

ALTERNATIVAS DE MANEJO BIORGANICO EN LA NUTRICION HORTICOLA EN SISTEMAS DE AGRICULTURA URBANA EN CUBA

M. González¹, P. Chasi², H. Palacios², P. López¹, A. Guevara¹, E. Pérez³, J. Rodríguez⁴, E. Peña¹

RESUMEN

Como parte de un Proyecto desarrollado en la provincia de Camagüey, Cuba se llevo a cabo una investigación dirigida por el Instituto de Suelos para la introducción de alternativas bioorgánicas en sistemas de cultivos protegidos y organopónicos, empleándose: Biostín (Cepa *Azotobacter Chroococcum*), Fosforina (Cepa *Pseudomonas sp*); combinaciones de Fosforina + Biostín; humus líquido y zeolita. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 6 tratamientos por experimento y tres repeticiones por parcela, con dos secuencias de cultivos en cada uno de los experimentos. Los cultivos empleados fueron: Lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. *Blake Simpsons*; Acelga. (*Beta vulgaris var. Cicla*) var. *china* y Rábano (*Raphanus sativus L.*) var. *Scarlet*, se empleó una fertilización de fondo con humus de lombriz a razón de 0,6 Kg./m². La Fosforina y el Biostín, se emplearon según los tratamientos en estudio, sobre el área foliar, a una concentración de 10⁹ y 10¹¹ UFC/ml. respectivamente, se empleó el humus líquido, a razón de 2 l/m². En las casas de cultivo se utilizaron los mismos materiales biorgánicos, vías fertirriego y foliar, en las diferentes fenofases del cultivo de tomate, variedad HA 30–57. Se utilizo un diseño experimental completamente aleatorizado con tres tratamientos y 16 repeticiones. Se caracterizaron el sustrato y el suelo con los principales indicadores químicos y biológicos al inicio y final de los cultivos. Se evaluaron diferentes indicadores agronómicos, rendimiento, calidad y contenidos de nutrientes en hoja y frutos, así como las relaciones entre nutrientes y su exportación. Las evaluaciones fueron procesadas según el Programa Estadístico SPSS versión 10,0, dónde hubo significación se realizó la prueba de Tukey para $P \leq 0,05$. Los resultados demostraron que todas las alternativas biorgánicas constituyeron una vía para la optimización, sostenimiento de la nutrición y fertilidad de los sustratos de los organopónicos y suelos dedicados al cultivo protegido, contribuyendo a la obtención de rendimientos aceptables de buena calidad, asequibles para la sociedad y la conservación del medioambiente.

Palabras claves: Hortalizas, organopónicos, cultivo protegido, fertilización bioorgánica.

ABSTRACT

ALTERNATIVES OF BIORGANIC MANAGEMENT IN THE HORTICULTURAL NUTRITION IN SYSTEMS OF URBAN AGRICULTURE IN CUBA.

As part of a project developed in Camagüey, Cuba, it was carried out an investigation directed by the Institute of Soils for the introduction of bioorganic alternatives on systems of protected cultivations and organoponics. It was applied: Biostín (Strain *Azotobacter Chroococcum*), Fosforina (Strain *Pseudomonas sp*); combinations of Fosforina + Biostín, liquid humus and zeolite. The experimental design was totally randomized with 6 treatments per experiment and

¹ Instituto de Suelos. Dirección Provincial Camagüey. Calle Cacocum #11 Camagüey, Cuba.

² Universidad Técnica de Cotopaxi. CEYPSA Latacunga, Ecuador.

³ Universidad de Camagüey. Circunvalación Norte km 10. Camagüey, Cuba.

⁴ Empresa Cultivos Varios Camagüey. Finca Los Ranchos. Camagüey, Cuba.

three repetitions for each parcel, with two sequences of crops in each one of the experiments. The used crops were: Lettuce. (*Lactuca sativa L.*) var. *Blake Simpson*; Swiss chard (*Beta vulgaris var. Cicla*) var. *china* and Radish (*Raphanus sativus L.*) var. *Scarlet*. A bottom fertilization was carried out with casting at the rate of 0,6 Kg. /m². Fosforina and Biostín were applied according to the studied treatments, on the foliate area, with a concentration of 109 and 1011 UFC/ml respectively. Liquid humus was used at the rate of 2 l/m². In cultivation houses the same bioorganic material was applied by means of fertirrigation and on the foliate area, in the different phenophases of the tomato cultivation, variety ha 30-57. It was used an experimental design totally randomized with three treatments and 16 repetitions. Substrate and soil were characterized with the main chemical and biological indicators at the beginning and at the end of the crop cycle. Different agronomic indicators were evaluated, yield, quality and contents of nutritious in leaf and fruits, as well as the relationships among nutrients and their export. Data were processed according to the SPSS Statistical Program version 10,0 and when there was significance, test of Tukey for $P \leq 0,05$ was used. Results demonstrated that all bioorganic alternatives constituted a way for optimization, maintenance of nutrients, and fertility of the substrate of organoponics and soils dedicated to the protected crops, contributing to obtain acceptable yields of good quality, affordable for the society and the conservation of the environment.

Key words: Vegetables, organoponics, protected cultivation, bioorganic fertilization.

INTRODUCCION

Proporcionar alimento al mundo es uno de los desafíos esenciales del siglo venidero, ya que de acuerdo con Bequette (1998) en los próximos decenios el número de personas a alimentar en el planeta aumentará en cerca de 100 millones y es evidente que para lograrlo, habrá que ampliar la superficie cultivable, pero pronto se llegará a los límites de la expansión y habrá que elevar la productividad de los sistemas agrícolas respetando el entorno y la salud de los consumidores. En este sentido, tiene especial interés, el hecho de que los crecimientos demográficos se desplazan mayoritariamente hacia las áreas urbanas, lo que unido al deterioro de las condiciones de la población urbana pobre y la migración de la población rural en busca del mejoramiento de la vida (FAO, 1996), ha contribuido a que los sistemas urbanos de producción agrícola se presenten en la actualidad no solo como una solución posible, sino como una necesidad futura.

El modelo de agricultura intensiva moderna ha presentado en Cuba y el resto del mundo serios problemas económicos y ecológicos, es por ello, que en los últimos años, han cobrado fuerza diversas corrientes de agricultura orgánica, que sobre una base agroecológica, promueven una nueva concepción y modelos de producción agropecuaria para lograr una agricultura de bajos insumos, inversiones y costos ecológicamente equilibrados, autosustentable y productiva. (García et al., 1992).

En la etapa actual, las reservas de fertilizantes en Cuba han disminuido considerablemente. Sin embargo, es necesario aumentar o mantener las áreas y los rendimientos. La biotecnología y los conceptos de agricultura sostenible y orgánica, han ganado cada día mas importancia en nuestra agricultura, vinculado con el uso de los llamados inóculos microbianos y biofertilizantes, los que según (Martínez y Dibut, 1996) son productos preparados sobre la base de microorganismos que viven normalmente en el suelo aunque en poblaciones bajas y

que al incrementarse, por medio de la inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte de las sustancias nutritivas que estas necesitan para su desarrollo (Ruiz et al., 1993; Hernández, 1997). Agrupan en este concepto, a todos los organismos vivos capaces de brindar algún beneficio a las plantas.

En ese empeño Companioni et al (1998), afirma que se puede hacer uso de algunas enmiendas que a su juicio, deben convertirse en prácticas cotidianas, para contribuir a mantener la calidad inicial de las mezclas, y sugiere realizar aplicaciones sistemáticas de materia orgánica, mejoradores del suelo y biofertilizantes como una buena opción para el mantenimiento de los rendimientos, a la vez que las condiciones de fertilidad del sustrato y los suelos mejoran.

La pérdida de nutrientes en los sustratos y suelos, la disminución que se manifiesta en la productividad de estos sistemas a medida que transcurre el tiempo de explotación y el uso inadecuado de alternativas nutricionales, fue la causa que dio lugar a plantear como objetivo general en la presente investigación, establecer el manejo adecuado de la nutrición hortícola que garantice la sostenibilidad en estos sistemas productivo, el mantenimiento de los rendimientos, la optimización de la fertilización bioorgánica y fertilidad de los sustratos y los suelos.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A. Experimentos de organopónicos

La Investigación se llevó a cabo en el organopónico “El Olivo” en el distrito Julio Antonio Mella de la ciudad de Camaguey, Cuba. Los experimentos se realizaron sobre un sustrato, que por su comportamiento y caracterización corresponde a un suelo Pardo con carbonatos según Instituto de Suelos (1994) y Molisol según la FAO (1990).

Se emplearon los siguientes tratamientos por experimento: **Tratamiento 1:** testigo (50% suelo +50% de Materia Orgánica); **tratamiento 2:** aplicación de Biostín (Cepa *Azotobacter Chroococcum*); **tratamiento 3:** aplicación de Fosforina (Cepa *Pseudomonas sp*); **tratamiento 4:** aplicación de Fosforina + Biostín; **tratamiento 5:** aplicación de humus líquido y **tratamiento 6:** aplicación de zeolita. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 6 tratamientos por experimento y tres repeticiones por parcela, con dos secuencias de cultivos en cada uno de los experimentos. Los cultivos por experimento son los siguientes: Lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. *Blake Simpsons*; Acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) var. *china* y; Rábano (*Raphanus sativus L.*) var. *Scarlet.T*

Se empleó una fertilización de fondo con humus de lombriz a razón de (0,6 Kg./m²) recomendada por Caballero, R. (1999), incluyendo el testigo. En el caso del tratamiento con zeolita se utilizó una dosis de (1 Kg./m²) como lo indica Barroso., et al. (1998) y se distribuyó uniformemente y a voleo en la superficie del cantero. Luego se incorporó en las labores de preparación.

TRAT.	TESTIGO	HUMUS LIQUIDO	BIOSTIN	FOSFORINA	ZEOLITA	FOSF+BIOS.
		L./m ²	ml./m ²	ml./m ²	Kg./m ²	ml./m ²
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	4,5	-	-	-
3	-	-	-	4	-	-
4	-	-	-	-	-	4,5+4.0
5	-	2	-	-	-	-
6	-	-	-	-	1	-

TABLA A1: Esquema experimental en organoponicos.

La Fosforina y el Biostín, se emplearon según los tratamientos en estudio, solos y combinados, disueltos en agua y aplicados con mochila sobre el área foliar, en una concentración de 10^9 y 10^{11} UFC/ml., basados en resultados obtenidos por (González., et al. 1998) respectivamente, a los siete y catorce días posteriores a la siembra. De igual forma, se empleó el Humus liquido de acuerdo a lo especificado por (Font., L. et al. 2003) donde se obtiene de la mezcla de 150 g. de humus de lombriz por 1 litro de agua el mismo que se hidrata durante 24 horas y la solución se aplico a razón de 2 l/m². En todos los casos, se aplicaron en las primeras horas de la mañana y con una adecuada humedad del sustrato.

Todas las labores se ejecutaron de acuerdo a lo establecido por el manual técnico de organopónicos y huertos intensivos (MINAG, 2000), teniendo en cuenta el manejo a seguir en los tratamientos empleados.

Evaluaciones

Sustratos: Se tomaron muestras del sustrato al inicio de la primera secuencia y otras al final de la segunda a una profundidad de 0 - 20 cm., en las cuales se determinó pH, (en H₂O) solución acuosa, P₂O₅, K₂O, (por extracto acuoso, obtenido a partir de una relación 1: 2 sustrato/agua y M.O (por el método de incineración). Se determinó también el Ca y el Mg por método acuoso relación 1:2,5 y se realizó un análisis de textura y propiedades físicas basado en (NR AG-408, 1988 y NC-65, 2000) respectivamente.

Materia orgánica: Se tomó una muestra inicial al humus de lombriz donde se determinó pH, Ce, P₂O₅, K₂O, y M.O (por los mismos métodos usados para sustratos descritos anteriormente).

Planta: Se evaluaron los siguientes parámetros:

Rendimiento: Se determinó en la cosecha de cada secuencia, calculando el rendimiento de las hortalizas en el área de cálculo (1m²) de los diferentes tratamientos de cada uno de los cultivos. Expresado en Kg. /m². Igualmente se tomó muestras de vegetales de cada tratamiento y cultivo donde se les realizó un análisis Bromatológico.

Impactos

Se evaluaron los impactos económicos, sociales y ambientales de los resultados obtenidos en la investigación.

B. Experimentos en Casas de cultivo

La presente investigación se desarrolló en la Empresa Cultivos Varios Camagüey en la casa de cultivo N°. 2 de tipología A - 10; sobre un suelo Pardo Mullido sin Carbonato (IS, 1994), Inceptisoles (Soil Taxonomy 1992), ubicada geográficamente a 21°21'15" latitud norte, 77°53'50" longitud oeste y una altitud de 95 m.s.n.m, en el cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum*) Variedad *Acera* (HA-3057).

TRATAMIENTOS

Tabla B 1. Esquema Experimental en casas de cultivos

TRAT.	Material Orgánico	Dosis	Inoculantes microbianos y bioestimuladores	Dosis ml /m ²	Vía de aplicación
1	Materia orgánica H.Lombriz sólido (Mantenimiento) Zeolita	(3kg/m ²) (0,6kg/m ²) (1kg/m ²)	-Azotobacter -Fosforina -Humus Líquido	4,5 4 L/m ²	Fertirriego
2	Materia orgánica H.Lombriz sólido (Mantenimiento) Zeolita	(3kg/m ²) 0,6kg/m ²) (1kg/m ²)	-Azotobacter -Fosforina -Humus Líquido	4,5 4 L/m ²	Fertirriego + Foliar
TESTIGO	Materia orgánica H.Lombriz sólido (Mantenimiento) Zeolita	(3kg/m ²) (0,6kg/m ²) (1kg/m ²)	X	X	X

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres tratamientos y 16 repeticiones. Para el procesamiento e interpretación de los datos, se empleó el programa estadístico SPSS Versión 10.0.

Fertilización: Se empleó una fertilización de fondo como soporte, aplicando estiércol vacuno (3Kg/m²), humus de lombriz sólido 0,6Kg/m² (como dosis de mantenimiento), en el caso de la zeolita se utilizó una dosis de (1Kg/m²) al inicio del experimento y se distribuyó uniformemente a voleo en la superficie del cantero incluyendo el testigo y se aplicaron los siguientes inoculantes microbianos y bioestimuladores:

La Fosforina (*Pseudomonas fluorescens*) a razón de 4ml/m² a una concentración de 10⁹ UFC/ml; Biostín (*Azotobacter chroococcum*) a razón de 4,5ml/m² a una concentración de 10¹¹ UFC/ml y Humus líquido a razón de 2l/m², hidratando las mismas 24 horas antes de la

aplicación, según los tratamientos en estudio, disueltos en agua y aplicados con mochila sobre el área foliar, y al suelo por fertirrigación, en todas las fenofases del cultivo

Evaluaciones

Suelo

Se tomó muestras al inicio y final de la cosecha del cultivo a evaluar, a una profundidad de (0 – 20cm.) en las que se determinó los principales parámetros químicos: Conductividad Eléctrica (C.E) NC 112 (2001); Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC.) NC 65 (2000); pH (KCl) según NC 10390 (1999); K₂O y -P₂O₅ según NC 52 (1999) y el método utilizado de (Machiguin).

Para los análisis microbiológicos las muestras se secaron al aire, para luego pasarlas por un tamiz de 2 mm y conservarlas bajo techo por dos meses con el objetivo de restablecer la microflora dañada por la acción mecánica del tamiz. Los indicadores utilizados para medir la actividad microbiológica fueron la Respiración basal (RB), Respiración Inducida con Carbono (RIC), Respiración Inducida con Carbono+Nitrógeno (RICN), Descomposición de la Celulosa (DC) y Nitrificación Real (NR).

Materia orgánica

Se tomó una muestra inicial del estiércol vacuno que se que se aplicó como soporte y el Humus de Lombriz (como dosis de mantenimiento) en la casa de cultivo No. 2 y se determinó: pH, C.E., P₂O₅, K₂O y materia orgánica según NC 51 (1999).

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Experimentos en Organopónicos

Al analizar el efecto de las aplicaciones de las alternativas nutricionales sobre la composición química del sustrato (Tabla A2 y A3) se observó una ligera tendencia a la disminución del pH en las muestras finales con relación a las iniciales, excepto el testigo el cual aumentó en el muestreo final y este a su vez difiere significativamente de los tratamientos 2, 5 y 6 lo que se corrobora con lo planteado por (Martínez et al., 1985), que afirma que los microorganismos se reproducen en suelos bien aireados, neutros o ligeramente alcalinos (pH de 6,0 a 7,5) y algunos no se desarrollan bien en los muy ácidos y con limitantes nutricionales.

En el caso del fósforo, en el muestreo final aumentaron las concentraciones del elemento con relación al muestreo inicial y se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, comportándose mejor el tratamiento 5 (aplicaciones de humus líquido) lo que corrobora lo planteado por (MINAG, 2004) que afirma que con las aplicaciones de humus líquido se ven favorecidas las concentraciones de nitrógeno y fósforo. Como también coincide con resultados obtenidos por (Pérez, 1999), donde se aplico humus de lombriz en el sustrato se produjo un incremento en el contenido del fósforo. La materia orgánica, aunque disminuye su contenido en el muestreo final con relación al inicial, coincidiendo con lo planteado por (Carrión, et al., 1995 y Pérez et al., 1999) que afirman que al cabo de un año

aproximadamente de evaluaciones, los contenidos de materia orgánica y potasio disminuyen, por lo que pudiera inferirse que al haber un mayor desarrollo de los cultivos por la aplicación de las alternativas biorgánicas, haya un mayor volumen de residuos de cosecha y de raíces, que se incorporan al sustrato con las labores de preparación, compensando así la mineralización que se produce (Gandarilla, 1988).

Tabla A2. Efecto de las aplicaciones de las alternativas bioorgánicas sobre la composición química del sustrato.

Tratamiento	pH		P ₂ O ₅		K ₂ O		MO		CE	
	(H ₂ O)		mg./100g		mg/100g		%		ms.cm	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Testigo	7,73	7,84 a	4,35	6,92 b	4,34	6,17	17,56	15 ab	0,74	0,99
Azotobacter	7,71	7,26 b	3,6	7,46 ab	5,07	4,71	21,44	13,63 b	0,75	1,11
Fosfórina	7,73	7,32 ab	4,67	7,33 ab	4,52	4,18	15,75	18 a	0,71	0,98
Fosf+Azoto.	7,75	7,36 ab	4,00	7,47 ab	4,81	3,39	20,00	13,67 b	0,69	0,83
Humus liqu.	7,73	7,27 b	3,22	7,54 a	4,75	6,86	22,56	18,23 a	0,63	0,86
Zeolita	7,73	7,26 b	2,98	7,47 ab	4,34	3,61	21,89	14,69 b	0,71	0,91
E.S.(X) ⁺ -	0,35 ^{ns}	0,125*	8,946 ^{ns}	1,032*	0,402 ^{ns}	1,492 ^{ns}	1,497 ^{ns}	0,789*	0,35 ^{ns}	0,082 ^{ns}

Tabla A3. Continuación de la anterior.

Tratamiento	Ca		Mg		Na		Cl		HCO ₃	
	mg/100g		mg/100g.		mg/100g		mg/100g		mg/100g	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Testigo	9,96	11,07	10,42	13,05	9,76 ab	11,81	22,76	40,11 ab	28,53	25,82
Azotobacter	10,41	13,46	10,86	11,53	9,47 ab	12,71	21,66	44,61 a	28,61	25,41
Fosforina	9,55	11,35	10,32	11,40	9,11 b	10,93	21,53	40,11 ab	29,14	24,19
Fosf+Azoto.	9,12	9,08	9,35	9,12	9,08 b	10,06	19,63	29,23 b	29,00	25,21
Humus liqu.	9,59	10,29	9,11	10,13	9,32 ab	10,24	20,78	44,61 a	29,89	25,63
Zeolita	9,45	10,17	9,14	11,77	10,63 a	10,73	19,88	33,96 ab	29,13	27,85
E.S.(X) ⁺ -	0,035 ^{ns}	1,556 ^{ns}	0,797 ^{ns}	1,136 ^{ns}	0,34*	0,845 ^{ns}	1,126 ^{ns}	3,627*	1,384 ^{ns}	0,914 ^{ns}

Diferencia a $p \geq 0.05$ según prueba de TuKey HSD

I - inicial F - Final

Con el sodio, se ve un ligero aumento del elemento en el muestro final con relación al inicial., existen diferencias significativas entre tratamientos, destacándose el tratamiento 6 donde se aplicó la zeolita. Este comportamiento se debe a las características de este material por su baja densidad, elevada capacidad de intercambio catiónico, elevado poder de absorción y gran facilidad para la deshidratación. Puede ser una alternativa en el mejoramiento de las propiedades de estos sustratos y en el alargamiento de su vida útil para lograr la estabilidad de la producción hortícola en estas condiciones (Pérez et al., 1998).

Rendimiento de las hortalizas

Tabla A4. Efecto de las alternativas nutricionales sobre el rendimiento de la Lechuga, Acelga y Rábano.

TRAT.	RENDIMIENTOS TOTALES		
	Lechuga	Acelga	Rábano
	kg./m ²	kg./m ²	kg./m ²
Testigo	9,060 d	13,597 b	3,477 c
Azotobacter	14,66 a	18,110 a	6,047 ab
Fosfórina	10,863 cd	17,733 a	4,907bc
Fosf+Azoto.	12,007 bc	18,463 a	6,843 ab
Humus liqu.	13,757 ab	17,297 a	6,907 a
Zeolita	11,113 c	17,617 a	5,577 ab
E S x	0,407*	0,600*	0,395*

Diferencia a $p \geq 0.05$ según prueba TuKey HSD

La tabla A4, muestra que el rendimiento en los tres cultivos se vio favorecido por las aplicaciones de las alternativas nutricionales las que difieren significativamente con el testigo. En el caso de la lechuga, los mejores comportamientos fueron el tratamiento 2 y 5, (aplicación de Azotobacter y humus líquido). Se corrobora con lo planteado por (Dibut, 1996; Alarcón, 1998; Ravelo et al., 1998; González, 2000), sobre los efectos beneficiosos en el rendimiento de las hortalizas con la aplicación de Azotobacter, al parecer es debido fundamentalmente a que la misma tiene mayor capacidad de sintetizar sustancias biológicamente activas, las cuales proporcionan un mayor estímulo en el desarrollo vegetal y el incremento del rendimiento, aspecto que se ha demostrado por (Raznitzina, 1938; González et al., 1986; Martínez y Dibut, 1998) reportan que estas sustancias no sólo incrementan el desarrollo de las plantas, sino que asegura el establecimiento competitivo de una especie de bacteria particular en la rizosfera, lográndose aumentos en los rendimientos.

MINAG (2004), plantea que con las aplicaciones de humus líquido se produce una aceleración en el crecimiento, y un aumento de la adsorción del nitrógeno y fósforo. En la acelga, todos los tratamientos dieron una respuesta positiva, no presentando diferencias significativas entre ellos, pero sí con el testigo, lo cual se corrobora con lo planteado en el instructivo técnico para organopónico (MINAG, 2000).

En el rábano, los mejores resultados fueron con los tratamientos 5, 4, 2 y 6., corroborando lo planteado por el (MINAG, 2004) sobre los beneficios del humus líquido. De igual modo, en organopónicos (Heredia et al., 1998), encuentra efectos beneficiosos e incrementos del rendimiento al aplicar el Azotobacter conjuntamente con otros biofertilizantes, logrando incrementos del rendimiento en secuencias de cultivos en organopónicos de la provincia de Camagüey, empleando el Azotobacter junto a otros biofertilizantes y abonos orgánicos (Pérez, 1999 y Barroso et al.2004), obtuvieron incrementos en los rendimientos de hortalizas con el empleo de la zeolita.

Impacto Económico, social y medioambiental

Con la aplicación de las alternativas nutricionales que evaluamos, la producción aumenta considerablemente, lo que aporta mayores ingresos y utilidades para la empresa, además el costo de producción disminuye, teniendo menos gastos, debido al bajo costo del biopreparado. Por el incremento de la producción, se puede cumplir el plan trazado por la empresa para el cultivo de hortalizas en los organopónicos y se logran mayores ingresos, utilidades para la misma; aumentan las ventas al turismo, la oferta de hortalizas frescas a la población, el salario para los trabajadores, los estímulos morales, el servicio a la comunidad en la oferta de productos hortícola de calidad. Estas alternativas biorgánicas, se consideran como tecnologías limpias no contaminantes del medio, con la aplicación de las mismas, se reduce la necesidad de utilizar fertilizantes minerales que en excesos son contaminantes para el medioambiente y la salud humana; se conserva el contenido de macro y micro elementos en los sustratos y aumenta la microflora del mismo.

B. Experimentos en casas de cultivos

En la tabla B2, se presentan los contenidos iniciales y finales del suelo Pardo Mullido sin Carbonato, según Instituto de Suelos (1994); en el tipo de casa Tipología A-10, de acuerdo a lo que se establece para las determinaciones de las normas ISO 9000 para los diferentes indicadores agroquímicos.

En el caso del fósforo asimilable, en el muestreo inicial se observan contenidos altos del elemento, según MINAG (2003); en el muestreo final se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, manteniéndose los contenidos elevados, lo que corrobora lo planteado por MINAG, (2004) que afirma que con las aplicaciones de humus líquido se ven favorecidas las concentraciones de fósforo y potasio. En el tratamiento B se obtuvieron los menores valores, lo cual puede estar dado fundamentalmente por el rendimiento obtenido en esta variante, que logro ser la mejor, por lo que hubo una mayor exportación del elemento (Tabla B4).

En cuanto a los contenidos de potasio, no existen diferencias significativas entre los tratamientos en los muestreos iniciales y finales, aunque en ambos casos se presentan altos contenidos de este elemento, pudiendo estar dado entre otras causas por el empleo de la zeolita en el soporte, la cual puede potenciar los contenidos de potasio y facilitar la capacidad de intercambio catiónico en el complejo de absorción, según (Guerra, 2002) y (SQM, 2003).

La cantidad total de nutrientes aportados por el soporte orgánico, la vía fertirriego y las aplicaciones vía foliar, en las principales fenofases del cultivo fueron suficientes para mantener niveles altos de nutrientes en el suelo.

En cuanto a la conductividad eléctrica, se aprecia que en el muestreo inicial y final se encontraron rangos por encima de 0.8mmho/cm., que es lo recomendado por MINAG (2004). En el muestreo final existen diferencias significativas entre los tratamientos empleados, y los mayores valores se encuentran en los tratamientos A y B, donde se aplicaron además de los materiales orgánicos, el fertirriego y la aplicación foliar.

Tabla B2. Análisis del Comportamiento Agroquímico del Suelo.

TRAT.	pH % KCl		P ₂ O ₅ mg/100gr		K ₂ O (mg/100gr)		M.O (%)		C.E (mmho/cm)	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
A	7,31	7,44	28,96	23,67 ^{ab}	220,70	198,90	7.75	5.80	1,30	2,25 ^a
B	7,32	7,41	30,85	20,78 ^c	187,94	233,90	8.36	5.95	1,07	2,06 ^a
C	7,38	7,40	28,07	25,14 ^a	194,60	212,30	6.51	5.85	1,01	1,60 ^b
ES X	0,01 ^{ns}	0,51 ^{n.s}	1,60 ^{ns}	1,23*	12,37 ^{ns}	25,90 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,19*

Diferencia a $p \geq 0.05$ según prueba de TuKey HSD

La microflora total del suelo; además el aumento de la (RIC), sugiere la existencia en este suelo de nitrógeno disponible por los microorganismos, elemento indispensable para un buen desarrollo de los mismos. No obstante, la microflora total presente es aún mayor, como se puede apreciar en la respiración inducida con carbono más nitrógeno (RICN), la cual aumenta con respecto a la (RIC), esto demuestra que el contenido de nitrógeno disponible para los microorganismos en este sistema, no es suficiente aún para satisfacer las demandas metabólicas de los mismos (Tabla B3).

Tabla B3. Actividad microbiológica del suelo.

TRAT.	RB mg CO ₂ /100g	RIC mg CO ₂ /100g	RICN mg CO ₂ /100g	DC 21 días	NR mg NO ₃ /100g
A	69.52	426.8	641.08	27.08	171.17
B	61.6	515.04	645.48	31.66	113.05
C	67.76	419.76	583.44	25	204.84

Diferencia a $p \geq 0.05$ según prueba de TuKey HSD

En el caso de la descomposición de la celulosa (DC), muestra como a los 21 días de incubadas las muestras, los valores son muy bajos no llegando en ninguno de los casos a 35% de descomposición; este hecho denota una pobre población de microorganismos encargados de degradar este polímero. La nitrificación real (NR) nos brinda una medida de la capacidad de los microorganismos nitrificadores de transformar el amonio del suelo a nitrato, de forma general este parámetro muestra valores elevados, comparados con otros estudios (Chaveli *et al.*, 2003; Font *et al.*, 2003), sugiriendo una buena población nitrificadora.

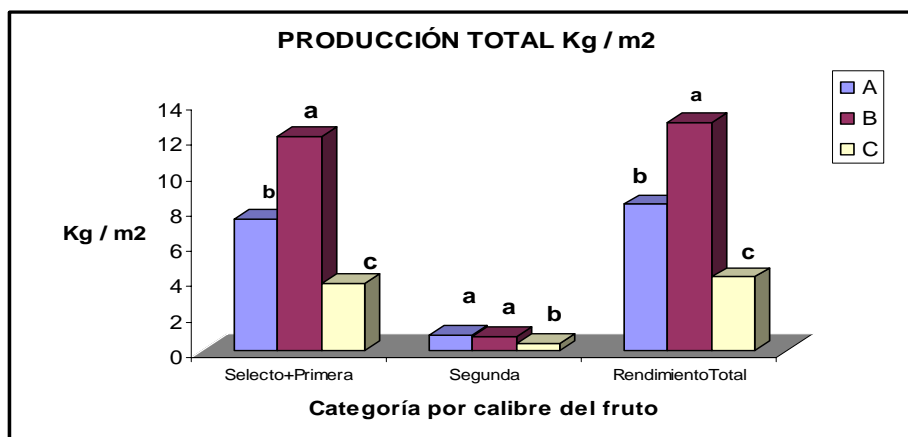


Figura B1. Producción por Categoría según calibre del fruto.

En la figura B1, se observa la producción obtenida por categoría de venta según calibre del fruto, muestra que en la categoría selecto + primera, existieron diferencias significativas entre los tratamientos, donde de igual forma se destaca el tratamiento B, coincidiendo con lo expresado anteriormente. En la categoría de segunda hubo diferencias significativas de los dos tratamientos estudiados con respecto al testigo.

En cuanto al rendimiento total obtenido, se ve favorecido por las aplicaciones de las alternativas bioorgánicas, podemos destacar que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, el de mejor comportamiento resulto ser el tratamiento B. Resultados similares fueron obtenidos por Martínez y Dibut (1997); y Pérez, (2003), donde confirma la necesidad del uso de abonos orgánicos y biofertilizantes en las casa de cultivo a fin de impedir la degradación de los mismos y simultáneamente recuperar o mantener la materia orgánica, la permeabilidad y gran parte de los nutrientes minerales que se degradan con el uso intensivo de estas instalaciones, como afirman García de Souza y Reyes (2001). Al analizar los contenidos de macro elementos esenciales para potenciar el rendimiento y el aprovechamiento de la exportación de nutrientes por la cosecha (Tabla B4), se destacan diferencias significativas entre los tratamientos, se nota como el tratamiento B mantiene los mayores valores de K, N, P, Ca y Mg, en orden decreciente; la disponibilidad de estos elementos se ve favorecida en su absorción, destacándose como elemento que marca el fósforo, con las mayores extracciones en el suelo. Observamos que estos cultivos toman grandes cantidades de nutrientes de ahí la importancia de realizar un balance de nutrientes para restituir lo necesario a fin de que el suelo no se empobrezca.

Tabla B4. Exportación de los elementos nutritivos por la cosecha.

TRAT.	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha
A	93.61b	41.65b	174.62b	6.95b	6.94b
B	131.20a	60.43a	256.81a	10.88a	10.07a
C	54.74c	22.35c	103.41c	3.46c	3.90c
ES X	3.91*	3.72*	10.41*	0.36*	0.25*

Diferencia a $p \geq 0.05$ según prueba de TuKey HSD

CONCLUSIONES

- Se obtienen rendimientos aceptables, con buena calidad, en los organopónicos, destacándose las aplicaciones de *Azotobacter* y humus líquido, logrando un incremento de la producción de 12,68 kg./m².
- Las aplicaciones combinadas vía foliar y fertirriego constituyó una vía para la optimización y el sostenimiento de la producción de hortalizas en sistemas de cultivo protegido, contribuyendo a la obtención de rendimientos aceptables con buena calidad.
- En el tratamiento donde se aplicó la Fosforina, *Azotobacter* y humus líquido por vía fertirriego y foliar en casas de cultivos, se logro una producción 12.87Kg/m² (411,84 kg/32m²).
- Todas las alternativas biorgánicas constituyeron una vía para el sostenimiento de la nutrición y fertilidad de los sustratos en los organopónicos y los suelos dedicados al cultivo protegido, así como el incremento de la microflora del mismo.
- Con la introducción de las alternativas bioorgánicas, se contribuye a la conservación del medioambiente, el entorno urbano y la salud humana.

RECOMENDACIONES

- Para las actuales condiciones en organopónicos, pueden emplearse los productos estudiados solos o en asociación tomando en cuenta las siguientes indicaciones:
 - Emplear todas las variantes combinadas con el soporte orgánico (Humus de lombriz) a razón de 0,6 Kg./m² antes de la siembra e incorporarlo con las labores de preparación del sustrato.
 - El *Azotobacter* y la Fosforina se debe aplicar a razón de 4,5 y 4 ml/m² a cada cultivo a los 7 y 14 días posteriores a la siembra y de acuerdo al ciclo del cultivo.
 - Humus líquido: Utilizar 150 g. de humus de lombriz por 1 litro de agua e hidratarlo durante 24 horas y el mismo aplicarlo a razón de 2 l/m².
 - Zeolita: emplear 1Kg/m² se distribuirá uniformemente y a voleo en la superficie del los canteros y Luego se incorporará en las labores.
- Generalizar las alternativas bioorgánicas estudiadas para casas de cultivos protegidos Teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:
 - Monitoreo de la calidad de los materiales utilizados y el agua de riego antes de su aplicación.

- Calidad de los medios biológicos que se utilicen así como el momento de su aplicación.
- Mantenimiento del balance de nutrientes según la relación suelo-planta y eficiencia de nutrientes.

BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, A. y P. Rodríguez. 1998. Comportamiento de algunos parámetros bioquímicos y productivos del tomate (*Lycoersicum esculentum* mill) ante los efectos de la biofertilización. Resúmenes XI Seminario Científico INCA. p. 191.
- Barroso, R., D. Pérez. , A. Guerra. y P. López 2004. Zeolitas: una opción agronómica para productores. En Evento ACTAF. La Habana, Cuba, p. 4 – 5.
- Bequette, F. 1998. Menús de Laboratorio. Rev. El Correo. UNESCO, p. 10-13.
- Carrión, M., N. Companioni., R. González y E. Peña. 1995. Evaluación de la calidad de los sustratos. : Memorias del Primer Encuentro Internacional sobre Agricultura Urbana y su impacto en la Alimentación de la Comunidad. INIFAT. La Habana, Cuba, p. 24-29.
- Chaveli, P., Font I., Calero B., Francisco A. M., López P., Caballero R., Valenciano M. 2003. Uso de indicadores microbiológicos para la evaluación de la degradación de suelos Oscuros Plásticos arroceros de la provincia de Camagüey. Centro Agrícola. p. 3:61-66.
- Companioni, N., A. Rodríguez., M. Carrión., R. M. Alonso., Y. Ojeda., E. Peña y J. L. Pozo. 1998. La agricultura urbana. Su desarrollo y principales componentes. Compendio sobre agricultura urbana. Modalidad: Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT-INCA. Ciego de avila, Cuba. p. 2-8.in germi terricoli e relativo significato nei raporte plante microorganisme. Annli Microbiol. 21. p. 45-53.
- Dibut, B., A. Rodríguez., y Martínez. 1996. Efecto de la doble función de *Azotorysa* sobre el plátano (*Musa* sp.). Infomusa, 5 (1): p. 20-23.
- FAO. 1990. Clasificación FAO-UNESCO. Mapa mundial de suelos-leyenda. Revista Roma: p. 142.
- FAO. 1996. El Estado Mundial de la agricultura y la alimentación. Análisis Mundial. III Cuestiones escogidas. Roma, Italia. p. 43-57.
- Ferrer, R. y R. A. Herrera. 1991. Breve reseña sobre los biofertilizantes. Instituto de Ecología y Sistemática. ACC. La Habana. Cuba s.p.
- Font, L.; Calero, B.; Del Castillo A. y Francisco, A. 2003. Efecto del nitrógeno sobre el estado microbiológico de un suelo Ferrítico Rojo en un agro ecosistema cítrícola. Centro Agrícola 1: p. 5-9.
- Gandarilla, J. E. 1988 Mejoramiento de un suelo improductivo de la provincia de Camagüey, Cuba. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias. Budapest. Hungría, 110 pp.
- García de Souza, M. y C. Reyes, 2001. Abonos orgánicos en cultivos Hortícolas. Htp://www. Informefrutihort. Con. Ar. y la sequía.
- García, L. y R. Trujillo. 1992. Agricultura orgánica, ecológica y económica. Resúmenes. I Taller Científico Técnico sobre agricultura sostenible. MINAGRI, p. 27-28.
- González, M., 2000. Efecto del un inoculante microbiano a partir de cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* en el rendimiento en secuencias de cultivos hortícolas. ISC. Pp 37.
- González, J., V. Salmerón., M.O. Martínez., F. Ballesteros y A. Ramos. 1986. Production of auxins gibberelins and citokinins by *Azotobacter vinelandii* ATCC 12837 in chemically defined media and dialysed soil media. Soli Biol. Bioch. 18. p. 119-120.
- González, M., I. Corrales., R. Martínez., R. Alonso., V. Méndez y N. Rodríguez. 1998. Influencia de diferentes cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* en secuencias de cultivos en organopónicos. Resúmenes. XI Seminario Científico INCA. p.83.
- Guenkov, G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Ed. Revolucionaria, La Habana. Cuba, 308 pp.

- Guerra, (2002). Lucha contra la desertificación a en área aledaña a los pilones, Sierra de Cubitas, Camagüey. p. 23.
- Heredia, C., J. Machado, C., Recompensa y D. Álvarez .1998. Producción de hortalizas todo el año. I. Creación de un sustrato orgánico mineral. Resúmenes XI Seminario Científico INCA. La Habana. Cuba. p.192.
- Hernández, G. 1997. Introducción a la Reunión Internacional de Rhizosfera. En: Resúmenes IV Congreso de la Soc. Cub. De la Ciencia del Suelo y Reunión Internac. De Rhizosfera. Matanzas p.59.
- Instituto de suelos, 2004, tecnología alternativa en la producción de hortalizas en casa de cultivos protegidos.
- Instituto de Suelos. 1994. Cuarta versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. MINAG. La Habana. p.36.
- Martínez, R. y B. Dibut. 1985 b. Los biofertilizantes como pilares básicos de la Agricultura Sostenible. En: Curso Taller “Gestión Medio Ambiental de Desarrollo Rural”. INIFAT-Fundación CIARA, p.62-81.
- Martínez, R. y B. Dibut. 1986 a. La experiencia cubana en el uso de los biofertilizantes. Seminario Taller Regional “La Agricultura Urbana y el desarrollo rural sostenible”. FIDA- MINAG-Fundación CIARA. La Habana, Cuba, p. 106-120.
- Martínez, R., B. Dibut., I. Casanova y M. Ortega. 1997. Acción estimuladora de *Azotobacter chroococcum* sobre el cultivo del tomate en suelos Ferralítico Rojo. I. Efecto sobre los semilleros. Agrotecnia de Cuba. 27(1): p. 23-26.
- Martínez, V. R. 1998. Los biofertilizantes como factores de economía y productividad en la agricultura tropical. En: Curso- Taller sobre Agricultura Sostenible en el Trópico, La Habana, p. 26-41.
- MINAG. 2003. manual de producción protegida de hortalizas Anexo 10.1 p. 94.
- MINAG. 2000. Manual Técnico de Organopónicos y huertos intensivos. MINAG-INIFAT. La Habana, Cuba.
- MINAG. 1995. Instructivo Técnico de Organopónicos. Ministerio de la Agricultura. La Habana.
- MINAG, 2000. Metodología para el análisis de textura y propiedades físicas. NC – 65.
- MINAG. 2004. (Grupo Técnico de Biofábricas y Plátano). Manual “Humus líquido”. Tecnología de obtención y aplicación. p. 19.
- Pérez, A., P. Rodríguez, G. Rodulfo y N. Castro. 1994. Propiedades bioquímicas del casting como fertilizante bioorgánico. Cultivos Tropicales. 15 (3): 41.
- Pérez, D. (2003) Informe final de las alternativas bioorgánicas en casa de cultivo. Camagüey. p. 6-7.
- Pérez, D. 1999. Tesis presentada en opción al Título de Master en Fertilidad del Suelo. Camagüey. Cuba. 58 pp.
- Pérez, D., J. E. Gandarilla, M. Vento, R. Curbelo y A. Guerra. 1998. Alternativas nutricionales para mantener la fertilidad de los sustratos en organopónicos. En: Resúmenes IX Seminario Científico INCA. p. 209.
- Ravelo, R., R. Cuñaro y J.C. Almenares. 1998. Influencia productiva del *Azotobacter chroococcum* en el cultivo de la cebolla (*Allium Cepa* L.). En: Resúmenes XI Seminario Científico INCA. 1998. P. 182.
- Raznitsina, E.A. 1938. Formación de factores de crecimiento del tipo auxinas por las bacterias. Dokl. Akad. Nauk. SSR. 18: 353-362.
- Ruíz, L., V. Medero y M. García. 1993. Los biofertilizantes, alternativa para la fertilización de las viandas en Cuba. Conferencia ofrecida en el I taller Científico- técnico Agrícola de la Estación de Viandas Tropicales de Camagüey. MINAG-INIVIT, 2 p.
- SOIL TAXONOMY 1992. Taxonomía de Suelos Norteamericanos. p: 29 – 32.
- SOIL TAXONOMY 1992. Taxonomía de Suelos Norteamericanos. p: 29 – 32.
- SQM, (2003) Fundamentos básico de nutrición vegetal aplicado a la producción de hortalizas, tomate. México.