

CULTIVO ASOCIADO DE TOMATE (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL) Y QUIMBOMBÓ (*ABELMOCHUS ESCULENTUM* (L) MOENCH) EN CONDICIONES DE HUERTO INTENSIVO: RESPUESTA A LA BIOFERTILIZACION MULTIPLES.

Alfredo Lino Brito, Noel J. Arozarena Daza, Bernardo Dibut Alvarez, Yoania Ríos Rocafull, Grisel Croche Alfonso, Marisel Ortega García y Lius Fey Govín.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Calle 2 esquina a 1 Santiago de las Vegas, Ciudad de la Habana, Cuba. E-mail: daza@inifat.co.cu

RESUMEN

El asocio de especies vegetales diferentes se presenta como una alternativa en la producción de tomate en época de primavera verano y la combinación de estos sistemas con la biofertilización es una práctica de manejo agronómico que puede contribuir al aumento de la eficiencia productiva de la agrotecnología. El trabajo realizado incluyó la comparación en un esquemas de asociación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedades M-10 y V-18, con quimbombó (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) variedad C-17 con y sin biofertilizar. Los biofertilizantes empleados fueron AZOMEG (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* var *phosphaticum*) y ECOMIC (*Glomus* sp). Las aplicaciones se hicieron a partir de la dosis recomendada para estos productos comerciales en el momento de la siembra mediante su incorporación al sustrato utilizado para la producción de posturas en cepellones. Como variables de respuesta se evaluaron para el caso del tomate, la altura semanal de las plantas a partir del trasplante y las fenofases del cultivo; para ambas especies vegetales se determinó el rendimiento en kilogramos/m². El cálculo de la eficiencia relativa de la tierra (ert) y el índice comparativo de los rendimientos por área (ICRA), como criterio de evaluación del esquema de asociación indica que el tomate puede asociarse con quimbombó (ambas variedades) y esta asociación resulta mejor cuando se biofertiliza. La hortaliza principal (tomate) se evaluó con diseño de parcelas sub-subdivididas. Los datos muestran una respuesta a la biofertilización altamente significativa, la cual además contrarresta los efectos de la competencia interespecies durante el asocio. Los resultados indican que la variedad de tomate M-10 es superior a la V-18 en todos los casos en estudio.

ABSTRACT

Associated culture of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and ookra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) in intensive kitchen garden conditions: response to multiple biofertilization.

Vegetables species association is an alternative of tomato production in spring and summer. Biofertilization combination with these systems is an agronomic management practice that can contribute to rise agrotechnology productive efficiency. The study included an association scheme of tomato (*Lycopersicon*

esculentum Mill) M-10 and V-18 varieties with okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) C-17 variety. Both species with and without biofertilizers with Azomeg (*Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megatherium* var phosphaticum) and EcoMic (*Glomus* sp). Applications were made at seedtime by the incorporation to the substrate according to recommended dose for the commercial products. Height was evaluated for tomato plants every week as well as the states of the crop. In both species was calculated the yield in kilograms/m². Land relative efficiency (erf) and comparative index of yields by area (ICRA) showed the effective association between both species and their varieties and the best results when biofertilizers are used. The main vegetable (tomato) was evaluated with an Split Plot Design. Dates show a high answer to biofertilization. Tomato variety M-10 is better than V-18 in all the cases.

INTRODUCCIÓN

La experiencia y desarrollo logrados en la agricultura cubana con el empleo de los microorganismos biofertilizadores (Ruiz, 1984; Almaguer, 1997; Dibut, 1997; Burdman *et al.*, 2000), ya justifica el estudio de tan importante alternativa de manejo nutrimental, a partir de enfoques globales, con el objetivo de implementar estrategias integrales de nutrición.

Así, los esquemas de co-inoculación empiezan a centrar la atención de no pocas investigaciones en la temática de los biofertilizantes (Kapulnick y Douds, 2000 Y Terry, 2004), mientras que la aplicación conjunta de rizobacterias del crecimiento vegetal y de hongos micorrizógenos arbusculares se perfila como uno de los esquemas de asociación más efectivos; en tanto se ha comprobado que estos hongos estimulan la eficiencia de biofertilizantes de los géneros *Azotobacter*, *Azospirillum* y *Pseudomonas* (Alfonso y Monedero, 2004).

La tecnología de huerto intensivo es, sin dudas, una de las modalidades productivas más reconocidas en la Agricultura Urbana y en ella, para el asocio de especies vegetales diferentes se presenta como una alternativa beneficiosa en el manejo integrado de plagas y enfermedades, por el incremento de los enemigos naturales a que da lugar (León, 1999).

La conjugación de sistemas de asocio de cultivos con el empleo de biofertilizantes puede resultar técnicamente adecuada para la agrotecnología. En estudios previos Lino *et al.* (2002) constataron que el manejo de la fertilidad basado únicamente en la reposición física o cuantitativa de portadores de materia orgánica, no resulta suficiente para la demanda nutrimental asociada a este tipo de práctica.

El trabajo que a continuación se discute se ha concebido en consecuencia y de acuerdo con apreciaciones de Urbina *et al.* (1996); Dibut (1998) y Mojena y Cruz (1998). El objetivo fue evaluar el empleo de biofertilizantes en un sistema de asociación de tomate-quimbombó, como respuesta a la demanda de mejorar la nutrición vegetal en estas condiciones de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se asoció tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedades M-10 y V-18 con quimbombó (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) variedad C-17, mediante una distribución espacial de una hilera de quimbombó en el centro del cantero y uno de tomate en cada lateral (Pino y Terry, 1998). La distancia de siembra para ambos casos fue de 0.30 m entre plantas con un ancho de cantero de 1.20 m, para una densidad de 9 plantas/m² (6 de tomate y 3 de quimbombó). También se consideraron las siembras en monocultivo para cada variedad en estudio.

La coinoculación que se llevó a cabo a base de los productos comerciales AZOMEG (*Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*) y ECOMIC (*Glomus* sp), según las dosis recomendadas. Los mismos se aplicaron al sustrato que se empleó en la producción de posturas de cepellón; se incluyeron los correspondientes tratamientos testigos respecto a la biofertilización. Esto dio lugar a diez tratamientos replicados cuatro veces. Las réplicas (4.8 m² cada una) se distribuyeron según diseño de bloques al azar en áreas de suelo Ferrasol, de fertilidad media, dedicado a la producción hortícola en condiciones de huerto intensivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos del estudio.

Tratamientos	Leyenda
1	Tomate M-10 (monocultivo)
2	Tomate V-18 (monocultivo)
3	Quimbombó C-17 (monocultivo).
4	Tomate M-10 (monocultivo) con biofertilizante
5	Tomate V-18 (monocultivo) con biofertilizante
6	Quimbombó C-17 (monocultivo) con biofertilizante
7	Asocio tomate M-10 y quimbombó C-17
8	Asocio tomate V-18 y quimbombó C-17
9	Tomate M-10 y quimbombó C-17 con biofertilizante
10	Tomate V-18 y quimbombó C-17 con biofertilizante

Antes del trasplante se aplicó a los canteros 10 kg/m² de estiércol vacuno seco y descompuesto y se realizaron el resto de las labores establecidas para esta forma de producción en el Instructivo Técnico correspondiente (Colectivo de autores, 2000).

Se midió la altura de 5 cinco plantas de tomate para cada tratamiento a los 37, 42, 49, 56, 63 y 70 días después de la germinación, para hacer análisis de regresión lineal altura vs tiempo. También se cuantificaron, para la solanacea, los días de

cultivo hasta la aparición de botones, inicio de floración, inicio de fructificación, inicio de cosecha y conclusión de esta última.

Se determinó el rendimiento (kg/m^2) para ambas especies en estudio, lo que permitió evaluar en cada condición estudiada la eficiencia relativa de la tierra (ERT) y el índice comparativo del rendimiento por área (ICRA) (Hubsch y McCollum, 1995); así como los porcentos de rendimiento del cultivo asociado respecto al monocultivo y el porciento del rendimiento del cultivo incrementado por el biofertilizante en ambas especies vegetales.

Por último la información del rendimiento de la hortaliza principal se empleó para un análisis de varianza empleando un diseño de parcelas sub-subdivididas de acuerdo con la metodología descrita por Little y Jackson (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 muestra la altura del tomate a los 70 días de germinado y el análisis de regresión lineal altura vs tiempo. Se observa que la asociación de cultivo; para ambas variedades de tomate implicó una reducción en el crecimiento de la hortaliza. Este resultado coincide con los obtenidos por Hernández (1998) y evidencia la competencia a que da lugar la asociación de cultivos.

Cuadro 2. Altura (cm) del tomate a 70 ddd. Análisis de regresión lineal altura vs días.

a) Variedad M-10.

Tratamientos	Altura 70 ddd	Análisis de regresión lineal	
		Coefficiente de regresión	Coefficiente de determinación
1	58.45 ± 2.671	1.32	0.991 **
4	67.60 ± 3.153	1.55	0.995 **
7	54.80 ± 1.292	1.22	0.975 **
9	60.06 ± 2.242	1.30	0.992 **

b) Variedad V-18.

Tratamientos	Altura 70 ddg	Análisis de regresión lineal	
		Coefficiente de regresión	Coefficiente de determinación
2	54.73 ± 2.772	1.25	0.980 **
5	61.80 ± 0.982	1.42	0.992 **
8	51.10 ± 2.351	1.12	0.963 **
10	55.11 ± 1.561	1.20	0.981 **

ddg: días después de la germinación.

Ambas variedades exhiben el mismo patrón de crecimiento durante el período evaluado con independencia de los tratamientos efectuados.

Si se contrastan los tratamientos 9 con 1 y 10 con 2, se observa que en los casos donde el esquema de asocio se biofertilizó, se alcanzó la altura del monocultivo, lo que demuestra el positivo efecto de los biofertilizantes en la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetal (Dibut, 1998). También ilustra la conveniencia de incorporar a la tecnología estas variantes de manejo nutrimental (Mejías, 1995).

Lo estudiado hasta aquí no es más que la expresión del efecto de los biofertilizantes en una tecnología, donde el abasto nutrimental a base de materiales orgánicos, no es suficiente, por lo que se hacen necesarios estudios que tengan en cuenta otras fuentes de nutrición.

Lo referente a las fenofases del cultivo del tomate aparece en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Fenofases del cultivo del tomate (ddg).

a) variedad M-10.

Fenofase	Sin biofertilizante		Con biofertilizante	
	monocultivo	asociado	monocultivo	asociado
Botones	49 – 50	49 – 50	46 – 47	46 – 47
Inicio floración	54 – 55	54 – 55	51 – 52	51 – 52
Inicio fructificación	61 – 62	61 – 62	58 – 59	58 – 59
Inicio cosecha	77 – 78	77 – 78	73 – 74	73 – 74
Fin cosecha	98 - 99	98 - 99	95 - 96	95 - 96

b) variedad V-18.

Fenofase	Sin biofertilizante		Con biofertilizante	
	monocultivo	asociado	monocultivo	asociado
Botones	52 – 53	52 – 53	49 - 50	49 - 50
Inicio floración	57 – 58	57 – 58	54 – 55	54 – 55
Inicio fructificación	63 - 64	63 - 64	60 – 61	60 – 61
Inicio cosecha	79 – 80	79 – 80	75 – 76	75 – 76
Fin cosecha	100 - 101	100 - 101	97 - 98	97 - 98

La asociación del cultivo no influyó sobre el comportamiento fenológico del tomate, resultado que coincide con Pino (2001); pero sí se encontró respuesta en la duración de las fenofases a la biofertilización (Martínez Viera, 2002). Se destaca un adelanto en la cosecha entre 4 y 5 días para ambas variedades con respecto a cuando no se biofertilizó, lo que representa ganancia de tiempo en la entrada al mercado.

La variación del rendimiento agrícola como consecuencia de la asociación de cultivos y la biofertilización, se presenta en los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Porcentaje del rendimiento agrícola del cultivo asociado respecto al monocultivo (tomate).

Variante	Variedades	
	M-10	V-18
Con biofertilizante	81.70	81.75
Sin biofertilizante	61.90	57.02

Cuadro 5. Porcentaje del rendimiento agrícola del cultivo incrementado por el biofertilizante (tomate).

Variante	Variedades	
	M-10	V-18
Con asocio	60.02	72.3
Sin asocio	21.4	20.2

Es evidente que la asociación significa una disminución del rendimiento con relación al monocultivo, la que es menos marcada en los casos donde se biofertilizó. Tal comportamiento avala las discusiones anteriores de la competencia

interespecie por los nutrientes. Los biofertilizantes producen un mayor incremento en los rendimientos en las condiciones de asocio con respecto al monocultivo. Tal resultado justifica el empleo de productos biológicos para lograr una mayor disponibilidad de elementos que permitan un rendimiento sostenible de los cultivos, lo que coincide con lo referido por Terry (2004).

El efecto que los tratamientos estudiados tienen en la respuesta productiva del quimbombó aparece a continuación.

Cuadro 6. Porcentaje del rendimiento agrícola del cultivo asociado con respecto al monocultivo (quimbombó).

Variante	M-10	V-18
Con biofertilizante	81.91	80.04
Sin biofertilizante	76.54	80.24

Cuadro 7. Porcentaje del rendimiento agrícola del cultivo incrementado por el biofertilizante (quimbombó).

Variante	Con M-10	Con V-18
Con asocio	24.2	21.5
Sin asocio	16.05	

Lo visto en los cuadros 6 y 7 para el quimbombó concuerda con los resultados descritos para el caso del tomate, demostrando la respuesta de la variedad de C-17 al empleo de los microorganismos biofertilizadores en estudio. Es de destacar que esta especie vegetal es menos afectada por la competencia que establece el asocio.

En el cuadro 8 se observan los índices de eficiencia de la tierra (ERT) y el índice comparativo del rendimiento por área (ICRA), indicadores que validan los sistemas de asocio.

Cuadro 8. Eficiencia de la tierra (ERT) e índice comparativo del rendimiento/área (ICRA).

Variedades de tomate	Biofertilizado		Sin biofertilizar	
	ERT	ICRA	ERT	ICRA
M-10	1.64	1.63	1.38	1.31
V-18	1.66	1.65	1.37	1.26

Los índices evaluados demuestran que las asociaciones en todos los casos son válidas. El resultado donde no se biofertilizó concuerda con las indicaciones de Casanova, Hernández y Quintero (2001) respecto a la posibilidad de asocio de las dos especies en estudio.

El análisis de varianza de las parcelas sub-subdivididas arrojó diferencias altamente significativas para las variantes con asocio y sin él, entre ambas variedades de tomate, entre tratamientos biofertilizados y no y entre la interacción asociación-biofertilización. El comportamiento no fue similar entre asociación de variedades, variedades con biofertilizantes y la asociación con variedades y biofertilizantes (Cuadro 9).

Cuadro 9. Grados de libertad, cuadrados medios y significación estadística del rendimiento agrícola.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio
AxVxB (Parcelas)	31	-
AxV (sub-parcelas)	15	-
Parcelas de A (parcelas principales)	7	-
Bloques	3	0.0173 n.s
Asocio (A)	1	4.50 **
Error (a)	3	0.0675
Variedades (V)	2	0.5826 **
AxV	1	0.008 n.s
Error (b)	6	0.0132
Biofertilizantes (B)	3	4.1472 **
AxB	1	0.3872 **
VxB	1	0.0032 n.s
AXVXB	1	0.0032 n.s
Error (c)	12	0.0199

Tal expresión no es más que la influencia del asocio en el rendimiento de la hortaliza principal con respecto al monocultivo, de la mayor fortaleza de la variedad M-10 sobre la V-18 y la respuesta a la biofertilización por el tomate y la influencia que ejercen los biopreparados de estos microorganismos sobre los sistemas de asocio.

Los órdenes de mérito de las variantes que presentaron diferencias altamente significativas aparecen seguidamente.

Cuadro 10. Orden de mérito para la asociación vs no asociación.

Variante	Rendimiento (Kg/m ²)
Sin asocio	2.65 a
Con asocio	1.90 b
DSM 0.05	0.2822

Se pone de manifiesto que asociar representa una reducción significativa del rendimiento de la hortaliza principal con respecto al monocultivo, sin olvidar que los policultivos son importantes para el aumento de la diversidad biológica, reducen al mínimo el riesgo económico y protegen la base necesaria de los recursos naturales para la sustentación agrícola (Treto *et al.*, 2001).

Cuadro 11. Orden de mérito de los rendimientos las variedades de tomate (M-10, V-18).

Variedades	Rendimiento (Kg/m ²)
M-10	2.41 a
V-18	2.14 b
DSM 0.05	0.1438

Cuadro 12. Orden de mérito biofertilizante vs no biofertilizante.

Variante	Rendimiento (Kg/m ²)
Con biofertilizante	2.64 a
Sin biofertilizante	1.92 b
DSM 0.05	0.1087

Queda claro la necesidad de enriquecer los sustratos con microorganismos como las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal y hongos micorrizógenos arbusculares. Estos últimos estimulan la eficiencia de las rizobacterias y por tanto proveen al cultivo de una nutrición adecuada (Ruiz y col, 1997).

Cuadro 13. Orden de mérito de la interacción de la asociación con la biofertilización.

Variante		Rendimiento (Kg/m ²)
Sin asocio	Con biofertilizante	2.90 a
	Sin biofertilizante	2.40 b
Con asocio	Con biofertilizante	2.37 b
	Sin biofertilizante	1.43 c
DSM 0.05		0.3089

Este cuadro evidencia la necesidad de la biofertilización en los sistemas de asocio de tomate y coincide con lo señalado en el cuadro 2, donde cuando esta hortaliza fue biofertilizada y asociada alcanzó iguales resultados a cuando se cultivó en monocultivo sin biofertilizar. Se demuestra la actividad bioestimuladora que poseen estos microorganismos que permite incrementar la producción de los cultivos en aquellas agrotecnologías donde la aplicación de fertilizante químico-mineral es nula, resultado similar al obtenido por Velazco 2001.

CONCLUSIONES

- La asociación de tomate con quimbombó de la forma realizada es válida desde el punto de vista del aprovechamiento del recurso suelo.
- Los resultados de la asociación fueron superiores con la aplicación de biofertilizante.
- La duración de las fenofases y el ciclo del cultivo en el caso del tomate son independientes de la asociación, pero no de la aplicación de biofertilizante.
- Las variedades de tomate M-10 y V-18, así como la de quimbombó C-17, responden a la biofertilización empleada en cuanto a desarrollo vegetal e incremento del porcentaje del rendimiento.
- La biofertilización en los socios permite alcanzar igual desarrollo y rendimientos agrícolas que en el sistema de monocultivo sin biofertilizar.
- La biofertilización incrementa más los rendimientos en las condiciones de asociación, que cuando las hortalizas fueron sembradas en monocultivo.
- La variedad M-10 fue significativamente mejor que la V-18, en cuanto a rendimiento y desarrollo vegetal.

REFERENCIAS

- Alfonso, C y M. Monedero. 2004.** Uso, manejo y conservación de suelos. La Habana. Editora ACTAF.
- Almaguer, J et al., 1997.** Respuestas del tomate a la aplicación de fosforina en un suelo Pardo Grisáceo. Agrotecnia de Cuba. 27. (2-3): 75-78 p p .
- Casanova, A; A, Hernández y P.I. Quintero. 2001.** Policultivos transformando el campo cubano. ATAF. La Habana. 223-225.

- Colectivo de autores. 2000.** Manual de Organopónicos y Hertos Intensivos. Ed. AGROINFOR.
- Dibut, B et al. 1997.** Acción estimuladora de *Azotobacter chroococcum* sobre el cultivo del tomate en suelos Ferralíticos Rojos. Agrotecnia de Cuba. 27. (2-3): 20-25 p p .
- Dibut, B. 1998.** Efecto de la aplicación de biofertilizantes a base de *Azotobacter chroococcum* sobre el cultivo de la cebolla. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias. La Habana, 101 pp.
- Hernández, A. 1998.** Evaluación de genotipos de yuca (*Manihot sculenta*, Crantz) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en un sistema policultivo. Revista de Agricultura Orgánica. 4(2):5.
- Huebsch, C.R y R.E.McCollum. 1995.** Area x time equivalency ratio: a method for evaluating the productivity of intercrops. Agronomy Journal. 79:15-22.
- Kapulnik, Y y D. Douds. 2000.** Arbuscular mycorrhizas: physiology and function. Kluwer Academic Publishers. 371p.
- León, A. 1999.** Evaluación de fluctuaciones poblacionales e índices ecológicos de insectos nocivos y beneficiosos en tres variedades de tomate asociadas con maíz. Tesis presentada en opción al grado de Master en Producción vegetal. UNAH. La Habana.
- Lino, A. 2003.** Asociación del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con hortalizas de hojas en siembras de primavera, bajo régimen de producción organopónica. En: II Conferencia Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad. AGROCENTRO. UCLV Memorias CD-Room, ISBN 959-250-078-9.
- Little, T y F.M. JacksonHills. 1985.** Métodos estadísticos aplicados a la agricultura. México. D.F Editorial Trillos.
- Martínez, R et al. 2002.** Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y Perspectivas. XIII Congreso Científico del INCA.
- Martínez, R. 2002.** Efectividad de biopreparados a base de *Azotobacter chroococcum* en la Agricultura Orgánica. En: Encuentro de Agricultura Orgánica. (6: 2001). La Habana.
- Mejías, G. 1995.** Agricultura para la vida: Movimientos alternativos frente a la agricultura química. Feriva, Cali, Colombia, 252 p.
- Mogena, M y O, Cruz. 1998.** Las asociaciones de cultivos: contribución a la sostenibilidad ecológica, económica y social. Revista Agricultura Orgánica. 4(2):5.
- Pino, M y E. Terry. 1998.** Los policultivos como modificadores del microclima. Revista Agricultura Orgánica. 21(2):5.
- Pino, M.A. 2001.** Modificación de la productividad del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) fuera del período óptimo, utilizando al maíz como sombra natural. Tesis presentadaa en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana. Cuba.
- Ruiz, L. 1984.** Efecto de la inoculación con micorriza sobre la respuesta de yuca (*Manihot esculenta*) a la fertilización fosfórica. Ciencia y Técnica en la agricultura. V. Tropicales. 2(/):39-50.
- Terry, E. 2004.** Microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativas para la producción ecológica de tomate. Tesis presentada en la

opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana. Cuba.

Treto, A et al. 2001. Avances en el manejo de los suelos y la nutrición orgánica. En: Transformando el campo cubano. Avance de la agricultura sostenible. 167-190 pp.

Urbina, P; F, Erzaga y F. Divinat. 1996. La agricultura sostenible y su potencial en el trópico. Ediciones IPIAT. Coro. Venezuela. 25-32 pp.

Velazco, A. 2001. Utilización de *Azospirillum brasilense* en el cultivo del arroz (*Oriza sativa* L) sobre suelo hidromórfico Gley de la provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INCA. La Habana.