Comportamiento del tomate, pepino y melón, bajo tecnología de cultivo protegido sin suelo, utilizando zeolita cubana.

Resumen

A fin de determinar el comportamiento del tomate, pepino y melón,bajo la tecnología de cultivo protegido sin suelo, se realizaron experimentosen dos épocas de plantación y en tres ciclos, en la unidad de cultivo protegido deCENPALAB, la Habana. Se utilizaron dos túneles de 8.5 m de ancho x 40 m de largo y 3.5 m de alto, con ambiente cerrado, cerramiento superior de rafia plastificada y de malla antiinsectos por los laterales hasta la altura de un metro, como sustrato se utilizó la zeolita cubana sin cargar colocada en canteros altos de 1 m de ancho x 38 m de largo y 0.30 m de altura, se utilizaron los híbridos FA-180 y FA-516 en la época óptima y el FA-574 fuera de época, el híbrido de pepino HA 454 y el híbrido de melón Charenlí, se empleó la técnica de fertirrigación según demanda del cultivo. Se evaluó el comportamiento del rendimiento de los híbridos, así como otras variables de interés. El rendimiento comercial para el tomate fue de 18.2 kg/m^2 en la época óptima y de 14.78 kg/m^2 en la siembra fuera de época, el pepino17.2 kg/m^{2}y el melón5.0 kg/m^2

Palabras claves: cultivo protegido, cultivo sin suelo, zeolita, rendimiento.

Introducción

En el cultivo sin suelo se actúa fundamentalmente sobre dos de los factores de producción, la disponibilidad de agua y la nutrición. Por lo que esta técnica tiene como fin, obtener una mayor rentabilidad y ésta se consigue en base a tres ventajas fundamentales: óptima relación aire/agua, ausencia de enfermedades y control perfecto de la nutrición. Respecto a estas ventajas, los cultivos sin suelo y en particular determinados sustratos, presentan una notable mejora si las comparamos con el suelo (Martínez y García, 1993).

La tecnología del cultivo protegido se desarrolla en Cuba con grandes perspectivas para alcanzar altos rendimientos durante todo el año y la búsqueda incesante de nuevas alternativas hace posible hoy laintroducción del cultivo sin suelo, empleándose éste en localidades que presentan serios problemas de baja fertilidad y/o salinidad de los suelos (Manual para la producción protegida de hortalizas, 2003).

El trabajo se realizó utilizando la zeolita de producción nacional; la tecnología de manejose fundamenta en el sistema de Casas de Cultivo Protegido, que no es lo mismo que el anteriormente expandido en el país conocido como Zeoponía o Hidroponía con resultados en aquel entonces entre 40 y 60 t/ha. El objetivo consistió en demostrar la eficiencia y ventajas de esta tecnología, para contribuir a su desarrollo en el país.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en dos túneles con ambiente cerrado (8.50 m x 40 m), tipo H-9 en cuatro canteros cada uno, de 38 m x 1 m x 0.30 m; se utilizó la zeolita como sustrato con un diámetro de 3-5 mm; el área total fue de 680 m^2.

Se utilizó un sistema de riego localizado con gasto efectivo de 1.8 L/h, separación entre emisores de 30 cm. Las dosis de riego y la fertilización fueron aplicadas de acuerdo a lasnecesidades del cultivo y las fases del crecimiento.

La nutrición se realizó diariamente por fertirrigación, para ello se utilizaron fertilizantes comerciales tales como los Hakaphos verde y naranja, ácido fosfórico, sulfato de magnesio y sulfato de potasio. La nutrición establecida y su relación entre los macronutrientes se realizó sobre la base de la extracción que realizan las plantas en su ciclo (tabla 1), la dosis de agua se esta-

bleció con un 50 % por encima de las que se recomiendan para el cultivo del tomate en suelo, teniendo en cuenta el drenaje que se produce en el cultivo sin suelo (tabla 1).

Se utilizóel híbrido de pepino HA-454, utilizando como sustrato la zeolita.

El riego se efectuó diario excepto los domingos, las dosis se distribuyeron con una frecuencia de dos veces por día, un 60 % en horas de la mañana conjuntamente con la nutrición correspondiente del día y el resto del agua, 40% en horas de la tarde. Las dosis de nutrientes, su relación y las dosis de agua establecidas se muestran en la tabla 2.

FOTO 1. TOMATE SOBRE SUSTRATO ZEOLITA.

TABLA 1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES POR FASES DEL CULTIVO DEL TOMATE (MG/PLANTA/DÍA), RELACIÓN DE NUTRICIÓN Y DOSIS DE AGUA APORTADA (L/PL/DÍA), EN LOS TÚNELES1 Y 2. VERANO.

Túnel	Fases de desarrollo	N	P	K	Mg	Relación N-P-K-Mg	Dosis de agua
1	1	100	700	100	40	1-.07-1-0.4	0.9
1	2	200	100	400	80	1-0.5-2-0.4	1.2
1	3	250	125	400	100	1-0.3-1.6-0.4	1.5-2.2
2	1	100	700	100	40	1-0.7-1-0.4	0.9
2	2	200	10	400	80	1-0.5-2-0.4	1.2
2	3	300	300	720	48	1-0.5-2.4-0.16	1.5-2.2

Se establecieron las fases de desarrollo:
1-Trasplante-cuaje del tercer racimo
2-Cuaje del tercer racimo-inicio de cosecha
3-Inicio de cosecha-producción final
Los híbridos utilizados fueron el FA-180, FA-516 y FA-574

TABLA 2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES POR FASES DEL CULTIVO DEL PEPINO (MG/PLANTA/DÍA), RELACIÓN DE NUTRICIÓN Y DOSIS DE AGUA APORTADA (L/PL/DÍA).

Ciclo	Fases de desarrollo	N	P	K	Mg	Relación N-P-K-Mg	Dosis de agua
3	1	200	80	200	50	1-0.4-1-0.25	1.0
	2	480	148	395	48	1-0.31-0.83-0.10	2.0
	3	600	150	720	60	1-0.25-1.2-0.10	2.2

Fases de desarrollo consideradas en el pepino en este trabajo:
1- Trasplante - Inicio floración(10-25 días)
2-Inicio floración - Inicio de cosecha (26-45 días)
3-Inicio de cosecha-Producción-final (46-90 +/- días)

El riego se efectuó diario de la misma forma que el tomate y el pepino .

Las dosis de nutrientes, su relación y las dosis de agua establecidas se muestran en la tabla 3.

Las labores defitotecnia y de protección deplantasse realizaron teniendo en cuenta el manual de Casas de Cultivo Protegido (1999).

Se construyó un umbráculo para las abejas (Aphis mellífera) en el cultivo del melón, con acceso directo hacia el túnel.

Las evaluaciones se realizaron en parcelas aleatorizadas.

Resultados y discusión

En la tabla 4.Se puede apreciar los resultados de dos túneles en producción durante tres ciclos concultivos, tomate, pepino y melón, se puede apreciar la producción elevada, con rendimientos similares a los obtenidos por Francesco (2001), para el caso del tomate y rendimientos superiores en pepino y melóncomparados con la media nacional producidos sobre suelo.

En la tabla5 se muestra de forma comparativa los resultados obtenidos; en el caso del cultivo del tomate, además existe un solapamiento entre las producciones de verano e invierno en el ciclo 2. Los resultados, aquí expuestos, están descritos por ciclos; la producción en un año fue de 11005 kg,en el primer ciclo, y en el segundo ciclo fue de 5320 kg en 680m^2, que significó un resultado de 16325 kg en un año y un rendimiento potencial de24 kg/m^2, para el pepino 17.2 kg/m^2, superior a lo establecido en cada ciclo porel Manual para la producción protegida de hortalizas (2003), similar a Francesco (2001) y Canovas (1993), el melón se comportó dentro de los rendimientos establecidos para este cultivo. (Informe de recorrido, 2003).

En la tabla 6 se exponen los promedios del peso, en gramos, del tomate cosechado y su comparación según las especificaciones del catálogo, reflejándose que no hay variación entre lo mostrado en éste y los resultados del trabajo, los cuales están asociados a la nutrición empleada para cada fase del cultivo. El peso de los frutos, es muy importante tenerlo en cuenta, ya que

TABLA 3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES POR FASES DEL CULTIVO DEL MELÓN (MG/PLANTA/DÍA), RELACIÓN DE NUTRICIÓN Y DOSIS DE AGUA APORTADA (L/PL/DÍA).

Ciclo	Fases de desarrollo	N	P	K	Mg	Relación N-P-K-Mg	Dosis de agua
1	1	100	700	100	40	1-0.7-1-0.4	0.9
	2	200	100	400	80	1-0.5-2-0.4	1.2
	3	300	150	720	48	1-0.3-1.6-0.4	1.5 –2.0

Fases de desarrollo consideradas en el tomate en este trabajo:

1- Trasplante - Inicio floración (10-25 días)

2- Inicio floración - Inicio de cosecha (26-45 días)

3- Inicio de cosecha-Producción-final (46-86 días)

TABLA 4. RESULTADOS PRODUCTIVOS DE LOS CULTIVOS POR CICLO (KG).

Cultivos	1er Ciclo (ene-jun)	2do Ciclo (ago-feb)	3er Ciclo (mar-may)	Producción Total (kg)	Rendimientos (kg/m^2)
Tomate	11005	9560		20565	18.2- 14.78
Pepino	-	-	5800	5800	17.2
Melón	-	-	1780	1780	5.23
Totales	11005	9560	7500	28065	-

es un indicador imprescindible en el volumen final de la producción y su calidad, además constituye un reflejo del manejo del fertirriego.

En la tabla 7, se muestran los por cientos por categorías de los diferentes híbridos utilizados comportándose según su calidad, en el ciclo 1 se puede observar que el comportamiento del por ciento fue desde un valor alto hasta un valor más bajo en la categorías selectos y primera en los híbridos FA-516 y 180 hasta la séptima cosecha y viceversa en el resto de las categorías esto es importante debido a que los frutos comerciales son los de las categorías selectos y primera, indicando éste por ciento que la producción es de buena calidad por tener un valor elevado los frutos comerciales, en este ciclo el total de cosechas fue de 24. En el segundo ciclo el comportamiento del rendimiento por categorías fue similar con el híbrido FA-574. Además corrobora lo planteado en la tabla6,sobre el calibre de los frutos cosechados.

En la tabla 8,aparece un resumen productivo de los ciclos 1 y 2 de tomate.

En la tabla 9, se reflejan los resultados del manejo del pepino híbrido HA-454 para estas condiciones, obteniéndose un rendimiento de 17,2 kg/m^2 en un ciclo de 93 días. Se infiere que los resultados productivos se corresponden con los requerimientos nutricionales establecidos.

La tabla 10, muestra la producción obtenida en el túnel en el cultivo del melón, reportando la misma un rendimiento de 5.23 kg/m^2, rendimientos similares se reportan en las instalaciones de "La Jíquima", Holguín, con igual sustrato (Informe de recorrido, noviembre 2003).

TABLA 5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA MEDIA NACIONAL.

Cultivos	Media Nacional (kg/m^2)		CENPALAB (kg/m^2)		
	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Resultado.
Tomate	10.0-12.0	6.0-7.0	18.2	14.78	Por encima.
Pepino	10.0-16.0	-	-	17.2	Por encima
Melón	4.0-5.0	-	-	5.0	Media superior.

TABLA 6. PESO PROMEDIO DE LOS FRUTOS (GRAMOS) DE LOS HÍBRIDOS CULTIVADOS DE TOMATE.

Híbridos	Categoría	Categoría	Categoría	Categoría	Peso según
	Selecto > 75mm	1ra 74-65mm	2da 64-55mm	3ra < 54mm	catálogo (g)
FA 516	260	160	115	68	180-240
FA 180	243	150	102	60	180-220
FA 574	260	125	97	60	200-300

TABLA 7. COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO PRODUCIDO EN POR CIENTO POR CATEGORÍAS DE TOMATE. CICLO 1 (ENERO-JUNIO) Y CICLO 2 (AGOSTO-FEBRERO).

Ciclos	Cosechas	Híbrido	Selecto	1ra	2da	3ra
1	1-7	FA-516	*87.42-40.81	*39.56-11.9	0.34-17.74	0.34-1.04
1	1-7	FA-180	*90.16-34.97	*53.78-9.13	0.74-6.18	0.89-2. 52
2	1-22	FA -574	*77.0-35.0	*48.0-9.0	0.9-17.1	0.45-15.5

***Los valores de los % fueron mayores en los frutos selectos y primera en las primeras cosechas.**

TABLA 8. RESULTADOS PRODUCTIVOS DEL TOMATE POR CICLO.

Ciclos	Túnel	Producción (kg)		Rendimientos		Duración de los ciclos	Inicio	Final
		Plan	Real	t/ha	Kg/m^2	Días		
1	1	3000	6187	182	18.2	193	ene	jun
1	2	3000	4818	141	14.1	167	feb	jun
2	1	2000	5025	147	14.7	195	ago	feb
2	2	2000	4535	143	14.35	191	ago	feb

TABLA 9. RESULTADOS PRODUCTIVOS DEL PEPINO.

Cultivo	Híbrido	Producción (kg)	Rendimiento (kg/m^2)	Ciclo (días)	Inicio	Final
Pepino	HA-454	5 860	17.2	93	marzo	mayo

TABLA 10. RESULTADO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO DEL MELÓN.

Cultivo	Ciclo	Producción Total (kg)	Rendimiento (kg/m^2)
Melón	marzo-mayo	1780	5.23

FOTO 2. VISTA GENERAL DEL TÚNEL PLANTADO DE TOMATE

Conclusiones

- Se pueden obtener resultados de rendimientos superiores a los de la media nacional utilizando la tecnología de cultivo sin suelo.
- Se puede obtener en un año un rendimientode tomate equivalente a 24 kg/m^2.
- Se reduce el impacto ambiental al no aplicarse directamente sobre el suelo las fertilizaciones, se logra un mayor control de la nutrición y se elimina la utilización del Bromuro de metilo para el control de los nemátodos.
- Los resultados productivos fueron superiores a los reportados anteriormente en Cuba en Zeoponía o Hidroponía.
- Se pueden obtener resultados de melón y pepino acorde a los rendimientos exigidos por la tecnología de cultivo protegido.

Recomendaciones

- Es posible extender esta alternativa hacia aquellas zonas o regiones del país cuyas condiciones del suelo y salinidad de las aguas, no resulten idóneas para el cultivo agrícola.
- El sustrato utilizado puede ser reciclado .ya que no constituye un elemento contaminante del medio ambiente.
- Recomendamos que se haga un estudio en cuanto a la cantidad de sustratoa utilizar ya que no hay estudio sobreesto, para lograr un mayor ahorro de los recursos

Bibliografía

Borrelli, C.

2001. Pomodoro fuori suolo, lo stato dell'arte. Culture Protette. Orticoltura e Floricoltura. XXX (1),45-48p.

Canovas, M. F., J. R. A. Díaz

1993. Cultivos sin suelo. Curso superior de Especialización. 372p.

Francesco, G. S.

2001. Pomodoro fuori suolo, en Basilicata Funziona. Culture Protette. Orticoltura e Floricoltura. XXX (8), 23-28p.

2003. Informe de recorrido por las Instalaciones de Cultivo Protegido del país.

1999. Manual para casas de cultivo protegido. La Habana, 58p.

2003. Manual para la producción protegida de hortalizas. La Habana, 67p.

Martínez, C. E, M. L. García.

1993. Cultivos sin suelos: Hortalizas en clima Mediterráneo. Ediciones de Horticultura. España, 123p.

Alberto Igarza[1], Oscar Rosales[2], Carlos Félix Báez[2],Noel Arozarena[3], María Isabel Hernández[1] , Antonio Casanova[1] y Yamilka Villafranca[1]

[1] Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.

[2] CENPALAB. Centro Nacionalpara la Producción de Animales de Laboratorio, La Habana, Cuba.

[3]Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.