

TECNOLOGÍA DE MANEJO BIORGÁNICO PARA LA NUTRICIÓN HORTÍCOLA EN ORGANOPÓNICOS Y HUERTOS INTENSIVOS.

Autores: Marilú González Parra¹; Aniuska Guevara¹; Paolo Chasi Visuete² Pedro López Labarta¹; Edel Pérez³; Mirna Vento¹; Jorge L. Rodríguez⁴; Emelina Peña¹; Aleyda Casañola¹ y Alioski Casañola¹.

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

2-. Universidad Técnica de Cotopxi. Ecuador

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

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

INTRODUCCIÓN.

En Cuba, como plantean (Funes, F. et al., 2006), sin dudas se están dando pasos para la diversificación e integración de la producción agrícola, en este sentido se hace necesario incrementar las investigaciones científica, por ser la base para la conversión a sistemas orgánicos agroecológicos de producción.

El potencial productivo de las áreas disponibles para la producción de alimentos en la Agricultura Urbana, según plantean (Companioni N., et al. 2001), está en relación directa con el nivel de fertilidad que tengan los suelos y los sustratos por lo que se hace necesario poner en práctica todo tipo de medidas.

En todos estos sistemas productivos existe una pérdida de nutrientes en los sustratos y suelo así como la disminución que se manifiesta en la productividad de los mismos a medida que transcurre el tiempo de explotación, así como el uso inadecuado de enmiendas nutricionales en las hortalizas; en sistemas protegidos se realiza basándose en tecnologías de altos insumos de fertilizantes minerales por lo que el sistema se encarece considerablemente, dada la situación actual del mercado internacional se hace difícil la adquisición de productos, los cuales a la vez constituyen un campo de contaminación para el medio ambiente y la salud humana.

La presente Tecnología tiene como objetivo brindar un manejo bioorgánico adecuado para la nutrición hortícola que contribuya a la sostenibilidad del sistema, el mantenimiento de los rendimientos, la fertilidad de los sustratos y el suelo, la calidad del entorno y la salud humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Investigación se llevó a cabo en el organopónico "El Olivo" en el distrito Julio Antonio Mella de la ciudad de Camaguey. 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), y en dos huertos intensivo, sobre un suelo Pardo con Carbonato Típico Lavado (Instituto de Suelos, 1994), e Inceptisoles (Soil Taxonomy 1992), aunque debe reconocerse que presentaba una fuerte influencia antrópica por haber estado dedicado a este sistema de explotación durante más de 12 años, donde el pH variaba desde ligeramente ácido a neutro, el P₂O₅ alto, el K₂O de mediano a alto y el % de Materia Orgánica medio (tabla 13).

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, Rábano (*Raphanus sativus L.*) var. Scarlet y habichuela (*Vigna Lungiculata L.*)

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. La Fosforina y el Biostin, 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 10⁹ y 10¹¹ UFC/ml., basados en resultados obtenidos por (González., et al. 1998) respectivamente, a los 7,14 y 21 días posteriores a la siembra. De igual forma, se empleó el Humus liquido de acuerdo a lo especificado por (Font., L. et al. 2003), se aplicó a razón de 2 l/m². 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 según la (NR AG, 1988).

Efecto económico: Para el cálculo económico (Tablas 9 y 13) se tuvo en cuenta el precio de venta de las hortalizas en (\$ 2.174/ Kg.) y de los tratamientos aplicados. Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta los incrementos de la producción con respecto al testigo.

RESULTADOS

A. Experimentos en Organopónicos.

Al analizar el efecto de las aplicaciones de las alternativas nutricionales sobre la composición química del sustrato (Tabla 2 y 3) 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.

Tabla 2. 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}

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

I - inicial F - Final

Tabla 3. Continuación.

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

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. La materia orgánica disminuye su contenido en el muestreo final con relación al inicial, coincidiendo con lo planteado por (Pérez et al., 1999) que afirman que al cabo de un año aproximadamente de evaluaciones, los contenidos de materia orgánica y potasio disminuyen. 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 4. Efecto de las alternativas nutricionales sobre el rendimiento de la Lechuga, Acelga y Rábano.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTOS TOTALES		
	lechuga kg./m ²	Acelga kg./m ²	Rábano 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 4, 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 los tres cultivos evaluados las aplicaciones de las combinaciones bioorgánicas estudiadas mantuvieron un mejor comportamiento respecto al testigo, corroborándose con lo planteado por (Dibut, 1996 y González, 2000).

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 organopónicos (Heredia et al., 1998), encuentra efectos beneficiosos e incrementos del rendimiento al aplicar el Azotobacter conjuntamente con otros biofertilizantes, por otra parte (Barroso et al.2004), obtuvieron incrementos en los rendimientos de hortalizas con el empleo de la zeolita.

Calidad de las hortalizas

Los resultados que aparecen en la figura 1 muestran el efecto del empleo de las alternativas nutricionales sobre algunos indicadores de calidad. En los tres cultivos evaluados (lechuga, acelga y rábano) no se observaron diferencias significativas entre las acumulaciones de los nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) así como en el porcentaje de materia seca de cada uno de las especies cultivadas. Sin embargo, como observamos en las figuras, el elemento que más porcentaje tiene en los cultivos es el potasio, debido a las altas extracciones que de este elemento realizan las hortalizas (Guenkov, 1983).

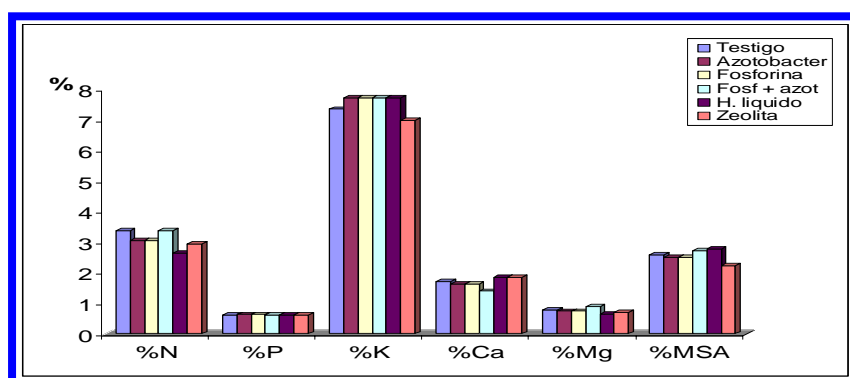


Figura 1. Efecto de las alternativas nutricionales en los indicadores de calidad de la Lechuga, acelga y rábano.

Como podemos observar en cuanto al contenido de N y K en todos los casos son los que mayor porcentaje tienen, lo que corrobora lo planteado por Pérez et al. (1994) donde afirma que el aumento en la capacidad de la planta para captar elementos minerales del suelo se debe a la acción de los microorganismos como fitoestimuladores, lo cual coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación

Como se observa en la tabla 5, todos los tratamientos donde utilizamos las alternativas biorgánicas tuvieron un incremento de la producción con respecto al testigo, obteniendo en todos los casos utilidades. Destacándose la aplicación de Azotobacter, con un incremento de la producción de 12,68 Kg./m² con una utilidad de 27.07 \$/m².

Efecto Económico del experimento

Tabla 5. Análisis económico

Variantes Recomendadas	Producción kg./m ²	Incremento por tratamiento kg./m ²	Valor de la prod. \$/m ²	Costo de aplicación \$/m ²	Utilidades \$/m ²
Testigo	26.14	-	-	-	-
Azotobacter	38.82	12.68	84.39	0.49	27.07
Fosfórina	33.50	7.36	72.83	0.45	15.55
Fosf + Azoto.	37.70	11.50	81.96	0.96	24.04

Humus liquido	38.60	12,46	83.91	0.80	26.28
Zeolita	34.3	8,16	74.96	3.64	14.09

B.- Huertos intensivos.

En las tablas 20 y 21, muestran que el rendimiento acumulado de las hortalizas se vio favorecido por las aplicaciones de los bioestimuladores del crecimiento vegetal evaluados y difieren significativamente con el testigo, en el huerto donde se empleo la coinoculación de los microorganismos, se produjo un mejor efecto en el rendimiento de los cultivos; resultados similares informan Pérez et al. (1998) y Caballero et al. (1999), en rotaciones de hortalizas de organopónicos y huertos con otros abonos y biofertilizantes.

De cierta manera se puede inferir que el uso de bioestimuladores en secuencias de cultivos hortícolas en huertos intensivos provoca un aumento en los rendimientos siempre que estos sean aplicados en dosis y momentos idóneos para el desarrollo del cultivo, correspondiéndose con lo planteado por Báez (1990) sobre las excelentes propiedades de este abono y el efecto que causa en el suelo.

Tablas 20 y 21. Efecto de los bioestimuladores sobre el rendimiento acumulado de las hortalizas.

Huerto Los Pérez

Tratamientos	Rendimientos (Kg/m ²)
Testigo	13.02 c
Fosforina	18.36 b
Azotobacter	18.72 b
Fosf.+ Azotob	20.78 a
ESX	0.6296

Huerto Basulto

Tratamientos	Rendimientos (Kg/m ²)
Testigo	15.96 b
Fosforina	19.75 a
Azotobacter	21.65 a
ESX	0.4109*

a, b, c. Medias con letras iguales no difieren a <0,05 según la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

CONCLUSIONES

- Todas las alternativas biorgánicas constituyeron una vía para el sostenimiento de la nutrición y fertilidad de los sustratos en los organopónicos y huertos, contribuyendo a la obtención de rendimientos aceptables, con buena calidad, destacándose las aplicaciones de Azotobacter y humus líquido.
- Con el uso de estos productos, se contribuye a la conservación del medio ambiente y el entorno urbano, logrando un incremento de la producción en organopónico de 12,68 kg./m² con una utilidad de 27.07 \$/m² y en huerto intensivos de 41 al 60 %, con una ganancia entre 20.6 y 28.4 (\$ / m²).

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la tecnología propuesta. 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.

REFERENCIAS.

- Báez, I.: Conferencia sobre la Agricultura. Instituto Superior Agrícola de Ciego de Avila. Folleto mimeografiado; 1990: 17 – 18.
- 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
- Caballero, R 1999. Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de huertos intensivos. Tesis en opción al grado académico de Master en Fertilidad del suelo. Universidad de Camaguey, p. 30- 34.
- Companioni, N., Y. Ojeda., E. Páez y C. Murphy. 2001. Transformando el campo Cubano. La Agricultura Urbana en Cuba, La Habana Cuba. 286pp.
- Dibut, B., A. Rodríguez., A. Pérez y R. 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.
- 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.
- Funes F., García I., Bourque M. , Pérez N., Rosset P. 2001. Transformando el Campo Cubano: Avances hacia una Agricultura Sostenible, La Habana, 286pp.
- Gonzáles, M., 2000. Efecto del un inoculante microbiano a partir de cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* sobre el rendimiento en secuencias de cultivos hortícolas. ISC. Pp 37.
- 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.
- 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.
- Martínez, A., I. Chang e I. Alemán. 1985. Caracterización biológica de los principales suelos de Cuba. IV. Fijadores Simbióticos de N atmosf. Ciencia de la Agricultura 25. p. 77-86.
- 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. 1999. Tesis presentada en opción al Título de Master en Fertilidad del Suelo. Camagüey. Cuba. p.58.
- 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.
- SOIL TAXONOMY 1992. Taxonomía de Suelos Norteamericanos. p: 29 – 32.