

# Avances en el manejo integrado de la nutrición para el cultivo protegido de las hortalizas en Cuba

## Resumen

El auge del cultivo protegido de las hortalizas en Cuba se inicia a mediados de la década del 90, a partir de transferencias de tecnologías de Israel y España y persigue como objetivo principal la extemporaneidad y el aumento de los rendimientos y la calidad para satisfacer las necesidades crecientes del turismo y de la población. Durante el proceso de adopción y transferencia de la tecnología se hizo necesario realizar modificaciones que permitieran su adaptación a las condiciones del trópico cubano, sin embargo la implementación de la tecnología antecedió a la disponibilidad de resultados de investigación y constituyó además una novedad para profesionales, técnicos y productores que se enfrentaron por primera vez a la actividad de cultivo protegido. En la actualidad se han identificado los principales problemas de orden técnico, económico y organizativo que afectan la producción protegida de hortalizas y desde el punto de vista tecnológico, la nutrición constituye uno de los factores que más incide y limita el rendimiento y la calidad de las hortalizas, este aspecto requiere de especial atención y constituye un requisito indispensable para la explotación sostenible del cultivo protegido. Actualmente en nuestro país, la información disponible sobre fertilización en casas de cultivo es escasa, aunque contamos con resultados importantes en la investigación científica que ha posibilitado el incremento de las producciones agrícolas, la potenciación del manejo integrado de los cultivos con un enfoque medioambiental y la identificación de necesidades de capacitación, investigación e innovación tecnológica

futuras. El presente trabajo persigue como objetivo fundamental poner en conocimiento de profesionales, técnicos y personal vinculado al cultivo protegido la problemática actual que enfrenta Cuba en el manejo de la nutrición de las hortalizas en casas de cultivo, los principales avances en la investigación científica y las líneas de trabajo para los próximos años.

## Introducción

Satisfacer las necesidades alimentarias de una población que crece a ritmo acelerado es uno de los desafíos esenciales del siglo XXI, el que se incrementa, al estimarse que en los próximos años el ser humano carecerá de alimentos y agua suficiente sobre la faz de la tierra si se tiene en cuenta el aumento considerable al que se encuentra sujeta la población mundial. Al mismo tiempo que se realizan estos cálculos se conoce que sobre el planeta se cuenta hoy en día con 29500 km<sup>2</sup> de tierra agrícola (5.80 %), el resto está cubierta por mares (71 %) y por tierra no laborable (23.20 %). Por lo tanto, de las muchas necesidades que se requieren para un mundo tan congestionado como el que se avizora la alimentación tiene una importancia primordial y la agricultura, madre de gran parte de los alimentos, una prioridad única (IPGRI, 1999).

Dentro de la producción mundial de alimentos las hortalizas ocupan un lugar destacado. Sin embargo, su producción se ve limitada por diferentes factores climáticos que no favorecen la expresión de los potenciales productivos de algunos cultivos durante gran parte del año ya que el clima tiene una marcada

influencia en los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas y por lo tanto en el rendimiento de muchas especies hortícolas (Casanova *et al.*, 2001).

Para poder disponer de hortalizas frescas durante todo el año, el hombre ha diversificado los sistemas de producción a través de diferentes enfoques y técnicas en función de las zonas agroclimáticas, esto trajo como consecuencia la introducción y generalización del cultivo de hortalizas con parte o todo el ciclo bajo protección, utilizando la tecnología de protección o forzado de los cultivos que consigue modificar parcial o totalmente las condiciones climáticas haciendo que algunas especies se desarrollen con cierta independencia del clima (Casanova *et al.*, 2005).

Cuba, no constituye una excepción en la búsqueda y asimilación de esta tecnología y a partir de la década de los ochenta se inician en el país investigaciones sobre el cultivo protegido de hortalizas, teniendo como referencia los resultados del CIRAD en Martinica, para condiciones tropicales, basado en el efecto “sombrija”, buscando proteger a las plantas contra las inclemencias climáticas y lograr extender los calendarios de producción, así como el incremento y estabilidad de los rendimientos, que aseguren un abastecimiento estable de hortalizas frescas para un turismo creciente, la exportación y el consumo fresco de la población (Casanova, 2004).

El auge de la tecnología del cultivo protegido en Cuba, se inicia en el año 1994, a partir de transferencias tecnológicas de Israel y España. Durante el proceso de adopción y transferencia de la tecnología se hizo necesario realizar modificaciones que permitieran su adaptación a las condiciones del trópico cubano, sin embargo la implementación de la tecnología antecedió a la disponibilidad de resultados de investigación y constituyó además una novedad para profesionales, técnicos y productores que se enfrentaron por primera vez a la actividad de cultivo protegido. Los resultados más importantes con que se cuentan se refieren a estudios varietales, comportamiento de diferentes instalaciones y algunos aspectos del manejo fitotécnico. En los diferentes foros tecnológicos, talleres y encuentros que se han realizado a lo largo de la isla en estos últimos años se han identificado los principales problemas de orden técnico, económicos y organizativos que afectan la producción de hortalizas en condiciones protegidas y en este sentido

deberán estar dirigidas las investigaciones que dentro de sus proyecciones se encuentra la optimización de la tecnología en lo que se refiere a la producción de plántulas, estudios varietales, manejo agronómico, riego, sanidad vegetal y nutrición de las plantas (Hernández, 2002).

Desde el punto de vista tecnológico, la nutrición constituye uno de los factores que más incide y limita el rendimiento y la calidad de las hortalizas; lo cual resulta en un gran número de demandas insatisfechas que se han identificado en todo el sistema de cultivo protegido cubano. No obstante a la problemática actual nuestro país posee avances importantes en la investigación científica que ha posibilitado el incremento de las producciones agrícolas, la potenciación del manejo integrado de los cultivos con un enfoque medioambiental y la identificación de necesidades de capacitación, investigación e innovación tecnológica futuras. El presente trabajo persigue como objetivo fundamental poner en conocimiento de profesionales, técnicos y personal vinculado al cultivo protegido la problemática actual que enfrenta Cuba en el manejo de la nutrición de las hortalizas en casas de cultivo, los principales avances en la investigación científica y las líneas de trabajo para los próximos años.

## Problemática actual en el manejo de la nutrición de las hortalizas en casas de cultivo

El manejo de la nutrición en condiciones protegidas posee determinadas particularidades que lo diferencia de la fertilización convencional, lo cual constituye una novedad para quienes lo realizan. Primeramente hay que tener en cuenta que por mucho tiempo los agricultores cubanos manejaron una agricultura extensiva a campo abierto muy diferente a aquella que se lleva a cabo dentro de una instalación, aún cuando las condiciones agroclimáticas son en extremo complejas, por encima de los límites biológicos permisibles y donde se esperan altos rendimientos.

En la agricultura tradicional cuando se precisaba desarrollar un plan de fertilización se trabajaba en unidades de fertilizantes o en cantidad por unidad de superficie o por unidad de cultivo, además la fertilización de fondo se realizaba en estado sólido y de manera independiente del aporte hídrico, es decir, a cada planta o hectárea había que aplicar cierta cantidad de

fertilizantes y el volumen de agua que se estimarán oportuno. Sin embargo, con las nuevas técnicas de fertirrigación, lo que se aplica son soluciones nutritivas con una composición determinada, es decir se maneja la misma forma en que la planta está absorbiendo los nutrientes para incorporarlos posteriormente a su metabolismo, algo novedoso para nuestros agricultores, aunque no desconocido.

Otro de los problemas que se presentan en las instalaciones de cultivo protegido es que en los últimos años se han aplicado esquemas de fertirrigación con formulaciones comerciales procedentes de diferentes firmas, las recomendaciones que se proponen para cada cultivo y época del año son estandarizados, o sea, para todo tipo de suelo y agua de riego. Al utilizarse el mismo esquema de fertilización en las diferentes zonas del país trae como consecuencia que las plantaciones confronten desequilibrios y deficiencias nutricionales que afectan la producción, así como la calidad de los frutos, entre los que se encuentran: pudrición apical (culillo), diferentes tipos de clorosis, maduración incompleta y dispareja, frutos pálidos, pequeños, vacíos, de corazón duro y/o deformes (Moreno, 2002).

Las empresas en su mayoría no cuentan con resultados analíticos de los suelos y de las aguas de riego, que permitan conformar las soluciones nutritivas del fertirriego por fase de desarrollo de cada cultivo y que posibilite cumplimentar la secuencia metodológica clásica para crear una solución tipo de fertirriego que comprenda, la neutralización de carbonatos y bicarbonatos en las aguas de riego para ajustar el pH al rango óptimo entre 5,5 - 6,0 mediante la aplicación de ácidos, el ajuste de los macroelementos, añadiendo calcio, magnesio y azufre en función de los contenidos existentes en las aguas de riego, mantener y respetar las relaciones nutrimentales de potasio-calcio-magnesio y adicionar el N-P-K en las concentraciones establecidas y reajustar la composición de la disolución nutritiva en base a controles diarios de pH y CE y análisis químicos periódicos de la solución aportada y solución de sustrato (extracto acuoso del suelo) (Moreno, 2002 y Hernández, 2004).

Los sistemas de cultivos protegidos introducen un mayor Índice de Ocupación de la Tierra (Monedero, 2002) para lo que se hace un mayor uso de los insumos destinados a la sobreproducción de alimentos

(hortalizas), dentro de los que sobresalen: fertilizantes y plaguicidas, aparejado en ocasiones con un mal manejo de los suelos. El uso continuado e inadecuado de los suelos en el área limitada de una instalación puede generar un deterioro progresivo de los mismos, lo que puede reflejarse en la pérdida de su calidad, expresadas en la alteración de la actividad biológica, pérdidas de materia orgánica, afectación de variables físicas tales como porosidad estructural, estabilidad estructural, colonización radical, velocidad de infiltración, aparición de compactación y también afectación de las variables químicas que tienen que ver con el incremento de los abastecimientos de nutrientes.

## Avances y principales resultados

El mayor avance logrado en los últimos dos años es aplicar en un 40 % de la superficie ocupada por la tecnología, la fertilización a partir de las calidades de los suelos y aguas de riego de los sistemas de producción y emplear portadores simples, que admiten un mejor manejo de la nutrición y las correcciones necesarias, cuestión que se dificultaba con la utilización de fertilizantes comerciales formulados (Casanova, 2004). Se elaboró por parte de un equipo técnico del Grupo Empresarial Frutícola del Ministerio de la Agricultura de Cuba el Manual para el Manejo de la Nutrición y el Control de la Fertirrigación en las Casas de Cultivo, donde se aborda la técnica de la fertirrigación desde un punto de vista eminentemente práctico marcando los procedimientos a seguir y haciendo hincapié en aquellos aspectos de manejo que posibiliten al usuario de la técnica poder desarrollarla de manera adecuada con un alto grado de fiabilidad y hacia el máximo aprovechamiento de los recursos, garantizando a su vez una nutrición mineral ajustada y acorde con cada estado fenológico del cultivo (Moreno, Comunicación personal, 2004). Este manual aborda procedimientos tales como: preparación del suelo, lavado del suelo, aplicación de materia orgánica, obtención del extracto saturado de las soluciones acuosas del suelo para el monitoreo de la conductividad eléctrica, el pH y los aniones y cationes, análisis de la calidad del agua de riego, preparación de las soluciones nutritivas, manejo de la nutrición en los cultivos del tomate, pimiento, pepino y melón, cálculo de las soluciones nutritivas, secuencia metodológica, ejemplo de cálculos, esquema de fertilización, solu-

ciones madres, normas de preparación y programa operativo de ejecución del fertirriego.

La mejora de la situación económica del país a partir de 1999 y el contacto con empresas productoras y comercializadoras foráneas de fertilizantes, propicio el comienzo de la introducción y oferta de portadores y formulas fertilizantes de "calidad para el fertirriego", las cuales son adquiridas según preferencias e intereses de los productores, diversificándose notablemente la oferta de estos productos en el mercado nacional. En este sentido sobresale las líneas de fertilizantes de la Sociedad Química - Minera de Chile que se comercializa en Cuba por Comercial Caimán Internacional (CCI) y la de Meristen y que se presentan como una excelente opción para la fertilización de las hortalizas por su probada calidad a nivel internacional y por lo económico de sus precios, además estos fertilizantes sólidos presentan una elevada solubilidad en agua, característica imprescindible para utilizarlos en el fertirriego y evitar obstrucciones a lo largo de las tuberías y goteros. Estas empresas ofertan además portadores simples como los nitratos de calcio, magnesio y potasio, fosfato monopotásico y fertilizantes a base de microelementos (SQM, 2002 y Hernández et al., 2005a). Por otra parte, la industria cubana de fertilizantes inicia la producción de portadores y de formulas fertilizantes de mayor calidad, los cuales pueden ser utilizados en el fertirriego (Cuba MIMBAS, 1998).

El Ministerio de la Agricultura (MINAG) y el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) ha potenciado la investigación a partir del financiamiento a proyectos de I+D que en pocos años cuenta con importantes y modestos resultados, aplicables a la fase productiva que desde una óptica medio ambiental se subraya la importancia de enfocar el manejo nutrimental de manera holística para el logro de la sostenibilidad de los agroecosistemas, con énfasis en la obtención de productos sanos y la minimizaron del impacto ambiental de la tecnología, aplicando materia orgánica, estimuladores del crecimiento y de la nutrición vegetal, biofertilizantes y otras alternativas de nutrición que permitan obtener efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas y su inclusión en una propuesta de manejo sostenible para la producción hortícola en casas de cultivo.

En este sentido se destaca la oferta en el mercado nacional e internacional y la formulación y elaboración en instituciones científicas de productos bioactivos como estimuladores de crecimiento, fitoreguladores y potenciadores de la nutrición mineral que pueden ser aplicados vía fertirriego o al suelo lo cual constituye una garantía para la obtención de altos rendimientos y una mayor calidad del producto cosechado.

Desde el punto de vista nacional sobresale la utilización de análogos de brasinoesteroides en los cultivos de tomate y pepino. En Cuba se han sintetizado y caracterizado más de 60 análogos entre los que se encuentran el Biobras-16 con comprobados efectos en el crecimiento vegetal, debido a su incidencia en el alargamiento y la división celular, en el metabolismo de los ácidos nucleicos y las proteínas, en el incremento de la actividad ATPasa y en la fijación del CO<sub>2</sub> y se encontró que por ejemplo su empleo en el cultivo protegido del pepino permitió el incremento del rendimiento en un 58 % (Hechevarría, 2004).

Sobresale también la utilización de materiales orgánicos y de microorganismos biofertilizantes como hongos formadores de micorrizas arbusculares, *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megaterium* (Rivera et al., 2002 y Arozarena et al., 2004), formulados que se comercializan a través del Instituto de Ecología y Sistemática (IES), el Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA) y el Instituto de Investigaciones en agricultura tropical (INIFAT). Arozarena et al., (2004) encontraron que puede disminuirse el consumo de agroquímicos asociados al manejo de la nutrición del tomate en instalaciones de cultivo protegido hasta un 25 % mediante la aplicación al suelo de 7.5 kg.m<sup>2</sup> de materia orgánica y con el empleo de microorganismos biofertilizantes.

El Liplant aparece como una opción más dentro de un manejo integrado de la nutrición, producto elaborado por la Universidad Agraria de la Habana a partir de residuos pecuarios y agrícolas procesados mediante la lombricultura, los cuales se tratan posteriormente por vías químicas y físicas para extraer sustancias que manifiesten actividad biológica. Se ha detectado en este producto la presencia de sustancias de naturaleza fitohormonal, un 36 % de materia orgánica, 12 elementos minerales esenciales, aminoácidos, sustancias de carácter proteico y compuestos

humificados de baja masa molecular con un 50 % de ácidos húmicos y fúlvicos (Garces *et al.*, 2004).

Se desarrollan en la actualidad estudios de diagnóstico donde se identifican los problemas que desde el punto de vista nutricional afectan la productividad de los sistemas protegidos, los puntos más vulnerables y críticos y la magnitud de ellos. Estos trabajos permiten plantear a su vez las principales demandas tecnológicas, establecer indicadores que permitan monitorear y evaluar de manera efectiva y coherente en el tiempo el desarrollo de la tecnología y realizar propuestas de manejo alternativo para lograr mayor viabilidad en términos de sustentabilidad.

González *et al.* (2002), en un estudio de diagnóstico de sostenibilidad en la agrotecnología del cultivo protegido plantean que la casi totalidad de las instalaciones de cultivos protegidos están situadas sobre suelos de alto potencial productivo que quedan sometidos a una aplicación intensiva de soluciones fertilizantes, sin que por otra parte, la elevada fertilidad que los caracteriza sea tomada en cuenta al establecer el manejo nutricional y puede ocurrir que a los pocos años se reduzca la fertilidad del suelo por acumulación excesivas de sales si no se tiene la precaución de emplear los abonos más convenientes. La disminución de la actividad microbiana como consecuencia de los desinfectantes del suelo que se aplican, la falta de alternancia de cultivos y el limitado volumen de suelo explorado por las raíces a causa del riego por goteo, provocan la reducción en el tiempo de su sostenibilidad natural, atentando contra su estructura, la circulación y reciclaje de elementos y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Se destacan además los resultados obtenidos en el Proyecto I+D "Diagnóstico, monitoreo y alternativas para el manejo de la calidad de los suelos ferralíticos rojos para la producción sostenible de cultivos protegidos" donde se demostró que en los suelos Ferralíticos Rojos (el 58.18 % de las áreas de cultivo protegido del país se encuentran en este tipo de suelo) de los abonos orgánicos empleados, el estiércol vacuno fue el más utilizado (72%), seguido por el humus de lombriz (30%) la cachaza y la gallinaza respectivamente (15 y 9 %). Se obtuvo además que el fertirriego se realiza en un 91% de las casas, a partir de los correspondientes esquemas de fertilización y teniendo en cuenta sistemáticamente el estado fenológico de los cultivos y

que en el 72% de las instalaciones no se tuvo nunca en cuenta el abastecimiento de nutrientes del suelo a la hora de realizar la fertilización, mientras que en un 73.5% no se realizó análisis de suelos, tampoco se manejó la información disponible al respecto y no se tiene el control de la calidad del agua. Se detectaron problemas de salinidad clasificadas de moderadamente salina a muy fuertemente salina y una cierta correspondencia entre la salinidad del suelo y la calidad del agua de riego (Monedero *et al.*, 2004).

Un tema que hay que afrontar como problemática para poder aplicar, con conocimiento de causa, el sistema de fertirrigación es el conocimiento de las exportaciones que realiza el cultivo durante su ciclo de desarrollo para definir variaciones de las soluciones nutrientes según el momento fenológico. En este sentido, se definen en la actualidad los mencionados patrones o curvas de absorción de nutrientes y producción de materia seca, requisito indispensable para programar y ejecutar adecuadamente un programa de fertilización y teniendo en cuenta que la eficaz utilización de la fertirrigación debe ser un reto obligado en el contexto económico, social y medioambiental actual.

De esta forma, Chailloux *et al.*, (2000) obtuvieron que para los híbridos FA-180 y R-144 el orden de extracción de nutrientes se comportó de forma similar, potasio > nitrógeno > fósforo, en tanto, el orden por órganos fue de fruto > tallo + hoja > raíz y que para la obtener una cosecha de 205 –217 t.ha<sup>-1</sup> se requirieron de 247.23 – 271.57 kg.ha<sup>-1</sup> de N de 146.91 – 155.33 kg.ha<sup>-1</sup> de P y 558.93 – 615.82 kg.ha<sup>-1</sup> de K. Estos autores demostraron que la concentración de nutrientes en el cultivo del pepino tuvo el siguiente comportamiento en orden descendente: potasio, calcio, nitrógeno, fósforo y magnesio, mientras que por órganos el orden de extracción fue mayor en las hojas y en los frutos para el N, el Ca y el Mg, en tanto los tallos fueron superiores para el P y K. Calcularon además que para producir 112.04 t.ha<sup>-1</sup> de frutos el cultivo extrae 158.63 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 47.49 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 326.03 kg.ha<sup>-1</sup> de K 170.08 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca y 31. kg.ha<sup>-1</sup> de Mg.

Por su parte, Hernández *et al.*, (2004) obtuvo que para el híbrido HA 31-05, la extracción total de nutrientes para una producción media de frutos de 5.5 kg.m<sup>2</sup> y para la etapa de verano donde se efectuaron las

evaluaciones fue de 26.61 g.m<sup>-2</sup> de nitrógeno, 3.16 g.m<sup>-2</sup> de fósforo, 47.98 g.m<sup>-2</sup> de potasio, 43.69 g.m<sup>-2</sup> de calcio y 3.57 g.m<sup>-2</sup> de magnesio y la mayor contribución al consumo total de nitrógeno la realizan las hojas, seguidas del fruto, el tallo y la raíz, mientras que para el fósforo y el potasio esta contribución se presenta de la siguiente forma fruto>hojas>tallo>raíz. La velocidad de absorción del nitrógeno, del fósforo, del potasio y del calcio aumenta entre los 41 y 55 ddt, período de máximo crecimiento y correspondiente al cuaje del tercer racimo, pleno desarrollo de los primeros frutos y formación del cuarto y quinto racimo.

Se definió a la zeolita cubana como sustrato para el manejo de los cultivos sin suelo, y las soluciones nutritivas tipos a utilizar bajo esta tecnología y que han permitido rendimientos entre 14.78 y 18.2 kg.m<sup>2</sup> en híbridos de tomate indeterminados (Rosales *et al.*, 2002) y de 4.39 y 5.36 kg.m<sup>2</sup> en híbridos de crecimiento determinados (Igarza *et al.*, 2004). Por otra parte, la Litonita (zeolita cubana cargada con macro y micro elementos y granulometría de 2 a 3 mm), aplicada al sustrato, en volumen, entre un 5-15%, según la especie hortícola, resultó el producto zeolítico evaluado de mayor impacto integral sobre la calidad de las plántulas enraizadas producidas en bandejas. La utilización de este aditivo permitió la obtención de plántulas de tomate con alturas de 10-13 cm y diámetro del tallo de 3.0 mm, a los 24-28 dds; en pimiento, alturas de 9-10 cm y diámetro del tallo de 2.5 mm y 5 a 6 hojas/plántula, a los 32-36 dds y se recomendó como niveles óptimos económicos la aplicación, en volumen, al sustrato de 5% de Litonita, en Cucurbitáceas y hortalizas de hojas, 10% en tomate y Crucíferas y 15% en pimiento y berenjena (Casanova y González, 2003). Actualmente el resultado se aplica en el 100% de la superficie de hortalizas sembradas en el sistema de cultivo protegido en el país (alrededor de 120 ha); en el 100% de la superficie de tomate a pleno campo en la que se emplean cultivares híbridos para consumo fresco (1 300 ha).

En cuanto a la capacitación hay que señalar que en 1998 surgió la necesidad de capacitar a decisores, especialistas, técnicos y productores en esta novedosa técnica, mediante un programa denominado “Capacitar Antes”, a partir de cursos locales que se organizaron al principio en Empresas de Cítricos y de Cultivos Varios. “Capacitar Antes” ha jugado un papel

imprescindible en la apropiación de esta tecnología por parte de los productores en aspectos tan sensibles como la producción de plántulas en cepellones y el manejo del agua y de la nutrición. El impacto tecnológico, socioeconómico y la reducción del impacto ambiental de esta tecnología, el auge de la investigación participativa realizada por técnicos y productores capacitados y la cultura de alta tecnología adquirida tiene mucho que ver con la obra de “Capacitar Antes”, durante más de 5 años (Casanova *et al.*, 2004).

Este proyecto en alianza con otras dependencias, organizó en estos cinco años las siguientes acciones de capacitación: 5 cursos básicos provinciales, 4 cursos Básicos por Regiones del país (Occidente, Centro y Oriente) durante los años 1999-2001, 19 cursos por especialidades en empresas de producción, 6 cursos por especialidades a fertirrigadores y productores, 2 cursos internacionales de cultivo protegido tropical, 6 adiestramientos a estudiantes, técnicos y productores, 3 talleres nacionales de cultivo protegido y 3 Forum nacional Tecnológico, coauspició 18 conferencias de fertirriego y 9 de fertilización foliar y se elaboraron 3 Instructivos o Manuales técnicos y 2 CD-Rom para los Cursos Internacionales.

Por último, señalar que en base a la experiencia desarrollada en diversas zonas agrícolas del país, podemos describir los diferentes temas que hay que afrontar en el futuro como problemática para poder aplicar con eficiencia el sistema de fertirrigación. En este sentido, empresas, instituciones científicas, ministerios, decisores, profesionales y técnicos en general deben trabajar en función de satisfacer una serie de demandas productivas desde un punto de vista integrador y multidisciplinario que incluyen: la fertirrigación propiamente dicha, la definición de concentraciones y relaciones óptimas de nutrientes en las disoluciones fertilizantes, los cálculos y preparación de disoluciones, la elección de los fertilizantes más adecuados, el conocimiento de las interacciones que se suceden entre las sales del agua de riego y las disoluciones fertilizantes y su efecto en la productividad, calidad y vida postcosecha de los frutos, los efectos antagónicos y sinérgicos entre nutrientes y la aplicación en el riego localizado junto a los fertilizantes, de sustancias húmicas, aminoácidos y reguladores de crecimiento, en general, profundizar en la nutrición y la fertilización integrada de las hortalizas en casas

de cultivo como elemento tecnológico que incide de forma decisiva en la explotación sostenible y armónica del sistema. 

## Bibliografía

- CASANOVA, OLIMPIA GÓMEZ, T. DEPESTRE, R. PUPO, HORTENCIA CARDOZA, M. HERNÁNDEZ Y D. ARANGUREN  
2005 10 años de cultivo protegido de hortalizas en Cuba.—Cuba:Liliana Dimitrova.—12p.
- AROZARENA, N., A. LINO BRITO, AIDA GONZÁLEZ, ROSALIA GONZÁLEZ  
2004 Contribución a la sostenibilidad de la agrotecnología de cultivo protegido: Una reflexión posible. En: III Forum Tecnológico Especial de Cultivo Protegido (20-21 de Diciembre del 2004).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova.—p.32
- CASANOVA, A. , OLIMPIA GÓMEZ, M. HERNÁNDEZ, F. PUPO, MARISA CHAILLOUX, T. DEPESTRE, V. MORENO, J. C. HERNÁNDEZ ,IRENE JIMÉNEZ, J. PEREZ, O. CRUZ, MARIA LEÓN, MAYRA RODRÍGUEZ, A. IGARZA, A. OSUNA, HORTENCIA CARDOZA, ALEYDA MARRERO, E. PUPO, D. ARANGUREN Y A. HERNÁNDEZ  
2004 Capacitar antes: cinco años de capacitación en el sistema de cultivo protegido de hortalizas en Cuba. En: III Forum Tecnológico Especial de Cultivo Protegido (20-21 de Diciembre del 2004).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova.—p.26
- CASANOVA, A.  
2004 Invernaderos: La experiencia cubana. Revista anual del Proyecto XIX.2 del Sub Programa de Agroplasticultura del CYTED, Año III, No.1.
- CASANOVA, A. Y F. M. GONZÁLEZ  
2003 Producción protegida de plántulas hortícolas en cepellones. En: I Curso Internacional de Cultivo protegido Tropical.).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova.—ISBN 9959-7111-08-X.
- CASANOVA, A., OLIMPIA GÓMEZ, T. DEPESTRE, R. PUPO, D. ARANGUREN Y M. HERNÁNDEZ  
2001 Evolución y retos del cultivo protegido en Cuba. En Memorias del III Congreso Iberoamericano del CIDAPA y I Simposium Internacional de Plasticultura, Valencia, España, 17-19 de octubre del 2001. (soporte magnético).
- CHAILLOUX, MARISA, M. I. HERNÁNDEZ Y ANSELMA OJEDA  
2000 Informe final del subproyecto: Nutrición de hortalizas en cultivo protegido. La Habana:Liliana,.—25p.
- CHILE, SOQUIMICH COMERCIAL (SQM)  
2000 Ultrasol: Fertilizante soluble de alto rendimiento.—Los Condes, Santiago de Chile:SQM.—6p.
- CUBA, MIMBAS  
1998 Perfil del país: CUBA. Fertilizantes América Latina 3(3):27-31.
- GARCES, N., MAYRA ARTEAGA, I. CARO, R, HUELVA, MARGARITA DÍAZ, F. GURIDI, AMARILIS RAMOS Y SATURNINA MESA  
2004 LIPLANT: Producto estimulante del crecimiento y desarrollo vegetal. En: XIV Congreso Científico del Instituto de Ciencias Agrícolas, Taller de Productos biocativos (6-11 de noviembre del 2004).—La Habana:INCA.—p106. (CDRom, ISBN 959-7023-229)
- GÓMEZ OLIMPIA; A. CASANOVA, H. LATERROT Y G. ANAIS  
2000 Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe.—La Habana, Cuba:IIH “Liliana Dimitrova”.—159p.
- GONZÁLEZ, ROSALÍA, N. AROZARENA, P. GONZÁLEZ, C. BÁEZ Y J. GÁLVEZ  
2002 Diagnóstico de la sostenibilidad en la agrotecnología de cultivo protegido: En: XIII Congreso Científico del Instituto de Ciencias Agrícolas, Taller de Productos biocativos (12-15 de noviembre del 2002).—La Habana:INCA.—p125. (CDRom, ISBN 959-7023-229).
- HECHEVARRÍA, F  
2004 Efecto del bioestimulante BIOBRAS-16 en el cultivo del pepino. En: III Forum Tecnológico Especial de Cultivo Protegido (20-21 de Diciembre del 2004).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova.—p.39
- HERNÁNDEZ, MARÍA ISABEL, MARISA CHAILLOUX LAFFITA, FRANCISCO R. PUPO GONZÁLEZ, JULIA M. SALGADO PULIDO, ANSELMA OJEDA, MARITZA MARTÍNEZ, JOSÉ A. MACDONALD CUZA Y ODALIS BRUZÓN  
2005 Validación de fertilizantes de la línea ultrasol de SQM en el cultivo protegido del tomate. Su efecto en la calidad y en la conservación postcosecha. Revista Alimentaria (361):83-90

- HERNÁNDEZ, MARÍA ISABEL, MILAGROS MONEDERO, ANSELMA OJEDA Y JOSÉ A. MACDONALD
- 2004 Extracción y distribución de macronutrientes en el cultivo protegido del tomate, Híbrido HA 3105 En : Congreso Científico del INCA (9:2004, nov 9-12, la Habana) Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ISBN 959-7023-22-9
- HERNÁNDEZ, MARÍA ISABEL
- 2004 Manejo de la nutrición mineral y el fertirriego en el cultivo protegido de las hortalizas para suelos Ferralíticos Rojos (Proyecto I+D).—La Habana:Liliana Dimitrova.—22p
- 2002 Optimización de la nutrición nitrogenada y potásica en el cultivo protegido del tomate. En: Plan de Doctorado presentado al MINAG.—La habana: IIHLD.—5p
- IGARZA, A., O. ROSALES, C. BAEZ, JULIA MIRTA SALGADO Y N. AROZARENA
- 2004 Comportamiento de híbridos determinados de tomate al riego, la nutrición y la postcosecha en cultivo sin suelos. En: III Forum Tecnológico Especial de Cultivo Protegido (20-21 de Diciembre del 2004).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova.—p.36.
- IPGRI.
- 1999 Diversity for development the new strategy of the international plant genetic resources institute.—Italy:IPGRI.—53 p.
- MONEDERO, M.
- 2002 Diagnóstico, monitoreo y alternativas para el manejo de la calidad de los suelos ferralíticos rojos para la producción sostenible de cultivos protegidos (Proyecto I+D).—La Habana:Instituto de Suelos.—16p.
- MONEDERO, MILAGROS, CARMEN DUARTE, MARÍA ISABEL HERNÁNDEZ, C. A. ALFONSO, L. GÓMEZ, JUANA M. MARTÍN Y ELIA RAMOS
- 2004 Evaluación de la salinidad en casas de cultivos establecidas sobre suelos Ferralíticos Rojos. En: III Forum Tecnológico Especial de Cultivo Protegido (20-21 de Diciembre del 2004).—La Habana, Cuba: Liliana Dimitrova.—p.33
- MORENO, V.
- 2002 Análisis técnico-económico comparativo entre el esquema de fertilización tradicional utilizando productos comerciales formulados y aplicando la solución nutritiva tipo en función de las condiciones de cada lugar, utilizando fertilizantes portadores simples.—La Habana: Grupo Empresarial Frutíocla.—4p.
- ROSALES, O., C. BAEZ, A. IGARZA, YAMILKA VILLAFRANCA
- 2002 Comportamiento del tomate bajo la tecnología de cultivo protegido sin suelo utilizando zeolita cubana. En: IV Congreso Iberoamericano para el desarrollo y aplicación de los plásticos en la agricultura.—Varadero: CIDA-PA.—p29.
- RIVERA, R., F. FERNÁNDEZ, J. DELL AMICO
- 2002 Ecomic. Biofertilizante micorrizógeno de amplio espectro para la producción agrícola un candidato para la agroplasticultura. En: IV Congreso Iberoamericano para el desarrollo y aplicación de los plásticos en la agricultura.—Varadero: CIDAPA.—p19.

**María Isabel Hernández Díaz<sup>1</sup>, Marisa Chailoux Laffita<sup>1</sup>, Mariluz González<sup>4</sup>, Anselma Ojeda Velóz<sup>1</sup> y Yunia Perera Montero<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Horticolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Grupo Empresarial Frutícola.

<sup>3</sup> Comercial Caimán Internacional.

<sup>4</sup> Estación Experimental de Suelos de Camaguey.