

HOR09-07. Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el cultivo del chile dulce (*Capsicum annuum*)

José Renán Marcía Santos y Ostilio R. Portillo
Programa de Hortalizas

RESUMEN

Se evaluaron diferentes aplicaciones de fertilizantes en el cultivo de chile dulce (variedad Aristóteles) derivados de tres diferentes fuentes. Los tratamientos fueron 100% Bocashi (T1), 50% Químico + Biocat 15 (T2) y 100% químico (T3). Entre los tratamientos se encontraron diferencias significativas. El tratamiento con mayor rendimiento comercial fue el de 100% químico con 43,496 kg.ha⁻¹, seguido por el tratamiento 50% químico+biocat 15 con 34,291.3 kg.ha⁻¹. Respecto al descarte de frutos por quemaduras de sol, el T1 obtuvo el mayor porcentaje de frutos quemados (9.5%) respecto a los rendimientos totales; sin embargo, no se presentaron diferencias importantes entre los tratamientos 2 y 3 los cuales registraron 5.73 y 4.46%, respectivamente. En lo referente al diámetro y peso promedio de frutos, el tratamiento 3 registró los valores más altos con 8.76 cm y 253.8 g, respectivamente.

Palabras claves: fertilización química, fertilización orgánica, días después del trasplante (ddt), rendimiento total (RT), rendimiento comercial (RC), hipótesis nula (H₀), hipótesis alternativa (H_a), análisis de varianza (ANAVA), coeficiente de determinación (R²), coeficiente de variación (CV).

INTRODUCCION

En la agricultura moderna los suelos de vocación agrícola son utilizados de manera ininterrumpida para poder hacer frente al problema de la seguridad alimentaria, razón por la cual el mantenimiento de la fertilidad se vuelve un punto crítico en la producción. Sumado a la constante extracción de nutrientes, también existe una pérdida significativa a consecuencia de las precipitaciones pluviales las cuales lixivian los nutrientes, en especial aniones (NO₃⁻, H₂PO₄, H₂PO₄⁻²) así como también las bases (Ca⁺², Mg⁺², K⁺ y Na⁺) provocando esta última la acidificación de la solución del suelo lo cual favorece la solubilización de iones de hierro (Fe⁺²), aluminio (Al⁺³) y manganeso (Mn⁺²) los cuales interactúan con el fósforo disuelto formando compuestos poco solubles reduciendo así su disponibilidad para los cultivos.

Estos fenómenos pueden ser corregidos a través de enmiendas como la aplicación de dosis de fertilizantes así como el encalado para corregir el pH de la solución del suelo. Sin embargo, con el aumento en los precios de los insumos estas estrategias se han tornado económicamente poco viables en especial en suelos con baja fertilidad y pH bajo. En respuesta a esta situación varias prácticas culturales han sido propuestas tales como los periodos de descanso, no quemar, control de erosión, la incorporación de rastrojos y estiércoles, el uso de los abonos verdes como los frijoles de abono (*Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis*, *Canavalia gladiata*, *Dolichos lablab*, etc.) los cuales en virtud de su relación simbiótica micorriza con bacterias del género *Rhizobium* sp., son capaces de fijar al suelo el nitrógeno atmosférico. Sin embargo, la mayoría de estas prácticas comparten una desventaja, la materia orgánica debe ser previamente mineralizada para poder ser utilizada en la nutrición de cultivos. Durante este

proceso, la mayor parte del nitrógeno disponible en el suelo es utilizado por las bacterias en la descomposición de la materia orgánica y vuelve a ser disponible para las plantas solo al final del mismo.

Este problema puede ser corregido a través del uso de aboneras las cuales, preparadas con anticipación, pueden ser aplicadas al suelo de manera inmediata al término de un ciclo de siembras. Existen una variedad de estilos de aboneras entre las cuales sobresale la del tipo *bocashi* la cual gracias al uso de levaduras es de rápida descomposición haciendo posible la preparación de grandes volúmenes.

OBJETIVO

El objetivo de este ensayo fue estudiar la efectividad de la fertilización orgánica como medida suplementaria al uso de la fertilización química sometiendo a prueba la hipótesis alterna (Ha) de que la fertilización orgánica puede reemplazar completamente la nutrición sintética en cultivos de ciclo corto tales como las solanáceas.

MATERIALES Y METODOS

Plántulas del híbrido Aristoteles de *Semenis seed* se produjeron en el invernadero No. 1 del CEDEH en bandejas de 200 celdas, y se utilizó como medio de cultivo la mezcla de sustrato importado marca Promix y bocashi en una proporción de 1:1. Los semilleros se establecieron el 8 de noviembre de 2008 y las plántulas fueron trasplantadas en la válvula No. 5 (suelo franco arenoso) el 16 de diciembre de 2008 para un total de 39 días en semillero. El ensayo se evaluó en el lote No. 5 del Centro Experimental y Demostrativo de Horticultura (CEDEH-FHIA) ubicado en el valle de Comayagua bajo las condiciones ambientales (climáticas y de suelo) prevalecientes durante el periodo comprendido del 16 de diciembre de 2008 hasta el 20 de marzo de 2009, completando así un ciclo de cultivo de 95 días en un área de 2,500 m².

El ensayo experimental fue establecido de la siguiente manera: antes del trasplante se realizó un pase de aradura y dos pases de rastra, un bordeo y rotatiller. Las plántulas fueron sembradas en camas de hilera sencillas de 15 m de largo, 0.8 m de ancho por 0.3 m de alto sobre el nivel del suelo, con acolchado plástico (plástico plata-negro de 52" de ancho) y distanciadas a 1.5 m entre sí (centro a centro). La distribución de plántulas fue 0.35 m entre sí para una densidad de siembra de 37,714 plantas.ha⁻¹.

Con el propósito de controlar la gradiente en la distribución de sales provocada por el sistema de riego durante la fertigación, el diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (D.B.C.A.) con tres repeticiones por tratamiento (Figura 1). Cada repetición contaba con una cama de 67.5 m². Los parámetros de evaluación sometidos a estudio fueron los siguientes: días a cosecha, altura de plantas (30 y 60 ddt), rendimientos totales y comerciales (kg.ha⁻¹ y frutos/ha), longitud y diámetro promedio de frutos (cm), peso promedio de frutos (g), número de frutos por planta, descarte de frutos por diferentes motivos (virosis, daño por larvas (*Spodoptera* sp.), pudriciones).

Previo a la cosecha, se establecieron los rangos en base a peso para la clasificación de los frutos por clases comerciales tal y como se manejan en el mercado local. Las clases

comerciales fueron establecidas de la siguiente manera: 1ra. clase: > 215 g, 2da. clase: 150-214 g y 3ra. clase: < 149 g.

El control de malezas se realizó en una forma manual, el monitoreo de plagas y enfermedades se realizó dos veces por semana (lunes y viernes).

Descripción de tratamientos

A efectos de minimizar el estrés de las plántulas causado por el trasplante al campo definitivo se aplicó una solución arrancadora más un insecticida (Actara). La solución arrancadora consistió en 2.72 kg de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ diluidos en 200 l de agua para luego aplicar, con bomba de mochila, 25 cc por planta al pie de la mismas.

Té de bocashi: el bocashi fue preparado con los siguientes ingredientes: 1,400 kg de suelo negro, 600 kg de aserrín, 600 kg de gallinaza, 5 l de melaza, 2 kg de levadura, 15 kg de carbón molido y 42 kg de semolina. Seguidamente, 100 lb de bocashi fueron sumergidas en 200 l de agua y se tomaron muestras del té luego de 24, 48 y 72 h de mineralización (fermentación) para someterlas a un análisis de laboratorio y determinar las concentraciones de macro y micro elementos. En base a los resultados de laboratorio se determinó que 72 h de fermentación produjeron la mayor concentración porcentual de elementos primarios, secundarios y terciarios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración porcentual de nutrientes en el té de bocashi.

Tiempo de fermentación	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Bo
24 h	0.050	0.002	0.080	0.050	0.020	0.045	23.00	2.00	2.00	8.00	88.9
48 h	0.060	0.002	0.080	0.050	0.02	0.045	23.00	2.00	3.00	8.00	100.18
72 h	0.060	0.003	0.080	0.050	0.02	0.039	22.00	2.00	3.00	8.00	95.32

Finalmente, a través de la aplicación de 148.15 m^3 de té de bocashi y 121.26 L de H_3PO_4 (ácido fosfórico) por hectárea se logró el nivel de fertilización de: 88.89, 73.23, 118.52, 103.70, 49.19 y 57.78 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO y S, respectivamente. El total de horas de riego fue de 62 equivalentes a 40 riegos.

50% de la fertilización química + Biocat 15: el nivel de fertilización aplicado fue de 78.89, 45.62, 106.86, 44.98, 15.55 y 12.72 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO y S, respectivamente, equivalente a: 95.05 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 226.86 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de KNO_3 , 46.21 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MgSO_4 , 52.51 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de NH_4NO_3 , 24 l de Biocat-15 y 100.83 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Fertilización 100% química: el nivel de fertilización aplicado fue de 157.98, 106.62, 219.66, 69.98, 31.08 y 25.25 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 , K_2O , CaO, MgO y S, respectivamente, equivalente a: 222.13 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (MAP), 499.23 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de KNO_3 , 88.52 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MgSO_4 , 106.29 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de NH_4NO_3 y 245.07 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Adicionalmente, en todos los tratamientos arriba descritos los fertilizantes fueron previamente diluidos y aplicados al cultivo a través del sistema de riego por goteo con cinta de riego T Tape, con emisores separados a 30 cm entre sí y con una descarga de gotero de $1.1 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$. El $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ fue aplicado por separado para evitar la formación de precipitados los cuales son

insolubles y por consiguiente no disponibles para la planta, además de provocar la acumulación de sólidos en la cinta de riego reduciendo así su vida útil.

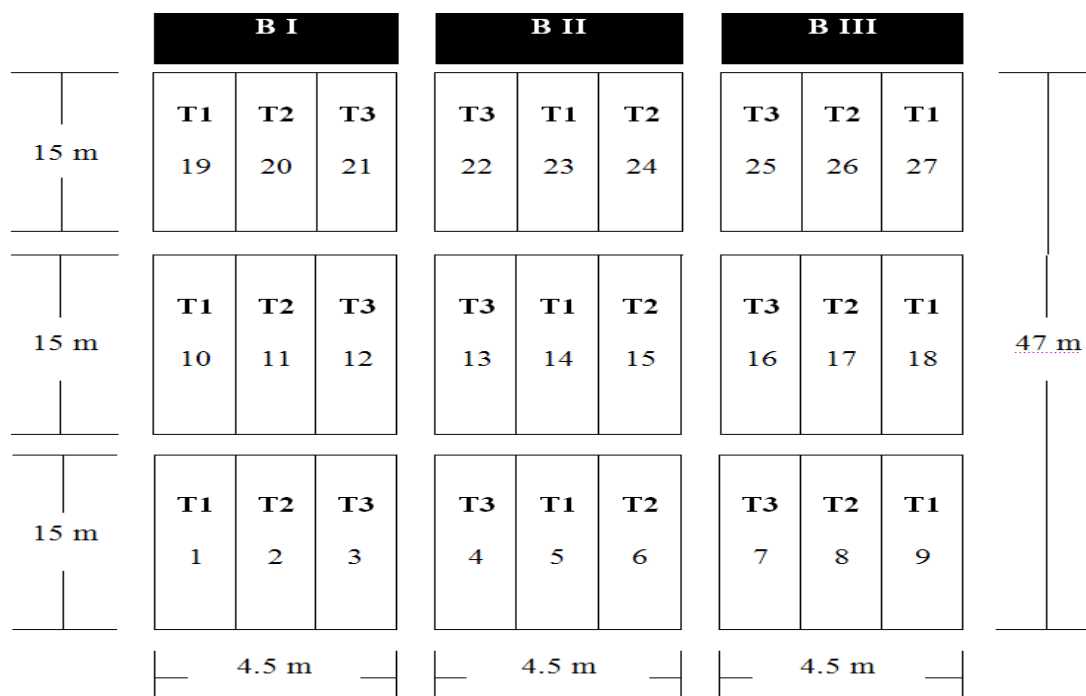


Figura 1. Esquema de distribución de los tratamientos en el lote No. 5.

De acuerdo al monitoreo que se realizó dos veces por semana, el control fitosanitario consistió en la aplicación de una gama de plaguicidas con las dosis y formas de aplicación descritas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Plaguicidas aplicados durante el ciclo de cultivo.

Producto	Ingrediente activo	Cantidad	Plaga/enfermedad
Acrobat	Dimetomorph, Clorotalonil	350 g	Protección y control de enfermedades micóticas
Actara	Thiametoxan	150 g	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aphis</i> sp. y <i>Thrips palmi</i>
Agromart	Micronutrientes	500 cc	Micro elementos.
Antracol	Propineb	2 kg	Prevención y control de enfermedades micóticas
Bravo	Clorotalonilo	160 g	Prevención y control de enfermedades micóticas
Danitol	Fenpropatrina	175 cc	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aphis</i> sp., <i>Spodoptera</i> sp.
Dipel	<i>Bacillus thuringiensis</i>	700 g	Larvas y masas de huevos de lepidópteros.
Dorado	Sulfur	2 kg	Prevención y control de enfermedades micóticas
Epingle	Piriproxifen	600 cc	<i>Spodoptera</i> sp., <i>Thrips palmi</i> .
Krisol	Thiodicarb	75 g	Larvas y masas de huevos de lepidópteros.
Mancozeb	Mancozeb	2.5 kg	Prevención y control de enfermedades micóticas
Match	Lufenuron	125 cc	<i>Spodoptera</i> sp.
Mega calcio boro	Micronutrientes	1,000 cc	Micro elementos.
Megafost	Micronutrientes	1,000 cc	Micro elementos.
Monarca	Thiacloprid, β -Cyflutrina	125 cc	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aphis</i> sp. y <i>Spodoptera</i> sp.

Producto	Ingrediente activo	Cantidad	Plaga/enfermedad
Newmectin	Abamectina	125 cc	<i>Tetranychus</i> sp. y <i>Poliphagotarsonemus latus</i>
Plural	Imidacloprid	580 cc	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aphis</i> sp. y <i>Spodoptera</i> sp.
Regent	Fipronil	125 cc	<i>Anthonomus eugenii</i>
Spintor	Spinozad	200 cc	<i>Thrips palmi</i>
Stratego	Trifloxistrobin, Propiconazole	300 cc	Prevención y control de enfermedades micóticas
Sunfire	Clorfenapir	125 cc	<i>Spodoptera</i> sp. y <i>Thrips palmi</i>
Talcord 25 EC	Permetrina	250 cc	<i>Spodoptera</i> sp.
Trigar	Cyromazina	25 g	<i>Liriomyza</i> sp.
Vertimec	Abamectina	125 cc	<i>Tetranychus</i> sp. y <i>Poliphagotarsonemus latus</i>

RESULTADOS

Análisis de los rendimientos totales (RT)

El ANAVA de los RT ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) detectó evidencia (p-valor: 0.0001) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.965) en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Asimismo, el ANAVA de los RT (frutos/ha) detectó evidencia (p-valor: 0.0009) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.808) en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimientos totales por tratamiento, CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Tratamiento	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	No. frutos/ha
Fertilización 100% química.	46,375.31 a	169,185 a
50% fertilización química + Biocat-15.	36,859.26 b	153,234 b
Té de bocashi.	25,229.63 c	136,444 c
CV	3.93%	CV 2.28%
R^2	99%	R^2 97%

Medias seguidas por letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Análisis de los rendimientos comerciales (RC)

El ANAVA de los RC ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) detectó evidencia (p-valor: 0.0004) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.994) en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Asimismo, el ANAVA de los RC (frutos/ha) detectó evidencia (p-valor: 0.0026) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.839) en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimientos comerciales por tratamiento, CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras.2008-2009.

Tratamiento	kg.ha ⁻¹	No. frutos/ha
Fertilización 100% química.	43,496.30 a	156,444 a
50% fertilización química + Biocat-15.	34,291.36 b	140,641 b
Té de bocashi.	22,725.93 c	119,506 c
CV	5.43%	CV 3.80%
R ²	98%	R ² 95%

Medias seguidas por letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Análisis de rendimientos por clases comerciales

Frutos de primera clase

El ANAVA de los rendimientos (kg.ha⁻¹) detectó evidencia (p-valor: 0.0002) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.994) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Asimismo, el ANAVA de los rendimientos (frutos/ha) detectó evidencia (p-valor: 0.0008) en favor de la hipótesis H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.658) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadros 5 y 6).

Frutos de segunda clase

El ANAVA de los rendimientos (kg.ha⁻¹) detectó evidencia (p-valor: 0.0027) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.089) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Asimismo, el ANAVA de los rendimientos (frutos/ha) detectó evidencia (p-valor: 0.0006) en favor de la hipótesis H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadros 5 y 6).

Frutos de tercera clase

El ANAVA de los rendimientos (kg.ha⁻¹) detectó evidencia (p-valor: 0.206) en favor de la H₀ lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.989) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Asimismo, el ANAVA de los rendimientos (frutos/ha) detectó evidencia (p-valor: 0.163) en favor de la hipótesis H₀ lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.904) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Rendimiento en peso por clases comerciales. CEDEH-FHIA. Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

1ra. clase		2da. clase		3ra. clase	
Tratamiento	kg.ha ⁻¹	Tratamiento	kg.ha ⁻¹	Tratamiento	kg.ha ⁻¹
Fertilización 100% química.	37,451.8 a	Te de bocashi.	9,891.36 a	Te de bocashi.	859.26 a
50% fertilización química + Biocat-15.	27,654.3 b	50% fertilización química + Biocat-15.	6,266.67 b	50% fertilización química + Biocat-15.	370.37 a
Te de bocashi.	11,975.3 c	Fertilización 100% química.	5,792.59 b	Fertilización 100% química.	251.85 a
CV	7.13%	CV	8.77%	CV	72.78%
R ²	99%	R ²	95%	R ²	67%

Medias seguidas por letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Cuadro 6. Rendimiento en número de frutos por clases comerciales. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

1ra. clase		2da. clase		3ra. clase	
Tratamiento	Frutos/ha	Tratamiento	Frutos/ha	Tratamiento	Frutos/ha
Fertilización 100% química.	127,704 a	Te de bocashi.	57,234 a	Te de bocashi.	7,062 a
50% fertilización química + Biocat-15.	105,975 b	50% fertilización química + Biocat-15.	31,901 b	50% fertilización química + Biocat-15.	2,765 a
Te de bocashi.	55,209 c	Fertilización 100% química.	27,012 b	Fertilización 100% química.	1,728 a
CV	8.16%	CV	8.15%	CV	73.97%
R ²	97%	R ²	98%	R ²	69%

Medias seguidas por letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Análisis del diámetro y peso promedio de frutos

El ANAVA del diámetro promedio de frutos detectó evidencia (p-valor: 0.0001) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. Asimismo, el ANAVA del peso promedio de frutos detectó evidencia (p-valor: 0.0001) en favor de la hipótesis H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre tratamientos. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diámetro y peso promedio de frutos por tratamiento, CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Tratamiento	Ø (cm)	Peso (g)
Fertilización 100% química.	8.76 a	253.81 a
50% fertilización química + Biocat-15.	8.53 b	234.63 b
Té de bocashi.	8.13 c	200.74 c
CV	8.42%	CV 20.21%
R ²	12%	R ² 19%

Medias seguidas por letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

Análisis del descarte de frutos

El ANAVA del descarte de frutos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) detectó evidencia (p-valor: 0.698) en favor de la H_0 lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.861) en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Asimismo, el ANAVA del descarte de frutos (frutos/ha) detectó evidencia (p-valor: 0.223) en favor de la hipótesis H_0 lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia (p-valor: 0.971) en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para este parámetro de evaluación. Finalmente, la prueba DMS mostró gráficamente las diferencias entre tratamientos para ambos parámetros de evaluación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Descarte de frutos por tratamiento, CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Tratamiento	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	Tratamiento	No. frutos/ha
Fertilización 100% química.	2,879.01 a	Té de bocashi.	16,938 a
50% fertilización química + Biocat-15.	2,567.90 a	Fertilización 100% química.	12,740 a
Té de bocashi.	2,503.70 a	50% fertilización química + Biocat-15.	12,592 a
CV	20.90%	CV	20.28%
R ²	33%	R ²	57%

Medias seguidas por letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas entre tratamientos según DMS ($\alpha \leq 0.05$).

INTERPRETACION

En base a los resultados obtenidos de la prueba de separación de medias de los rendimientos totales y comerciales expresados en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y número de frutos por hectárea, los tratamientos sometidos a evaluación pueden ser separados de la siguiente manera: fertilización 100% química > 50% fertilización química + Biocat-15 > té de bocashi (Figura 2). Curiosamente, cuando el rendimiento comercial ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de los mismos fue evaluado porcentualmente no se encontraron diferencias importantes entre los tratamientos. Sin embargo, para fines prácticos los mismos pueden ser agrupados de la siguiente manera: **fertilización 100% química (93.74%) > 50% fertilización química + Biocat-15 (93.02%) > té de bocashi (90.06%)**.

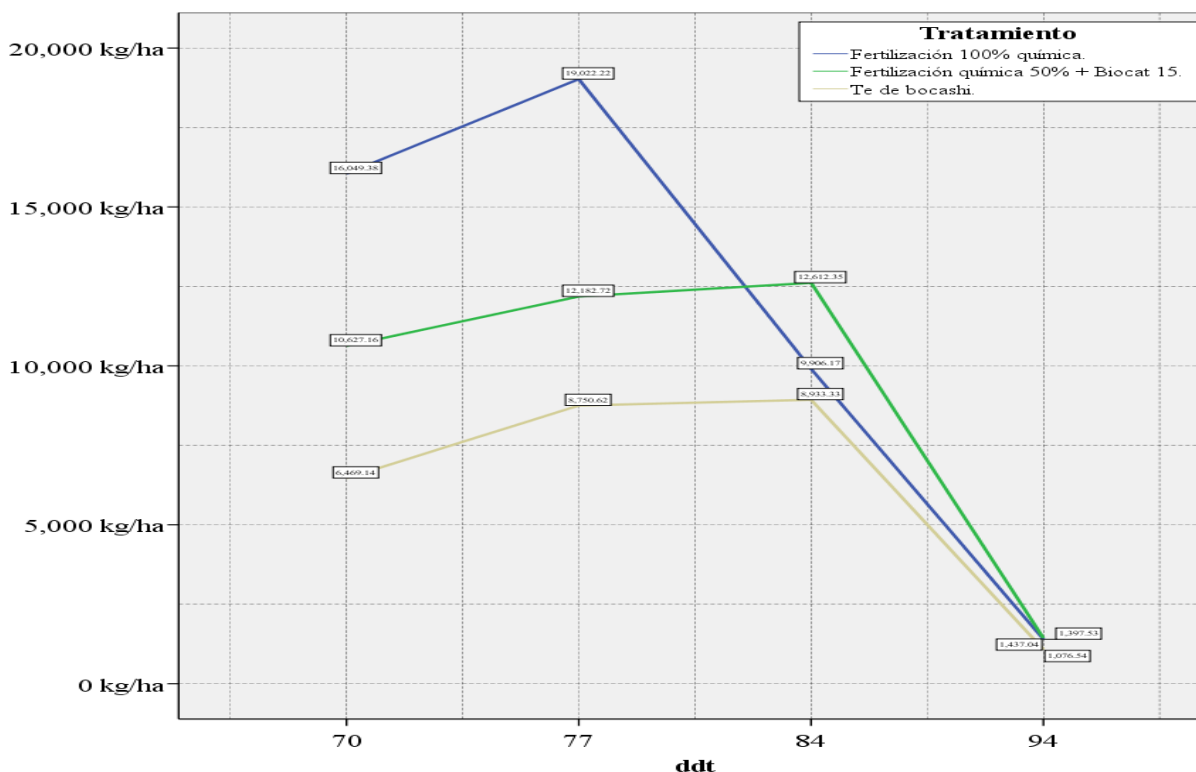


Figura 2. Rendimientos totales de tres tratamientos de fertilización en chile dulce a través de cuatro cosechas. CEDEH-FHIA. Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Por otro lado, la fertilización 100% química induce la producción de frutos de gran tamaño ya que superó a los demás en la producción de frutos de primera clase tanto en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ como en número de frutos por hectárea (Cuadros 5 y 6). De igual manera, este tratamiento registró los diámetros (6.1 a 11.8 cm) y pesos (104 a 446.3 g) promedio de frutos más grandes a través de todo el ciclo de cultivo los cuales tendieron a desplomarse conforme la planta entraba en senescencia (Figura 3).

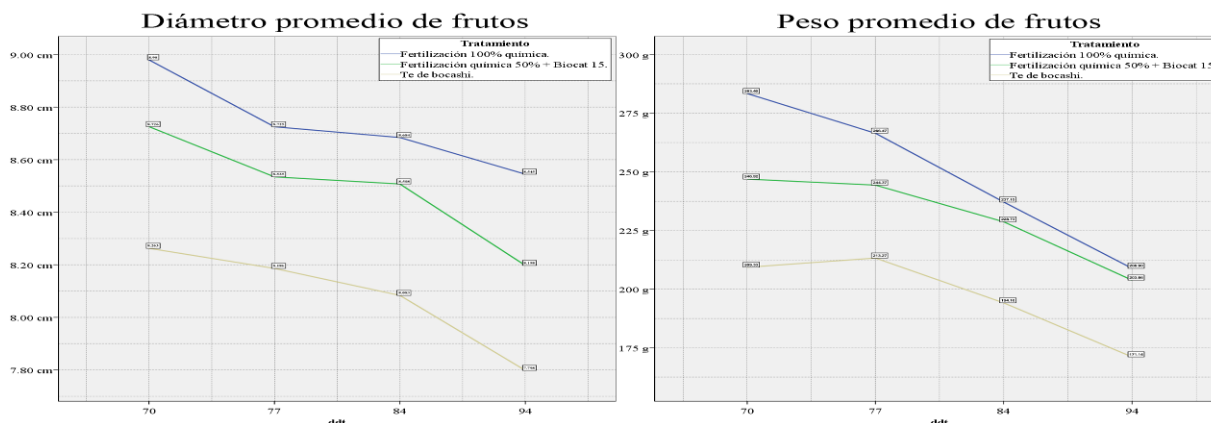


Figura 3. Diámetro y peso promedio de frutos en el chile dulce, a través de cuatro cosechas, CEDEH-FHIA 2008-2009.

Por el contrario, el chile dulce fertilizado con té de bocashi produjo los rendimientos más altos de frutos de segunda y tercera clase tanto en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ como en número de frutos por hectárea (Cuadros 5 y 6). Desgraciadamente, en el mercado hondureño el consumidor tiene preferencia por los frutos de 1ra clase por lo que frutos de 2da y 3ra clase son penalizados con precios más bajos. Asimismo, este tratamiento registró los diámetros (5.4 a 9.8 cm) y pesos promedio (65.5 a 341.3 g) de frutos más bajos a través de todo el ciclo de cultivo (Figura 3).

Los conceptos de descarte prevalentes fueron los frutos quemados por el sol, frutos dañados por larvas, y frutos podridos (Figura 4). Durante su crecimiento en el campo, el chile dulce fertilizado con té de bocashi presentó un pobre desarrollo de follaje condición que causó una mayor exposición de los frutos a la radiación solar razón por la cual este tratamiento registró los niveles más altos de descarte de frutos por causa de las quemaduras de sol equivalente a un 94.82% respecto al descarte general de frutos. Por el contrario, el chile dulce fertilizado de manera 100% química tuvo un desarrollo de follaje exuberante superando a todos los demás. Esta condición proporcionó suficiente protección a los frutos de la radiación solar reduciendo significativamente el descarte de frutos por quemaduras de sol equivalente a un 74.96%, respecto al descarte general de frutos; sin embargo, esta misma condición proporcionó un buen habitat y protección para insectos plaga lo que dificultó su control aumentando así el descarte de frutos dañados por larvas de *Spodoptera* sp., en la mayoría de los casos, equivalente a un 20.49% respecto al descarte general de frutos.

Adicionalmente, como se puede observar en la figura 4 el chile dulce fertilizado de manera 100% química registró los niveles más altos de frutos podridos equivalente a un 4.55% respecto al descarte general. Se puede especular que esto ocurrió debido a su follaje. Un follaje más desarrollado puede crear un microclima más húmedo favoreciendo el desarrollo de colonias de bacterias oportunistas las cuales aprovechan los daños mecánicos (heridas) provocados a los frutos a causa de las labores de cultivo o el ataque de insectos plaga para infectar los frutos y provocar necrosis de los tejidos.

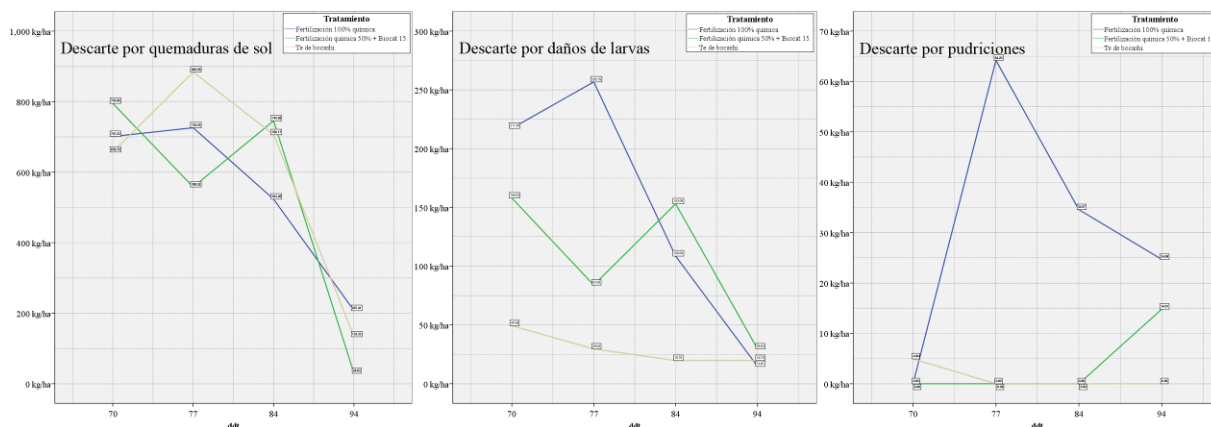


Figura 4. Registro de la incidencia de tres conceptos de descarte de frutos en el cultivo del chile dulce, CEDEH-FHIA. Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Asimismo, el análisis del descarte general de frutos (Cuadro 8) reveló que el chile dulce fertilizado de manera 100% química registró el nivel más alto de pérdidas; sin embargo, esta diferencia no fue significativa respecto a los demás tratamientos por lo que no constituyó una desventaja en sí.

El análisis individual de los motivos de descarte reveló diferentes patrones de incidencia para cada uno de ellos a través del ciclo de cultivo. La grafica del descarte de frutos quemados por el sol cuantificada en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ reveló una mayor incidencia de daños al principio de ciclo de cosechas y disminuyó gradualmente a medida que la planta entraba en senescencia. El híbrido Aristoteles utilizado en esta evaluación es de crecimiento determinado lo que significa que una vez que la planta entra a la etapa de fructificación cesa la producción de hojas y el crecimiento vertical de la misma. Por esta razón, se concluye que la reducción en la cantidad de fruta descartada por quemaduras de sol se debe a una disminución en el número de frutos producidos por la planta y no a un aumento de su follaje. Por otro lado, la grafica del descarte de frutos por daño de larvas cuantificada en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ reveló una mayor incidencia de daños al principio de ciclo de cosechas y disminuyó gradualmente a medida que se realizaron las aplicaciones para el control de *Spodoptera* sp y a la disminución en el número de frutos producidos por la planta.

En relación a los costos de fertilización, se requiere un total de 1,481.48 quintales de bocashi por hectárea con un valor de L 74,074.07 (L 50.00/quintal) los cuales deben ser fermentados por espacio de 72 h antes de su aplicación a través del sistema de riego (Anexo I); mientras que; para la fertilización 100% química se requiere un total de L 28,918.93 por hectárea de terreno (Anexo II). En otras palabras, el costo de fertilización usando el té de bocashi es de L $7.41/\text{m}^2$ durante un ciclo de 94 días, mientras que el costo de la fertilización puramente química es de L $2.89/\text{m}^2$.

CONCLUSION

En base a los resultados de producción, diámetros promedio de frutos, pesos promedio de frutos y costos de fertilización se puede aducir que la fertilización química es la mejor opción para la nutrición mineral suplementaria del cultivo del chile de dulce; sin embargo, la

fertilización con té de bocashi podría ser una buena opción para la fertilización complementaria del mismo.

LITERATURA CITADA

Quijada, L. 1997. Los abonos orgánicos. Panamá América. Panamá, Panamá

Restrepo, J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados, aportes y recomendaciones. San José, costa Rica. 151 p.

Suárez, A. 2000. Bocashi, una alternativa. Productores de Hortalizas. Edición para Centroamérica. Noviembre 2000.

UNESCO. 1998. Agricultura orgánica, manual de facilitación, colección aprender sin fronteras. Organización de las Naciones Unidas para la Educación Ciencia y cultura. 2 ed. San José, Costa Rica. 140 p.

ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción de un quintal de bocashi.

Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (L)	Total (L)
Suelo negro	kg	1,500	0.30	450.00
Aserrín	kg	600	0.17	100.00
Gallinaza	kg	600	0.83	500.00
Melaza	l	7.5	3.33	25.00
Levadura	kg	2	90.00	180.00
Carbón molido	kg	40	6.00	240.00
Semolina	kg	45	5.56	250.00
Mano de obra	Hora hombre	60	22.08	1,325.00
Total:	2,795 kg			3,070.00
No. de quintales	61.59			
Precio/quintal (L)	49.85			

Anexo II. Costo de fertilización del chile dulce durante 94 días de cultivo

Material	Unidad	Cantidad/ha	Precio unitario (L)	Total (L)
NH ₄ H ₂ PO ₄	kg	222.13	38.80	8,618.64
KNO ₃	kg	499.23	28.00	13,978.44
MgSO ₄	kg	88.52	10.00	885.20
NH ₄ NO ₃	kg	106.29	9.65	1,025.39
Ca(NO ₃) ₂ .	kg	245.07	18.00	4,411.26
				28,918.93