

BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 10 (número 58)
May-Jun de 2016



- 2** Agricultura protegida como herramienta para producción de fresa.
- 5** Uso de bioactivadores y raleo manual de frutos de melón
- 9** Validando la tecnología de producción de forraje verde hidropónico con maíz (I: cantidad de semilla).
- 12** Técnicas para el cultivo de plantas sin suelo: una revisión
- 15** Algunas actividades del ProNAP
- 17** ANUNCIOS:
Libro sobre hidroponía casera

PROYECTOS EXITOSOS

AGRICULTURA PROTEGIDA COMO HERRAMIENTA EN LA PRODUCCIÓN DE FRESAS *

Fanklin Herrera Siles
difresiticacr@hotmail.com
Rodrigo Cruz Calderón
Productores

ALGO DE HISTORIA

Esta familia productora se encuentra ubicada en Vara Blanca de Heredia, 1 km NO del cruce. Los varios hermanos Herrera Siles y sus respectivas familias, desarrollamos de manera conjunta esta actividad, con una clara distribución de funciones y obligaciones; esto es, se ha especializado la gestión de cada uno dentro del proceso.

La producción de fresas se inició hace unos treinta años; comenzaron con la incursión en la zona de Poasito, de una empresa transnacional que consideró este cultivo como alternativa de diversificación de su oferta. En este sentido, los productores vieron esta como una oportunidad para ampliar la gama de actividades, ante el dominio de la actividad lechera.

Se comenzó con plantas traídas de los EEUU, trabajadas en micro-túneles de plástico. Estas estructuras eran muy sensibles a viento, muy calientes y facilitaban la presencia de muchas plagas, lo cual generó muy alto uso de plaguicidas. Entonces, se vio la necesidad de trabajar en macro-túneles.

Era común en esos momentos, que los productores alquilaran terrenos. Pero ante mejoras en las actividades de la fincas lecheras, se dio una migración del cultivo hacia otros sitios, de manera que los productores entonces se dedicaron a comprar o trabajar sus propias tierras. Esto se dio también debido a que se generaron muchos problemas con plagas/enfermedades, en especial Antracnosis, pues la zona original era más lluviosa.



Figura 1. Estructura típica, de poca altura, que se emplea actualmente para producción de fresas, utilizando suelo con cobertura plástica (foto: F. Marín).

**Información autorizada, compilada en entrevista a los productores, realizada por José M. Avendaño (Jefe de la AEA Vara Blanca) y Francisco Marín (Gerente del ProNAP).*

En la actualidad, el sistema consiste en techos tipo túneles de 1,8 m de altura a canoa y 2,5 m en punto máximo, sin ventana cenital. El cultivo se realiza en suelo, con uso de cobertura plástica ('mulch'). Con este método se comenzó a sufrir menos con plagas, y se dio cierta conformidad con el sistema.

EL CAMBIO

Pero hace unos 10 años, las plantas comenzaron a reducir su productividad pues la falta de atención y lo intenso del cultivo, desgastaron esos suelos. Hubo pérdida de interés por mejorar la parte agronómica y no se dio la mínima inversión en campo y en la generación de conocimiento por los productores. Producto de las dificultades económicas y la mala planificación (incluyendo la escala), se dificultó el proceso productivo.

A esto se sumaron los efectos de cambios en el clima en la zona, con aumento de temperatura y la presencia de otros tipos de plagas. Se incrementaron enfermedades provocadas por *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Pestalotia*, así como ácaros y nematodos, que han provocado desequilibrios en el proceso de control fitosanitario, sumados a los problemas de floración por mal manejo de luz y temperatura. Todo esto provocó importante caídas del rendimiento y la calidad de la fruta.

La Agencia de Extensión Agropecuaria del MAG, actualmente a cargo del Ing. José M. Avendaño, promovió estudios que demostraron desequilibrios en la microbiología de suelo y se inició con un plan de uso de microorganismos antagonistas, que han probado ser de mucho beneficio. El uso de materiales orgánicos en el suelo y en las atomizaciones, se ha constituido en herramienta para lograr mejores rendimientos en fruta y reducción de costos de las aplicaciones.



Figura 2. Formatos de producción empleados ante la necesidad de mejorar las condiciones de cultivo (sustrato en bolsas sobre la cama original y en contenedores extendidos y elevados tipo canaleta (foto: F. Marín).

Las experiencias han provocado en muchos agricultores, el interés por no estacionarse, sino la necesidad de continuar con mejoras en el sistema de producción bajo agricultura protegida. Dentro de ello, se consideran el uso de sustratos (no suelo) y de sistemas elevados de cultivo, que en este momento se están probando.

Una primera fase de mejora, consistió en considerar la hidroponía. Se incorporó un nuevo sistema de cultivo con bolsas plásticas de unos 5 L, con turba como sustrato. Esto requirió adaptar el sistema de fertirriego, así como el rediseño de las fórmulas nutritivas. La práctica fue prometedora y la fruta de alta calidad fue en aumento. Pero el gasto en sustrato y mano de obra resultaron muy elevados.

Entonces, se comenzaron a emplear canaletas de lámina plástica, siempre utilizando turba como sustrato. Este nuevo sistema es de fácil construcción y requiere mucho menos cantidad de sustrato. Aún se está comparando con el anterior, pero ha sido claro que al abrir más los espacios entre plantas (una sola, en vez de dos en las bolsas), se han dado menos enfermedades, se permite mayor facilidad para observar y atender las

plantas, así como que hay menos necesidad de aplicaciones fitosanitarias.

También ha permitido una producción más sostenida en el tiempo pues los picos de producción son menos pronunciados. Los problemas más serios, han sido la necesidad de re-adaptar el fertirriego y el hecho de que las canoas están sobre la cama original y las frutas se queman al contacto con el plástico del piso, pues la altura es de apenas 15 cm.

FUTURO

La incursión en esta experiencia ha permitido reorganizar muchas ideas y definir el camino que la familia tiene por delante. Por una parte, pese a que aún se encuentra en evaluación el sistema de agricultura protegida mediante hidroponía, sí es clara la tendencia hacia migrar a este sistema de trabajo. Esto no implica el abandono del suelo como medio de cultivo, pero paralelamente se requiere (y se trabaja en ello) la recuperación de su microbiología para mantener la opción de cultivo.

En cuanto las estructuras, se están construyendo techos altos en modo de invernaderos para cumplir con requerimientos de la fisiología de cultivo, que fundamentalmente implica mayor ventilación y mejor manejo de temperatura, en busca incrementar la floración.

En otro sentido, la experiencia ha dado pie para entender que se debe especializar el sistema al estructurarlo para lograr un proyecto más integrado, mediante rotación de lotes según duración y utilidad en el ciclo (rendimiento), al igual que afinar el proceso de manejo de la nutrición de las plantas y claras normas de trabajo.

Apoyados en mejoras sustanciales en la nutrición, se logra complementar las estrategias para la identidad de la empresa familiar con una mejor calidad para el mercado (supermercados y ferias del agricultor), al lograr frutas más firmes y con mejor aroma, color y sabor, que se resaltan al ser empacadas en cajitas de concha que evitan compresiones. La diversidad de variedades y la cuidadosa manipulación, también permiten ofrecer material para proceso industrial a varias empresas.



Figura 3. De izquierda a derecha: Róger Herrera Siles, Rodrigo Cruz Calderón y Franklin Herrera Siles, parte de la familia de esta empresa (foto: F. Marín).

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOACTIVADORES Y DEL RALEO MANUAL DE FRUTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) BAJO CULTIVO PROTEGIDO EN COSTA RICA*

Tania Alvarado Sánchez
José Eladio Monge Pérez
melonescr@yahoo.com.mx
Ingenieros Agrónomos

Introducción

El cultivo de melón ha adquirido gran importancia a nivel mundial, pues se ha convertido en uno de los productos hortícolas más comercializados en Europa y Estados Unidos, y es uno de los principales productos agrícolas de exportación de Costa Rica. Este cultivo requiere elevadas temperaturas (25-30 °C) para su desarrollo, pero su producción a campo abierto se dificulta en la época lluviosa debido a la alta incidencia de enfermedades que se favorecen por la humedad. Por esta razón, se ha intentado implementar la siembra de melón bajo cultivo protegido, con el propósito de suplir la demanda de los mercados internacionales y del mercado nacional.

Algunas experiencias de producción de melón bajo invernadero en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), Costa Rica, han resultado en frutos de menor tamaño en comparación con los producidos en condiciones de campo abierto, lo cual probablemente se debe a diferencias de temperatura (especialmente durante la noche), al tipo de cultivo en hidroponía (en vez de suelo), a diferencias en luminosidad (hay más horas luz en Guanacaste y Puntarenas), o a la ausencia de aplicación de reguladores de crecimiento (que sí se hace en algunas fincas). Para lograr buenos rendimientos en melón en invernadero, es imprescindible alcanzar frutos de tamaño adecuado, que sean comerciales y permitan obtener una alta rentabilidad.

Por esta razón se planteó este trabajo con el fin de intentar un aumento en el tamaño del fruto de melón producido en invernadero en Alajuela.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos, sobre el rendimiento y calidad del melón bajo cultivo protegido.

Materiales y métodos

La investigación fue desarrollada en la EEAFBM, en Alajuela, Costa Rica. El período de estudio comprendió desde la primera semana de enero hasta la primera semana de mayo del 2014. Se sembró semilla de melón Amarillo JMX-902 F-1 en almácigo utilizando bandejas de 128 celdas; 15 días después se realizó el trasplante de las plántulas en sacos plásticos rellenos con fibra de coco. La densidad de siembra fue de 2,6 plantas/m². En el cuadro 1 se detallan los ocho tratamientos utilizados en esta investigación.

El Engordone y el Algamix son productos bioactivadores del crecimiento y desarrollo en las plantas. El Algamix está compuesto principalmente por un extracto al 60 % del alga *Aschophyllum nodosum*; además contiene citoquininas, ácido indolacético, giberelinas, betaínas, proteínas, ácido algínico, manitol, materia orgánica, carbohidratos, micronutrientes (B, Mo, Co, Cu, Fe, Mn y Zn), y macronutrientes (N, K, P, S, Ca, Mg y Na). El Engordone es una fuente bioestimulante del crecimiento y división celular de las plantas, compuesto por P, K, B, Mn, Mo y Zn, y también contiene reguladores de crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas, y proteínas,

*Este trabajo forma parte de la tesis de licenciatura en Agronomía de la primera autora, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Santa Clara, San Carlos, Costa Rica. talvasan@hotmail.com

carbohidratos, vitaminas (A, B1, B6 y B12) y antioxidantes naturales. Ambos productos se aplicaron en forma radicular. En el caso del raleo de frutos, el tratamiento consistió en dejar únicamente dos frutos por planta.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos utilizados.

Número	Tratamiento	Dosis	Frecuencia (número de veces)	Intervalo	Período (ddt)
1	Testigo	—	—	—	—
2	Raleo Manual	—	3	1 semana	41, 50, 57
3	AlgamiX	3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
4	Engordone	400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104
5	AlgamiX+Raleo Manual	3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
6	Engordone+Raleo Manual	400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104
7	AlgamiX+Engordone	A → 3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
		E → 400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104
8	AlgamiX+Engordone +Raleo Manual	A → 3 l/ha	7	14 días	13, 27, 41, 55, 69, 83, 97
		E → 400 g/ha	6	14 días	34, 48, 62, 76, 90, 104

Resultados y discusión

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en relación con el peso del fruto (total y comercializable), rendimiento (total y comercializable) y rendimiento total por planta (cuadro 2). A pesar de lo anterior,

Tratamiento	Peso del fruto (g)	Peso del fruto comercializable (g)	Rendimiento total (ton/ha)	Rendimiento comercializable (ton/ha)	Rendimiento/planta (kg)	Número de frutos/planta
Testigo	763,24 ± 40,09 a	849,64 ± 44,65 a	47,24 ± 12,13 a	38,81 ± 11,07 a	1,82 ± 0,47 a	2,50 ± 0,17 ab
Raleo Manual	767,26 ± 105,18 a	854,26 ± 104,88 a	42,14 ± 4,75 a	32,86 ± 2,29 a	1,62 ± 0,18 a	2,28 ± 0,23 ab
AlgamiX	801,76 ± 127,74 a	879,18 ± 140,78 a	51,80 ± 17,52 a	44,60 ± 15,66 a	1,99 ± 0,67 a	2,74 ± 0,24 b
Engordone	732,44 ± 40,87 a	844,54 ± 25,42 a	50,51 ± 12,93 a	39,74 ± 12,80 a	1,93 ± 0,50 a	2,76 ± 0,40 b
AlgamiX+Raleo Manual	763,74 ± 54,72 a	860,04 ± 54,15 a	40,40 ± 13,86 a	32,66 ± 11,86 a	1,55 ± 0,54 a	2,16 ± 0,30 a
Engordone+Raleo Manual	747,56 ± 99,35 a	870,16 ± 65,59 a	38,46 ± 14,87 a	28,47 ± 10,29 a	1,48 ± 0,57 a	2,12 ± 0,22 a
AlgamiX+Engordone	739,70 ± 61,91 a	862,34 ± 39,61 a	42,45 ± 18,56 a	32,88 ± 16,64 a	1,67 ± 0,71 a	2,24 ± 0,26 ab
AlgamiX+Engordone+Raleo Manual	779,62 ± 55,72 a	838,08 ± 85,11 a	40,12 ± 16,76 a	32,10 ± 12,40 a	1,54 ± 0,65 a	2,12 ± 0,29 a

Cuadro 2. Variables de rendimiento evaluadas.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), según la prueba de Tukey.

es interesante anotar que el mayor peso del fruto (total y comercializable) se presentó en las plantas tratadas solo con AlgamiX. En investigaciones realizadas en otros países se han obtenido incrementos en el peso de los frutos de pepino al aplicar extracto de algas sobre las plantas; una

posible causa de este aumento en el tamaño de los frutos es la presencia de citoquininas y betaínas, las cuales promueven la división de las células en las etapas iniciales de crecimiento, además de favorecer la formación floral.

Por otra parte, el menor peso del fruto se presentó en las plantas tratadas solo con Engordone, pero esto puede estar relacionado con el hecho de que este tratamiento también fue el que presentó el mayor número de frutos por planta. Una respuesta similar se observó al aplicar este producto en mango, en Costa Rica. También se conoce que la aplicación foliar de Engordone en melón a campo abierto en Costa Rica, favorece la producción de frutos de mayor tamaño.



Figura 1: Frutos de melón amarillo JMX-902 cerca de cosecha.

Las plantas sometidas a aplicaciones de solo Algamix, también produjeron el mayor rendimiento (total y comercializable). En relación con el rendimiento por planta, el mejor resultado se dio cuando se aplicó solo Algamix (1,99 kg/planta) y solo Engordone (1,93 kg/planta). Estos mismos efectos positivos fueron obtenidos en pepino cuando se realizaron aplicaciones con extractos de algas.

El mayor número de frutos por planta también se obtuvo en las plantas tratadas con solo Engordone y solo Algamix (2,76 y 2,74 frutos/planta, respectivamente), es decir, entre un 9,6 y 10,4 % más con respecto al Testigo (2,50 frutos/planta). Algunas experiencias en Costa Rica han demostrado que la aplicación foliar de Algamix en melón a campo abierto favorece un mayor número de frutos por planta.

Con respecto al rendimiento según la categoría de peso de los frutos (cuadro 3), las plantas tratadas solo con Algamix produjeron el mayor rendimiento en frutos de 601 a 800 g, y de más de 1001 g (16,68 ton/Ha y 11,13 ton/Ha, respectivamente). En el caso del rendimiento de frutos de 601-800 g, el resultado obtenido con solo Algamix fue estadísticamente superior al obtenido en los demás tratamientos. Además, las plantas a las que se les aplicó solo Algamix presentaron un menor rendimiento de frutos no comercializables

Cuadro 3. Rendimiento de melón (TM/Ha), según categoría de peso del fruto.

Tratamiento	CATEGORÍA POR RANGOS DE PESO DEL FRUTO					
	< 400 g	401 - 600 g	601 - 800 g	801 - 1000 g	> 1001 g	Σ 801 - > 1001 g
Testigo	0,64 a	7,81 bc	14,18 c	15,92 bc	8,71 ab	24,63 abc
Raleo Manual	1,26 b	8,03 bc	11,79 bc	12,55 ab	8,52 ab	21,07 a
Algamix	0,64 a	6,56 a	16,68 d	16,79 c	11,13 b	27,92 bc
Engordone	1,94 c	8,84 c	9,64 b	23,22 d	6,87 a	30,09 c
Algamix+Raleo Manual	1,49 b	6,25 a	11,51 bc	13,92 abc	7,23 a	21,15 a
Engordone+Raleo Manual	2,52 d	7,47 abc	7,17 a	14,12 abc	7,18 a	21,30 a
Algamix+Engordone	1,64 bc	8,01 bc	9,30 ab	16,10 c	7,40 a	23,50 ab
Algamix+Engordone+Raleo Manual	0,70 a	7,32 abc	12,06 bc	11,98 a	8,06 ab	20,04 a

(<400 g) y de frutos de segunda calidad (401-600 g), con 0,64 y 6,56 ton/Ha respectivamente. Las plantas a las que se le aplicó solo Engordone mostraron un rendimiento de 23,22 ton/Ha en la categoría de frutos con un peso de 801-1000 g, y este resultado fue estadísticamente superior al obtenido por los demás tratamientos. Cabe mencionar que en el rango de peso de 801 a más de 1001 g, se destacó el rendimiento de las plantas tratadas con solo Engordone (30,09 ton/Ha), seguido por el de las plantas tratadas con solo Algamix (27,92 ton/Ha); ambos tratamientos favorecieron una mayor producción de frutos con peso comercializable, aunque no fueron estadísticamente diferentes del Testigo (24,63 ton/Ha).

Con respecto al porcentaje de sólidos solubles totales, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, es importante anotar que el valor promedio obtenido para todos los tratamientos fue superior a 13,0 °Brix, lo cual indica que esta es una característica genética de alta calidad de este híbrido, dado que un melón con 10,0 °Brix ya se considera de calidad aceptable.

En cuanto a la firmeza de la pulpa del fruto, tampoco se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En frutos de melón, en el ámbito de exportación se tiene establecido un valor mínimo recomendable de firmeza de 1,9 kg/cm², el cual coincide con el valor promedio de firmeza obtenido en este estudio, por lo que se considera un resultado satisfactorio.

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados sugieren que el uso de Algamix solo o Engordone solo, al producir un mayor rendimiento en ciertas categorías comercializables de peso del fruto, podría significar una herramienta importante de producción para el agricultor.

En futuras investigaciones se recomienda evaluar la aplicación foliar de los bioactivadores, en vez de la aplicación radicular; en pepino cultivado en sacos de fibra de coco en invernadero en Costa Rica ya se ha comprobado una mejor respuesta con la aplicación foliar que con la aplicación radicular de estos productos.

No se recomienda la utilización del raleo manual de frutos como práctica en la producción de melón en cultivo protegido, pues no produjo algún resultado positivo sobre el rendimiento o la calidad del cultivo, además de que es una actividad que demanda mucha mano de obra, lo que representa costos importantes para el productor.



Figura 2: Sistema de sostén vertical de plantas de melón en invernadero

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los señores Julio Vega y Andrés Oviedo en el trabajo de campo. Asimismo, agradecen el financiamiento recibido por parte de la Universidad de Costa Rica para la realización de este trabajo.

Bibliografía

- Alvarado-Sánchez, T. & Monge-Pérez, J. E. (2015). Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. *Tecnología en Marcha* (Costa Rica). 28(4): 15-25.

VALIDANDO LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO CON MAÍZ.

I. Cantidad de semilla.

Francisco Marín Thiele

framathi@costarricense.cr

Gerente del ProNAP, Ministerio de Agricultura y Ganadería (Convenio CNP-MAG)

Marvin Torres

mtorres@utn.ac.cr

Universidad Técnica Nacional

Introducción

El pastoreo de gramíneas es la base para los sistemas de producción ganadera en el trópico. Sin embargo, las gramíneas tropicales pueden presentar varias limitaciones nutricionales como baja concentración energética, bajo contenido de proteínas y minerales que restringen el comportamiento productivo y reproductivo de la población animal.

No obstante, debido a las condiciones climáticas y de suelo de muchas regiones tropicales, hay poca aptitud para la producción de granos básicos para la suplementación animal, por lo que se ha incurrido a la importación, con el consecuente dependencia y fuga de divisas. Según Tobia et al (2004), la alimentación representa alrededor del 56 al 60 % de los costos totales de la producción de leche (bovina) en Costa Rica, siendo el 82 % de estos, la suplementación.

Lo anterior, más la estacionalidad en la producción de forrajes en el trópico, las actuales sequías o el anegamiento de los terrenos por exceso de precipitaciones, limita por períodos prolongados la disponibilidad de forraje por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso o de producción.

Dentro del contexto anterior, el Forraje Verde Hidropónico (FVH) representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de diversidad de animales mayores y menores, de carácter industrial o domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde. Para esto se recomienda emplear entre 2,2 y 3,4 kg de semilla por m² (FAO, 2002).

Con la propuesta y dirección del ProNAP y en un esfuerzo conjunto con la Universidad Técnica Nacional y la Universidad de Costa Rica, más el apoyo de la fundación FITTACORI, se emprendió un proceso de validación de esta tecnología, con la finalidad de proponer formalmente acciones que conlleven a la evaluación y promoción de este sistema.

Los objetivos

En el proyecto ampliado, se pretende determinar la productividad y valor nutricional de diferentes especies vegetales para la producción de forraje verde, considerando indicadores tales como, densidad de siembra, fertirrigación y tiempo a cosecha.

Así mismo, evaluar la factibilidad económica de diferentes especies vegetales promisorias para la producción de forraje verde hidropónico

Finalmente, ofrecer al productor nacional una alternativa suplementaria de alimentación animal, en periodos de restricción alimentaria, mediante diferentes estrategias de transferencia.

Avances

Vale señalar que para el desarrollo del proceso, se contó con el apoyo de dos estudiantes de licenciatura en Ingeniería Agronómica, uno de la Universidad de Costa Rica y otro de la Universidad Nacional.

El enfoque práctico se ejecutó buscando solución a algunas de las variables consideradas de interés. Por una parte, las cantidades de grano de maíz necesarias por metro cuadrado para producir insumo de manera rentable, así como la valoración de las necesidades de las plantas en cuanto nutrición y el efecto de diversos materiales genéticos (enfocado hacia materiales 'criollos') de maíz.

En esta presentación, se comparten los resultados del primer elemento y se transferirán los alcances relacionados con las otras evaluaciones en próximos números.

I. Uso de semilla

Con base en literatura, se realizó un ensayo empleando tres cantidades de semilla del híbrido Diamantes-1 por metro cuadrado, sean 1,5, 3 y 4,5 kg/m².

Este ensayo se llevó a cabo durante el mes febrero de 2016, empleando un módulo construido en metal con capacidad para 100 bandejas plásticas de 0,16 m² cada una y 5 niveles (el diseño y los sistemas operativos se describirán en otra publicación separada). Se ubicó dentro de un invernadero de la Estación Experimental Fabio Baudrit (UCR) a 840 msm.

Al grano se le sometió a un tratamiento de imbibición por periodos de 8 y 6 horas con un intermedio de 1 hora de escurrimiento y aereación. La solución de remojo contenía 100 g/L de cal (Ca(OH₂)).

Posterior a ello, se cubrió con toallas de cocina y se mantuvo en la oscuridad por un periodo de cuatro días, cuidando de mantener el papel húmedo. Transcurrido ese tiempo y con las semillas ya germinadas (figura 1), se colocaron las bandejas en la estructura para desarrollo (figura 2) y se mantuvieron bajo riego de 6:30 a.m. 6:00 p.m., por 15 segundos en intervalos de 30 minutos.

Las plantas se cosecharon luego de 11 días de estar en desarrollo, y se tomó una muestra compuesta de las cuatro repeticiones establecidas para cada una de las tres cantidades. Se valoraron la altura media de las plantas, biomasa y materia

seca. En otros ensayos se evaluaron indicadores fisiológicos.



Figura 1: semillas germinadas en la oscuridad listas para ser transferidas al módulo productivo.



Figura 2: detalle de bandejas con material en desarrollo

Resultados

En el cuadro 1 se pueden observar los resultados de la evaluación de las plantas. Como se aprecia en cuanto altura de planta, los tratamientos 3,0 y 4,5 kg/m² no presentaron diferencias entre sí (22,33 y 22,89 cm respectivamente), aunque fueron estadísticamente superiores al tratamiento de 1,5 kg/m² (20,39 cm). Lo anterior puede haberse debido a mayor competencia entre las plantas y una mayor tendencia a etiolación en los dos con mayor densidad.

Sin embargo, hubo diferencias significativas en los tres tratamientos en cuanto al peso fresco final de las bandejas, en orden ascendente conforme más semilla se empleó, respectivamente 11,14, 19,47 y 25,81 kg de materia fresca por m². Esto no necesariamente debe verse como un indicador de eficiencia; hay que recordar que se presenta una cantidad mayor de semilla y sus residuos, no únicamente de follaje.

Cuadro 1: resultados de productividad de materia fresca y seca empleando tres cantidades de semilla por metros cuadrado

Tratamiento	Variables				
	Altura (cm)	Peso Fresco (kg/m ²)	Materia Seca (%)	Materia Seca (kg/m ²)	Relación (kg PFKg Semilla)
1,5 kg/m ²	20,39 a	11,14 a	11,11 a	1,23 a	4,40 a
3,0 kg/m ²	22,33 b	19,47 b	11,16 a	2,13 b	4,98 b
4,5 kg/m ²	22,89 b	25,81 c	12,10 a	3,02 c	5,69 c
CV	7,14	20,78	19,46	25,07	17,01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Prueba LSD FISHER

Programa InfoStat

En el mismo cuadro se aprecia también que no existió diferencia entre los tratamientos en relación con el contenido de materia seca (en porcentaje), lo que indica que una menor o una mayor densidad, no afectan el comportamiento en desarrollo efectivo de las plantas.

Pese a ello, para las variables de contenido de materia seca y de peso fresco (en kg/m²), la tendencia fue que a mayor aporte de semilla, mayores valores de esos indicadores.

Cuadro 2: detalle de bandejas con material en desarrollo (PF= peso fresco; MS= materia seca)

Tratamiento	Costo en colones por kg PF	Diferencia	Costo en colones por kg MS	Diferencia
1,5 kg/m ²	¢133,30	¢102,25	¢476,83	¢73,87
3,0 kg/m ²	¢235,54	↓ ↑	¢550,70	↓ ↑
4,5 kg/m ²	¢309,23	¢73,68	¢582,62	¢31,91

En el cuadro 2 y solamente a modo de ensayo, se ilustra el costo relativo (de producir forraje y materia seca en un metro cuadrado según el costo de cada kilogramo de semilla. Se ha realizado este cálculo de manera preliminar, pues

para determinar viabilidad económica, faltan algunos elementos de ajuste que permitirán consolidar la información en próximas fechas. Además, se estimó con base en el costo de un saco de 46 kg de grano comercial de ₡ 18.000,00.

Se observa un obvio incremento en el costo en relación con el aumento de uso de semilla. Sin embargo, considerando la necesidad de establecer escenarios con otros elementos, se calculó el promedio ponderado (¢ 255,34/kg M. Fresca y ¢ 554,40/kg M. Seca), tal que el valor se acerca más a la cantidad de 3 kg/m². Así mismo, existe un incremento relativo mayor en el costo desde 1,5 hasta 3 kg, lo cual podría indicar, en términos generales, que la densidad de 3 kg/m² es la más cercana a lo adecuado en término de costos relativos.

Esto debe recalcularse más adelante y de manera más formal, con los resultados globales de los tres ensayos y la incorporación de más variables, a fin de confirmar si existe diferencia significativa para el valor.

Conclusiones

A modo de orientación, 3 kg de semilla de maíz/m² parece ser la mejor opción para trabajar en producción de FVH. Sin embargo, debe estudiarse el efecto de fracciones, mayormente crecientes (ej. cada 250 g por encima de los 3 kg), para determinar el mejor ajuste en costos. Así mismo, incorporar eventualmente las otras variables y los resultados de los otros ensayos que se desarrollan, para determinar, sin detrimento de productividad ni capacidad alimentaria por área, la mejor opción.

Literatura Citada

- FAO. 2001. Manual Técnico: Forraje verde Hidropónico. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 68 p.
- Tobia, C.; Rojas, A.; Villalobos, E.; Soto, H.; Uribe, L. 2004. Sustitución parcial de alimento balanceado para ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. Agronomía Costarricense. Julio – Diciembre. 2004

TÉCNICAS PARA EL CULTIVO DE PLANTAS SIN SUELO: UNA REVISIÓN

Marlon Retana Cordero

marlon.retana@ucr.ac.cr

Programa de Hortalizas, Estación Experimental Fabio Baudrit, **Universidad de Costa Rica**

La agricultura mundial ha estado cambiando dramáticamente durante las últimas décadas debido a varios factores como el crecimiento poblacional, el cambio climático y el desarrollo económico, científico y tecnológico de la sociedad, lo que implica una demanda por alimentos alternativos, de alto valor nutritivo, que sean inocuos y cuya oferta sea constante.

Todo esto ha forzado a la producción agrícola a buscar nuevas técnicas de cultivo con un enfoque ambientalmente sostenible (uso eficiente de los recursos como agua y fertilizantes; que favorezcan la reducción del uso de plaguicidas y que permitan un mejor aprovechamiento del espacio); además de propiciar ambientes más controlados en cuanto a factores físicos (clima) y biológicos (plagas y enfermedades), con un enfoque participativo de todos los sectores de la población, en especial, los sectores más vulnerables del planeta. Todo ello con el fin último de garantizar la seguridad alimentaria.

Uno de los sistemas de producción más innovadores, versátiles y adaptables a las distintas condiciones agrícolas que se ha venido desarrollando y perfeccionando con gran fuerza durante los últimos años, consiste en el cultivo de plantas o plántulas sin el uso del suelo como medio de sostén o como aporte de nutrientes y se denomina “cultivo sin suelo” (Schwarz, 1995; Gruda et al., 2004).

Todos los métodos bajo los cuales se divide este sistema, presentan una característica en común, que es el empleo de la solución nutritiva. La supresión del uso del suelo que caracteriza este sistema se logra debido a que cumple con las dos principales funciones que brinda el suelo, las cuales son funcionar como

medio de sostén y anclaje del sistema radical, y la segunda como principal fuente de nutrientes, las cuales presentan una serie de variantes de acuerdo al método usado.

El sistema de cultivo sin suelo, se clasifica principalmente en:

1. Sistemas de medio líquido, los cuales no utilizan ningún medio de soporte (sustrato) para las raíces (Winsor y Schwarz, 1990)(Figura 1). Ellos son:

a) Hidroponía (cultivo en agua), la cual se subdivide en:

a.1 Sistema de raíz flotante: Consiste en un recipiente que contiene la solución nutritiva en el cual flotan las raíces y puede tener un sistema de aireación mediante una bomba o simplemente la solución puede estar estática en el recipiente (Jones 2004).

a.2 Técnica de flujo laminar de nutrientes: conocida como NFT (abreviatura de su nombre en inglés ‘Nutrient Film Technique’), que es un sistema cerrado donde la solución nutritiva es bombeada desde un tanque de almacenamiento hacia el contenedor tubular que contiene las plantas, el cual se encuentra inclinado con una leve pendiente permitiendo la recirculación del agua (Sandoval et al., 2007).

b) Aeroponía: Es el método en el cual las raíces están suspendidas en una cámara oscura cerrada; la solución nutritiva es rociada hacia ellas de forma tal que logre mantener una humedad relativa del 100% (Resh, 2001; Hayden et al., 2002).



Figura 1. Sistemas de medio líquido de cultivos sin suelo. Arriba: Izquierda, hidroponía en raíz flotante y derecha hidroponía en NFT. Abajo esquema del sistema aeropónico.

2. Sistemas en medio sólido, que utilizan un sustrato, el cual es el medio que tiene como función anclar y soportar las raíces y contener la solución nutritiva (Winsor and Schwarz 1990). Se clasifican de acuerdo con el tipo de sustrato en:

a) Inorgánico o inerte: Se basa en el uso de materiales que no aportan nutrientes al cultivo como lana de roca, lana mineral, piedra pómez, arena, perlita, vermiculita, gravilla, viruta de metal, arcilla expandida, espuma plástica, escoria volcánica, entre otros. (Schwarz, 1995).

b) Orgánico: Abarca los materiales naturales como 'peat-moss' (turba), serrín, cascarilla de arroz, fibra de coco, abono orgánico, vermicompost o corteza de árboles, los cuales presentan capacidad de amortiguamiento y pueden almacenar y/o hasta aportar nutrientes, lo que permite disminuir el impacto de los excesos o déficits de fertilización (Jones, 2004).

c) Mezclas: Las cuales se forman a partir de cualquier combinación entre materiales orgánicos y/o inorgánicos en proporciones variadas, algunas con carga inicial de fertilizantes en diferentes dosis (Jones, 2004) (Figura 2).

Ventajas y desventajas del cultivo sin suelo

El sistema de producción sin el uso del suelo presenta una serie de ventajas como:

- Mayor control de la nutrición, debido al empleo de una solución nutritiva que puede ser ajustada fácilmente de acuerdo con las necesidades del cultivo (Schwarz, 1995).
- La planta consume menos energía en absorber los nutrientes, lo que permite que el cultivo presente mejor uniformidad y mayor potencial productivo (Bauxauli y Aguilar, 2002).
- Permite una mayor densidad de plantas (Di Lorenzo et al., 2013).
- Cuando se emplean sustratos totalmente inertes o sustratos debidamente desinfectados, se reduce la aparición de patógenos que puedan causar enfermedades a las plantas (Sandoval et al., 2007).
- Disminución de costos en las prácticas agronómicas y facilidad en el manejo del cultivo en labores culturales como podas, tutorado y deshija, ya que el cultivo se desarrolla de forma más uniforme (Bauxauli y Aguilar, 2002).



Figura 2. Ejemplo de materias primas para la elaboración de sustratos. A) Serrín y burucha de madera. B) Peat-moss. C) Fibra de coco gruesa. D) Abono orgánico. E) Fibra de coco fina. F) Piedrilla. G) Mezcla de fibra de coco, abono orgánico y peat-moss.



Figura 3. Sistemas de cultivo sin suelo en medio sólido. Arriba: bancales de siembra. Abajo: sacos o pacas de fibra de coco.

Sin embargo, también se pueden citar algunas desventajas, como las siguientes:

- Inversión inicial alta en la instalación de equipos y materiales (elementos de riego, recipientes, sustratos) (Schwarz, 1995).
- Requiere de personal más capacitado y asesoramiento técnico (Bauxauli y Aguilar, 2002).
- Como el volumen de sustrato utilizado es muy reducido, el aporte de nutrientes por parte de éste es muy limitado, lo que conlleva a un manejo más intensivo de la nutrición (Raviv y Lieth, 2007).
- Mayor precisión y cuidados en el manejo de la solución nutritiva, debido a que las plantas se ven afectadas muy rápidamente ante cualquier cambio de pH, conductividad eléctrica y exceso o deficiencia de nutrientes, debido a la poca capacidad de amortiguamiento que presentan los medios utilizados (Gorbe, 2009).

Literatura Citada

- Bauxauli Soria, C.; Aguilar Olivert, J. 2002. Cultivo sin suelo de hortalizas, aspectos prácticos y experiencias. Generalitat Valenciana, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
- Di Lorenzo, R.; Pisciotta, A.; Santamaria, P.; Scariot, V. 2013. From soil to soil-less in horticulture: quality and typicity. *Italian Journal of Agronomy* 8(4): 30.
- Gorbe Sánchez, E. 2010. Study of nutrient solution management in soilless rose cultivation through the analysis of physiological parameters and nutrient absorption. Tesis para optar por el grado de Doctorado en Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 192 p.
- Gruda, N.; Prasad, M.; Maher, M.J. 2005. Soilless culture. *Encyclopedia of Soil Science*. Taylor & Francis (Marcel Dekker), Inc., New York.
- Hayden, A.; Yokelsen, T.; Giacomelli, G.; Hoffmann, J. 2002. Aeroponics: An alternative production system for high-value root crops. In XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants 629 2002. p. 207-213.
- Jones Jr, J.B. 2004. *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. CRC press.
- Raviv, M.; Lieth, J.H. 2007. *Soilless Culture: Theory and Practice: Theory and Practice*, Elsevier. 324 p.
- Resh, H.M. 2001. *Cultivos Hidropónicos: Nuevas técnicas de producción*. 5ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa. España. 558 p.
- Sandoval, M.; Sánchez, P.; Alcántar, G. 2007. Principios de la hidroponía y el fertirriego. In *Nutrición de cultivos*. Mundi Prensa. Colegio de Postgraduados. México DF, México.
- Schwarz, M. 1995. *Soilless culture management*. Advanced Series in Agricultural Sciences. Volume 24. Springer-Verlag. Berlin. 198 p.
- Winsor GW, Schwarz M, 1990. *Soilless culture for horticulture crop production*. FAO Plant Production and Protection Paper, Publication No. 101, Rome, Italy.

ALGUNAS ACTIVIDADES DEL ProNAP

Francisco Marín Thiele

framathi@costarricense.cr

ProNAP, Ministerio de Agricultura y Ganadería (Convenio CNP-MAG)

CONFERENCIA SOBRE ESTRUCTURAS, PARA TÉCNICOS Y PRODUCTORES DE MONTEVERDE



El requerimiento del enlace regional de Pacífico Central, Ing. Carlos Barboza, se cubrió con dos acciones puntuales de información. Esta primera se desarrolló para orientar a los usuarios en torno de aspectos de la construcción de estructuras para agricultura protegida. Fue ofrecida por el Ing. Carlos Benavides León, miembro del PITTA, quien cubrió información como la importancia del clima para el diseño, tipos de instalaciones, materiales estructurales y de cerramiento, además de obras complementarias, los cimientos y su relación con el suelo. Se expuso así, la necesidad de incorporar variables de

ingeniería en la implantación de estructuras. Asistieron 12 personas.

CONFERENCIA SOBRE INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS PARA TÉCNICOS EN ESPARZA

La segunda actividad para la Región Pacífico Central, fue la extensión de un evento de transferencia desarrollado en 2015, que despertó mucho interés. Así, se solicitó una réplica a fin que se conocieran los instrumentos científicos disponibles para trabajo en agricultura protegida, así como los avances en registro y almacenamiento de datos. Los Ingenieros Ricardo Aguilar y Álvaro Arias, de las empresas Campbell Scientific y Lapaca, lideraron el proceso. Se cubrieron los temas de sensores, almacenadores y equipos especiales para diversas funciones en la fisiología de cultivos y agro-climatología. Asistieron 20 personas.



C.T.P. DE PIEDADES SUR DE SAN RAMÓN: CURSO PARA ESTUDIANTES, DOCENTES Y PRODUCTORES



El enlace de Central Sur, Ing. Alberto Salazar, consideró prudente ofrecer la inducción a los usuarios del Colegio Técnico Profesional de Piedades Sur de San Ramón. Participaron 50 personas, a quienes se ofreció el XI Curso Corto Regional sobre Agricultura Protegida. La situación general nacional, la toma de decisiones para emprender un proyecto, los materiales de cerramiento, el uso de sustratos y la calidad de las plántulas, fueron los temas desarrollados. Las experiencias de los productores enriquecieron la

actividad, pues se logró ampliar el efecto de la aplicación de la tecnología en la zona de trabajo.

CHARLA A ESTUDIANTES DE OLERICULTURA EN TURRIALBA

Como en años anteriores, se facilitó al curso de Olericultura de la sede de la Universidad de Costa Rica en Turrialba, mediante la conferencia sobre aspectos generales de la agricultura protegida; sistemas de cultivo, estado de situación de la tecnología y aplicación e principios, así como la presencia, los productos y la investigación promovida por el Programa. El Ingeniero Francisco Brenes reforzó la necesidad de aplicar tecnología de producción agrícola para mitigar los efectos del cambio climático. A la actividad asistieron 19 estudiantes.

CHARLA DE INDUCCIÓN PARA PRODUCTORES DEL C.A.C DE SANTA ANA

El Ingeniero Francisco Angulo (Centro Agrícola Cantonal) propició una actividad para ofrecer información sobre casas de malla 16 productores. Se ofreció información sobre los distintos perfiles tecnológicos, y se desarrolló el tema de casas de sombra y casas de malla, comparando los requerimientos y ventajas de ambos. En esto se generó una importante discusión en torno la necesidad de identificar a los agentes por evadir, así como las experiencias de varios productores que ya han desarrollado algún proceso de agricultura protegida. Con ello, se busca orientar a los productores a que inicien de forma ordenada una validación de la tecnología para varios cultivos hortícolas.

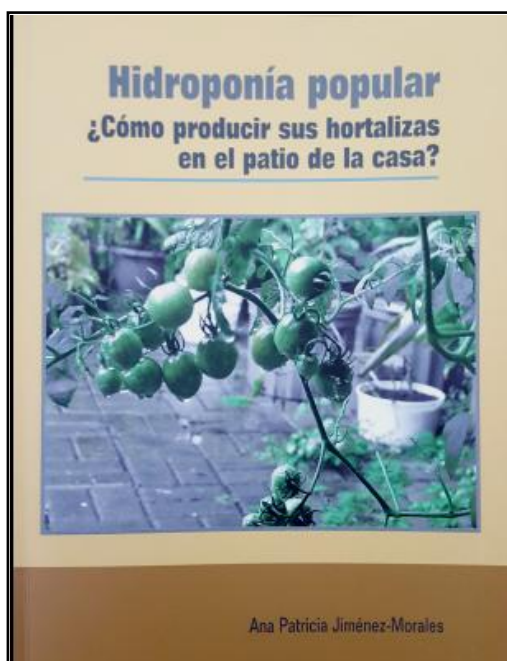


ANUNCIOS

HIDROPONÍA POPULAR: ¿Cómo producir sus hortalizas en el patio de la casa?

La Bióloga Ana Patricia Jiménez, culminó parte de su trabajo con la entrega de este título. Surgido de un proyecto de la Escuela de Estudios Generales con el auspicio de la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica, el cúmulo de experiencias de trabajo con pequeños productores urbanos, se plasma muy claramente.

Ha sido construido en términos de fácil comprensión y es ampliamente descriptivo en cuanto la forma de preparar los distintos componentes de este sistema productivo, sin dejar de lado la atención de los asuntos técnicos.



Luego de algunos antecedentes, describe las distintas técnicas de hidroponía, trata aspectos de nutrición y preparación de soluciones, describe las plagas más comunes y toca los indicadores de deficiencias nutricionales. Es además útil en tanto incorporó también las inquietudes que con el transcurso de los años, fueron presentadas por los usuarios, de manera que, no solo se alivian diversas inquietudes, sino que sirve como material de referencia para quienes incursionan en la enseñanza de este sistema productivo.

Se trata de una edición limitada, tal que para lograr información acerca de disponibilidad, deben comunicarse con la autora mediante su correo electrónico apim21@yahoo.es

Un sincero agradecimiento a Ana Patricia por allanar parte del camino para muchos y compartir su experiencia con todos.

Código APB-103

Este Boletín ha sido elaborado por la Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos, adscrito al despacho del Ministro de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Pretende proveer a los usuarios información relacionada con los diversos sectores de la producción agrícola bajo ambientes protegidos. Las contribuciones son responsabilidad de sus autores y no necesariamente implican una recomendación o aplicación generalizada. Para más información, diríjase a los colaboradores o comuníquese mediante los teléfonos **(506)-2232-1949, (506)-2231-2344** extensión **166**.
Edición: Francisco Marín Thiele