

HOR09-06. Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate

Gerardo Petit Ávila, José Renán Marcía Santos y Ostilio R. Portillo
Programa de Hortalizas

RESUMEN

Tres programas de fertigración: una orgánica (té de bocashi) y dos utilizando fertilización química fueron propuestas para ser aplicadas en el sistema de producción del cultivo de tomate. Los programas con fertilización química consistieron en aplicar: fertilización 100% química (programa convencional) y 50% de la fertilización química convencional mas una enmienda húmica líquida (ácidos húmicos y fúlvicos). El análisis no detectó diferencias entre los tratamientos para las variables rendimiento total, comercial y peso de frutos promedio general, pero si se detectaron diferencias cuando se realizó el análisis para algunos de los once cortes. Los rendimientos totales oscilaron entre 72,005 y 81,381 kg.ha⁻¹ y los comerciales entre 61,524 y 67,407 kg.ha⁻¹, obteniéndose el mayor rendimiento total con la fertilización 100% química, y el comercial con la fertilización 50% química mas la enmienda. El análisis para el peso y diámetro promedio de frutos de la muestra n: 20, marcó diferencias entre los tratamientos, en donde los mayores pesos y diámetro de frutos se obtuvieron con la fertilización orgánica, coincidiendo con el análisis del peso de frutos promedio general, en donde, aunque no se marcaron diferencias entre los tratamientos, el mayor peso de frutos se obtuvo con la fertilización orgánica con un peso de 137 g. El análisis foliar a los 35, 50 y 65 ddt, reportó valores normales y altos, sin mostrar diferencias en cuanto a los valores elementales entre los tratamientos. Es de importancia mencionar, que la segregación mostrada por el cultivar seleccionado para esta evaluación, probablemente haya influenciado en los resultados.

Palabras claves: fertilización química, fertilización orgánica, días después del trasplante (ddt), rendimiento total (RT), rendimiento comercial (RC), hipótesis nula (H_0), hipótesis alternativa (H_a), análisis de varianza (ANAVA), coeficiente de determinación (R^2), coeficiente de variación (CV).

INTRODUCCION

El uso constante de los suelos en la agricultura intensiva, sin considerar que los suelos son un complejo viviente, ha favorecido la degradación de la fertilidad natural de los mismos, principalmente en aquellas explotaciones en las que no se consideran o se implementan prácticas de conservación, no solo físicas, sino desde el punto de vista del balance de la reacciones químicas del suelo.

Cuando en la agricultura, los suelos son utilizados de manera ininterrumpida para poder satisfacer la demanda alimentaria, el mantenimiento de la fertilidad se vuelve un punto crítico en la producción. Además de la extracción de nutrientes por parte de los cultivos, se suma también las pérdidas significativas debido a las precipitaciones pluviales las cuales lixivian los nutrientes, en especial aniones (NO_3^- , H_2PO_4 , $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$) 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 desbalances pueden ser corregidos a través de enmiendas; como ser la aplicación de dosis de fertilizantes, el encalado u otra enmienda. 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 con pH bajo. En respuesta a esta situación se pueden adoptar prácticas culturales tales como: periodos en barbecho o descanso, no quemar, controlar la erosión (eólica y/o de escorrentía), la incorporación de rastrojos y composteras, la siembra de cultivos para ser incorporados como abonos verdes (*Vigna sinensis*, *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.

Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de la materia orgánica, los que contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo. En el mundo existen compañías dedicadas a la extracción de estos ácidos que se derivada de la leonardita, tal es el caso del producto conocido como Biocat 15, que según los fabricantes contiene 67% de materia orgánica, un 15% de ácidos húmicos y fúlvicos, además de microelementos.

Un método muy difundido para la elaboración de abono orgánico, es el llamado abono orgánico tipo bocashi, vocablo japonés que significa fermentación, el cual gracias al uso de levaduras es de rápida descomposición, haciendo posible la preparación de grandes volúmenes y prácticamente de uso inmediato en forma sólida y/o líquida.

Los téos orgánicos como el té de bocashi, contiene macro y micro elementos, bacterias, hongos y otros microorganismos que compiten o son antagonistas con los organismos patógenos. Otra característica de los microorganismos es la de incrementar la descomposición y el metabolismo de la materia orgánica, aumentando la disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

El uso de abonos orgánicos (sólidos o líquidos), es una de las prácticas recomendadas para recuperar la fertilidad de los suelos; los cuales, preparados con anticipación, pueden ser aplicados de manera inmediata antes de las siembras o trasplantes, o bien ser aplicados durante el ciclo del cultivo, o al término de una temporada de siembras.

OBJETIVO

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

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en un suelo de textura franco arcilloso, el que presenta pH normal, niveles bajos de materia orgánica y nitrógeno total y concentraciones normales de los oligoelementos a excepción del Zinc y del boro (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados e interpretación de análisis químico¹ de suelos del lote 5 del CEDEH, Comayagua, Comayagua. Honduras.

pH	6.6	N	Hierro (ppm)	6.3	N
Materia orgánica (%)	1,83	B	Manganeso (ppm)	9.5	N
Nitrógeno total (%)	0.132	B	Cobre (ppm)	0.58	N
Fósforo (ppm)	12.0	N	Zinc (ppm)	0.22	B
Potasio (ppm)	526	N/A	Azufre (ppm)	4	B
Calcio (ppm)	1820	N	Mg/K	1.8	
Magnesio (ppm)	296	N/A			

B: bajo, N: normal, A: alto.

¹ Fuente: Laboratorio Químico Agrícola, FHIA, La Lima, Cortés. 2008-2009.

Para este estudio se seleccionó el cultivar Floradade (Amsa seed), por ser una variedad muy difundida entre los productores. Las plántulas se produjeron en invernadero en bandejas de 200 celdas, utilizándose como sustrato la mezcla de turba del musgo *Sphagnum* sp., canadiense mas bocashi en una proporción 1:1.

El trasplante se realizó el 3 de diciembre de 2008, cuando las plántulas tenían 25 dds. El cultivo fue trasplantado a hilera sencilla, con un distanciamiento de 0.35 entre plantas y 1.5 m entre camas, para una densidad de 19,000 plantas.ha⁻¹. El cultivo se tutoró a los 30 ddt mediante el sistema de espaldera. Al momento del trasplante, se aplicó en drench de forma general, una solución arrancadora más un insecticida. La solución arrancadora consistió en diluir 2.72 kg de NH₄H₂PO₄ en 200 L de agua, aplicando con bomba de mochila unos 25-30 cc por planta.

El ensayo fue ubicado de tal manera que los bloques quedaron distribuidos de forma trasversal a las camas de siembra para facilitar la aplicación de los tratamientos (Cuadro 2), por medio de válvulas ubicadas en la entrada de cada lateral de riego. Las camas fueron divididas en sub parcelas para aumentar el número total de parcelas experimentales (Figura 1). El lote de cultivo fue preparado antes del trasplante, y las camas fueron acolchadas con plástico plata-negro, práctica que favorece las condiciones física-químicas del suelo y ayuda a mantener niveles constantes de la humedad de la solución nutritiva en la zona radicular.

El riego se aplicó de forma calendarizada los lunes, miércoles y viernes, con el propósito de facilitar la aplicación de los tratamientos, tomando como referencia la evaporación acumulada. En general se realizaron 42 riegos, con una frecuencia de 2.5 días para un total de 70 horas, aplicándose una lámina de agua de 175 mm. Los tratamientos evaluados se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en la fertilización de tomate.

No.	Tratamiento
1	Fertilización orgánica (Té de bocashi).
2	50% fertilización química + enmienda húmica.
3	100% fertilización química.

Metodología de aplicación de los tratamientos

Para controlar las aplicaciones de los tratamientos, fueron instaladas válvulas de cierre rápido (de globo) en las entradas de cada lateral de riego (cinta con emisores a 0.30 m y 1.1 LPH) y se utilizó, para inyectar las diferentes soluciones nutritivas una bomba inyectora de diafragma portátil (12 V) que alcanza presiones de 100 PSI.

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 3).

Cuadro 3. Concentración porcentual de nutrientes en el té de bocashi.

Fermentación	N	P	K ⁺²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	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

Según cálculos, con la aplicación de 148.15 m³ de té de bocashi y 121.26 l de H₃PO₄ (ácido fosfórico) por hectárea se logra el nivel de fertilización de: 88.89, 73.23, 118.52, 103.70, 49.19 y 57.78 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y S, respectivamente.

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 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y S, respectivamente, equivalente a: 95.05 kg.ha⁻¹ de NH₄H₂PO₄, 226.86 kg.ha⁻¹ de KNO₃, 46.21 kg.ha⁻¹ de MgSO₄, 52.51 kg.ha⁻¹ de NH₄NO₃, 24 l de Biocat-15 y 100.83 kg.ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂.

Fertilización 100% química: el nivel de fertilización aplicado fue de 157.98, 106.62, 219.66, 69.98, 31.08 y 25.25 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO y S, respectivamente, equivalente a: 222.13 kg.ha⁻¹ de NH₄H₂PO₄, 499.23 kg.ha⁻¹ de KNO₃, 88.52 kg.ha⁻¹ de MgSO₄, 106.29 kg.ha⁻¹ de NH₄NO₃ y 245.07 kg.ha⁻¹ de Ca(NO₃)₂.

Diseño experimental

La evaluación se realizó mediante la conducción de un ensayo establecido mediante un diseño de bloques completos al azar (D.B.C.A.) con tres repeticiones. Tal como se describió anteriormente, los bloques fueron ubicados conforme a la orientación de las camas de cultivo,

mas las subparcelas ubicadas de forma longitudinal, para un total de 27 parcelas experimentales; cada parcela experimental con una área de 22.5 m² (una cama de 1.5 m por 15 m de parcela útil).

Los datos recabados para las distintas variables fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA, $\alpha \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 2008 de La Universidad de Córdoba, Argentina, mediante el modelo general lineal bajo las siguientes hipótesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_x$ versus H_a : al menos una μ es diferente. A efecto de determinar la confiabilidad de las conclusiones derivadas de la ANAVA se verificó la normalidad de residuos estandarizados a través de los test de Shapiro-Wilk (si los grados de libertad ≤ 50 , $\alpha \leq 0.05$) y el test de Kolmogorov-Smirnov (si los grados de libertad $>$ de 50, $\alpha \leq 0.05$) bajo las siguientes hipótesis: H_0 : Residuos = normalmente distribuidos versus H_a : Residuos $\neq$ normalmente distribuidos. Así mismo la homogeneidad de varianzas fue verificada a través del test de Levene ($\alpha \leq 0.05$) bajo las siguientes hipótesis: $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \dots \sigma_x$ versus H_a : $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \dots \sigma_x$. Finalmente, cuando el ANAVA detectó diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizó la prueba diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher para separar las medias.

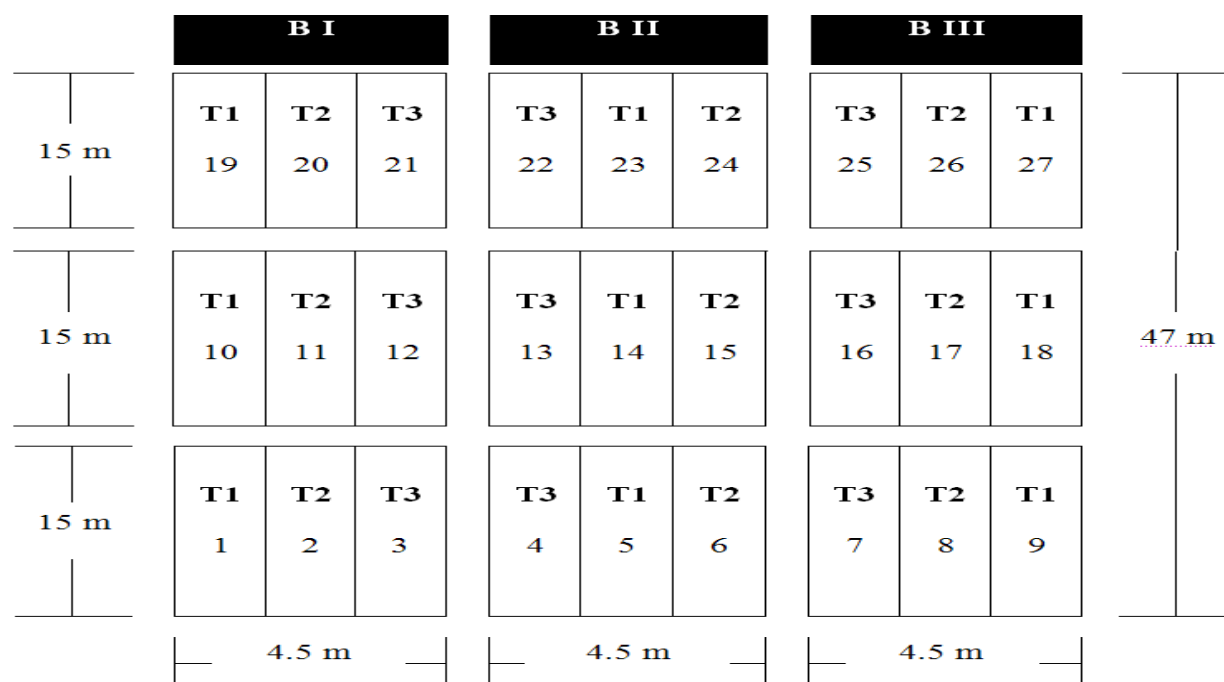


Figura 1. Esquema de distribución de los tratamientos.

Los parámetros sometidos a estudio fueron los siguientes: rendimientos totales y comerciales (kg.ha⁻¹), peso promedio general de frutos, diámetro y peso promedio de frutos (n: 20) y descarte general de frutos.

El primer corte se realizó el 16 de febrero de 2009 (70 ddt), realizándose un total de 11 cortes para un ciclo de cultivo de 107 ddt. A fin de conocer el estado nutricional del cultivo y la efectividad de las dosis de los programas de fertigación aplicados, se realizaron dos muestreos foliares durante el ciclo (35, 50 y 65 ddt).

El control de plagas se basó en los monitoreos, los que se realizaron dos veces por semana. Se aplicó semanalmente de forma preventiva un fungicida y/o curativa dependiendo de la incidencia. El listado de los insumos aplicados se presenta en el Anexo I.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimientos totales, comerciales, peso promedio de frutos y descarte general

El ANAVA no detectó diferencias entre los tratamientos para las variables rendimiento total (p-valor: 0.1274), rendimiento comercial (p-valor: 0.4725) ni para el peso de frutos promedio general (p-valor: 0.4587).

La prueba DMS, determinó que el tratamiento tres (fertilización 100% química) obtuvo el mayor rendimiento total, seguido por el tratamiento dos. En el rendimiento comercial, el tratamiento dos, reportó el mayor rendimiento, superando al rendimiento del tratamiento tres en 8.73% (Cuadro 4). Con relación al peso de frutos, con el tratamiento tres se obtuvieron los frutos de mayor peso.

Con relación al descarte general, el ANAVA no detectó diferencias entre los tratamientos, siendo el tratamiento tres el que presentó el mayor porcentaje de descarte general (Cuadro 3).

Cuadro 4. Variables de rendimiento total (RT) y comercial (RC) del tomate cultivar Floradade como respuesta a tres programas de fertigación. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Tratamiento	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)		Peso $\bar{x}$ de frutos (g)	Descarte general (%)
	RT	RC		
100% química.	81,381 a	65,844 a	134.20 a	19.33 a
50% + enmiendas.	78,074 a	67,407 a	131.93 a	15.18 a
Te de bocashi.	72,005 a	61,524 a	137.00 a	14.78 a
CV (%):	9.46	12.78	5.03	5.15
R ² (%):	83.00	81.00	30.00	77.00
Shapir-Wilk _{p-valor} :	0.3140	0.4260	0.3447	0.743

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

Para la variable rendimiento comercial (RC) por cada corte, el ANAVA no identificó diferencias entre los tratamientos para la mayoría de los 11 cortes, a excepción del primero (p-valor: 0.0476), décimo (p-valor: 0.0059) y décimo primer corte (p-valor: 0.0399), en donde si se marcaron diferencias.

En las Figuras 2 y 3 se presentan las gráficas para los rendimientos totales y comerciales, las cuales presentan la misma tendencia. Los mayores rendimientos se obtuvieron en el quinto, séptimo, octavo y noveno corte, siendo en el séptimo corte donde se reportan los mayores rendimientos, que oscilaron entre los 10,000 y 12,000 kg.ha⁻¹, pero sin diferencias entre los tratamientos (Cuadro 5), obteniéndose con el tratamiento dos el mayor rendimiento.

Cuadro 5. Rendimiento comercial del tomate cultivar Floradade como respuesta a tres programas de fertigación. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Corte	Rendimiento comercial (kg.ha ⁻¹)			CV (%)	R ² (%)	Shapiro-Wilk(p-valor)
	Te de bocashi	100% químico	50% + enmienda húmica			
1.	4,119a b	2,763 b	5,081 a	34.95	57	0.6708
2.	2,904a b	2,319 b	3,211 a	19.92	60	0.8748
3.	2,557a	1,793 b	2,314 a b	22.09	78	0.5460
4.	4,093a b	3,511 b	5,089 a	27.73	53	0.5860
5.	8,348a	7,442 a	8,459 a	24.09	47	0.3550
6.	5,881a	7,296 a	7,444 a	30.77	45	0.7241
7.	10,481a	10,541 a	11,533 a	17.78	74	0.9729
8.	8,089a b	8,696 a	7,237 b	11.96	90	0.9513
9.	7,215a	8,896 a	8,785 a	28.15	67	0.2830
10.	4,096 b	6,481 a	3,725 b	25.66	79	0.9059
11.	3,741 b	6,126 a	4,526 a b	29.18	73	0.6716
Σ	61,524 a	65,844 a	67,407 a	12.78	81	0.4260

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

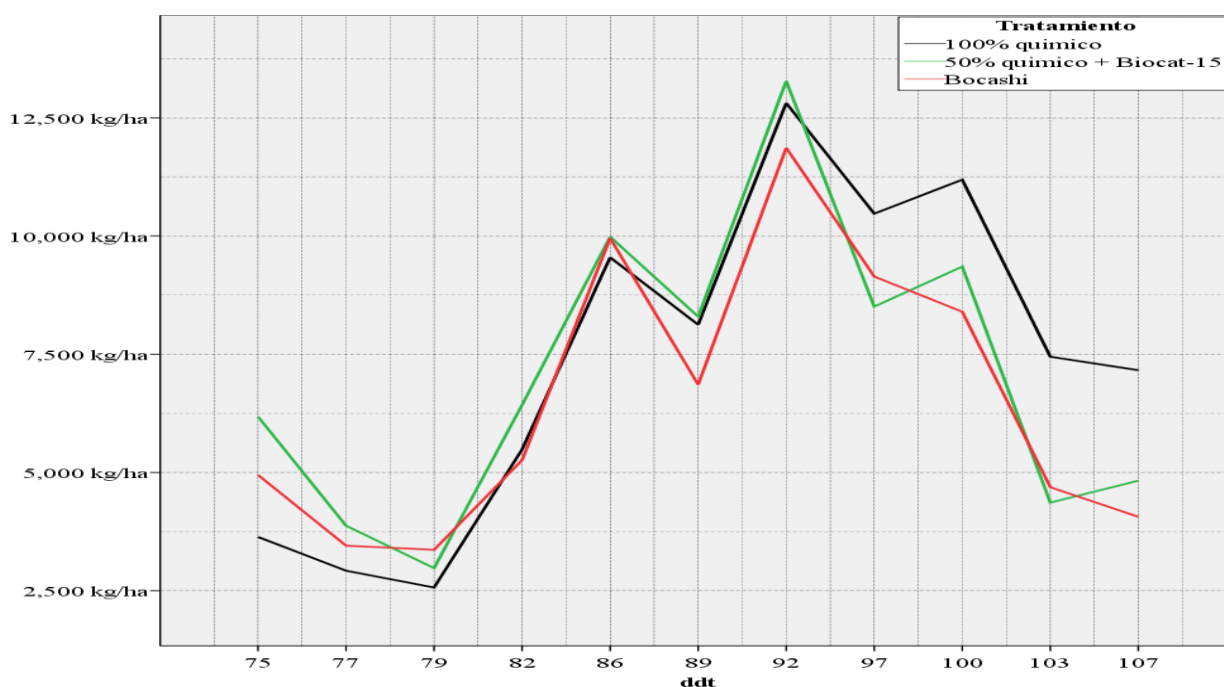


Figura 2. Rendimiento total del cultivo de tomate cultivar Floradade durante la aplicación de tres programas de fertigación. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

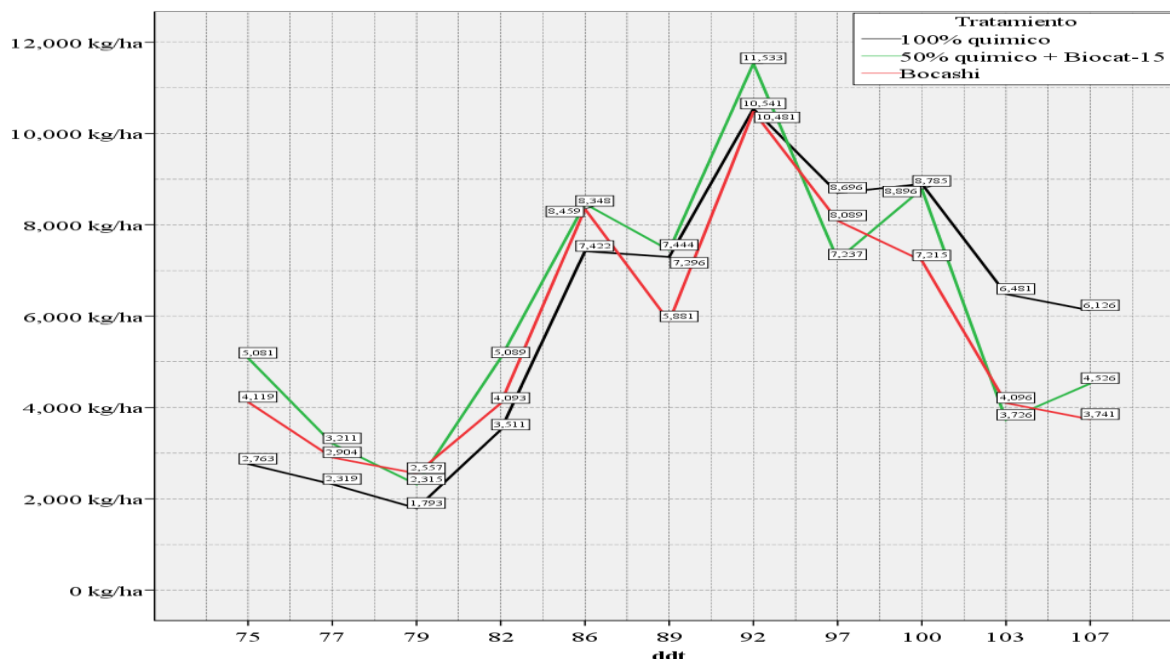


Figura 3. Rendimiento comercial (RC) del cultivo de tomate cultivar Floradade durante la aplicación de tres programas de fertigación. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

En la Figura 4, se aprecia que los menores porcentajes de RC se obtuvieron al principio del ciclo de producción (3ro y 4to corte). El menor porcentaje se reportó en el cuarto corte, en donde el tratamiento tres reportó el más bajo rendimiento con un 63%. Al final del ciclo todos superaron los 85% de RC siendo el más bajo el del tratamiento tres (Figura 4).

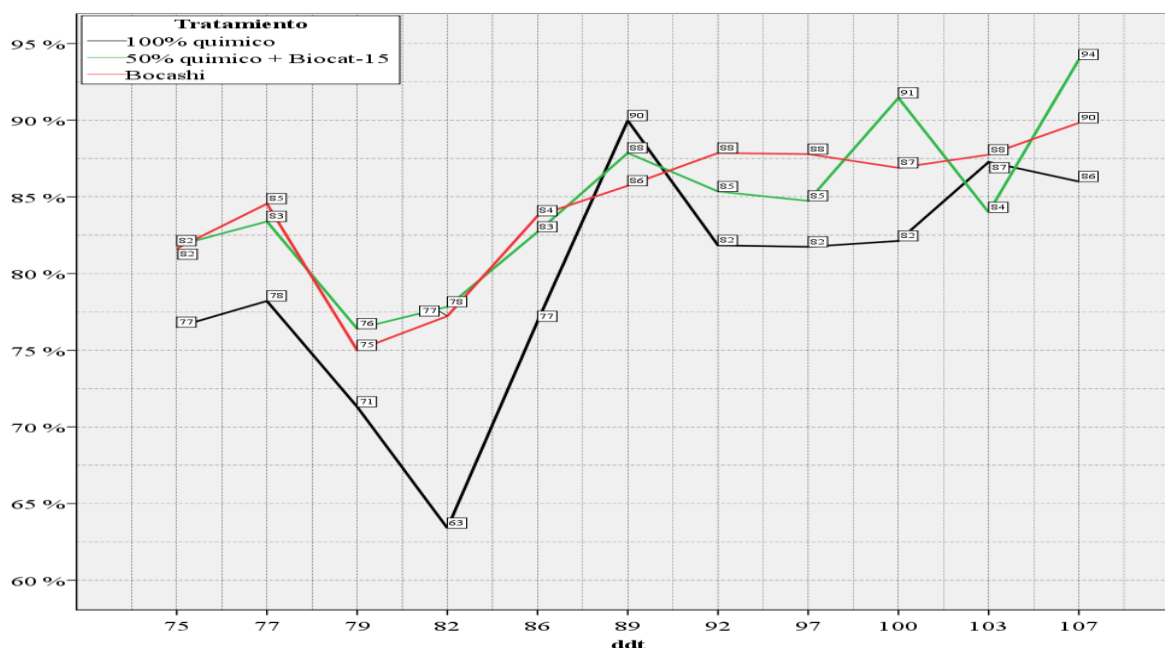


Figura 4. Rendimiento comercial porcentual del cultivo de tomate cultivar Floradade como respuesta a la aplicación de tres programas de fertilización. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Peso promedio de frutos por corte, diámetro y peso promedio (n: 20)

El ANAVA no mostró diferencias para el peso de frutos promedio general (Cuadro 4), tampoco cuando se analizó el peso de frutos por cada corte, a excepción del noveno corte en donde se marcaron diferencias (p-valor: 0.0291). Aun así, la DMS separó las medias en donde los mayores pesos promedios se obtuvieron en los primeros cortes. La prueba Shapiro-Wilk presentó valores que sugieren la normalidad de residuos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la aplicación de tres programas de fertigación en el peso de frutos del tomate cultivar Floradade. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Corte	Peso promedio de frutos (g)			CV (%)	R ² (%)	Shapiro-Wilk (p-valor)
	Te de bocashi	100% química	50% + enmienda			
1	173.12a	158.68 b	166.34 a b	6.45	66	0.4182
2	165.38a	154.04 a	158.94 a	5.61	70	0.3448
3	148.21a b	140.53 b	153.32 a	6.68	67	0.4259
4	137.09a	140.04 a	145.62 a	5.83	70	0.8555
5	141.32a	141.61 a	134.01 a	8.99	42	0.7986
6	137.11a	150.74 a	132.70 a	15.31	27	0.2814
7	124.42a	148.17 a	134.16 a	18.47	37	0.4260
8	153.81a	132.30 a	126.85 a	23.44	43	0.4108
9	129.09a	124.10 a b	112.64 b	8.40	64	0.4214
10	134.36a	122.22 b	125.31 b	5.35	64	0.5105
11	124.66a	113.06 a	116.12 a	12.24	21	0.5390
$\bar{x}$	136.99a	134.20 a	131.93 a	5.03	30	0.3447

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

El ANAVA para la muestra (n: 20) para diámetro y peso de frutos, marcó diferencias entre los tratamientos (p-valor: 0.0001), siendo el tratamiento uno el que reportó el mayor diámetro y peso promedio de frutos, con valores superiores al análisis del peso de frutos promedio general, pero con la misma tendencia, en donde el tratamiento uno superó en peso a los demás tratamientos (Cuadro 7). La prueba Kolmogorov-Smirnov no detectó normalidad de residuos para esta evaluación.

Cuadro 7. Diámetro y peso promedio de frutos según muestra (n: 20) del tomate cultivar Floradade como respuesta a la aplicación de tres programas de fertigación. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Tratamiento	Diámetro (cm)		Peso promedio de frutos (g)	
Orgánico (té de bocashi).	6.71	a	156.31	a
100% química.	6.70	a	152.76	b
50% química + enmienda.	6.57	b	148.87	c
CV (%):	10.67		25.29	
R ² (%):	2.00		2.00	
Kolmogorov-Smirnov _(p-valor) :	0.0001		0.0001	

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

En las Figuras 5 y 6 se presentan los diámetros y pesos promedios de frutos por cada corte (n: 20), en donde se aprecia que los mayores diámetros y pesos de frutos se obtuvieron en el medio ciclo de producción.

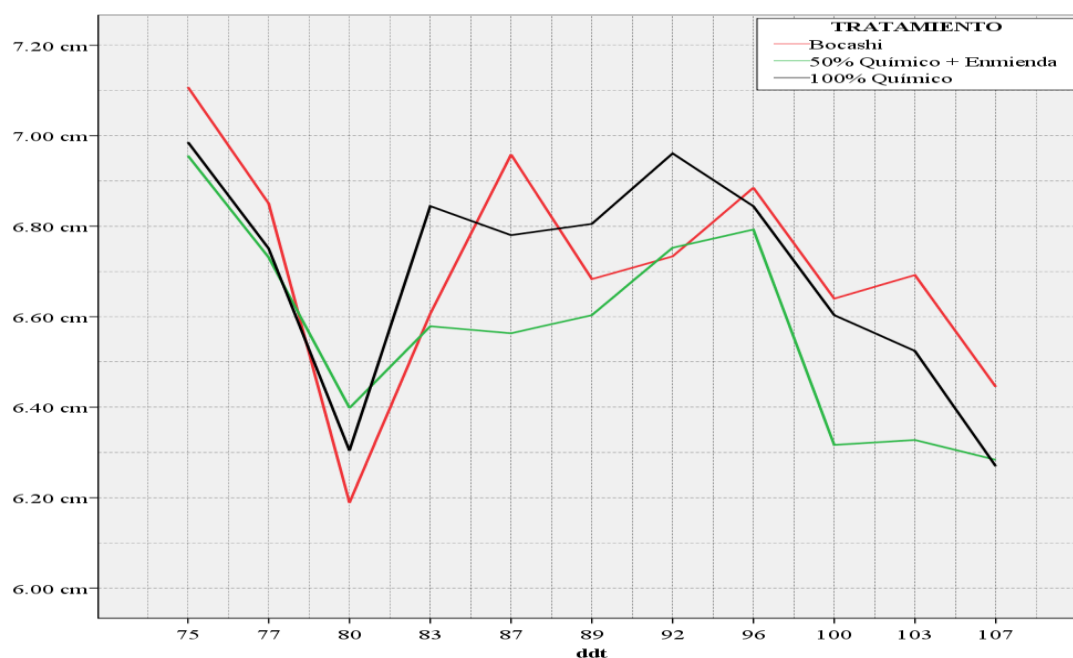


Figura 5. Diámetro de frutos (n: 20) del cultivo de tomate cultivar Floradade durante la aplicación de tres programas de fertilización. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

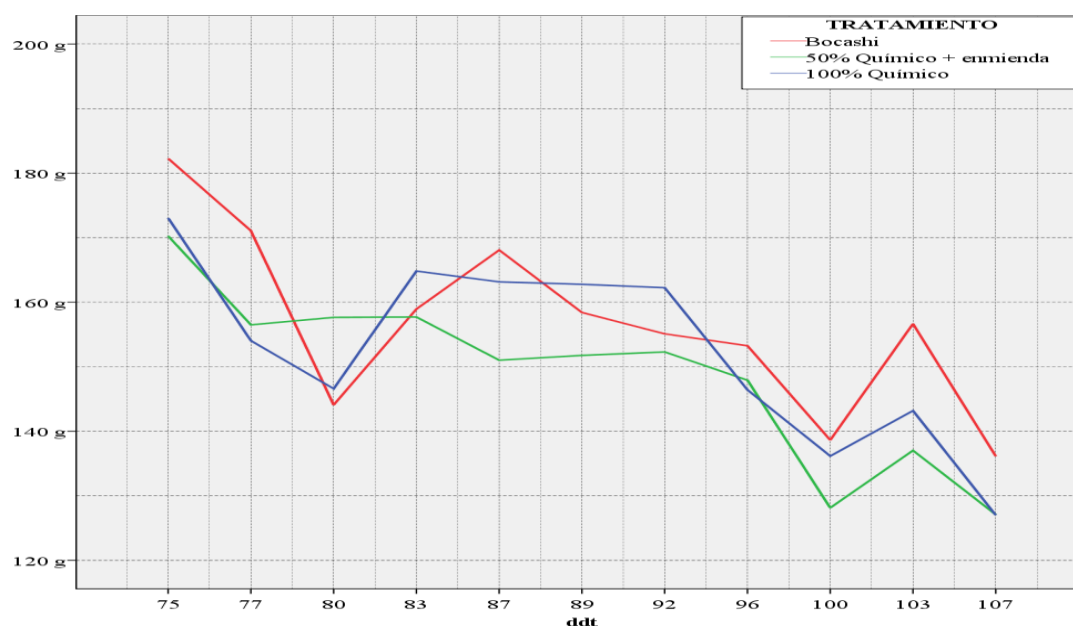


Figura 6. Peso promedio de frutos (n: 20) del cultivo de tomate cultivar Floradade durante la aplicación de tres programas de fertilización. CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Análisis foliar

Los resultados del análisis químico de la muestra foliar recolectada a los 35, 50 y 65 ddt reporta mínimas diferencias de las concentraciones elementales entre los tratamientos, con valores entre normales a altos, por lo que se deduce que el cultivo, no manifestó deficiencias nutricionales para los diferentes programas de fertigración evaluados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis foliar del tomate cultivar Floradade sometido a tres programas de fertigración. CEDEH-FHIA. Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

Elemento	35 ddt						50 ddt						65 ddt					
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
N (% bms)	3.25	N	4.21	N	4.16	N	3.25	N	3.61	N	3.73	N	3.56	N	3.90	N	3.96	N
P (% bms)	0.64	N	0.51	N	0.52	N	0.43	N	0.47	N	0.46	N	0.43	N	0.37	N	0.37	N
K (% bms)	3.77	N	3.40	N	3.91	N	3.27	N	3.86	N	4.17	N	2.53	B	3.01	N	2.97	B
Ca (% bms)	4.10	A	4.17	A	4.15	A	4.05	A	3.41	A	3.09	A	6.10	MA	5.75	A	5.75	A
Mg (% bms)	0.70	A	0.70	A	0.72	A	0.60	N	0.58	N	0.59	N	0.60	N	0.57	N	0.70	A
Fe (ppm)	340	A	321	A	270	A	235	A	178	N	177	N	599	MA	645	MA	553	MA
Mn (ppm)	300	A	274	A	194	N	248	N	258	N	210	N	436	MA	416	MA	347	MA
Cu (ppm)	15	N	14	N	13	N	12	N	12	N	10	N	65	A	69	A	58	A
Zn (ppm)	53	A	74	A	46	N	56	A	55	A	47	N	177	A	178	A	161	A

Laboratorio químico agrícola, FHIA. La Lima, Cortes.

En general, se puede decir que los rendimientos obtenidos en esta evaluación se consideran aceptables, ya que este mismo cultivar, en otra evaluación realizada durante este mismo ciclo, y en ciclos pasados, reporta rendimientos muy similares a los obtenidos en el presente estudio, sin considerar que este cultivar presentó segregación, produciendo un alto porcentaje de frutos pequeños (el mayor porcentaje de descarte), lo que pudo influenciar en los resultados.

Costos de los programas propuestos

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 II); Mientras que; para la fertilización 100% química se requiere un total de L. 28,918.93 por hectárea de terreno (Anexo III). En otras palabras, el costo de fertilización usando el té de bocashi es de L. 7.41/m² durante un ciclo de 100 días, mientras que el costo de la fertilización puramente química es de L. 2.89/m². En conclusión, 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 tomate; sin embargo, la fertilización con té de bocashi podría ser una buena opción para la fertilización complementaria del mismo.

CONCLUSIONES

- Con base al análisis de los datos recabados, podemos colegir que no hubieron diferencias importantes entre los tratamientos respecto a las variables rendimiento total, comercial, peso promedio de frutos, ni para el descarte general, aunque si se marcaron algunas diferencias cuando se analizaron las variables de rendimiento en algunos de los cortes o cosechas.

- El mayor rendimiento total se obtuvo con la fertilización 100% química, con un rendimiento de 81,381 kg.ha⁻¹, mientras que el mayor rendimiento comercial se logró con el tratamiento 50% de la fertilización química, el que reportó un rendimiento 67,407 kg.ha⁻¹.
- Con relación al peso promedio de frutos, la fertilización orgánica utilizando el Té de Bocashi reportó los mayores pesos, tanto para el promedio general como para la muestra (n: 20).
- El mayor porcentaje de descarte general se dió con la fertilización 100% química.
- El análisis foliar no reportó diferencias nutricionales entre los tratamientos.
- La segregación que manifestó el cultivar Floradade, pudo haber influenciado los resultados.
- El hecho de haber aplicado una solución arrancadora al momento del trasplante, también pudo influenciar los resultados.
- El uso de acolchado plástico influye en mantener las constantes hídricas normales en la zona radicular y por lo tanto mantener la fertilidad del suelo cuando es aplicada una solución nutritiva.
- En general, se considera que los rendimientos logrados en esta evaluación son aceptables, ya que superan la media de producción que se logra en un sistema de producción tradicional.

RECOMENDACIONES

Debido a que el análisis de los datos colectados se llevó a cabo utilizando el modelo lineal general (GLM por sus siglas en ingles) donde las variables independientes, tratamientos y bloques, fueron analizadas como factores fijos todas las conclusiones arriba descritas son validas para el ambiente bajo el cual el ensayo fue desarrollado. Se recomienda repetir esta evaluación con un cultivar de mayor potencial de producción, como también realizar este tipo de estudios con otros cultivos, considerando además otras enmiendas como el uso de melaza u otras fuentes nutricionales.

LITERATURA CITADA

- FHIA. Informe técnico 2004, Programa de Hortalizas. Efecto de la aplicación de melaza, té de bocashi y Biocat 15 en el rendimiento y calidad del chile jalapeño c.v. Mitla. La Lima Cortes. <http://www.fhia.org.hn>
- FHIA. Informe técnico 2007, Programa de Hortalizas. La Lima Cortes.
- 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. 2da edición. San José, Costa Rica. 140 p.

ANEXOS

Anexo I. Insumos 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. y <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	Pyrifroxyfen	600 cc	<i>Spodoptera</i> sp. y <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, beta-Cyflutrina	125 cc	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Aphis</i> sp y, <i>Spodoptera</i> sp.
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>

Anexo II. 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	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		49.85		

Anexo III. Costo de fertilización del tomate 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