

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) CON LA INCORPORACIÓN DEL BIOCARBÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO, COMUNIDAD UYPACA MUNICIPIO DE ACHOCALLA

EVALUATION OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*) PRODUCTION WITH THE INCORPORATION OF BIOCHAR COAL UNDER GREENHOUSE CONDITIONS, UYPACA COMMUNITY, ACHOCALLA MUNICIPALITY

Valda, A. R¹, Mendoza, R², Vicente, J. J³

¹ Investigador de la carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.

² Docente de la carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.

³ Docente de la carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto.

Abstract

The present research work was carried out in the Municipality of Achocalla, Uypaca community, Murillo province, of the department La Paz, in year 2019. The objective of the research was: to evaluate the production of tomato (*Solanum lycopersicum*) incorporating biochar, under greenhouse conditions, a completely randomized design (DCA) was used, with three treatments, four repetitions and a total of twelve experimental units, in a period of 5 months.

The application of the biochar was carried out before the transplant by two methods: treatment 1 (T1) localized biochar, consists of putting the activated carbon at a depth of 40 cm under the ground where the plant will be located, treatment 2 (T2) broadcast biochar, in this case it is dispersed throughout In the experimental area, in both parts, 5 kg of activated biochar was applied in order to identify the most outstanding application system, for this the length, diameter, weight, number of fruit and yield of the harvested fruits were evaluated, the third treatment with the objective of identifying the most outstanding application system, for this the length, diameter, weight, number of fruit and yield of the harvested fruits were evaluated, treatment 3 (T0) control.

The results obtained were: T1 (localized biochar) had an average of 4.43 cm fruit length, 5.05 cm fruit diameter, 16.96 number of fruit / plant and 80.86 g / fruit fruit weight, The T2 (broadcast biochar) showed 4.55 cm fruit length, 4.95 cm fruit diameter, 18.08 number of fruit / plant and 73.21 g / fruit fruit weight and treatment T0 (Control) presented 4.15 cm fruit length, 4.85 cm fruit diameter, 14.08 number of fruit / plant and 64.48 g / fruit fruit weight.

Regarding the yield variable, T1 (localized biochar) showed 1.37 kg / plant, T2 (broadcast biochar) showed 1.32 kg / plant and T0 (Control) showed 0.91 kg / plant.

The three treatments presented a $B / C > 1$, which means that they are acceptable and profitable for the production of the Flora dade variety tomato crop, but the greatest cost benefit was obtained by T1 (localized) with 1.47, followed by T2 (broadcast biochar) with 1.41 and finally T0 (Control) with 1.16.

Keywords: biochar, *Solanum lycopersicum*, production.

Resumen

La presente investigación se efectuó en el Municipio de Achocalla, comunidad Uypaca de la provincia Murillo del departamento de La Paz, durante la gestión 2019. El objetivo de la investigación fue:

Evaluar la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) incorporando biocarbón, en condiciones de invernadero, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos, cuatro repeticiones y un total de doce unidades experimentales, en un periodo de 5 meses.

La aplicación del biocarbón se realizó antes del trasplante por dos métodos: tratamiento 1 (T1) biocarbón localizado, consiste en poner el carbón activado a una profundidad de 40 cm bajo suelo, donde se ubica la planta, tratamiento 2 (T2) biocarbón al voleo, en este caso se dispersa en toda el área experimental. En ambas partes se le aplicó 5 kg de biocarbón activado, con el objetivo de identificar el sistema de aplicación más sobresaliente, para ello se evaluó la longitud, diámetro, peso, número de fruto y rendimiento de los frutos cosechados, tratamiento 3 (T0) testigo.

Los resultados obtenidos fueron: T1 (biocarbón localizado) tuvo un promedio de 4.43 cm longitud de fruto, 5.05 cm de diámetro de fruto, 16.96 número de fruto/planta y 80.86 g/fruto peso de frutos. El T2 (biocarbón al voleo) mostró 4.55 cm longitud de fruto, 4.95 cm diámetro de fruto, 18.08 número de fruto/planta y 73.21 g/fruto peso de frutos y el tratamiento T0 (testigo) presentó 4.15 cm longitud de fruto, 4.85 cm diámetro de fruto, 14.08 número de fruto/planta y 64.48 g/fruto peso de frutos.

Respecto a la variable de rendimiento el T1 (biocarbón localizado) mostró 1.37 kg/planta, T2 (biocarbón al voleo) presentó 1.32 kg/planta y el T0 (testigo) mostró 0.91 kg/planta.

Los tres tratamientos presentaron un B/C > 1, lo cual significa que son aceptables y rentables para la producción del cultivo de tomate variedad Flora dade, pero el mayor beneficio costo obtuvo el T1 (biocarbón localizado) con 1.47, seguido por el T2 (biocarbón al voleo) con 1.41 y por ultimo T0 (Testigo) con 1.16.

Palabras clave: biocarbón, *Solanum lycopersicum*, producción.

1. Introducción

Dentro de la horticultura mundial, el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los rubros con mayor dinamismo cuyo hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado y sobre esta base, ser cultivada de diversas formas, planificándose la cosecha según objetivo, encontrándose producciones destinadas a procesos industriales o a consumo fresco, siendo esta última la de mayor diversificación productiva, debido a que el tomate (*Solanum lycopersicum*) puede ser cultivado en una alta gama de condiciones durante todo el año (INIA; INDAP, 2017).

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una planta compleja que pertenece a la familia de las Solanáceas y actualmente es cultivada en todo el mundo. La superficie de tomate rojo a nivel mundial durante 2007-2017 aumentó a una tasa promedio anual de 1.4%, colocándose en 4.8 millones de hectáreas, el rendimiento durante este periodo fue de 1.5%

promedio anual, con 37.6 toneladas por hectárea (FAO, 2019).

La producción de tomate en Bolivia está concentrada en 61.531 toneladas y la importación del mismo alcanza a 6.943 toneladas es decir que se importa 11,28% de lo que se produce por cada 100 toneladas de tomates producidos se importan 11 (INE, 2017).

En regiones de cabecera de valle seco del municipio de Achocalla la producción del cultivo es mínima debido a las exigencias nutricionales del tomate ya que los suelos de la zona están reduciendo al mínimo la materia orgánica, estos factores sumados al cambio climático son los que influyen a la baja producción siendo necesario el uso de insumos orgánicos e inorgánicos para sostener la producción. Los pequeños agricultores cada vez más dependen de la compra de insumos externos como fertilizantes, fungicidas e insecticidas, que hacen dependientes de las grandes transnacionales agrícolas. Ante esta

realidad, existen dentro las técnicas de la agroecología que pueden solucionar estos problemas como la elaboración del biocarbón.

Debido a la demanda creciente de alimentos producidos de forma orgánica, cultivar tomate (*Solanum lycopersicum*) en carpas solares o ambientes protegidos atemperados con la incorporando del biocarbón por sus propiedades físico químicas únicas que permiten mejorar el suelo a corto y largo plazo, se presenta como una nueva alternativa de producción en la zona de estudio Achocalla comunidad Uypaca.

Razón por la cual el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del biocarbón activado en la producción del tomate (*Solanum lycopersicum*), a la vez verificar la mejora del suelo con el análisis en un antes y después de incorporar el biocarbón.

2. Materiales y métodos

Material vegetal

El material vegetal que se utilizó para el presente trabajo de investigación fue la variedad de semilla Flora dade, adquirida de la semillería Los Andes de la ciudad de La Paz.

Material de escritorio

Computadora
Papelería e impresiones
Empastado

Material de campo

Estacas de madera
Clavos
Un martillo
2 picotas
2 pala
2 rastrillo
Tijera de podar

Una carretilla
Libro de campo
Cámara
Balanza
Un flexómetro
Letreros
Vernier

Insumos

Ramas de eucalipto y Acacia (Carbón)
Caldo sulfocálcico

La investigación se realizó en el Municipio de Achocalla comunidad Uypaca y se llevó acabo en un ambiente protegido, perteneciente a la finca Ave María – La Paz. El diseño experimental completamente al azar (DCA), haciendo un total de 12 unidades experimentales con 3 tratamientos y 4 repeticiones en un área de 78 m².

En todos los tratamientos se evaluaron longitud de fruto, diámetro de fruto, numero de frutos por planta, peso del fruto, rendimiento por planta, rendimiento en hectárea y análisis de costo de producción.

Se realizó la recolecta del material vegetal como eucaliptos y acacias para la elaboración del biocarbón en la propia finca del Ave María, el biocarbón se obtuvo por pirólisis lenta en el “contiqui quechua”, y se activó con orina de bovino.

Una vez elaborado el biocarbón se implementó a los tratamientos por dos métodos localizado a una profundidad de 40 cm y al voleo disperso en todo el tratamiento. Debido a las exigencias del cultivo se incorporó abono de bovino 30 t/ha, 3 kilos por m² con el fin de recompensar al suelo los nutrientes adsorbidos por el cultivo. Posterior a ello se prosiguió con el plantado de tomate y se realizó el manejo agronómico en todo su desarrollo como ser: riego que fue día por medio y 2 veces a la semana una vez que

los frutos fueron madurando, desmalezado, poda, tutorado, deschuponado. La cosecha se realizó de forma escalonado a medida que fueron madurando los frutos.

Para el análisis del suelo se realizó el método muestra simple, las muestras se tomaron a una profundidad de 20 cm por tratamiento y sus repeticiones, posterior a ello se mesclo con la ayuda de una pala, después se realizó el cuarteo, extrayendo 1 kg de suelo por tratamiento y se llevó al laboratorio de la UMSA y IBTEN su interpretación se realizó según los parámetros planteados por CETABOL (2022).

En el análisis económico se determinó los costos incurridos por cada uno de los tratamientos donde se realizó la suma total de los gastos realizados por cada tratamiento.

3. Resultados y discusión

Análisis del suelo

En el Cuadro 1, se muestra las propiedades químicas y físicas del suelo respectivamente.

Cuadro 1
Análisis físico - químico de suelo

Parámetros	Testigo absoluto	T0 (testigo)	T1 (Biocarbón localizado)	T2 (Biocarbón al voleo)	Unidades
Arena	42	62.8	60.8	54.8	%
Arcilla	29	20	14	18	%
Limo	29	17.2	25.2	27.2	%
pH	7.37	7.72	7.64	6.91	-
C.E.	0.101	0.45	0.48	0.9	dS/m
Ca	6.12	9.51	10.32	17.61	meq/100g
Mg	2.06	3.67	3.98	4.59	meq/100g
Na	-	1.99	2.04	2.70	meq/100g
K	0.35	1.71	1.29	4.65	meq/100g
C.I.C.	8.98	17.5	18.9	30.5	meq/100g
M.O.	1.48	2.46	3.41	3.97	%
N	0.14	0.44	0.45	1.06	%
P	-	18.5	20.59	24.6	ppm

Fuente: IBTEN y Laboratorio de Suelos Facultad de Agronomía UMSA (2019).

De acuerdo al Cuadro 1, se muestran los resultados del análisis de suelo al inicio y a final del ensayo, en el testigo absoluto el pH 7.37 al final del ensayo el T0 (testigo) presenta 7.72, T1 (biocarbón localizado) mostro 7.64 y el T2 (biocarbón al voleo) con 6.91. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es suavemente alcalino, T0 moderadamente alcalino y T1 moderadamente alcalino y el T2 neutro.

La conductividad eléctrica (C.E.) al inicio del ensayo fue 0.101 dS/m en el testigo absoluto y al final del ensayo T0 (testigo) obtuvo 0.45 dS/m, T1 (biocarbón localizado) fue 0.48 dS/m y el T2 (biocarbón al voleo) con 0.9 dS/m. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto y T0, T1 y el T2 son no salino.

El contenido de calcio intercambiable al inicio, el testigo absoluto mostro 6.12 meq/100g. Al final del ensayo el T0 (testigo) presento 9.51 meq/100g, el T1 (biocarbón localizado) con 10.32 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) con 17.61 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es alto, T0, T1 y T2 son muy alto.

El contenido de magnesio intercambiable al inicio mostro 2.06 meq/100g testigo absoluto. Al final del ensayo el T0 (testigo) presentó 3.67 meq/100g, el T1 (biocarbón localizado) con 3.98 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) con 4.59 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto, T0, T1 y T2 son muy alto.

El contenido de potasio intercambiable al inicio el testigo absoluto mostro 0.35 meq/100g. Al final del ensayo el T0 (testigo) presentó 1.71 meq/100g, el T1 (biocarbón localizado) con 1.29 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) con 4.65 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es moderado y T0, T1 y el T2 son muy alto.

La capacidad de intercambio catiónico al inicio del ensayo mostró un valor de 8.98 meq/100g

(testigo absoluto). Al final del ensayo el T0 (testigo) presento 17.5 meq/100g, T1 (biocarbón localizado) con 18.9 meq/100g y el T2 (biocarbón al voleo) 30.5 meq/100g. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto, T0 y T1 son moderado pero el T2 alto.

El contenido de materia orgánica del suelo al principio fue 1.48 % testigo absoluto. Al final del ensayo T0 (testigo) presento 2.46 %, el tratamiento T1 (biocarbón localizado) mostró un valor de 3.41 % y el T2 (biocarbón al voleo) con 3.97%. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es bajo en materia orgánica y T0, T1 y el T2 moderado.

El contenido del nitrógeno total del suelo al principio presento 0.14 % N (testigo absoluto). al final del ensayo el T0 (testigo) presenta 0.44% N, T1 (biocarbón localizado) mostro 0.45 % N y el T2 (biocarbón al voleo) con 1.06 % N. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo absoluto es moderado y T0, T1 y el T2 muy alto.

El contenido de fosforo disponible en el T0 (testigo) presento 18.5 ppm., T1 (biocarbón localizado) mostro 20.59 ppm. y el T2 (biocarbón al voleo) con 24.6 ppm. Según los parámetros de CETABOL (2022), el testigo T0, T1 y el T2 es alto.

Longitud del fruto

La Figura 1, muestra una semejanza entre tratamientos. Podemos observar que el valor en promedio de la longitud de fruto el T2 (biocarbón al voleo) obtuvo 4.55 cm, seguidamente T1 (biocarbón localizado) con 4.43 cm y por ultimo T0 (testigo) con 4.15 cm, y son iguales estadísticamente. García (2019), con la aplicación de Quitosano mejoró la longitud de frutos siendo la dosis de 2g/L en la variedad Flora dade, con promedios de 4,76 cm, mientras que los promedios de longitud con otras dosis los frutos para esta variedad oscilaron entre 4,47 y 4,49 cm. Datos muy

similares obtenidas en la presenta investigación.

Según Arbaz (2011), la utilización de biocarbón en la agricultura tiene el potencial de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, por el empleo del biocarbón puede aumentar la fertilidad del suelo. Debido a sus beneficios únicos se fue empleando a un principio en las especies frutales y forestales.

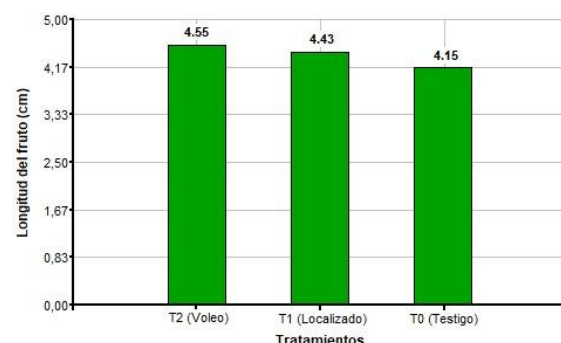


Figura 1. Promedios de la longitud del fruto por tratamientos.

Diámetro del fruto

De la Figura 2, los tratamientos T1 (biocarbón localizado) con 5.05 cm, seguidamente T2 (biocarbón al voleo) con 4.95 cm y T0 (testigo) con un valor de 4.85 cm, son iguales en los promedios y que estadísticamente no son significativos. Gonzales (2006), indica que esta variable de evaluación es considerado de importancia, puesto que influye en la comercialización, debido a que los consumidores de esta hortaliza buscan de tamaño mediano a grande.

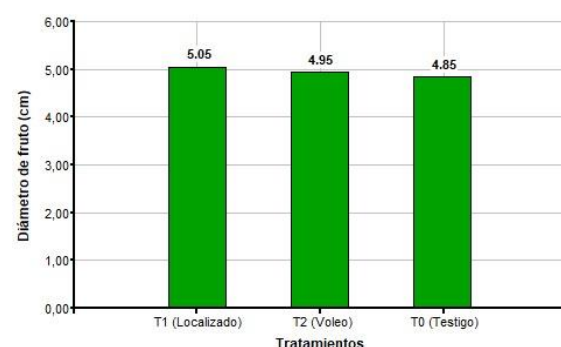


Figura 2. Promedios del diámetro de fruto por tratamientos.

Número de frutos por planta (NFP)

En la Figura 3, se observa diferencias significativas, entre tratamientos que fueron aplicados biocarbón activado frente al testigo. El T0 (testigo) llegó a obtener 14.08 frutos/planta en promedio, como dato mínimo, a comparación de los tratamientos T1 con 16.96 frutos/planta y T2 con 18.08 frutos/planta que fueron incorporados biocarbón y que estadísticamente son similares, a esto se podría decir, que el biocarbon activado, si influye en el número de frutos, por sus propiedades. según Corazón (2008), menciona que los tomates se producen en racimos que normalmente contienen de 4 a 8 frutos, esta característica fundamentalmente está definida por la variedad que se esté utilizando ya que en algunos casos pueden tener frutos de más de 8 como es en el caso del tomate cherri.

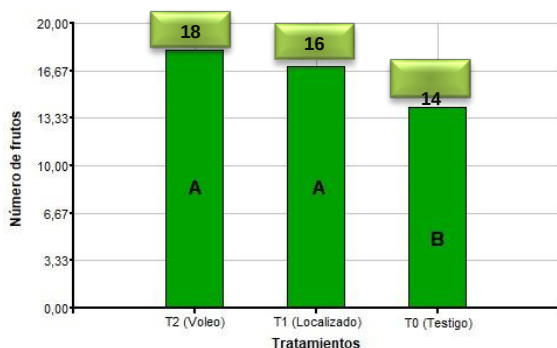


Figura 3. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de significancia para los tratamientos con relación al número de frutos por planta.

Peso del fruto

En la Figura 4, podemos inferir gráficamente las diferencias en promedio de peso de frutos halladas en los tratamientos. Se podría indicar que el T1 (biocarbón localizado) obtuvo frutos de mayor peso en promedio 80.86 g, pero el T0 (Testigo) solo obtuvo un promedio de 64.83 g como dato mínimo y que estadísticamente ambos tratamientos son diferentes, incluyendo el T2 (biocarbón al voleo) con 73.21 g.

Condori (2009), existen variedades locales que tienen pesos entre 95 g y 200 g de peso, en el primer caso pertenece a tomates de tipo pera y el segundo a tomates de forma redonda. En nuestro caso encontramos pesos de 80.86 g a 64.83 g.

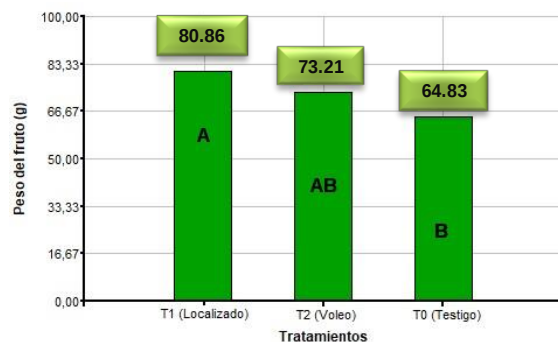


Figura 4. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de significancia para los tratamientos con relación al peso de fruto.

Rendimiento por planta

En la Figura 5, se observa que T1 (biocarbón localizado) alcanza un promedio de 1.37 kg/planta y T2 (biocarbón al voleo) con 1.32 kg/planta, ambos tratamientos muestran datos similares estadísticamente. Estos resultados posiblemente se deban a los nutrientes existentes en el suelo, el estiércol de bovino y más la orina que fue utilizada como activador del biocarbón y sus propiedades de el mismo, el T0 (testigo) con 0.91 kg/planta obtuvo un dato mínimo y muy diferente a los temas tratamientos. Al respecto Arbaz (2011), señala que el biocarbón mejora las condiciones del suelo y la dinámica de los nutrientes, pero no es un abono en sí mismo.

Gonzales (2006), con la aplicación de abono orgánico líquido a dosis 2.5 kg de estiércol de ovino en 20 litros de agua en la variedad Floradade (V3) halló un promedio de 1.47 kg fruto/planta, el mismo autor indica que se recomienda para la zona del Altiplano la variedad Tropic ya que necesita menor cantidad de insumo para un máximo

rendimiento a comparación de las variedades Ace y Flora dade.

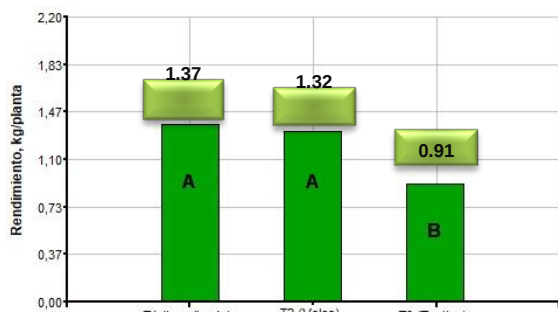


Figura 5. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de significancia para los tratamientos con relación al rendimiento kg/planta.

Rendimiento

En la Figura 6, se puede ver que T1 (biocarbón localizado) y T2 (biocarbón al voleo) son similares estadísticamente pero el testigo T0 (testigo) llegó a obtener el dato menor en cuanto al rendimiento kg/ha siendo muy diferente a los demás tratamientos.

La aplicación del biocarbón activado estimuló en un incremento al rendimiento de los tratamientos evaluados, pero los métodos de aplicación tanto localizado y al voleo no presentaron diferencias en la producción, cabe mencionar que no influye en el rendimiento. El T1 (biocarbón localizado) presentó un

rendimiento de 57164.63 kg/ha y el T2 (biocarbón al voleo) obtuvo un rendimiento

muy similar de 54769.75 kg/ha, el menor rendimiento promedio fue el (testigo) de 38005.63 kg/ha.

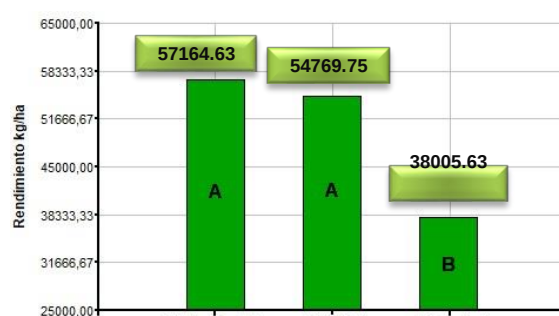


Figura 6. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de significancia para los tratamientos con relación al rendimiento kg/ha.

Costo de producción

Se observa la relación beneficio/costo en el Cuadro 2, se ve a los tratamientos con mayor retorno económico T1 (biocarbón localizado) con un beneficio costo de 1.47, es decir en este tratamiento de cada 1 Bs invertido se gana 0,47 centavos, frente al tratamiento T2 (biocarbón al voleo) en este tratamiento de cada 1 Bs invertido se gana 0,41 centavos y en el T0 (testigo) de cada 1 Bs invertido se ganó 0,16 centavos, por lo que se podría decir, estos tratamientos son una buena opción para los agricultores para tener adecuados retornos económicos.

Cuadro 2. Relación beneficio/costo de los tratamientos

Tratamiento	IB Bs/kg	CP Bs/kg	IN Bs/kg	B/C
T1 (Localizado)	731.5	497	234.5	1.47
T2 (Voleo)	598.5	423	175.5	1.41
T0 (Testigo)	347.23	300	47.23	1.16

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos de las propiedades físicas y químicas del suelo se determinó que existen mayor incremento en la concentración de N, P, K,

Na, Mg, Ca, M.O, C.E, C.I.C de los tratamientos (T1 y T2), y son nutrientes, parámetros que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta y fruto del tomate.

El pH, se neutralizo en el T2 y en el T1 fue moderadamente alcalino. Se podría indicar que el biocarbón implantada de manera al voleo es la mejor alternativa para neutralizar suelos alcalinos en extensión

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, biocarbón activado

con orina de bovino e implementado por los dos métodos. La mayor longitud de fruto se obtuvo con el tratamiento T2 (voleo), con un promedio de 4.55 cm, seguido por el tratamiento T1 (localizado) con un promedio de 4.43 cm, y finalmente el tratamiento T0 (testigo) que obtuvo un promedio bajo a los demás con 4.15 cm, el biocarbón activado tanto localizado y al voleo frente al testigo no hubo una diferencia distante estadísticamente no significativo.

Los mejores diámetros de fruto se presentaron en T1 y T2 superando por un porcentaje mínimo a T0. Al realizar el análisis comparativo en la presente investigación se obtuvieron valores de 5.05 cm con la aplicación de biocarbón activado de forma localizada, 4.95 cm para la aplicación de biocarbón activado de forma al voleo, y finalmente el tratamiento testigo con diámetro de 4.85 cm.

En cuanto al número de frutos en promedio se obtuvo, en el T2 (biocarbón al voleo) de 18.08 frutos/planta o 1446,67 frutos/78 m², siendo este superior al T1 (biocarbón localizado) con 16.96 frutos/planta o 1356,67 fruto/78 m² y por último el T0 (testigo) con 14.08 frutos/planta o 1126,60 fruto/78 m².

Con relación al peso, quien obtuvo el mejor peso por fruto es el tratamiento T1 con un peso promedio de 80.86 g/fruto, seguido por el tratamiento T2 con un peso promedio de 73.21 g/fruto, y finalmente el tratamiento T0 que obtuvo un peso promedio bajo a los demás con 64.83 g/fruto, la disponibilidad de nutrientes

presentes en biocarbón activado con orina y aplicada de manera localizado resulta ser más sobresaliente.

De acuerdo a la investigación realizada los mejores rendimientos kg/planta se obtuvo en el tratamiento T1 (biocarbón localizado) con un promedio de 1.37 kg/planta, seguido por el tratamiento T2 (biocarbón al voleo) con un promedio 1.32 kg/planta, y finalmente, el tratamiento T0 que obtuvo un promedio bajo a los demás con 0.91

kg/planta, el estiércol de bovino y el biocarbón activado influyeron en el rendimiento. Se logró calcular el rendimiento en kg/ha de los tres tratamientos, el T1 con 57164.63 kg/ha seguido el T2 con 54769.75 kg/ha y con un dato mínimo de 38005. 63 kg/ha el T0.

En el análisis económico con relación de Beneficio/costo todos los tratamientos son rentables, pero se observa que el tratamiento T1, logro obtener un valor alto de 1.47, seguido por los tratamientos T2 con un valor de 1.41 y el testigo T0 con un valor bajo 1.16, el biocarbón activado e implementado por los dos métodos causo efecto en un mínimo porcentaje en el cultivo de tomate variedad Flora dade considerando que esta variedad es de ambiente cálido para su buen desarrollo y rendimiento.

5. Agradecimientos

A las madres del Ave María, por su apoyo, atención y por haberme permitido llevar a cabo mi trabajo de investigación en sus predios de Achocalla, Comunidad Uypaca.

A mis estimados asesores Ing. Reinaldo Mendoza Segovia e Ing. Juan José Vicente Rojas por su valiosa colaboración, dedicada y orientación durante el desarrollo del trabajo de investigación.

6. Referencias bibliográficas

Arbaz, N. 2011. El biocarbón como material orgánico para la mejora del suelo. (en línea). Consultado el 13 de octubre de

2021. Disponible en: http://www.dc.delinatinstitut.org/doc/es_pagnol/biocarbon-como-material-para.pdf.
- CETABOL, (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia). 2022. Laboratorio de suelos ubicado en Santa Cruz. Bolivia. info@cetabol.bo.
- Corazón, Q, F, w. 2008. Efecto de dos métodos de trasplante en la producción de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) en la provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz. Bolivia. 63 p.
- Condori, Q, H, F. 2009. Evaluación Agronómica de diez híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) en la localidad de Mizque. Tesis de Grado Fac. De Agronomía UMSA. La Paz. Bolivia. 26 p.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2019. Obtenido de <http://www.fao.org/home/es/>
- García, B, E, L.; 2019. Evaluación del quitosano, sobre la emergencia y crecimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L) bajo condiciones controladas. Facultad de Ciencias Agrarias Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo Los Ríos. Ecuador. 31-32 p.
- Gonzales, M, A. 2006. Aplicación de abono orgánico líquido en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) bajo ambiente protegido en la localidad de Choquenaira. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz. Bolivia. 29, 75-77 p.
- INIA, (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) e INDAP, (Instituto de Desarrollo Agropecuario) 2017. Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. ITP A. Santiago, Chile. 11 p.
- INE, (Instituto Nacional de Estadística). 2017. Producción de papa, tomate y cebolla en Bolivia. Consultado el 20 de enero del 2022. Disponible en <https://www.ine.gob.bo.>index.php>.
- IBTEN, (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear) 2019. Unidad de análisis y calidad ambiental, para el análisis físico y químico del suelo. La Paz – Bolivia.

