de especies herbáceas (lianas, bejucos, zarzamora, paja etc.), arbustivas (guayabilla, guaranguay) y algunos árboles (tipa, nogal, timboy, eucalipto, lloque y guayaba). Tiene una pendiente baja, ligeramente inclinado, con una textura arcilla limo arenoso, apto para la agricultura y ganadería actualmente se cultivan: maíz, frejol, maní, ají y cumanda. (PDM 2011; Crespo 2015).

Diseño experimental

El ensayo de campo se realizó en un área de 45.24 m². Las subparcelas se distribuyeron bajo un diseño de bloques completos al azar, en parcelas

divididas con dos variedades de *Capsicum* spp., como tratamientos y 5 sustratos orgánicos, como subtratamientos, con 3 repeticiones, considerando que cada unidad experimental estuvo compuesta por 4 multiceldas, durante el periodo agrícola 2014 (Fig. 2,

Tabla 1). Los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza, usando el programa estadístico Infostat (Balzarini et al. 2008) y se compararon las medias mediante pruebas de Tukey ($p = 0.05$).

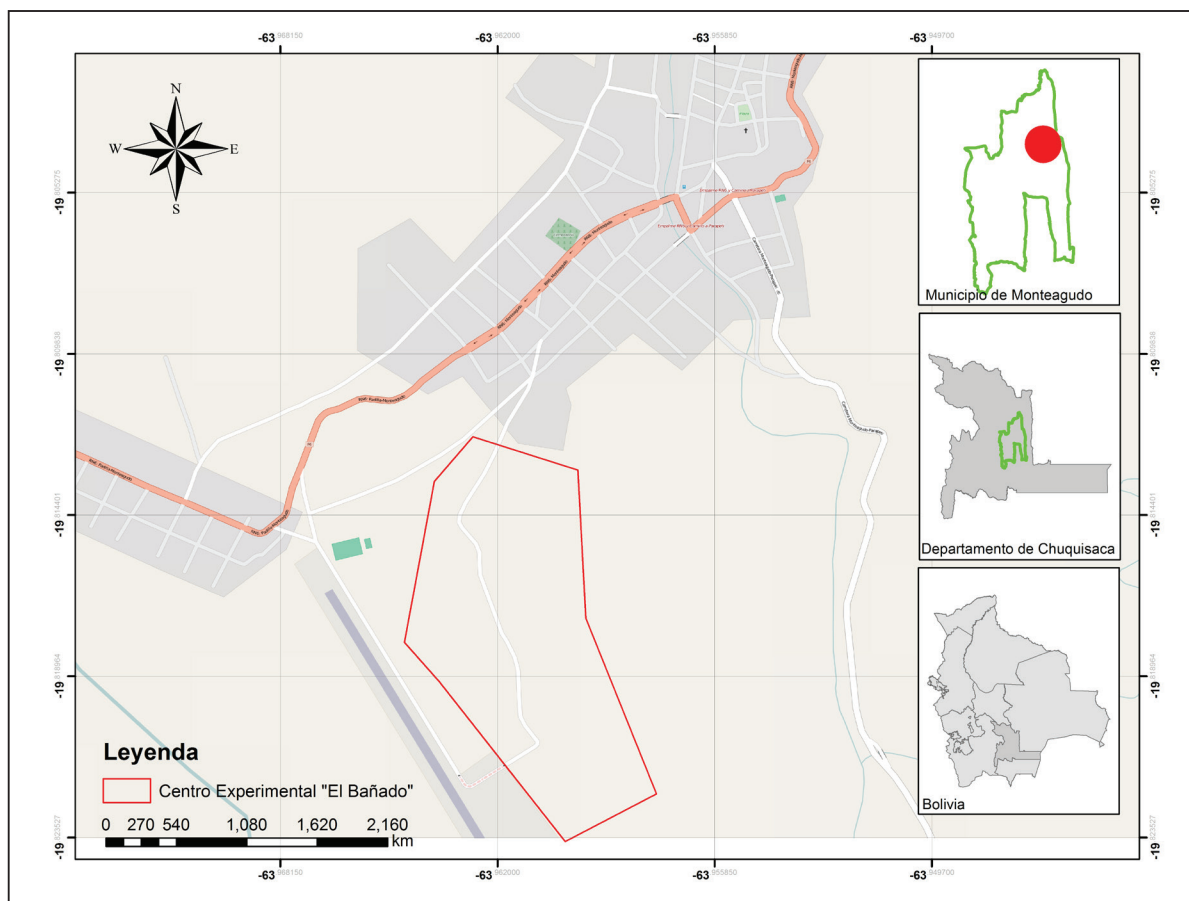


Figura 1. Ubicación del centro experimental el Bañado, Municipio de Monteagudo.

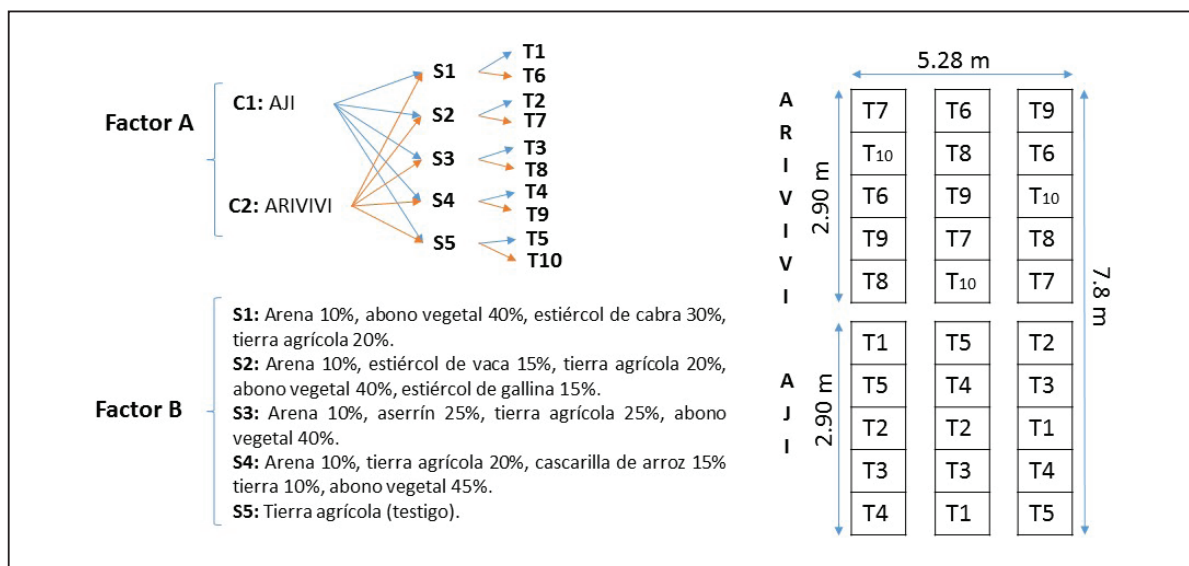


Figura 2. Diseño experimental y croquis del cultivo de maíz, realizado en la parcela experimental.

Tabla 1. Descripción de las tres variables agronómicas evaluadas en especies *Capsicum* spp. bajo invernadero.

Variables	Descripción
Porcentaje de germinación (%)	Se evaluó realizando un conteo de plantas germinadas de ají, a los 21 días después del almacenado para posteriormente expresarlo en porcentaje.
Altura de la planta (cm)	20 plantas al azar tomadas dentro de la parcela útil, se midió desde la base del tallo hasta el ápice terminal, con una frecuencia de cada 20 días.
Numero de hojas por planta	20 plantas al azar tomadas dentro del área útil, a las cuales se les realizó un conteo del número de hojas por planta, con una frecuencia de 20 días.

Resultados

Porcentaje de germinación (%)

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza (Tabla 2), para porcentaje de germinación, no muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.3008$), además se reporta un coeficiente de variación de 31.67% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T1, tiene el mayor valor, con 51.41%, seguido de T8, con 56.48%, T4, con 56.02% y por último el T5, con 33.45%, que es el tratamiento que presento el menor porcentaje, en comparación a los demás tratamientos (Fig. 3).

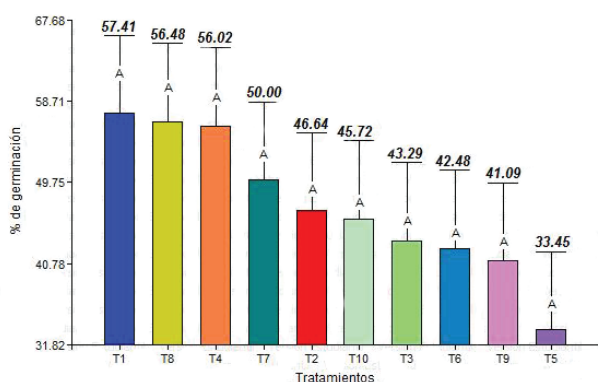


Figura 3. Efecto de los diferentes sustratos orgánicos, sobre el porcentaje de germinación (%) de especies *Capsicum*.

Altura de la planta (cm)

A los 20 días el análisis de varianza (Tabla 2), para altura de las plantas, muestran diferencias altamente

significativas entre los tratamientos ($p<0.0001$), además se reporta un coeficiente de variación de 29.50% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor crecimiento, con 3.66 cm, seguido T1, con 2.97 cm, T2, con 2.45 cm y por último el T6, con 0.99 cm y T5, con 0.00 cm, que son los tratamientos que presentaron el menor desarrollo en el crecimiento de las plantas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 4A).

El análisis de varianza (Tabla 2), para altura de las plantas a 40 días, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.0430$), además el coeficiente de variación se incrementa a 61.08% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor crecimiento, con 5.51 cm, seguido T2, con 5.35 cm, T1, con 4.64 cm y por último el T6, con 1.36 cm y T5, con 1.28 cm, que son los tratamientos que presentaron el menor crecimiento de las plantas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 4B).

Para altura de las plantas a 60 días, el análisis de varianza (Tabla 2), muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.0026$), además se reporta un coeficiente de variación de 29.28% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor crecimiento, con 13.58 cm, seguido T2, con 13.55 cm, T1, con 9.13 cm y por último el T6, con 2.18 cm y T10, con 1.97 cm, que son los tratamientos que presentaron el menor desarrollo en el crecimiento de las plantas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 4C).

Tabla 2. Análisis de varianza del efecto de los diferentes sustratos orgánicos (*Capsicum**Sustratos), sobre las variables agronómicas evaluadas de *Capsicum* spp.

Variable	G.L.	F	p-valor
Germinación (%)	4	1.31	0.3008
Altura planta (cm) a 20 días	4	16.28	<0.0001
Altura planta (cm) a 40 días	4	1.94	0.0430
Altura planta (cm) a 60 días	4	5.91	<0.0001
Altura planta (cm) a 80 días	4	14.41	<0.0001
N° hojas por planta a 20 días	4	8.59	0.0003
N° hojas por planta a 40 días	4	3.27	0.0324
N° hojas por planta a 60 días	4	13.96	<0.0001
N° hojas por planta a 80 días	4	6.97	0.0001

Tabla 3. Coeficiente de variación (C.V.) y correlación (R^2) de cada una de las variables agronómicas evaluadas, de las especies de *Capsicum* spp..

Variable	R^2	R^2 Aj	C.V.
Germinación (%)	0.27	0.00	31.67
Altura planta (cm) a 20 días	0.89	0.84	29.50
Altura planta (cm) a 40 días	0.62	0.44	61.08
Altura planta (cm) a 60 días	0.90	0.85	29.28
Altura planta (cm) a 80 días	0.94	0.91	25.25
N° hojas por planta a 20 días	0.79	0.69	32.90
N° hojas por planta a 40 días	0.65	0.50	26.13
N° hojas por planta a 60 días	0.92	0.89	10.72
N° hojas por planta a 80 días	0.93	0.90	10.61

A los 80 días el cuadro de análisis de varianza (Tabla 2), para altura de las plantas a 80 días, muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p<0.0001$), además se reporta un coeficiente de variación de 25.25% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor crecimiento, con 24.22 cm, seguido T2, con 21.50 cm, T1, con 15.28 cm y por último el T8, con 2.74 cm y T6, con 2.46 cm, que son los tratamientos que presentaron el menor desarrollo en el crecimiento de las plantas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 4D).

Número de hojas

El análisis de varianza (Tabla 2), para número de hojas por planta a los 20 días, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.0003$), además se reporta un coeficiente de variación de 32.90% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor número de hojas, con 4.05 hojas/planta, seguido T1, con 3.37 hojas/planta, T2, con 2.92 hojas/planta y por último el T3, con 1.50 hojas/planta y T5, con 0.00 hojas/planta, que presentaron el menor número de hojas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 5A).

El número de hojas por planta a los 40 días, el análisis de varianza (Tabla 2), muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.0324$), donde se reporta un coeficiente de variación de 26.13% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor número de hojas, con 4.98 hojas/planta, seguido de T7, con 4.42 hojas/

planta, T2, con 4.25 hojas/planta y por último el T3, con 2.48 hojas/planta y T5, con 1.37 hojas/planta, que son los tratamientos que presentaron el menor número de hojas (Fig. 5B).

Para el número de hojas por planta a los 60 días, el análisis de varianza (Tabla 2), muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p<0.0001$), además se reporta un coeficiente de variación de 10.72% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T4, tiene el mayor número de hojas, con 6.27 hojas/planta, seguido de T2, con 5.85 hojas/planta, T1, con 5.82 hojas/planta y por último el T5, con 2.90 hojas/planta y T3, con 2.80 hojas/planta, que son los tratamientos que presentaron el menor número de hojas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 5C).

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza (Tabla 2), para número de hojas por planta a los 80 días, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.0011$), además se reporta un coeficiente de variación de 10.61% (Tabla 3). Y mediante la prueba de medias de Tukey, el T2, tiene el mayor número de hojas, con 7.42 hojas/planta, seguido de T4, con 7.25 hojas/planta, T9, con 7.17 hojas/planta y por último el T3, con 3.40 hojas/planta y T5, con 3.28 hojas/planta, que son los tratamientos que presentaron el menor número de hojas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 5D).

Discusión

Para la elección del sustrato a emplear, se debe considerar la obtención de la planta de calidad, así como las limitaciones a que están sujetas en su medio posterior o sitio de plantación (Prieto 1996). En el presente trabajo, se observa diferencias en el desarrollo del crecimiento de las plantas en el T4 con 24.22 cm, T2 con 21.50 cm, T1 con 15.28 cm y por último el T6 con 2.46 cm, lo anterior corrobora lo expresado por Villar et al. (2001), quien afirma que el uso de sustratos en el vivero facilita un mayor desarrollo de las plántulas y mejor desarrollo en campo ya que se producen individuos más vigorosos, por otro lado, el uso de multiceldas en especies reduce los costos de producción.

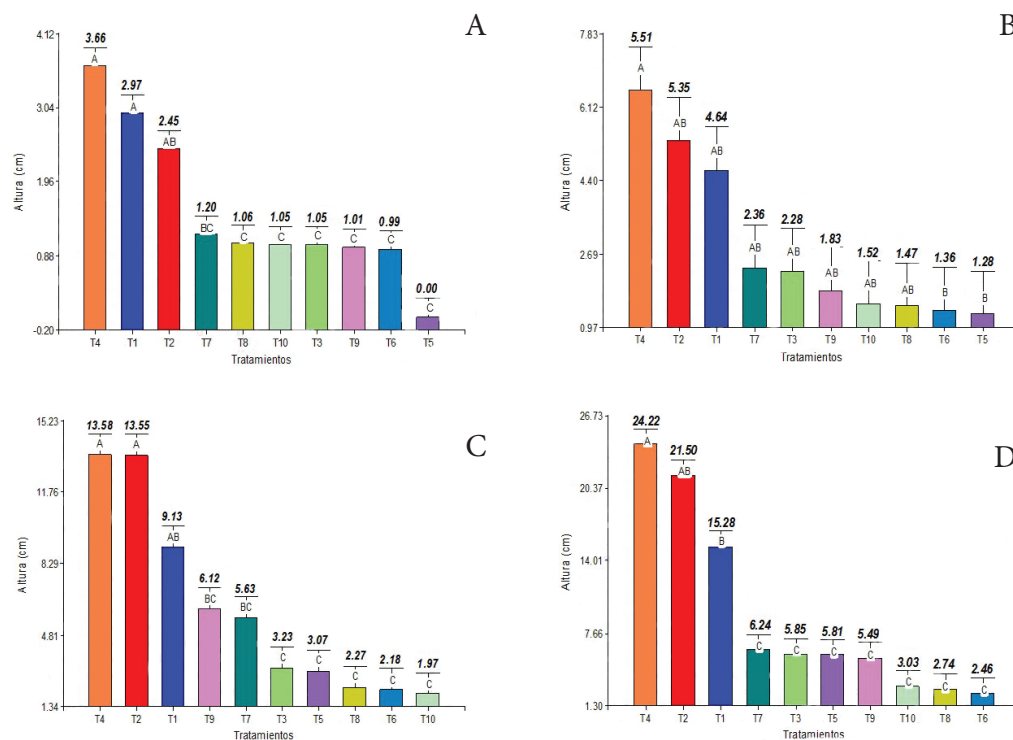


Figura 4. Efecto de los diferentes sustratos orgánicos, sobre la altura de las plantas de especies *Capsicum*: A) 20 días; B) 40 días; C) 60 días; D) 80 días después de almacenado.

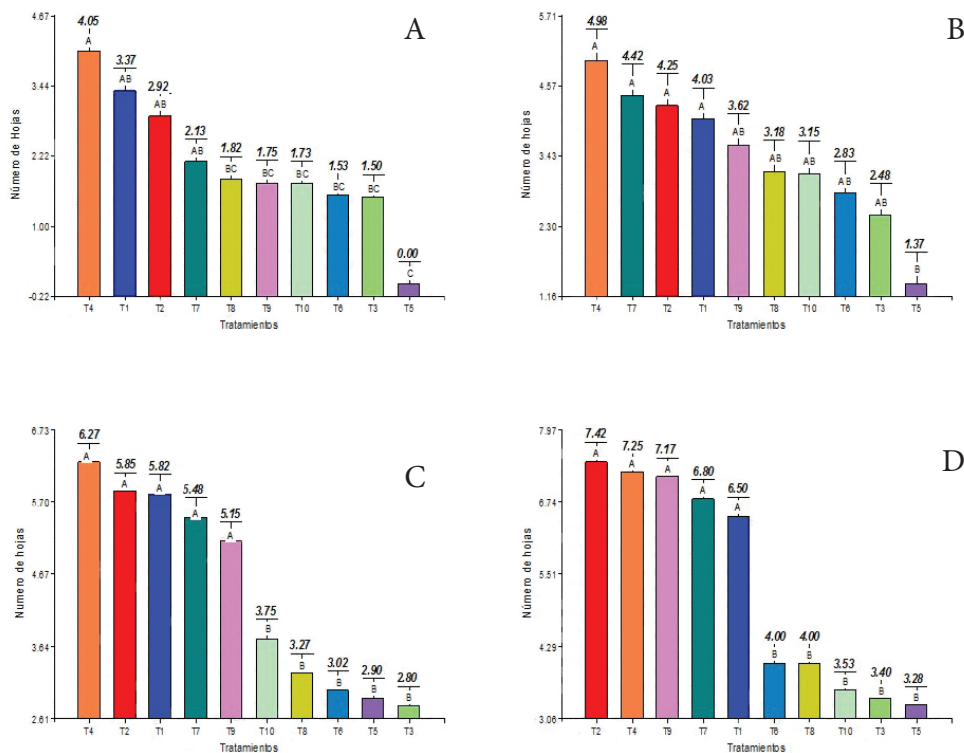


Figura 5. Efecto de los diferentes sustratos orgánicos, sobre el número de hojas por planta de especies *Capsicum*: A) 20 días; B) 40 días; C) 60 días; D) 80 días después de almacenado.

Arteaga et al. (2003), indica que en aquellos sustratos con menores niveles de fertilidad, ejercen mayor influencia sobre el crecimiento en la altura de las plantas. En relación al trabajo realizado se puede observar que existe en la interacción de especies *Capsicum**Sustratos, para la producción de plántulas de *Capsicum* en la región, donde, a medida que varía el porcentaje de las mezclas se incrementa el contenido de nutrientes en estos sustratos, produciendo mayor desarrollo en la altura y número de hojas.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye que que la respuesta de los caracteres de emergencia y desarrollo de las plántulas del género *Capsicum* responden a las propiedades de los sustratos orgánicos en el Centro Experimental El Bañado.

Para la variable porcentaje de germinación de especies *Capsicum*, ninguno de los sustratos tiene un efecto claro. La altura de las plantas a los 20, 40, 60 y 80 días, aplicando el S4 demostro en el arivivi un incremento significativo en altura. Y el S2 tuvo el mismo efecto significativo para ají en los mismos intervalos de dias. Este mismo patron se obtuvo con número de hojas con el S4 en arivivi y gradualmente para el S2 en el ají.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los responsables del proyecto Beisa3, por la oportunidad brindada para publicar el presente trabajo de investigación, que forma parte de las contribuciones para mejorar la producción de especies *Capsicum*, en la región del Chaco Chuquisaqueño.

Referencias

Arteaga, B.S. León & C. Amador. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Xalapa, México. pp 9-16.

Balzarini, M.G., L. Gonzalez, M. Tablada, F. Casanoves, J.A. Di Rienzo & C.W. Robledo. 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. pp 20-256.

Calderón, A. 2006. Sustratos agrícolas. Chile, Proyecto Fondef. 10 p.

Carrión, M. 1996. La agricultura urbana y el desarrollo rural sostenible. Agricultura del hogar. Seminario

regional. FIDA/CIARA. pp: 58-72.

Crespo, J. 2015. Incorporación de frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*) como cultivo de cobertura y abono verde en parcelas silvoagrícolas en el “Fundo universitario El Bañado” Monteagudo. Informe de internado. Facultad de Ciencias Agrarias. U.M.R.P.S.F.X.CH. Monteagudo, Bolivia. pp 20-23.

García, M. 2006. Sustratos para la producción de plantines hortícolas (en línea). Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Producción Vegetal Centro Regional Sur. 6 p.

FAO. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Roma, Italia. 15p.

Hartmann, H. & D. Kester. 2002. Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.

Ocampo, M., M. Caballero & C. Tornero. 2005. Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. En: Tornero, C. M. A, G. S. E Silva, A. R. Pérez & F. Bonilla (eds). agricultura, ganadería, ambiente y desarrollo sustentable. Benemérita Universidad Autónoma del Estado de Puebla. pp: 55-74.

Paneque, P.M. & N.J.M. Calaña. 2004. Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. 37 p.

Plan de desarrollo municipal (PDM). 2011. Monteagudo. 2017 - 2011. Gobierno municipal de Monteagudo. Primera sección - Provincia Hernando Siles. Chuquisaca.

Prieto, R. 1986. Estudio de algunos factores que afectan la producción de *Pinus hartweggi* Lindl., en vivero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 97p.

Villar, P., R. Planelles, E. Enríquez, J.L. Peñuelas & J. Zazo. 2001. Influencia de la fertilización y el sombreado sobre la calidad de la planta de *Quercus ilex* L. y su desarrollo en campo. Granada, España. pp:1-6.