



EL CULTIVO DE PIMIENTO Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE CARBÓN VEGETAL¹

Wilson Briones López

Ingeniero Agrónomo (Guayas-Ecuador)

Mercedes Maldonado Contreras

Master en Educación Agropecuaria; Docente de la Universidad Guayaquil (Guayas- Ecuador)

Ricardo Xavier Chávez Betancourt

rchavez@live.com

Ingeniero Agrónomo; Master en Administración de Empresas; Docente de la Universidad Técnica de Babahoyo (Los Ríos – Ecuador)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Wilson Briones López, Mercedes Maldonado Contreras y Ricardo Xavier Chávez Betancourt (2017): "El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal.", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (septiembre 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/09/cultivo-pimiento.html>

RESUMEN

En la actualidad el uso y abuso de fertilizantes minerales para aumentar la producción de los cultivos, se ha convertido en uno de los principales problemas a solucionar en el campo agrícola; sin embargo, poco se ha hecho para manejar adecuadamente la nutrición de los cultivos, el mismo que ha afectado a la productividad y a la calidad de las cosechas. En esta investigación se realizó la aplicación de carbón vegetal como alternativa a la fertilización convencional. Los tratamientos son: 5000 kg/ha, 3 750 kg/ha, 2 500 kg/ha y testigo (sin aplicación), teniendo como objetivo: Evaluar agrónomicamente el cultivo de pimiento con la aplicación de tres dosis de carbón vegetal. Valorar el efecto económico de los tratamientos estudiados. Una vez realizada la presente investigación, se obtuvo plantas más altas, mayor diámetro, floración y cosecha más precoz, mayor número de frutos, con mayor peso, longitud y diámetro. Los resultados indicaron diferencias estadísticas para altura de planta a los 15-30-60, diámetro del tallo a los 15-30-60, días a la floración, peso de los frutos, longitud del fruto, diámetro de fruto, rendimiento; en cambio, no alcanzó diferencias significativas para número de frutos por planta. Es importante señalar que existió un incremento de rendimiento en los distintos tratamientos con Carbón Vegetal, en especial los tratamientos T1 y T2 con 12,133.93 y 11,221.72, respectivamente, mientras el testigo fue 8,717.26; esta diferencia se debió a que el número, peso, longitud y diámetro de los frutos fueron mayores que en el testigo.

Palabras clave: Fertilizantes, nutrición, productividad, producción

¹ Artículo extraído del trabajo de investigación de la Tesis de grado del repositorio digital del Centro de Posgrado de la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL (Guayaquil-Ecuador) requisito para el grado de Ingeniero Agrónomo. El tribunal examinador estaba compuesto por tres profesores examinadores.

SUMMARY

At present the use and abuse of mineral fertilizers to increase the production of the crops, has become one of the main problems to be solved in the agricultural field; However, little has been done to adequately manage crop nutrition, which has affected productivity and crop quality. In this research, the application of charcoal was carried out as an alternative to conventional fertilization; The treatments are: 5000 kg / ha, 3 750 kg / ha, 2 500 kg / ha and control (without application), with the objective of: Agronomically evaluating pepper cultivation with the application of three doses of charcoal. To evaluate the economic effect of the treatments studied. Once the present research was carried out, higher plants, larger diameter, flowering and earlier harvest, greater number of fruits, with greater weight, length and diameter were obtained. The results indicated statistical differences for plant height at 15-30-60, stem diameter at 15-30-60, days at flowering, fruit weight, fruit length, fruit diameter, yield; On the other hand, did not reach significant differences for number of fruits per plant. It is important to point out that there was a higher yield in the different treatments with vegetal coal, especially the treatments T1 and T2 with 12,133.93 and 11,221.72, respectively, while the control was 8,717.26; This difference was due to the fact that the number, weight, length and diameter of the fruits were greater than in the control.

Keywords: Fertilizers, nutrition, productivity, production

Introducción

El cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L) es una hortaliza miembro de la familia de las solanácea la misma de la planta de tomate sus orígenes residen en la América del Sur y, más precisamente en las regiones de Brasil y de Jamaica (Zipmec, 2013).

Una de las preocupaciones en la actualidad es el uso y abuso de fertilizantes minerales para aumentar la producción de los cultivos hortícolas, por esta razón se debe concienciar a los agricultores en el uso adecuado de dichos fertilizantes. Es por esto que una de las alternativas para mitigar el uso excesivo de los fertilizantes es la utilización de nuevas alternativas para mejorar la fertilidad de los suelos, como la elaboración de carbón vegetal lo cual busca reciclar desechos de cosechas agrícolas y deyecciones de animales; por tanto, constituye una alternativa agrícola y ecológica (Duque & Oña, 2007)

El carbón vegetal, al ser incorporado a los suelos como fertilizante, mejora su estructura, es decir, la capacidad para retener agua y nutrientes. Asimismo, elevaría algunas de las propiedades químicas determinantes para una mejor fertilidad del suelo. Más aun, su elevada capacidad y eficiencia de retener los nutrientes del suelo, lo que evitaría aplicar las enormes cantidades de fertilizantes con que juega la agricultura productivista, por lo que disminuiría drásticamente los problemas de contaminación de tierras y de aguas (Ibáñez, 2008).

En esta investigación se realizó la aplicación de Carbón Vegetal, como alternativa a la aplicación de fertilizantes convencionales; con los tratamientos: 5000 kg/ha, 3 750 kg/ha, 2 500 kg/ha y testigo (sin aplicación).

El trabajo de investigación se precisó entre otros objetivos evaluar si con la aplicación de carbón vegetal mejora el tamaño y diámetro de las plantas, floración y cosecha más precoz,

mayor número de frutos, con mayor peso, longitud y diámetro y con estos resultados incrementar la producción de esta hortaliza.

Materiales y Métodos

El presente ensayo de investigación se realizó entre los meses de Julio y septiembre del 2016, en los terrenos del señor German Briones Laje, ubicada a 14,70 km Vinces- Guare - Baba., la misma que se encuentra ubicada en el Km 13 de la vía Babahoyo-Quevedo ubicada en Los Ríos-Ecuador.

Este lugar donde se realizó el trabajo de investigación se encuentra en las coordenadas geográficas latitud sur 1° 40' 42'' longitud oeste 79° 42' 47'', la altura de 9 msnm una temperatura media anual de 26 °C, y una humedad relativa de 86,5%.

Existen dos épocas muy definidas de diciembre a Mayo (época lluviosa) y de junio a Noviembre (época seca), con una precipitación promedio anual de 1262,8 mm situación históricamente normal en esta región.

El terreno donde se realizó este ensayo de investigación, fue en campo abierto con topografía plana. Se seleccionó el híbrido de pimiento Quetzal, el mismo que presentó una adecuada uniformidad en cuanto a la densidad de siembra y manejo agronómico, los factores en estudio fueron sobre el efecto de la aplicación de carbón vegetal sobre la productividad del cultivo de pimiento con cuatro tratamientos: 5000 kg/ha, 3 750 kg/ha, 2 500 kg/ha y testigo (sin aplicación).

Para la interpretación de datos se utilizó el análisis de varianza y para comprobar las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5 % de probabilidad estadística, las variables evaluadas fueron las siguientes: Altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de frutos por planta, peso de los frutos por tratamiento (Kg), longitud del fruto (cm), diámetro del fruto (cm), días a la cosecha, rendimiento Kg), análisis económico.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Dosis por hectárea
T1	5,000 kg
T2	3,750 kg
T3	2,500 kg
T4	Testigo

Para este trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental “Bloque al azar”. En cada tratamiento fue conformado por cuatro repeticiones y a su vez cuatro tratamientos, el área total del ensayo experimental fue de 268,8 metros cuadrados, las mismas que fueron distribuidas de la siguiente manera:

Tipo	Cantidad
Número de parcelas	16
Número de hileras por parcela	7
Distancia entre bloques (m.)	1
Distancia entre hileras (m.)	1
Distancia entre planta (m.)	0.4
Área de cada parcela (m2)	16.8
Área útil de la parcela (m2)	153.6

El trabajo en campo se inició con la elaboración del carbón vegetal, para lo cual se utilizó el horno tipo parva. El cual consiste en apilar la madera sobre el suelo y cubrir la parva con paja y tierra, los materiales utilizados fueron los siguientes: restos de podas de cacao, cascarilla de arroz, panca de arroz/maíz y estiércol de ganado vacuno. Los residuos fueron ubicados por capas en el siguiente orden, restos de poda de cacao, panca de arroz/maíz, y el estiércol de ganado estará mezclado con la cascarilla de arroz para facilitar su carbonización y luego se colocó una capa de panca de arroz para cubrir la parva. Por último, se procedió al cubrimiento de la pila y al encendido de la misma

En el caso del semillero se realizó con una mezcla de suelo franco y tierra de sembrado, el riego se efectuó acorde a las necesidades de las plantas con una regadera. La preparación del suelo, se desarrolló de forma tradicional, con una excavadora manual, la misma que realizó los hoyos cuya dimensión fue de 0,20 m x 0,20 m, terminado el procedimiento se mezcló el carbón vegetal con el suelo

El trasplante se realizó cuando las plantas tenían más de tres hojas verdaderas y una vez trasplantado se efectuó el riego, según las necesidades de las plantas y condiciones ambientales.

Con respecto al control de malezas, se controlaron con la aplicación de un herbicida pre-emergente, luego se realizó un control manual con la ayuda de un rabón o machete. Para el caso de plagas y enfermedades, se lo efectuó con el Manejo Integrado de Plagas (MIP), realizando monitoreos continuos para saber que está afectando al lote experimental y hacer un control oportuno.

La cosecha se realizó de forma manual, cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica, y tengan las características deseadas o las cualidades propias de la variedad, indican el inicio de la cosecha.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, donde fue evaluado agrónomicamente el cultivo de pimiento con la aplicación de tres dosis de carbón vegetal, los datos evaluados corresponden a: altura de planta, diámetro del tallo, número de frutos por planta, peso de los frutos por tratamiento, longitud del fruto, diámetro del fruto, días a la cosecha, rendimiento, análisis económico. Los mismos que fueron sometidos al análisis de la varianza y a la prueba de Tukey.

Para el análisis de la altura de la planta, según el análisis de varianza, podemos observar que los coeficientes de variación: 3,65 %; 2,71 % y 3,86 % respectivamente, indican que hay diferencia significativa en los tratamientos

Realizada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que influye estadísticamente, numéricamente el T1 = carbón vegetal con 5,000 kg/ha obtuvo las plantas más altas en las tres épocas, con 16,32-27,76-53,04 cm respectivamente, y

las de menor altura correspondieron a los tratamientos T2 = carbón vegetal al 3,750 kg/ha a los 30-60 días, el T3 = carbón vegetal con , 2,500 kg/ha a los 15 días y el T4 = sin carbón vegetal con 13,39-23,37-43,32 cm en promedio (ver tabla 2)

Tabla 2. Altura de planta a los 15-30-60 con la aplicación de tres dosis de carbón vegetal, evaluados en la investigación “El cultivo de pimienta y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedios		
	15 días	30 días	60 días
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	16,32 c*	27,76 c*	53,04 c*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	14,66 b	25,97 b	48,22 b
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	14,19 ab	27,10 bc	49,92 bc
T4 = sin carbón vegetal	13,39 a	23,37 a	43, 32 a
Tukey (5 %)	1,18	1,56	4,15

*Promedio con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

En lo que respecta al diámetro de planta, se puede observar que los coeficientes de variación: 4,61 %; 6,17 % y 5,11 % respectivamente, indican que hay diferencia significativa en los tratamientos.

Realizada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que influye estadísticamente, numéricamente el T1 = carbón vegetal al 5000 kg/ha, obtuvo las plantas con mayor diámetro en las tres época, con 3,71-5,75-8,84 cm respectivamente, y las de menor diámetro correspondieron a los tratamientos T2 = carbón vegetal al 3 750 kg/ha a los 15 días, el T3 = carbón vegetal al 2,500 kg/ha a los 15-30 días y el T4 = sin carbón vegetal con un promedio de 2,93-4,59-7,68 cm en promedio (ver tabla 3).

Tabla 3. Diámetro de planta a los 15-30-60 con la aplicación de tres dosis de carbón vegetal, evaluados en la investigación “El cultivo de pimienta y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedios		
	15 días	30 días	60 días
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	3,71 b*	5,75 b*	8,84 b*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	3,17 a	5,12 ab	8,34 ab
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	2,93 a	4, 81a	8,79 b
T4 = sin carbón vegetal	2,93 a	4, 59a	7,68 a
Tukey (5 %)	0,32	0,69	0,95

*Promedio con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

Para el caso de los días de floración, según el análisis de varianza podemos observar, que fue significativo para los tratamientos, mientras que para los bloques no, con un coeficiente de variación de 5,81 %. La prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T2 = carbón vegetal al 3 750 kg/ha con 34 días, fue el tratamiento más precoz, seguido por el T1 = carbón vegetal al 5000 kg/ha con 35 días, el T3 = carbón vegetal al 2,500 kg/ha con 36 días a la floración y el más tardío para florecer fue el T4 = sin carbón vegetal con 39 días (ver tabla 4).

Tabla 4. Días a la floración, con la aplicación de tres dosis de carbón vegetal, evaluados en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedio días
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	39 b*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	36 ab
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	34 ab
T4 = sin carbón vegetal	35 a
Tukey (5 %)	4,66

*Promedio con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

Para el número de frutos por planta, según el análisis de varianza se puede observar, que fue, no significativo para los tratamientos, mientras que para los bloques si, con un coeficiente de variación de 4,19 %.

Efectuada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T2 = carbón vegetal 3 750 kg/ha y el T1 = carbón vegetal al 5000 kg/ha, sin embargo, se obtuvo el mayor número de frutos con un promedio de 12 fruto/planta, seguido por el T3 = carbón vegetal al 2,500 kg/ha y el T4 = sin carbón vegetal con un promedio de 11 frutos (ver tabla 5).

Tabla 5. Número de frutos de las 10 plantas de pimiento evaluadas, con la aplicación de tres dosis de carbón vegetal, evaluados en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedio de frutos
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	12 a*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	12 a
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	11 a
T4 = sin carbón vegetal	11 a
Tukey (5 %)	1,04

Al realizar el análisis de varianza para el peso de los frutos, fue no significativo para los tratamientos, mientras que para los bloques si con un coeficiente de variación de 9,44 %

Efectuada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difiere estadísticamente, numéricamente el T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha 7,96 kg, no obstante se obtuvo mayor peso de frutos por planta seguido del T2 = carbón vegetal al 3,750 kg/Ha con 7,87 kg, mientras que los de menor rendimiento fueron el T3= carbón vegetal al 2,500 kg/Ha con 7,53 y el T4 = sin carbón vegetal con 7,37 kg (Ver tabla 6).

Tabla 6. Peso de frutos evaluados en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedio en kg
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	7,96a*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	7,87a
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	7,53 a
T4 = sin carbón vegetal	7,37a
Tukey (5 %)	1,60

*Promedio con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

En cuanto a la longitud del fruto, efectuado el análisis de varianza podemos notar, que fue significativo, para los tratamientos, mientras que para los bloques con un coeficiente de variación de 5,32 %

Al realizar la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que, si difieren estadísticamente, numéricamente el T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha 7,96 kg registro la mayor longitud de fruto con un promedio de 15,56 cm, seguido del T2 = carbón vegetal al 3,750 kg/Ha con 15,32 cm, el T3= carbón vegetal al 2,500 kg/Ha con 15,30 cm y la de menor longitud la obtuvo el T4 = sin carbón vegetal 13,35 cm (Ver tabla7).

Tabla 7. Longitud del fruto en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedio en cm.
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	15,56 b*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	15,32 b
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	15,30 b
T4 = sin carbón vegetal	3,35 a
Tukey (5 %)	1,74

*Promedio con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

Con respecto al diámetro del fruto, al efectuar el análisis de varianza podemos observar, que fue, significativo para los tratamientos, mientras que para los bloques no, con un coeficiente de variación de 1,94 %.. Aplicada la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró, que, si difieren estadísticamente, numéricamente el tratamiento con mayor diámetro del fruto lo obtuvo el T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha con 4,94 cm seguido del T2 = carbón vegetal al 3,750 kg/Ha con 4,92 cm y el T3= carbón vegetal al 2,500 kg/Ha con 4,87cm de diámetro del fruto y el de menor diámetro del fruto fue el T4 = sin carbón vegetal con 4,18 cm (Ver tabla 8).

Tabla 8. Diámetro del fruto en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedio en cm.
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	4,94 b*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	4,92 b
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	4,87 b
T4 = sin carbón vegetal	4,18 a
Tukey (5 %)	0,20

Para el análisis de rendimiento, según el análisis de varianza podemos observar que se obtuvo significancia tanto para los tratamientos como para los bloques con un coeficiente de variación de 7,16 %.

La prueba de Tukey aplicada a los promedios de los tratamientos al 5 % muestra que hubo diferencia estadística, numéricamente el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en cuanto a hectárea fue el T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha con 12133,93 kg/ha, seguido de los tratamientos T2 = carbón vegetal al 3,750 kg/Ha con 11221,72 kg/ha, T3= carbón vegetal al 2,500 kg/Ha con 9953,93 kg/ha, y el de menor rendimiento fue el T4 = sin carbón vegetal 8717,93 kg/ha. (Ver tabla 9).

Tabla 9. Rendimiento en la investigación “El cultivo de pimiento y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Promedio kg/ha
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	12133,93 c*
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	11221,72 bc
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	9953,93 ab
T4 = sin carbón vegetal	8717,26 a
Tukey (5 %)	1659,90

*Promedio con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades

Por último se realizó el análisis económico, el cual según el análisis el tratamiento con mayor rentabilidad fue el T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha con un beneficio neto de \$ 3926,81 y una rentabilidad del 99,16 %, seguido por el T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha con un beneficio neto de \$ 3543,71 y una rentabilidad de 94,49 % y el T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha que se obtuvo una rentabilidad de \$ 82,59 % y el de menor rentabilidad fue el T4 = sin carbón vegetal, con un beneficio neto de \$ 2621,68 y una rentabilidad de \$ 86,11% (Ver tabla 10.)

Tabla 10. Análisis económico por hectárea, en la investigación “El cultivo de pimienta y su respuesta a la aplicación de carbón vegetal”.

Tratamientos	Ingreso bruto \$	Costo total \$	Beneficio neto \$	R-B/C \$	Rent. %
T1 = carbón vegetal 5,000 kg/Ha	7887,05	3960,24	33926,81	0,99	99,16
T2 = carbón vegetal 3,750 kg/Ha	7294,12	3750,41	3543,71	0,94	94,49
T3 = carbón vegetal 2,500 kg/Ha	6470,05	3543,58	2926,47	0,83	82,59
T4 = sin carbón vegetal	5666,22	3044,54	2621,68	0,86	86,11

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a lo siguiente:

En la variable altura de planta a los 60 días el T1 = con carbón vegetal 5,000 kg/ha, alcanzó promedios de 53,04 cm; numéricamente estos resultados son superiores a los obtenidos por (Castillo, Marcillo & Chiluisa, Puente, 2011), quien en su proyecto de investigación alcanzó un promedio de altura de 34,2 cm, es posible que estos valores sean inferiores porque en su investigación se aplicó menor porcentaje de materia orgánica, lo cual pudo haber incidido en el crecimiento de la planta.

En la variable diámetro del tallo el T1 = con carbón vegetal 5,000 kg/ha obtuvo el mayor diámetro de 0.88 cm a los 60 días estos valores son inferiores a los obtenidos por (Guamangallo A. J., 2015) quien en su investigación tubo un promedio de 1,02 cm de diámetro del tallo con una dosis de 3 kg de Jacinto de agua/ metro lineal, esto se puede haber dado por la composición del abono utilizado y la cantidad del mismo empleada en ese ensayo.

En la variable longitud del fruto el T1 = con carbón vegetal 5,000 kg/ha, alcanzó un promedio de 15,56 cm; numéricamente estos resultados son superiores a los obtenidos por (Castillo, Marcillo & Chiluisa, Puente, 2011), quien en su proyecto de investigación obtuvo una longitud 14,44 cm esto posiblemente se dio por el tipo de híbrido utilizado, quienes en su ensayo utilizaron el Salvador.

En la variable días a la floración el T2 = carbón vegetal al 3,750 kg/ha (3,75 ton/a) fue más precoz con 34 días estos valores difieren con los de (Palacio, 2008) quien indica que con un aporte de 45 ton/ha obtuvo un promedio de 32 días a la floración esto probablemente se dio porque utilizó una gran cantidad de materia orgánica en su investigación lo cual aportó el elemento fósforo necesario para la floración como lo indica (Agromática, 2014), el fósforo interviene en la formación de flores, fructificación y maduración de frutos.

En la variable diámetro del fruto el T1 = con carbón vegetal 5000 kg/ha, alcanzó un promedio de 4,94 cm; numéricamente estos resultados son inferiores a los obtenidos por (Castillo, Marcillo & Chiluisa, Puente, 2011), quien en su proyecto de investigación obtuvieron un diámetro 5,6 cm, posiblemente estos valores sean superiores por el tipo de híbrido utilizado (Salvador) en su investigación.

En la variable números de frutos el T1= con carbón vegetal 5000 kg/ha con una producción de 12 frutos plantas estos valores coinciden con los obtenidos por (Palacios, 2008) quien en cuyos resultados hubo una obtención de 12 frutos por plantas, probablemente esto se dio porque la materia orgánica aporta fósforo como indica (Agromática, 2014) Interviene también en la formación de flores y fructificación y maduración de frutos.

En la variable peso de fruto de diez plantas evaluadas en siete cosechas, el tratamiento con mayor promedio fue T1 = con carbón vegetal 5000 kg/ha con 7,96 kg, estos valores son inferiores a los obtenidos por (Guamangallo J. , 2015), quien en su proyecto de investigación obtuvo, con el mismo número de plantas evaluadas un promedio de 14,53 kg, probablemente este promedio se dio porque utilizó mayor volumen de abono orgánico en su estudio con 50,000 kg/ha de humus lo que puede verse influido en el rendimiento.

En la variable producción por hectárea el tratamiento T1 = carbón vegetal 5000 kg/ha obtuvo una producción de 12,14 ton/ha, estos valores son inferiores a los obtenidos por (Collantes, 2015) quien obtuvo una producción de 16,39 ton/ha esto se dio porque utilizó una mayor población de plantas por hectárea y cantidad elevada de materia orgánica en su ensayo como lo menciona (Meléndez & Soto, 2003) que la incorporación de materia orgánica mejora la fertilidad del suelo y aporta una gran cantidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, y azufre necesarios para el desarrollo y producción de las plantas.

En cuanto al análisis económico el tratamiento T1= con 5000 kg de carbón vegetal se obtuvo el mayor ingreso bruto con \$ 7887,05 con una rentabilidad de 99,16 %

Conclusiones

De acuerdo a los análisis agronómicos, estadísticos y económicos, se llegó a las siguientes conclusiones.

El cultivo de pimiento incrementó su producción con la aplicación del carbón vegetal de preparaciones artesanales aplicadas a tres dosis diferentes, esto se sustenta con los resultados obtenidos en esta investigación.

La mayor altura la obtuvieron las plantas del tratamiento T1 =carbón vegetal 5,000 kg/ha, con 53,04 cm a los 60 días, y el mayor diámetro del tallo con un promedio de 8, 84 mm.

En cuanto a la longitud de los frutos la obtuvo el T1 =carbón vegetal 5,000 kg/ha, con una longitud de 15,56 cm, y el mejor diámetro del fruto con un promedio de 4,95cm.

El tratamiento más precoz en cuanto al día de floración fue el T2 = carbón vegetal al 3,50 kg/ha, con 34 días.

La mejor dosis fue T1 = con la aplicación de carbón vegetal de 5,000 kg/ha, logrando un peso de las diez plantas evaluadas de 7,24 kg, con un rendimiento por hectárea de 12 133,93 kg, y con una rentabilidad de 99,16 %.

Recomendaciones

Seguir investigando los efectos del carbón vegetal en el suelo tanto en su estructura física como química, y sus derivaciones sobre el rendimiento de este y otros cultivos de interés.

Efectuar estudios físicos y químicos del fruto de pimiento utilizando el carbón vegetal fertilizante edáfico.

Aplicar carbón vegetal en dosis de 5 000 kg/ha por el efecto de incremento de la producción del cultivo de pimiento.

Bibliografía:

Abenza, D. (27 de junio de 2012). Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en el suelo y planta. Obtenido de ddd.uab.cat: http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_202695/PFC_DanielPacoAbenza.pdf.

Agrinova. (noviembre de 2012). El cultivo de pimiento. Obtenido de [http://allmacigos.cl: http://allmacigos.cl/bt/el%20cultivo%20del%20pimiento.pdf](http://allmacigos.cl/http://allmacigos.cl/bt/el%20cultivo%20del%20pimiento.pdf).

Agromatica. (25 de noviembre de 2014). El ácido fosfórico en la agricultura moderna. Obtenido de Características e interés del ácido fosfórico como aporte de fósforo: <http://www.agromatica.es/el-acido-fosforico-en-la-agricultura-moderna/>.

Aránzazu, O. (7 de noviembre de 2009). Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A.C. Obtenido de El Negro es el Nuevo Verde: <http://ciceana.org.mx/contenido.php?cont=406>.

Aranzazu, O. (7 de noviembre de 2009). Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A.C. Obtenido de [ciceana.org: http://ciceana.org.mx/contenido.php?cont=406](http://ciceana.org.mx/contenido.php?cont=406).

Borbor, A., & Suarez, G. (6 de febrero de 2007). Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de Producción de tres híbridos de Pimiento (*Capsicum annum* L.) a partir de semilla de sometida a inhibición e inhibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, Cantón Santa Elena: <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/borbor%20neira%20alberto%20y%20su%20c3%81rez%20su%20c3%81rez%20gardenia.pdf>.

Boudet, A. A., Chinchilla, C. V., Boicet, F. T., & González, G. G. (5-9 de Octubre- Diciembre de 2015). Centro Agrícola, 42. Obtenido de Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) var. California Wonder: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_4/cag01415.pdf.

Castillo, Marcillo, M. M., & Chiluisa, Puente, M. E. (28 de Mayo de 2011). Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado el 18 de Enero de 2017, de evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de

pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto san pablo de maldonado, cantón la maná provincia de cotopaxi, año 2011": <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/935/1/t-utc-1231.pdf>.

Cayuela, I. (18 de noviembre de 2014). Universitas Miguel Hernández. Obtenido de Reduce el biochar las emisiones de N₂O en suelos agrícolas: <http://masterresiduos.edu.umh.es/2014/11/18/reduce-el-biochar-las-emisiones-de-n2o-en-suelos-agricolas/>.

Collantes, C. M. (23 de junio de 2015). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de "Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de pimiento (*Capsicum annum* L.) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas": <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/t-uteq-0008.pdf>.

CONAF. (2011). Producción de carbón vegetal a partir de residuos forestales. Chile.

Delgado, M. (s.f). Lombricultura Pachamama S.A. Obtenido de Humus de lombriz caracterización y valor fertilizante: <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/carac%20y%20valor%20fertilizante.pdf>.

Duque, G., & Oña, L. (octubre de 2007). Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Obtenido de "Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L), a dos biofertilizantes de preparación artesanal aplicados al suelo con cuatro dosis, en la Granja Experimental E.C.A.A.": <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/229/1/T71858.pdf>.

Ecured. (19 de enero de 2016). <http://www.ecured.cu/>. Obtenido de Residuo agrícola : http://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana.

Guamangallo, A. J. (15 de septiembre de 2015). Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Estudio a Distancia Modalidad Semipresencial. Obtenido de Comportamiento Agronómico del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L) con diferentes Abonos Orgánicos en la Finca Experimental la María UTEQ, AÑO 2014.: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1503/1/T-UTEQ-0166.pdf>.

Guamangallo, A. J. (15 de septiembre de 2015). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de Comportamiento agronómico del cultivo de pimiento(*Capsicum annum*) con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental la María UTEQ, año 2014: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1503/1/T-UTEQ-0166.pdf>.

Ibáñez, J. (2008). Un universo invisible bajo nuestros pies. Obtenido de Tierras prietas propiedades y fertilidad (biochar): <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/05/11/91490>.

Ibáñez, J. (11 de mayo de 2008). Un universo invisible bajo nuestros pies. Obtenido de Tierras prietas, propiedades y fertilidad (Biochar): <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/05/11/91490>.

Infoagro. (octubre de 2010). El cultivo de pimiento. Obtenido de canales.hoy.es: <http://canales.hoy.es/canalagro/datos/hortalizas/pimiento.htm>.

Izquierdo, C., Mayoral, G., Sanchez, M., Valero, P. J., & Fernandez, T. (2014). Enmiendas Orgánicas de Nueva Generación. Madrid(España): Ediciones Paraninfo,S.A.

Meléndez, G., & Soto, G. (3-4 de marzo de 2003). Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos. Obtenido de Taller de abonos orgánicos: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>.

Navarro, P., Moral, H., Gomez, L., & Mataix, B. (1995). Residuos Organicos y Agricultura. España: Espagrafic.

Palacio, Z. R. (24 de Julio de 2008). monografias.com. Obtenido de Evaluación de dos fertilizantes orgánicos en el desarrollo y productividadd del cultivo de pimiento (Capsicum Anuum L): <http://www.monografias.com/trabajos89/fertilizantes-organicos-cultivo-pimiento/fertilizantes-organicos-cultivo-pimiento.shtml>.

Palacios, Z. R. (24 de Julio de 2008). Evaluación de dos fertilizantes orgánicos en el desarrollo y productividadd del cultivo de pimiento (Capsicum annum L). Obtenido de monografias.com/:

Prado, W., & Veiga, M. (2013). Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo. Obtenido de fao.org/: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s06.htm>.

Prieto, M. (11 de enero de 2016). Efecto del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal. Obtenido de <http://helvia.uco.es>: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13381/2016000001398.pdf?sequence=1>

Prieto, M. O. (12 de diciembre de 2011). Universidad de Córdoba. Obtenido de Efecto del biocarbón sobre el crecimiento y producción de un cultivo de trigo en condiciones de campo: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/12795/Manuel%20Olmo%20Prieto.pdf?sequence=1>

Refertil. (2015). Tests de Evaluación Agronómica de Compost y Biochar. Europa.

Revista- El agro. (2012). El cultivo de pimiento y el clima en el Ecuador. Revista el Agro.

Rodriges, G., Armas, F., & Pacaya, G. (15 de noviembre de 2014). Efectos de los fertilizantes químicos en el suelo por producción de arroz. Obtenido de conacin.upeu.edu.pe/: http://conacin.upeu.edu.pe/wp-content/uploads/2014/10/CIn_3299.pdf.

Rothschuh, A., & Dar, M. (12 de noviembre de 2013). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Obtenido de Efecto del biochar y la inoculación con micorriza y trichoderma en el mejoramiento de la calidad del suelo y el crecimiento de pasto King grass (Pennisetum purpureum): <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1716/1/IAD-2013-015.pdf>.

Semillasmagna.com. (19 de agosto de 2013). Obtenido de Pimenton Híbrido Quetzal: http://semillasmagna.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=101&category_id=25&option=com_virtuemart&Itemid=7.

Solagro. (2014). La solución para el agro. Obtenido de Pimiento: <http://www.solagro.com.ec/es/cultivos-2/item/pimiento.html>

Wolf, & Vogel. (14 de enero de 1985). Manual para la producción de carbon vegetal con metodos sinples. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, 19. Nuevo León, Nuevo León, Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Zipmec. (10 de enero de 2013). Pimientos-historia,producción,comercio. Obtenido de zipmec.com: <http://www.zipmec.com/es/pimientos-historia-produccion-comercio.html>.