Contenido

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 2. FERTILIDAD Y MANEJO DEL SUELO: BASES PARA LA AGRICULTURA ORGÁNICA.

2.1 Reciclaje de nutrientes: aspectos prácticos.
2.2 Los recursos hídricos y el efecto del mulcheo sobre el suelo
2.3 Rotación de cultivos.
2.4 Biofertilizantes y Bioestimuladores. Métodos de inoculación.

CAPÍTULO 3. ALTERNATIVAS DE CONTROL BIOLÓGICO Y NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA.

3.1 Biodiversidad de plantas, insectos y microorganismos.
3.2 Uso de controles biológicos.
3.3 Manejo Integrado de plagas y enfermedades.
3.4 Experiencias de productores.

CAPÍTULO 4. MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS.

4.1 Producción de semillas.
4.2 Pre-acondicionamiento de las semillas como factor de éxito en la agricultura orgánica.
4.3 Recuperar variedades locales y nativas
4.4 Mejoramiento genético tradicional
4.5 Aporte de la biotecnología al mejoramiento genético: aplicaciones en la agricultura orgánica.

CAPÍTULO 5. SISTEMA PARA LA HORTICULTURA ORGÁNICA. HIDROPONÍA FAMILIAR Y LOS HUERTOS INTENSIVOS

5.1 La producción orgánica de hortalizas.
5.2 La huerta organopónica cubana.
5.3 La hidroponía familiar.
5.4 Los Huertos Intensivos (la experiencia de Cuba).
5.5 La experiencia de los productores cubanos.

CAPÍTULO 6. FRUTICULTURA ORGÁNICA TROPICAL.

CAPÍTULO 7. LOS ANIMALES EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA.

CAPÍTULO 8. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO PREDIAL.

8.1 Sistemas de Producción. La Experiencia Cubana.
8.2 Diseño Predial

CAPÍTULO 9. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD Y LA INOCUIDAD EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS.

9.1 Introducción.
9.2 Los conceptos de calidad y las regulaciones generales del comercio globalizado de alimentos.
9.3 Control y normatividad de la calidad y la inocuidad. Su relación con las normas y textos del *Codex Alimentarius.* Impactos en el comercio de alimentos. Especificidades de las producciones orgánicas.
9.4 Inocuidad y análisis de los peligros en la cadena de producción orgánica de frutas y hortalizas frescas
9.5 Las Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufacturas (BPA y BPM) a realizar para el aseguramiento de la calidad y la inocuidad en las frutas y hortalizas frescas producidas en sistemas orgánicos.
9.6 Aspectos básicos del manejo postcosecha
9.6.1. Factores bióticos.
9.6.2. Factores abióticos.
9.7 El Programa Nacional de Agricultura Urbana de Cuba (PNAU). Una experiencia en control y normatividad de la calidad e inocuidad de frutas y hortalizas frescas.
9.8 Conclusiones.
9.9 Recomendaciones

CAPÍTULO 10. MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS.

10.1 MERCADOS (ESCENARIOS, PERSPECTIVAS Y TENDENCIAS)
10.2 COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS.
10.3 CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Enfocando una agricultura orgánica sostenible frente al desafío de la mega-urbanización en América Latina y el Caribe

Juan Izquierdo, Ph. D.

Oficial Principal de Producción Vegetal

Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe

Adolfo A. Rodríguez Nodals, Ph. D.

Director General

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT),

La Habana, Cuba.

Entre las demandas y mandatos más significativos que están siendo recibidos por las instituciones de investigación, los centros de transferencia de tecnología, las organizaciones municipales, las organizaciones no gubernamentales y las agencias internacionales de cooperación, se encuentra el desarrollo y la transferencia de una tecnología apropiada para la producción de alimentos en las ciudades o en sus periferias. Dentro de este contexto, la generación y aplicación de tecnologías apropiadas y sostenibles adquiere, a la luz de los actuales desafíos de mega- urbanización, pobreza urbana, mal nutrición e inseguridad alimentaria, una crítica y perentoria importancia.

La agricultura urbana y peri urbana (AUP) debe conceptualizarse como parte integral y coexistente del complejo mecanismo de suministro y distribución de alimentos en los núcleos urbanos, requiriéndose de mecanismos de adopción y puesta en marcha de procesos productivos hortícolas intensivos orientados al autoconsumo y/o mercado.

Desde el ángulo de la visión de FAO, la agricultura orgánica comprende a un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo requiriéndose tecnologías, basadas en la información técnico-científica verificada que permita una apropiación y expansión.

La agricultura orgánica, visualizada como componente coexistente con otras formas de agricultura a nivel urbano y periurbano, están comenzando a atraer la atención de muchos países especialmente frente a la reducción del apoyo gubernamental en los créditos a los insumos agrícolas y en la transferencia de tecnología. Para que esto se promueva y concrete, es necesario plantear un enfoque de diversificación en los sistemas orgánicos aumentando a su vez la estabilidad de los ecosistemas, la protección del medio ambiente, la inocuidad de la salud humana, y la adaptación a las condiciones socioeconómicas que imperan en los sectores marginados de amplias zonas urbanas y peri urbanas de América Latina y el Caribe. Este proceso debe estar basado sobre lineamientos técnicos comprobados en un proceso de coexistencia con lineamientos que provienen de la agricultura sostenible, la agricultura de conservación de suelos, el manejo integrado de cultivos y plagas y las aplicaciones de la biotecnología especialmente en el control de limitaciones abióticas y bióticas que están incidiendo sobre la productividad e inocuidad de los productos.

La agricultura orgánica sostenible, plantea desafíos nuevos a los países y sus instituciones especialmente en la posibilidad de contribuir a la calidad del medio ambiente, la generación de ingresos y la seguridad alimentaria. Una decisión informada, basada en la ciencia y la tecnología respecto a la agricultura orgánica debe integrarse dentro de una gama de opciones agrícolas y hortícolas sostenibles con el apoyo de la investigación y la extensión que permitan apoyar oportunidades comerciales a niveles nacionales e internacionales.

La agricultura orgánica brinda la ocasión de combinar conocimientos tradicionales con la ciencia moderna biológica, genética y molecular, tecnologías de producción nuevas e innovadoras para proporcionar oportunidades comerciales que permitan la generación de ingresos y un mayor aporte al auto suministro de alimentos.

Considerando que existen muchas iniciativas a nivel de los países de América Latina y el Caribe de desarrollar programas a nivel de las instituciones municipales o no gubernamentales en torno a la agricultura orgánica, la puesta en marcha y publicación de un manual sobre Agricultura Orgánica Sostenible en español, no disponible en estos momentos a nivel de los países de la región, fue considerada una prioridad para el subprograma de Producción Vegetal de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Dada la trayectoria del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), especialmente enfocado a apoyar al programa nacional de agricultura urbana de Cuba, el lanzamiento del manual en forma concomitante a la realización del Taller

“Alimentando Ciudades de América Latina” para autoridades municipales de países de la región, es una actividad prioritaria de fortalecimiento y divulgación de las tecnologías apropiadas para la agricultura orgánica a nivel de las condiciones urbanas y peri urbanas. El manual enfoca con criterios de bases científicas sólidas aspectos vitales de la fertilidad y manejos de suelos, control biológico y natural de plagas y enfermedades, el mejoramiento genético y la producción de semillas, y aspectos del manejo hortícola, frutícola y de animales y su comercialización para condiciones normales de los países de la región. La propuesta considera la realización de una exhaustiva revisión de literatura nacional e internacional incorporando a su vez información no publicada previamente y dentro de un contexto amplio de agricultura orgánica sostenible no sujeta a limitaciones dogmáticas en sus aplicaciones técnicas y abiertas a la coexistencia con otras formas de agricultura sostenible.

El manual es parte integral de un proceso de transferencia de tecnología dirigido a la agricultura urbana y peri urbana que están siendo desarrollados por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe que comprende opciones de producción vinculadas a huertos convencionales con aplicación mínima de insumos; micro huertos hidropónicos; huertos orgánicos y huertos familiares, como a su vez la cría de animales menores en condiciones reguladas respecto a la sanidad y a las reglamentaciones municipales vigentes. Esta colección de distintas oportunidades está siendo recopilada en un CD Rom multimedia que será lanzado a finales del año 2003 en donde el manual de Agricultura Orgánica Sostenible representará un componente de importancia.

Conscientes de que los métodos de producción orgánica a ser elegidos por los agricultores urbanos y peri urbanos dependen de las condiciones agroecológicas y de la disponibilidad y costo del insumo básico de materia orgánica, es muy importante analizar las bases para una sostenibilidad de la producción a nivel de las huertas orgánicas. Esta visión debe comprender la utilización de variedades locales y de variedades mejoradas por los institutos de investigación gubernamental y académica incluyendo la factibilidad futura de incorporar variedades mejoradas a través de la aplicación de la biotecnología moderna en aspectos como la resistencia a insectos, hongos, bacterias y otros agentes bióticos y abióticos así como el mejoramiento de la calidad nutricional de las mismas. La agricultura orgánica urbana y peri urbana no debe ser limitada por conceptualizaciones comerciales ni fundamentalistas promoviendo a su vez la aplicación, en base a información científica publicada y verificada, del manejo multi-cultivo integral comprendiendo rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, fertilizantes de fuentes naturales, el uso de materiales orgánicos compostados y tecnologías de cero labranza que permitan mejorar la fertilidad y la estructura del suelo. En los aspectos de control de insectos y otras plagas el enfoque deberá ser puesto en la utilización de bioplaguicidas, extractos de plantas y la utilización de variedades mejoradas por resistencia a través de la aplicación de la biotecnología al mejoramiento genético. La agricultura orgánica para las condiciones urbanas debe permitir una coexistencia armónica de tecnologías buscando primordialmente el auto abastecimiento de alimentos inocuos a las numerosas poblaciones marginadas urbanas y periurbanas y promover a través de la autogestión la eventualidad de la generación de ingresos. Este enfoque es a su vez un desafío y una propuesta que nos proponemos avanzar a través de los distintos capítulos de la obra que aquí se presenta.

CAPÍTULO 2. FERTILIDAD Y MANEJO DEL SUELO: BASES PARA LA AGRICULTURA ORGÁNICA.

2.1 Reciclaje de nutrientes: aspectos prácticos.

MSc. Rosalía González Bayón

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

El sistema suelo es complejo, dinámico y diverso, en él se encuentran substancias minerales, elementeos gaseosos y un gran número de organismos vegetales y animales vivos y en descomposición.

La materia orgánica del suelo influye en casi todas las propiedades importantes que contribuyen a la calidad del mismo, a pesar de representar un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (1% - 6%). La calidad y cantidad de materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, un buen manejo de la misma puede mejorar la estructura y disponibilidad de nutrientes, así como incrementar la diversidad biológica del mismo.

En el suelo la materia orgánica puede diferenciarse en tres fases (Kononova, 1976):

- Materia orgánica bruta, constituida por residuos animales y vegetales, frescos y parcialmente descompuestos.
- Humus en formación, integrado por productos de la descomposición avanzada de los residuos orgánicos y productos resintetizados por microorganismos (carbohidratos, ácidos orgánicos, compuestos nitrogenados, ligninas etc.)
- Humus estable, formado por las sustancias estrictamente húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas, etc.) la mayoría unidas a la parte mineral del suelo.

Es importante señalar que aunque muchas veces se utilizan indistintamente los términos materia orgánica y humus, éstos tienen significados diferentes; el humus es la fracción de materia orgánica del suelo totalmente descompuesta y relativamente estable con gran influencia en las propiedades químicas del suelo.

La mayoría de los nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo son absorbidos por las raíces directamente desde la solución de suelo, (fracción del agua presente en el suelo que está disponible para ser absorbida por las raíces y que contiene disueltos los elementos en formas asimilables); con excepción del carbono (C), hidrógeno(H) y oxígeno (O) que las plantas toman fundamentalmente del CO_2 del aire y del agua y que suponen más del 90 % del peso seco de las mismas. Para el carbono, el oxígeno y el nitrógeno, la atmósfera funciona como el reservorio principal, mientras que para el fósforo, calcio, azufre, potasio al igual que para la mayoría de los micronutrientes es el suelo el principal reservorio.

No todos los nutrientes presentes en el suelo, o en la atmósfera se encuentran en forma disponible para las plantas, algunos deben ser transformados antes de poder ser utilizados, un ejemplo de ello es el nitrógeno atmosférico que mediante el proceso de fijación biológica llevado a cabo por algunos microorganismos puede ser incorporado a la biomasa de las plantas o al suelo; durante el proceso de mineralización puede ser convertido a formas asimilables (amonio y nitrato) por las raíces y retornar posteriormente a la atmósfera por diferentes vías como se reflejan en el ciclo geoquímico de este elemento.(Gleissman,2001).

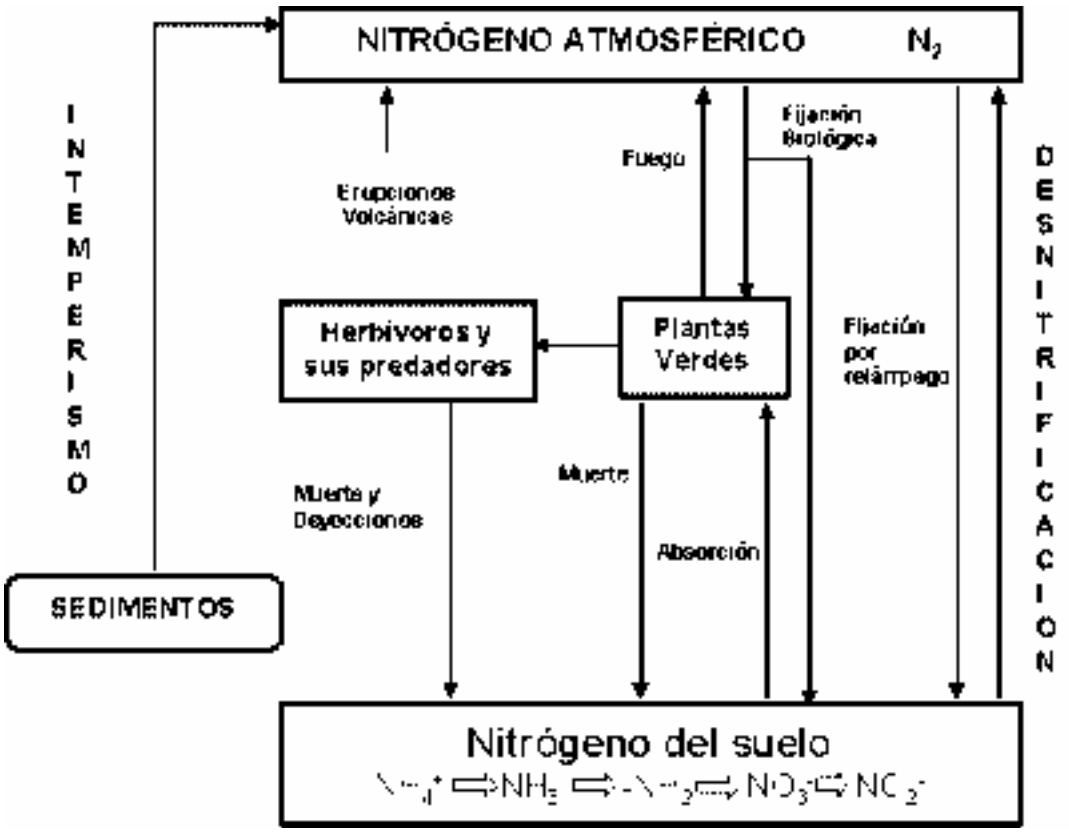


Fig. 1. Ciclo del nitrógeno.

Tres nutrientes se reconocen desde el punto de vista cuantitativo como principales: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio(K), seguidos por azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) como elementos secundarios y otro grupo de los cuales las plantas necesitan solamente pequeñas cantidades y son conocidos como oligoelementos; hierro (Fe), cinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu), boro (B) y molibdeno (Mo)(Bonilla,1992).

Para que el funcionamiento metabólico de la planta sea adecuado y su desarrollo óptimo es necesario que las sustancias nutritivas se encuentren en equilibrio e interactúen de forma armónica mientras que en exceso o déficit se originan plantas débiles, susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, de baja calidad alimentaria y cosechas de poca durabilidad.

Cada nutriente no puede evaluarse de forma aislada sino en su relación con los demás, siendo de fundamental importancia el conocimiento de las funciones de cada uno de éstos en relación con el metabolismo vegetal.

Nitrógeno.- Es fundamental para el crecimiento vegetativo e imprescindible en el proceso de formación de proteínas. Su deficiencia provoca bajos rendimientos, débil macollamiento en cereales, madurez prematura, hojas de color verde claro o amarillentas entre otras. Un exceso de este elemento se traduce en menor resistencia frente a las plagas y enfermedades, vuelco de las plantas, hojas de color verde azulado oscuro y retardo en la maduración.

Fósforo.- Desempeña una función fundamental en la división celular y es parte elemental en compuestos proteicos de alta valencia, influye en la formación de raíces y semillas, siendo un regulador principal de todos los ciclos vitales de las plantas. Su carencia se manifiesta por un retraso en la floración y una baja producción de frutos y semillas. Un exceso puede provocar la fijación de elementos como el cinc en el suelo.

Potasio.- Interviene activamente en el proceso de división celular regularizando las disponibilidades de azúcares, así como en los procesos de absorción de calcio, nitrógeno y sodio. Su carencia se manifiesta en forma de necrosis en los márgenes y puntas de las hojas más viejas, bajo rendimiento y poca estabilidad de la planta, mala calidad y alta pérdida del producto cosechado. En exceso bloquea la fijación de magnesio y calcio.

Calcio.- Es parte fundamental de determinados compuestos y muy importante en la regulación del pH, fortalece las raíces y paredes de la célula y regula la absorción de los nutrientes.

Magnesio.- Constituyente de la clorofila, tiene un papel predominante en la actividad de las enzimas relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos. Su carencia se manifiesta en la planta por la presencia de hojas inferiores cloróticas, reduciendo la cosecha y el tamaño de los frutos; un exceso de este elemento provoca carencias de calcio.

Azufre.- Indispensable para el proceso de formación de proteínas sobre todo en las leguminosas, sus síntomas carenciales en general no son muy visibles.

Hierro.- Constituye un importante catalizador para la fotosíntesis y la oxidación participando en los procesos de formación de hidratos de carbono y clorofila, su deficiencia provoca clorosis entre las nervaduras, principalmente en las hojas más jóvenes, reduce la velocidad de crecimiento y limita la fructificación; en exceso provoca manchas necróticas en las hojas.

Cobre.- Es un catalizador del metabolismo vegetal, así como un componente de enzimas fundamentales como la polifenol oxidasa. Cuando hay carencia de este elemento las hojas presentan un color verde oscuro y se enrollan, mientras que su exceso es perjudicial, sobre todo si en el suelo hay presencia de más de 10 ppm de este elemento ya que resulta tóxico para la vida microbiana del suelo y las propias raíces de las plantas, induciendo deficiencia de hierro.

Cinc.- Importante factor en la producción de auxinas, componente esencial de enzimas y coenzimas y su deficiencia produce clorosis, acortamiento de los entrenudos y disminución de la producción de semillas, y su exceso trae consigo una deficiencia de hierro.

Manganeso.- Es un activador de muchas enzimas esenciales, su carencia produce hojas cloróticas con lesiones necróticas y malformadas.

Boro.- Tiene la propiedad de formar complejos con los azúcares, jugando un papel importante en el transporte de los mismos, su carencia provoca muerte de los meristemos apicales, las plantas presentan un aspecto de arbusto con muchas ramificaciones, la floración a menudo no existe y cuando hay frutos, éstos suelen estar mal formados. El exceso provoca clorosis y quemaduras. El rango entre suficiencia y toxicidad es muy estrecho.

Molibdeno.- Es esencial para la fijación de nitrógeno a partir de *Rhizobium.* En estado de carencia se desarrolla una clorosis que varía de un color amarillo-verdoso a naranja pálido pudiendo presentar necrosis; la floración puede ser suprimida y las legumbres suelen presentar síntomas de deficiencia de nitrógeno.

En los trópicos, los suelos se caracterizan por ser pobres en nutrientes o presentar deficiencias en algunos de ellos por lo que el mantenimiento de altos niveles de materia orgánica contribuye a través de los ciclos biológicos, a constituir un bio-depósito de nutrientes, así como en aportar a la capacidad de intercambio catiónico.

La productividad de un sistema agrícola sustentable está estrechamente ligada a la magnitud y eficiencia de la utilización de los nutrientes, y a la reducción de sus pérdidas, las que pueden ser disminuidas, pero no eliminadas ya que procesos como volatilización, fijación e inmovilización de los nutrientes por citar algunos, no pueden ser eliminados totalmente.

La utilización de los residuos vegetales como “mulch” o incorporados al suelo, puede contribuir a disminuir las pérdidas por erosión al mantener cubierto el mismo, a la par que incrementa la tasa de incorporación de materia orgánica.

La producción de compost a partir de residuos de cosecha, desechos domésticos, estiércoles y otros residuos orgánicos también disponibles localmente, constituye otra estrategia de importancia para el reciclaje de nutrientes. El compost es el producto final de la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos del suelo y constituye un fertilizante orgánico que cumple una doble función: contribuye a mejorar su estructura y provee de nutrientes, sus ácidos orgánicos hacen a los nutrientes del suelo mas disponibles para la planta.

De igual manera el empleo de la lombriz de tierra para la transformación de los residuos orgánicos en humus y su incorporación al suelo como abono orgánico, es una práctica que permite intensificar la vida del suelo debido a la abundante flora microbiana que contiene. El humus de lombriz es un estimulador biológico de la fertilidad del suelo, por el aporte equilibrado de vitaminas, enzimas, auxinas, macro y microelementos, ácidos fúlvicos y húmicos que con su aplicación se consigue.

Los macro y microelementos pueden ser asimilados por vía radical, en tanto las enzimas, vitaminas y auxinas ejercen su función en la rizosfera y a la vez estimulan el desarrollo de los microorganismos concurrentes en esa zona.

La descomposición del humus proveniente tanto de procesos de compostaje como del lombricultivo y de los fenómenos de transformación natural en los suelos, y que da lugar a la formación de productos o sustancias asimilables por las plantas (amonio; nitratos y sustancias minerales), se conoce como mineralización; como proceso es una oxidación biológica en presencia de calcio (Ca) y fósforo (P) que transcurre lentamente; es ejecutada por organismos altamente especializados y tiene lugar bajo condiciones adecuadas de humedad, pH, temperatura y presencia de oxígeno.

Los ácidos fúlvicos aparecen como resultado inicial de la oxidación biológica de la materia orgánica y en presencia de calcio, fósforo, potasio y nitrógeno, son a su vez biotransformados en ácidos húmicos que se degradan seguidamente para transformarse en las ya citadas sustancias nutritivas; un exceso de calcio producto del encalado en los suelos,

que se asocia a valores de pH superiores a las 8 unidades, provoca la retransformación de esta especie química a ácidos fúlvicos nuevamente y detiene el proceso de mineralización. Esta situación llama la atención sobre la necesidad de tomar en cuenta, las características de los suelos antes de realizar aplicaciones de materia orgánica a los mismos.

El incremento en la fijación biológica del nitrógeno atmosférico por la utilización de biopreparados a base de bacterias (*Rhizobium, Bradyrihzobium, Azotobacter, Azospirillum*, etc.) que permiten suministrar parte del nitrógeno que las plantas necesitan, así como el empleo de otros microorganismos capaces de solubilizar el fósforo fijado o no asimilable de los suelos, también constituyen alternativas eficaces para maximizar el uso de los nutrientes por las plantas.

Existen no pocas versiones comerciales de estos productos y su uso es ya una práctica común en la agricultura moderna. Su elección depende de las condiciones edafoclimáticas en que deben ejercer su efecto y de las posibilidades de manejo al alcance del productor. (Ver el epígrafe 2.4).

La aplicación de materia orgánica al suelo no sólo ha de responder a la necesidad de garantizar la mejora y/o conservación de este recurso natural: también ha de tomar en cuenta el consumo nutrimental de las especies vegetales a cultivar, de manera que resulte válida igualmente por el aporte neto de elementos que se consiga.

Así, se deberá tomar en cuenta la riqueza nutrimental de las distintas fuentes orgánicas empleadas en la agricultura; al respecto, cachaza, humus de lombriz y estiércoles de diverso origen, se cuentan entre los materiales de mayor consumo y reconocimiento**.**

Tabla 1. Composición química de fuentes orgánicas de uso frecuente en la agricultura

Material	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Relación C/N
Cachaza	57	2.1	2.32	1.23	22\1
Estiércol vacuno fresco	65	1.50	0.62	0.90	25\1
Estiércol porcino	45	2.5	0.60	0.50	10\1
Estiércol ovino-caprino	30	0.55	0.26	0.25	32\1
Humus de lombriz	70	3.12	1.71	1.51	10\1

Fuente: Manual para la producción de abonos orgánicos en la Agricultura Urbana

En Cuba, país de alto potencial azucarero, el empleo de cachaza como abono orgánico es una práctica muy difundida dado su adecuado valor fertilizante. Su aplicación en dosis de 120-160 t/ha a suelos arenosos dedicados al cultivo de caña de azúcar, puede sustituir la aplicación total de fertilizante mineral, (Arzola *et al*., 1990).

Resultados satisfactorios han sido informados también para su aplicación en viveros de cítricos, en proporción 1:1 con suelo del tipo Ferralsol sin necesidad de aplicar fertilizante mineral.

Ampliamente utilizado también como abono orgánico, el humus de lombriz puede sustituir total o parcialmente las aplicaciones de fertilizantes químicos en diferentes cultivos.

Tabla 2. Uso del humus de lombriz en diferentes cultivos en Cuba.(Martínez, F. *et al*., 2003)

Cultivo	Suelo	Dosis, t/ha	Aplicación de fertilización mineral, %
Papa	Fluvisol	4	40%N – 75%PK
Papa	Ferralsol	6	50% NPK
Tomate	Nitisol	4	50% NPK
Pimiento	Nitisol	4	75% NPK
Arroz	Vertisol	6	65% N

La Agricultura Urbana con su notable auge en Cuba, también se distingue por la aplicación de elevadas cantidades de materia orgánica en el soporte de la nutrición vegetal y en el manejo de la conservación de la fertilidad del suelo. Dosis de 10kg/m^2 son aplicadas en la agrotecnología organopónica para garantizar rendimientos de hasta 20 kg/m^2 /año.

En resumen, puede decirse que un uso y manejo adecuado de la materia orgánica conjuntamente con la intensificación de la vida del suelo y el reciclaje de los nutrientes garantiza el poder conservar y mejorar la capacidad productiva del recurso suelo.

2.2 Los recursos hídricos y el efecto del mulcheo sobre el suelo

Dra. Rosa Orellana Gallego

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

El agua es el elemento más importante de la Tierra, sin él no hay vida. En el mensaje que emitió el Sr. Koichiro Matsuura, Director General de la UNESCO, con motivo del Día Mundial del Agua el 22 de marzo del 2002, se plantea que uno de los desafíos más graves ante los que enfrenta el mundo de hoy es la crisis de agua que se avecina, por lo que de no mejorar la gestión de los recursos hídricos y los ecosistemas conexos, en el 2025 dos tercios de la humanidad padecerán problemas de penuria de agua grave o moderada.

La mayor parte del agua dulce (aproximadamente 2%) se localiza en los casquetes polares, y la que queda disponible en los lagos y ríos de la superficie terrestre es inferior a 0.014%. Se estima que los seres humanos necesitan alrededor de cinco litros diarios para garantizar la supervivencia y unos 80 litros para cubrir sus necesidades de comida y aseo diario. Tampoco los animales y las plantas pueden vivir sin agua, del mismo modo que la industria requiere para su funcionamiento de cantidades importantes de este preciado recurso. Cada año se evaporan 330 millones de hectómetros cúbicos de agua en los océanos, y cerca de 63 millones en los terrenos del planeta. Sin embargo, solamente 100 millones caen a la tierra en forma de precipitaciones, siendo el promedio anual de lluvia equivalente a 660 mm (datos tomados de http:// www.infoagua.org, 2002).

El problema de la escasez de agua se ha manifestado desde principios del siglo XX. En el artículo "La sequía vencida sin riego, o sea el cultivo de los terrenos áridos" del Dr. Mario Calvino, publicado en 1910 en México, se asegura que con una caída anual de lluvias de 300 mm, y sin riego, se pueden obtener cosechas de cada clase superiores a la de los correspondientes países húmedos, *"a costa de mayores cuidados y de mayor trabajo"*. El autor del artículo estaba convencido que el mal no estaba en la falta de lluvia sino en la evaporación, por lo que recomendó la utilización de prácticas alternativas que redujeran la misma.

Hoy se reconoce al "mulcheo" (del inglés *mulching,* que traducido al español significa cobertura de suelo) como una práctica agrícola que ofrece grandes beneficios en el control efectivo de malezas, en la conservación de la humedad del suelo y en la estabilización de su temperatura.

El mulcheo es una práctica provisoria de estabilización del suelo o control de la erosión donde materiales como la paja, la hierba, el compost o la gravilla, son incorporados a la superficie del suelo. Entre los mulches naturales y sintéticos más comunes se incluyen los siguientes:

Materiales vegetales: pajas (de trigo, cebada, centeno), hierba forrajera.

Productos derivados de la madera: celulosa, madera desmenuzada, cortezas, aserrín.

Otros materiales orgánicos: hojarasca, turba, estiércoles, compost.

Productos rocosos: gravas, escorias, piedra triturada.

Mulches fabricados: yute, fibra de coco, hebras de madera, tiras de papel kraft.

Mulches sintéticos: asfalto, vinil, plásticos, látex, caucho, adhesivos o pegamentos.

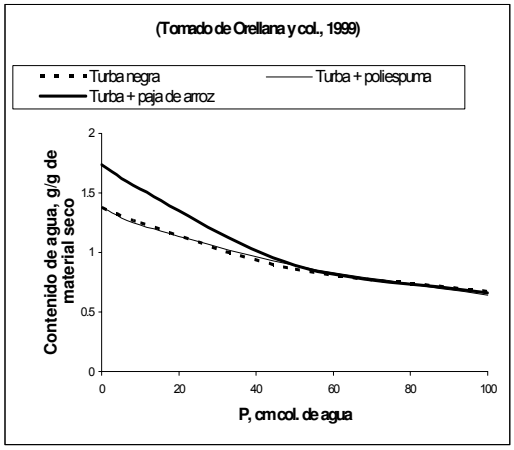
El Departamento Idaho de Calidad Ambiental (2002) creó una guía para la utilización de diferentes mulches (Tabla 3).

Tabla 3. Guía de diferentes mulches creada por el Dpto. Idaho de Calidad Ambiental.

Material mulch	Calidad standard	Proporción	Profundidad y modo de cubierta	Observaciones
Grava, escoria o piedra molida	Lavada, 20-40 mm de diámetro con no menos del 30% de la de mayor tamaño.	8 m3 (o más para garantizar el 90 % de cobertura a 2.3 T/100 m2	70 – 80 mm uniforme	Excelente mulch para pendientes pequeñas alrededor de las plantas maderables y ornamentales. Usar donde esté expuesto al tráfico de personas.
Paja o hierba	Seca al aire, libre de semillas no deseadas y materiales groseros. Las fibras no deben ser picadas para reducir el largo de las mismas; largo mínimo: 200 mm	40 – 50 kg	50 – 80 mm; formar una esterilla uniforme de tal forma que del 20 al 40 % de la superficie del suelo original pueda ser vista.	Usar donde el efecto del mulcheo debe ser mantenido por más de 3 meses. Es el mulch más ampliamente usado. Puede ser utilizado en áreas de erosión crítica.
Fibras de celulosa derivadas de la madera	El material no debe contener ningún factor que inhiba el crecimiento.	10 – 15 kg		Si se usa sobre áreas críticas, doblar la proporción normal. Aplicar con hidromulch.
Madera picada	No usar material seco al aire o seco en estufa. Tamaño de los pedazos: (15x40) mm de diámetro y 3 a 15 mm de grosor.		70 – 80 mm uniforme	Aplicado en una capa más gruesa por largo tiempo puede reducir marcadamente los nutrientes del suelo. Incrementar la fertilización un 25% con este mulch en lugares revegetados.
Compost	Olor a tierra	0.15 – 1.5 m3	50 – 80 mm uniforme	Barato, pero puede no ser asimilable en algunas áreas.

Algunos materiales como la cascarilla de arroz, la poliespuma desmenuzada y el aserrín son más estables que los mulch livianos (turba, estiércoles, compost) y pueden ayudar a éstos a mejorar su estructura y consistencia.

En la Fig. 2 se representa la capacidad de retención de humedad de materiales, solos y combinados, comúnmente usados en Cuba en los sistemas de Agricultura Urbana, y en la Tabla 4 se muestran las reservas de aire que disponen en estado húmedo.



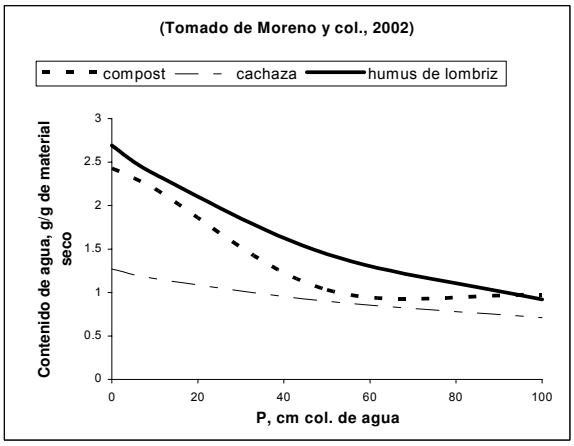


Fig. 2. Curvas de retencion de agua en diferentes materiales

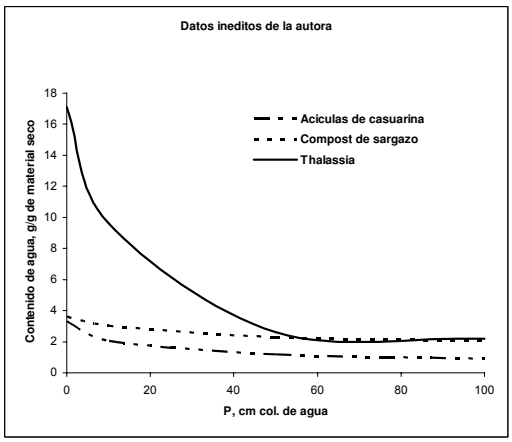


Tabla 4. Porcentaje de aire, contenido en diversos materiales (modificado de Moreno y col.2002; [1]datos inéditos de la autora).

Sustrato	% Aire
Turba + poliespuma	10,9
Turba + paja de arroz	11,9
Turba negra	9,1
Compost	9.8
Humus de lombriz	12.3
Cachaza	9.0
Humus mor de casuarina[1]	37.0
Compost de sargazo[1]	16.0
Thalassia[1]	30.1

La relación agua-aire en los mulches es de gran importancia con vistas a mantener un correcto intercambio hidrotérmico y aéreo entre el suelo y el material. Si el suelo está muy húmedo, un mulch muy compacto en épocas de abundantes lluvias pudiera retardar demasiado su secado y por consiguiente el sistema radical sufriría la falta de oxígeno.

Para satisfacer los objetivos primarios del mulcheo, otro factor a tener en cuenta es la profundidad de la capa a aplicar, considerada óptima entre 5 y 6.25 cm de altura. Un mulch más alto pudiera reducir severamente o eliminar el secado y provocar el anegamiento del suelo, particularmente durante la época lluviosa en suelos arcillosos pesados, lo que posibilitaría el desarrollo de enfermedades de las plantas, principalmente fungosas.

El mulcheo es una técnica inmediata, efectiva y barata para proteger al suelo y controlar la erosión (Tabla 4), ayudando a la revegetación de los lugares donde se aplica, además de que retiene humedad (lo que puede disminuir las necesidades de agua por los cultivos) y puede constituir una fuente de nutrientes importante a medida que va descomponiéndose en el tiempo (Tabla 5).

Tabla 5. Disminución de las pérdidas de suelo para diferentes tratamientos mulch (Fuente: Harding, 1990; citado en www.epa.gov/npdes/menuofbmps/site_19.htm, 2002).

Características del mulch	Disminución de las pérdidas del suelo, (%)	Reducción de la velocidad de escorrentía (% en base a suelo desnudo)
100% paja de trigo/ malla en superficie	97.5	73
70% paja de trigo/ 30% fibra de coco	99.5	78
100% fibra de coco	98.4	77
Fibras de madera/malla superficial	90.4	47

Tabla 6. Composición química de algunos residuos utilizados como cobertura muerta (mantillo) (Fuente: Calegari, 1989; citado en www.fao.org, 2002).

Material	Relación C:N	N%	$P_2 O_5$ %	$K_2 O$ %
Paja de café	31.00	1.65	0.18	1.89
Paja de maíz	112.00	0.48	0.35	1.64
Paja de arroz	53.24	0.77	0.34	-
Cascarilla de arroz	39.00	0.78	0.58	0.49
Aserrín	865.00	0.06	0.01	0.01
Tusa de maíz	72.72	0.66	0.25	-
Pasto elefante	69.35	0.62	0.11	-
Pasto bermuda	31.00	1.62	0.67	-
Rama de yuca	67.14	0.70	0.25	-
Bagazo de caña	22.00	1.49	0.28	0.99

En condiciones de clima tropical, donde se producen intensas lluvias con una elevada energía cinética de las gotas, la cobertura del suelo tiene una acción protectora por la interceptación y absorción del impacto directo de las mismas, lo que previene el sellado de la superficie y preserva la estructura del suelo, así como también estabiliza la capacidad de infiltración del agua durante la ocurrencia del evento meteorológico.

En Burkina Faso el mulcheo con hierba es una de las técnicas tradicionales de conservación del suelo y del agua en la región, usada no sólo para cubrir los suelos sino también para enriquecerlos con materia orgánica y nutrientes. Los productores citan a las lluvias, el viento y la actividad humana como las mayores causas de erosión, y el 36-38% menciona el mulcheo como método para combatir su efecto; el 63% lo utiliza combinado con la implantación de franjas de vegetación y cubiertas de piedras. Entre los principales resultados que obtienen con el uso de este tipo de mulch señalan los incrementos de los niveles de humedad en el suelo (30%), aumentos de la fertilidad del suelo (23%), protección contra el viento, lluvia y sol (5%) y un incremento general en la producción agrícola (36%).

Los cultivos de cobertura, definidos como “cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, y se cultiva en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)”, son también una tecnología versátil y adaptable, que favorece la conservación del suelo y del agua, suprime las malezas, controla las plagas y provee alimentos para el hombre y el ganado. Pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, pero la mayoría son leguminosas. En Cuba se ha realizado un estudio bastante completo sobre esta alternativa que incluye selección de especies promisorias para el país, las fechas óptimas de siembra, potencialidades para la sustitución de fertilizantes químicos nitrogenados, así como su ubicación en los sistemas de asociación y rotación con cultivos económicos. Las leguminosas promisorias para Cuba por su adaptación y aportes son: *Canavalia ensiformis* (canavalia), *Crotalaria juncea* (crotalaria), *Vigna unguiculata* (caupí), *Vigna radiata* (frijol mungo), *Sesbania rostrata* (sesbania), *Sorghum bicolor* (sorgo de grano), *Lablab purpureus* (dolichos).

Los cultivos de cobertura protegen al suelo de las lluvias intensas y a través de su sistema radical incrementan la porosidad estructural, y por lo tanto, favorecen la infiltración del agua. Se reportaron aumentos del nivel de humedad del suelo bajo cultivo de plátano, mediante la utilización de la técnica de arrope con residuos de las cosechas de *Oryza sativa* (arroz) y de otros cultivos, intercalados simultáneamente como *Canavalia ensiformis* (canavalia), *Brassica oleracea* (col), *Helianthus annuus* (girasol), *Glycine max* (soya), *Zea mays* (maíz), *Crotalaria juncea* (crotalaria), *Vigna* spp.(vignas) e *Ipomoea batatas* (boniato), lo que trajo consigo incrementos en la producción agrícola de dicho cultivo principal y una mayor diversidad de alimentos.

En este siglo que comienza, para el cual se han pronosticado guerras entre países por el problema del agua, la utilización de coberturas de suelo, tanto vivas como muertas, constituye una solución de fácil aplicación y económicamente rentable para preservar dos de los principales recursos naturales con que cuenta el hombre: suelo y agua.

2.3 Rotación de cultivos.

Dr. Noel J. Arozarena Daza

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

¿Qué es la rotación de cultivos?

Como práctica agrícola, la rotación de cultivos puede definirse como la siembra repetida de diferentes especies vegetales, en una misma área o terreno y según un orden de sucesión en el tiempo previamente establecido. Se caracteriza por la inclusión de cultivos que difieran en cuanto a demandas nutrimentales; sistemas radicales y porte o tipo de vegetación.

Es una práctica muy antigua, asociada en sus orígenes a la necesidad de garantizar variedad en la producción agroalimentaria, a la vez que producir alimento para el ganado disponible; posteriormente, el incremento de la población, y por extensión de la demanda de alimentos a ella asociada, el desarrollo de la industria de fertilizantes y el avance tecnológico de la sociedad, motivaron el auge y desarrollo del monocultivo y que los sistemas de rotación dejaran de tomarse en cuenta.

¿Por qué es necesaria la rotación de cultivos?

Las prácticas de manejo de cultivos propias de la agricultura convencional, en su mayoría derivadas de la Rrevolución Verde, también han afectado negativamente a los suelos.

Así, la reducción de la productividad de los mismos, consecuencia de procesos como la salinización, la compactación y la merma de su actividad biológica, asociadas al escaso contenido de materia orgánica que los caracteriza y que también implica menor capacidad de retención de agua, se destacan entre las consecuencias de dicha filosofía de producción agrícola.

Por otra parte, el reconocimiento creciente de la situación anteriormente descrita, ha generado a escala social una conciencia de la necesidad de revertir los impactos negativos que sobre el suelo como recurso natural ha tenido la agricultura y ha propiciado la aparición de conceptos agroproductivos, sustentados en la combinación e interacción de los avances tecnológicos modernos, con la preservación y mejora del ambiente y las prácticas tradicionales de cultivo.

La agricultura ecológica, resultado genuino de esta nueva concepción de la actividad agraria y que se orienta a la producción en armonía con el entorno, conservando y mejorando la bioestructura del suelo y combatiendo a las plantas indeseables y las plagas, sin dañar a los organismos benéficos, tiene en la rotación de cultivos, uno de sus componentes principales.

¿Qué aspectos deben tomarse en cuenta al establecer una rotación de cultivos?

- Que los cultivos incluidos se beneficien mutuamente; es decir, que tengan diferentes exigencias nutrimentales y demanda de agua, de manera que se aproveche al máximo la fertilización aplicada y no se produzca el agotamiento del suelo.
- Que luego de un cultivo de raíces profundas, se establezca un cultivo de raíces superficiales, de manera que se facilite el drenaje y la aireación del suelo.
- Que se alternen o sucedan cultivos de poca biomasa radicular con aquellos de biomasa abundante, lo que estimula la actividad biológica del suelo.
- Que puedan emplearse los mismos medios de preparación y manejo del suelo, así como el mismo sistema de riego.
- Que no coincidan en el tiempo los períodos de mayor demanda de trabajo de los diferentes cultivos incluidos en la rotación.

- Que el suelo se mantenga cubierto, con lo que se evita la erosión, y que se propicie el incremento de su contenido de materia orgánica, de forma que se conserve o mejore su bioestructura.
- Que se reduzca la presencia de plagas y plantas indeseables; deben separarse los cultivos que presenten igual susceptibilidad ante las plagas.
- Que los cultivos incluidos sean competitivos a los efectos del mercado y que su producción resulte económicamente ventajosa.
- Que se incluyan los abonos verdes y las leguminosas en la rotación, cuando no se realicen prácticas de biofertilización o aplicación reiterada de materia orgánica.

La puesta en práctica de estas recomendaciones, solamente exige una adecuada planificación de las siembras, basada en el conocimiento de las condiciones edafoclimáticas, el mercado a que se tributará la producción y los objetivos sociales que se persiguen con la actividad agraria. Es práctica común concebir programas de rotación de cultivos, para una duración mínima de tres años.

Deberá prestarse atención, igualmente, al logro del mayor número de rotaciones posibles, dada la disponibilidad real de recursos como agua, fertilizantes, semilla, etc., a fin de aprovechar óptimamente las condiciones de producción.

¿Qué objetivos se logran con la rotación de cultivos?

a) Control de plagas; enfermedades y malas hierbas

Una rotación adecuada de cultivos influirá favorablemente en el control de plagas y en su reducción a niveles permisibles desde el punto de vista ambiental y económico. La alternancia espacial y temporal de cultivos tiene un efecto inhibitorio sobre muchos patógenos, ya que la falta de un hospedante adecuado implica la interrupción de su ciclo natural y merma su presencia en el área.

Respecto a los insectos y plantas indeseables, de modo similar, la modificación sucesiva del ambiente hace que estos organismos no encuentren el hábitat estable que permitiría un crecimiento notable a sus poblaciones y pueden ser controlados mediante los sistemas de manejo integrado.

Así, se conoce que en un período de 2 a 3 años pueden reducirse las afectaciones causadas por hongos, en tanto las debidas a nemátodos requieren de 3 a 5 años para su control y las ocasionadas por insectos, de 5 a 6 años. La actividad biológica del suelo y su contenido de materia orgánica, características muy influenciadas por las prácticas de rotación, juegan un papel fundamental en el logro de este resultado.

b) Mejora de la bioestructura del suelo

El sistema radical de cada cultivo explora distintos estratos del perfil del suelo, produciendo la colonización del mismo y con ello, la formación posterior de poros que serán ocupados por aire, agua o ambos elementos. Esto tiene un positivo efecto sobre las propiedades físicas del suelo y sobre su estabilidad.

c) Aumento de la biodiversidad

Al incluir diferentes especies vegetales en la rotación de cultivos, se influye positivamente en la biodiversidad, no sólo respecto al monocultivo como alternativa sino además, por la presencia de microorganismos asociados a cada cultivo en particular y el balance general que se logra en relación con la flora y la fauna acompañantes y sus interacciones. Incrementar la biodiversidad implica incrementar la estabilidad del sistema y por tanto reducir los costos económicos y ambientales de su conservación y uso, básicamente en términos de reciclado de nutrimentos; control del microclima local; disminución de organismos plaga; conservación del suelo y el agua y eliminación de contaminantes.

d) Ahorro de recursos

Es posible disminuir los riesgos productivos, en tanto las condiciones ambientales o la incidencia adversa de determinado factor pueden ser eventualmente desfavorables para un cultivo, pero es poco probable que lo sean para los demás cultivos integrantes de la rotación, que están sembrados en otros lotes, lo que significa menor posibilidad de pérdidas.

También, desde el punto de vista de la fertilidad química del suelo, la rotación de cultivos significa un mejor balance nutrimental y por tanto la prevención de desequilibrios como los que caracterizan a las áreas dedicadas al monocultivo. Esto, en términos de respuesta vegetal, se expresa en el hecho de que los rendimientos de las distintas especies vegetales, suelen ser superiores cuando se incluyen en sistemas de rotación de cultivos, con relación a su producción en condiciones de monocultivo. En el siguiente cuadro se ofrecen algunos ejemplos al respecto.

Tabla 7. Efectos de la rotación de cultivo sobre el rendimiento de especies de importancia agrícola

Especie vegetal	Rendimiento agrícola en condiciones de monocultivo (t/ha)	Rendimiento agrícola en sistemas de rotación de cultivo (t/ha)
Millo	3.1	3.6 (c/*Sesbania rostrata*)
Maíz	2.02	3.2 (c/*Sesbania rostrata*)
Maíz	2.02	4.4 (c/*Crotalaria juncea*)
Arroz	3.80	5.3 (c/*Glycine max*)
Arroz	3.80	5.1 (c/*Helianthus annun*)
Papa	23	3.1 (c/*Crotalaria juncea*)

Finalmente, se presentan algunos ejemplos de combinaciones a utilizar en sistemas de rotación de cultivos. Los correspondientes a hortalizas son de uso común en los sistemas de producción propios de la Agricultura Urbana.

Ejemplos de esquemas de rotación de cultivos

- Soya / abono verde / Arroz / Soya
- Soya / sorgo (grano) / Maíz (forraje) / Soya
- Kenaf / Abono verde / Arroz / Kenaf
- Tabaco / Abono verde / Tabaco
- Pimiento / Lechuga / Sandía / Habichuela / Pimiento
- Habichuela / Acelga China / Melón / Lechuga / Habichuela
- Tomate / Remolacha / Habichuela / Quimbombó / Tomate
- Zanahoria / Ají / Pepino / Quimbombó / Zanahoria
- Brócoli / Rábano / Lechuga / Habichuela / Pepino / Brócoli
- Coliflor / Sandía / Habichuela / Coliflor

2.4 Biofertilizantes y Bioestimuladores. Métodos de inoculación.

Dr. Bernardo Dibut Alvarez y Dr. Rafael Martínez Viera.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

En el suelo existe una notable población microbiana, dentro de la que se encuentran los microorganismos beneficiosos, caracterizados por realizar funciones como la fijación del nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo insoluble presente en el suelo, la antibiosis y la estimulación del crecimiento y el desarrollo vegetal, entre otras, todas ellas de suma importancia para el normal establecimiento y aumento de la productividad de especies cultivables de importancia económica.

Las principales funciones de los microorganismos del suelo como pilares básicos para un desarrollo sostenible de los agroecosistemas, son:

- Desarrollo de la estabilidad de los agregados de los suelos cultivables.
- Reciclaje de los residuos orgánicos.
- Producción de sustancias beneficiosas en la zona rizosférica de las plantas.
- Fijación de nitrógeno atmosférico.
- Transformación del fósforo del suelo.
- Control de microorganismos dañinos.

- Materia prima para la obtención de productos naturales.

Conceptos básicos:

- Biofertilizantes:

Los biofertilizantes pueden definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo o potenciadoras de diversos nutrientes, que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo, con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos, de tal forma que se aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o se hagan más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos.

- Bioestimuladores:

Se define un bioestimulador como el producto que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas previamente seleccionadas, que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que al interactuar con la planta promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cultivos económicos.

Principales mecanismos de acción de los biofertilizantes y bioestimuladores.

Fijación biológica del dinitrógeno: El complejo enzimático nitrogenasa es el sistema capaz de fijar el nitrógeno atmosférico, y está formado por dos componentes proteicos; una M_O-Fe proteína (azofermo) y otra Fe-proteína (azofer). El sistema requiere como disponibilidad energética el ATP y un fuerte agente reductor. Mediante la acción de este sistema, una molécula de nitrógeno es convertida en dos moléculas de amonio, según la siguiente reacción general:

N_2 +6e- + $6H^+$ + n ATP ---------- $2NH_3$ + n ADP + n P inorgánico.

La eficiencia de la fijación puede obtenerse calculando la cantidad de nitrógeno fijado por gramo de carbohidrato consumido, puesto que la fijación de una molécula de nitrógeno requiere seis electrones y un nùmero de moléculas de ATP (puede equivaler a unos 30 ATP/N_2), por lo que puede deducirse que la eficiencia de la fijación depende, entre otros factores, de la capacidad de los microorganismos para metabolizar los sustratos utilizables.

Por otra parte, la fijación del nitrógeno puede ser de forma simbiótica o asociativa.

- **Simbiótica:** Las bacterias llevan a cabo la transformación de N_2 a amonio en los nódulos (hipertrofia formada en las raíces de las plantas) como estructuras distintivas de las leguminosas. Ejemplo de microorganismos: *Rhizobium* sp; *Bradyrhizobium japonicum*. Mediante este mecanismo estas bacterias logran suplir entre el 80 y 100% de las necesidades de nitrógeno en las leguminosas.
- **Asociativa:** La reducción es realizada por bacterias que se asocian (no penetran) al sistema radical de las plantas, atraídas por un conjunto de exudados que actúan como fuente de carbono y energía. Ejemplo de estos microorganismos: *Azotobacter*, *Azomonas*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Clostridium*, *Enterobacter* y *Bacillus*. A través de esta actividad estos microorganismos aportan entre el 25-50% de las necesidades de nitrógeno en los cultivos (Peoples y Craswell, 1992; Elmerich, 1992; Kannalyan, 1997; Lahda, 1997).

Solubilización del fósforo insoluble presente en el suelo.

Este es un proceso de extrema importancia para los suelos cultivables, ya que los mismos contienen cada día mayor cantidad de fósforo no soluble, acumulado a través de los años por la aplicación excesiva de fertilizantes fosfóricos de origen químico y que sólo es posible recuperar mediante la acción de microorganismos solubilizadores.

La solubilización se desarrolla sobre el fósforo inorgánico y orgánico presente en el suelo. En el caso de la solubilización del fósforo inorgánico, el principal mecanismo microbiológico por el cual los compuestos insolubles son movilizados en la producción de ácidos orgánicos, convierte, por ejemplo el $Ca_3(PO_4)_2$ a fosfatos di y monobásicos, resultando en un aumento en la disponibilidad del elemento para las plantas. La cantidad solubilizada varía con el consumo de carbohidratos por los microorganismos y generalmente la transformación sólo se lleva a cabo si el sustrato carbonado es convertido a ácidos orgánicos.

El fósforo también puede estar más disponible para la asimilación de las plantas por la acción de ciertas bacterias que liberan sulfuro de hidrógeno, producto que reacciona con el fosfato férrico para producir sulfuro ferroso, liberando el

fosfato. Otra vía, que predomina en los suelos inundados (arrozales), es la de reducir el hierro de los fosfatos férricos, proceso que origina la formación de hierro soluble con una liberación concomitante del fosfato en la solución. Este aumento en la disponibilidad del fósforo en suelos anegados puede explicar por qué el arroz cultivado bajo el agua requiere frecuentemente una cantidad menor de fertilizante fosfórico que el mismo cultivo creciendo en terrenos agrícolas secos.

En el caso de la solubilización del fósforo orgánico, la presencia en el suelo de un gran depósito de este elemento que no puede ser utilizado por las plantas pone de manifiesto la importancia del papel de los microorganismos en la conversión del fósforo orgánico como elemento combinado en los restos vegetales y en la materia orgánica del suelo, a formas inorgánicas aprovechables por las plantas.

Este proceso se desarrolla mediante enzimas que separan al fósforo de los sustratos orgánicos y que se denominan fosfatasas. Como regla general una sola fosfatasa puede actuar en muchos sustratos diferentes y con esta actividad los microorganismos pueden aportar a las plantas entre el 30-60% de su necesidades de fósforo. (Kusey *et al*., 1989; Paul y Clark, 1989).

Ejemplos de microorganismos solubilizadores del fósforo en el suelo son**:** *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum, Bacillus* sp, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Streptomyces*.

Producción de sustancias fisiológicamente activas.

El aumento en la biomasa vegetal y el rendimiento agrícola en los cultivos puede ser posible mediante la aplicación de microorganismos estimuladores del crecimiento capaces de producir un conjunto de sustancias conocidas como sustancias fisiológicamente activas.

Este mecanismo se distingue por la diferencia existente entre cepas microbianas de mayor o menor eficiencia en la síntesis de estas sustancias, por lo que se establece un proceso de selección de las cepas más efectivas en cuanto al potencial estimulador que presentan, el cual se caracteriza por la actividad de un gran número de enzimas y rutas metabólicas, que finalmente se manifiestan en la producción de este ***pool*** o conjunto de compuestos.

Entre estas sustancias se relacionan**:**

- Reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas).
- Aminoácidos.
- Péptidos de bajo peso molecular.
- Vitaminas.

Estas sustancias, al interactuar en su conjunto con el metabolismo vegetal, provocan diferentes efectos beneficiosos desde el punto de vista agrobiológico, entre los que se encuentran:

- Incremento en el número de plántulas que emergen.
- Acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días.
- Aumento en los procesos de floración – fructificación.
- Incremento entre 5 y 20% del rendimiento.
- Obtención de frutos con mayor calidad comercial.

Ejemplo de microorganismos productores de sustancias activas**:** *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Aspergillus* y *Pseudomonas*.

Breve reseña de la experiencia acumulada en biofertilizantes y bioestimuladores en Cuba

Como se muestra en la Tabla 8, la aplicación de biofertilizantes a base de *Azotobacter chroococcum*, con reducciones del 30% del fertilizante nitrogenado, permite incrementos del rendimiento por la acción de las sustancias activas estimuladoras del rendimiento sintetizadas por las bacterias, además de su acción fijadora de nitrógeno atmosférico, que permite suministrar a las plantas una parte importante del nitrógeno que necesitan (Martínez Viera y Dibut, 1996,1998).

Tabla 8. Efecto de la aplicación de *A. chroococcum* sobre distintos cultivos económicos.

Cultivo	Variante	Rendimiento (Tm/Ha)	Peso del fruto (g)	Incremento del rendimiento (%)
Tomate	Control	36.43	189.28	-
	A. chroococcum	45.87	255.97	26
Pimiento	Control	18.92	17.32	-
	A. chroococcum	24.93	21.95	30
Berenjena	Control	91.2	207.55	-
	A. chroococcum	127.18	261.93	39
Algodón	Control	4.09	5.78	-
	A. chroococcum	5.95	8.52	45
Soya	Control	2.82	-	-
	A. chroococcum	3.62	-	28
Girasol	Control	4.12	-	-
	A. chroococcum	5.7	-	38
Ciruela	Control	28.38	47.42	-
	A. chroococcum	37.69	49.83	32

Las aplicaciones sobre gramíneas han arrojado igualmente muy buenos resultados. En arroz, se logró reducir en un 20% la fertilización nitrogenada (equivalente a 72kg urea/ha con un beneficio de 23 USD/ha) y se obtiene como promedio un aumento de rendimiento de un 10-15 % (0.3-0.5 t/ha) con una mayor calidad en el tamaño del grano cosechado; este resultado, introducido en la práctica agrícola en 1991, alcanzó volúmenes de aplicación de hasta $3x10^6$ L, que beneficiaron más de 80 000 ha del cultivo (Martínez Viera y Dibut, 1996, 1998).

Actualmente, se recomienda su aplicación en el programa de arroz popular dentro del Movimiento Nacional de Agricultura Urbana de Cuba. En maíz, sorgo y trigo se logra un cierre de las plantaciones entre 9 y 12 días antes en comparación con la áreas sin tratar, con un notable ahorro en aplicaciones de herbicidas y laboreo en general, lográndose incrementos entre 20 y 35% (equivalentes a 0.5-1.2 t/ha) en el rendimiento, con la obtención de frutos y granos de mayor calidad en cuanto a tamaño, peso y apariencia.

El plátano ha sido uno de los cultivos más extensamente beneficiados en Cuba, con la aplicación de *Azotobacter chroococcum*, con reducción de un 20% de la fertilización nitrogenada, después que se comprobó por primera vez, con el auxilio de técnicas isotópicas, que cepas seleccionadas de la bacteria eran capaces de establecer una asociación con el plátano que permitía la fijación del 25% de las necesidades de nitrógeno del cultivo (Alvarez *et al*., 2002), lográndose además incrementos de 5 % en el rendimiento por la acción de las sustancias activas, cosechándose frutos de mayor calidad (con aumentos entre 11 y 18 %) en cuanto a peso y diámetro promedio (Dibut *et al*., 1996). Al aplicar plantaciones de papa se ha logrado aumentar el rendimiento hasta 8 t/ha, con relación a las áreas no tratadas, en la obtención de tubérculos de mayor tamaño, disminuyendo considerablemente la producción de las llamadas papas “titinas”. El efecto económico de estas aplicaciones por concepto de incremento resulta entre 930 y 1287pesos/ha.

Al aplicar el biofertilizante a base de una cepa seleccionada de *A. chroococcum* sobre naranja y toronja se logró reducir en un 50% (200kg/ha) la dosis de fertilizante nitrogenado en base a urea, manteniendo el rendimiento (Tabla 9), lo que pone de manifiesto el alto potencial del microorganismo como nitrofijador en los cítricos. (Martínez Viera *et al*., 1996).

Tabla 9. Efecto de la aplicación foliar de *A. chroococcum* sobre el rendimiento de toronja y naranja

Tratamiento	Rendimiento (Tm/Ha)
Toronja	
50 % N + Azotobacter	73.00
100 % N	66.50
50 % N	57.90
Naranja	
50 % N + Azotobacter	48.00
100 % N	36.25
50 % N	27.60

Otra variante de aplicación, en este caso sin modificar la dosis de fertilizante nitrogenado, permitió obtener un notable efecto estimulador sobre estos cultivos con la obtención entre 10 y 12 t/ha más de frutos en relación con las plantaciones sin aplicar.

Los biofertilizantes y bioestimuladores son preparados biodinámicos o biopreparados elaborados a base de suspensiones

celulares con una alta población (entre 10^{10}–10^{14} UFC/ml), que se pueden presentar en forma líquida o soportada sobre sustrato sólido como es el caso de la turba, cachaza o algún otro material.

En el caso de los biopreparados líquidos, en Cuba se han desarrollado diferentes bioproductos estimuladores, nitrofijadores y solubilizadores del fósforo en el suelo, que se aplican en dosis de 2 L/ha con la ayuda de una motomochila para áreas pequeñas o máquina fumigadora regulada a 3 atmósferas de presión para áreas mayores, en ambos casos, en una solución final de trabajo, empleando agua común, a razón de 350 a 400 L/ha, asperjando esta solución en el momento de la siembra sobre el suelo o canteros en el caso de sistemas organopónicos. Pueden aplicarse también a través del sistema de riego.

Las bacterias se establecen en la zona rizosférica de las plantas y se alimentan de las secreciones de las raíces, realizando en esta zona su función de fijar el nitrógeno atmosférico o de solubilizar el fósforo insoluble del suelo. En estas condiciones, las bacterias mantienen altas las poblaciones durante 90-100 días, reduciéndolas paulatinamente por agotamiento de las sustancias nutritivas de las secreciones radiculares, a causa del envejecimiento del cultivo y del antagonismo de otros microorganismos del suelo (Dibut, 2001). Cuando se hacen aplicaciones foliares, las bacterias se establecen sobre las hojas y se alimentan de las secreciones, manteniéndose durante largo tiempo en las hojas que reciben sombra, como ha sido demostrado en plantaciones de café y cacao en distintas regiones de Centro y Suramérica (Martínez Viera, 1986)

En relación a la forma sólida de aplicación de estos biopreparados, se recomiendan dosis de 1 kg/ha (en base a cachaza), la cual se pre-disuelve en 10 y 20 L de agua común y posteriormente se filtra para recuperar la biomasa bacteriana. Esta operación se repite de dos a tres veces con el objetivo de lavar lo más posible el soporte y así obtener el total de células contenidas en el mismo. Seguidamente, se sigue el procedimiento descrito para la forma líquida.

Los biofertilizantes a base de las bacterias *Rhizobium* sp y *Bradyrhizobium* se aplican a dosis de 1 kg/quintal de semilla de leguminosas a tratar, mezclando de forma homogénea (con ayuda de una manta) el inoculante con el volumen de semillas hasta que éstas queden totalmente cubiertas. Para facilitar este procedimiento, se emplean de 0.5 a 1 litro de solución azucarada, empleando azúcar comercial con el objetivo que se adhiera mejor el inóculo a las semillas. Una vez homogenizado el inoculante, se deja orear las semillas y posteriormente se procede a la siembra manual o mecanizada. Todo este proceso debe realizarse a la sombra, ya que la radiación solar afecta las bacterias.

Los biofertilizantes a base de hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) desarrollados en Cuba, se aplican por medio del recubrimiento de las semillas en una proporción del 10% de su peso. Generalmente se toma 1 Kg del producto y se mezcla con 600 ml de agua común hasta lograr una consistencia tal que el inóculo se adhiera a la semilla. Una vez recubierta la semilla de forma homogénea se deja secar a la sombra y luego se siembra. En semilleros y bancos de enraizamiento se aplica 1kg de producto por metro cuadrado, en viveros 10 g debajo de la semilla en el momento de la siembra y en plantas *in vitro* 2 g por planta en el sustrato de adaptación.

En todos los casos, en el manejo de estos bioproductos, se debe revisar con detenimiento la fecha de vencimiento, entre otras especificaciones de calidad del biopreparado recomendadas por el fabricante, con el objetivo de lograr una inoculación efectiva para todos los biofetilizantes y bioestimuladores existentes en el mercado.

La utilización de los biofertilizantes y los bioestimuladores constituye uno de los procedimientos más económicos y que más beneficios reporta al agricultor. El costo de producción de 1L de biopreparado líquido fabricado en condicciones industriales, es aproximadamente 1 USD. Con la aplicación de 2L /ha puede obtenerse un beneficio económico de 100:1, tomando en cuenta el ahorro de fertilizante químico y el incremento de los rendimientos. En el caso de la fabricación artesanal, el costo de 1 Kg de bioproducto en polvo es aproximadamente 0.60 USD, con un beneficio para el agricultor de 50:1. Estos datos forman parte de la experiencia adquirida por los autores en trabajos de fabricación y aplicación en distintos países.

Referencias bibliográficas

1. Acuña Galé, J.: Algunas razones en favor del uso de la rotación en el cultivo del arroz. La Habana: Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba, 1957.
2. Altieri, M. A.: Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. La Habana: Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo, 1997.
3. Altieri, M. A.; J. David y Kate Burroughs. Agricultura ecológica en California. Chile Agrícola 9 (92): 147-150. 1984
4. Altieri, M.: Agroecología. Bases científicas para uma agricultura sostentavel. Ed. Agropecuaria, Guaiba, Brasil, 2002.
5. Arzola, N. *et al*.: La cachaza como enmienda orgánica y fertilizante para la caña de azúcar. INCA. Folleto Divulgativo, 1990

6. Bonilla, J. A.: Fundamentos da agricultura ecológica. Supervivencia e qualidade de vida. Ed. Nobel, Sao Paolo, 1992.

7. Calvino, M.: El abono verde y la rotación moderna de cultivos. México: Secretaría de Fomento; Estación Agrícola Central Boletín (80), 1910.

8. Calvino, M.: La Sequía vencida sin riego o sea el cultivo de los terrenos áridos. Estación Agrícola Central, Boletín Num. 89. México, 15 pp. , 1910

9. Canovas, F. y Díaz Álvarez, J. R. (Ed.): Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especialización, Centro de Investigaciones y Desarrollo Hortícola, Almeria, España, 1993.

10. Cobertura de suelo – Capítulo 10 – Tomado de http://www.fao.org (conectado el 5 de julio de 2002).

11. Construction Site Storm Water Runoff Control – Storm Water Phase. Tomado de http://www.epa.gov/npdes/menuofbmps/site_19.htm – 17k (conectado del 5 de julio de 2002).

12. Dibut B., A. Rodríguez y R. Martinez Viera: Efecto de la doble función de *Azotoryza* sobre el plátano. Infomusa, 5 (1): 20-23, 1996

13. Dibut, B., M.C. Acosta Y R. Martinez Viera: Producción de aminoácidos y sustancias con actividad citoquininica por una cepa cubana de *Azotobacter chroococcum*. En Resúmenes del Taller sobre Biofertilización en los Trópicos, La Habana, pp 44. ,1992.

14. Dibut, B.: Obtención de un biofertilizante y bioestimulador del crecimiento vegetal para su empleo en la cebolla. Tesis de Doctorado, La Habana, 104 pp., 2001.

15. Elmerich, C., W. Zimmer Y C, Vieille: Associative nitrogen-fixing bacteria. En Biological Nitrogen Fixation, Chapman and Hall Ed., Nueva York, pp. 212-258, 1992.

16. Gliessman, S. L.: Agroecología. Processos ecológicos em agricultura sostentavel. Editora da Universidade, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2001.

17. Grupo Nacional de Agricultura Urbana: Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos. La Habana, AGRINFOR, 2000.

18. Idaho DEQ – Catalog of Stormwater Best Management Practices. Tomado de http://www2.state.id.us/deq/water/stormwater_catalog/doc_bmp11.asp – 42k (conectado el 5 de julio de 2002).

19. Infoagua, página principal. Tomado de http://www.infoagua.org, 2002 (conectado el 5 de julio de 2002).

20. Jeavons, J.: Cultivo biointensivo de alimentos. , EE. UU, Ecology Actino of the Mid-Penninsula, 1991.

21. Kannalyar, S.: The Indian experience for using biofertilizers. En Biological Nitrogen Fixation: The Global Challenge and Future Needs. A Simposium, Roma, pp. 69-70, 1997.

22. Kononova, M.N.: Soil organic matter. 2da Ed. Pergamon Press Oxford, 1966

23. Kusey, R.M., H.H. Jansen y M.S. Legget: Microbially mediated increases in plant available phosphorus. Adv. Agron., 42: 199-223, 1989.

24. Labrador Moreno, Juana y M. A. Altieri: Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. España. Hojas Divulgadoras: 6-7, 1994.

25. Ladha, J.K.: Biofertilizers: The way ahead. En Biological Nitrogen Fixation: The Global Clallenge and Future Needs. A Simposium, Roma, pp. 67-69, 1997.

26. Landscape Lingo. Tomado de fairfield.osu.edu/hort/landlingmay26.html 9k (conectado el 5 de julio de 2002)

27. Leyva, A.: El arrope: una técnica agroecológica para conservar la humedad del suelo bajo el cultivo del plátano. Rev. Agr. Orgánica, Año 8, No. 1, pp. 26-28. 2002.

28. Magdoff, F.: Calidad y manejo del suelo. Agroecología y Desarrollo. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES), (10): 25-33, Noviembre 1996

29. Martínez Viera, R. B. Dibut, M.C. Acosta, B. Pedrera: Efecto de la aplicación de biofertilizantes a base de *A. chroococcum* sobre el rendimiento de naranja y toronja. En: Resúmenes del I Taller Internacional sobre Fruticultura Tropical, pp. 36, La Habana, 1996

30. Martínez Viera, R. y B. Dibut: Los biofertilizantes como pilares básicos de la Agricultura Sostenible. En Curso-Taller sobre Gestión Medioambiental de Desarrollo Rural. La Habana, pp. 62-81, 1996.

31. Martínez Viera, R.: El ciclo del nitrógeno en el suelo. Ed. Científico-Técnica, La Habana, 136 pp., 1986

32. Martinez Viera, R.: Los biofertilizantes como factores de economía y productividad en la Agricultura Tropical. En Curso-Taller sobre Agricultura Sostenible en el Trópico, La Habana, pp. 25-41, 1998.

33. Martínez, F. *et al*. Productos de la Lombricultura. En: Lombricultura. Manual Práctico. La Habana, Instituto de Suelos, 2003.

34. Matsuura, K.: Día Mundial del agua, mensaje del director general de la UNESCO con motivo del día mundial del agua (22 de marzo de 2002). Tomado de http://www.unesco.org/water/water_celebrations/index_es.html. En Rev. Agr. Orgánica, Año 8, No.1, pp. 31-32. ,2002

35. MINAGRI, Organopónicos y la producción de alimentos en la agricultura urbana. (Seminario Taller), Ministerio de Agricultura de Cuba, La Habana, 2000.

36. Morejón, R., Teresa Hernández y Marlene Hernández.: Rotación de cultivos. Sustitución parcial de fertilizantes nitrogenados e incrementos del rendimiento en el cultivo del arroz. Cultivos Tropicales 21 (2): 65-72, 2000

37. Moreno, J.M. y col.: La materia orgánica y la capacidad de retención de humedad en sustratos. Rev. Agr. Orgánica, Año 8, No. 1, pp. 23-25, 2002.

38. Neugebauer, B. Agri-Cultura Ecológicamente Apropiada. RFA: ZEL, 1993.

39. Orellana Gallego, R. y *et al*.: Metodología para la evaluación de la relación agua-aire en sustratos. Memorias electrónicas Convención Internacional Trópico' 99, 1999.

40. Paul, E.A. y FE. Clark: Phosphorus transformation in soil. En Microbiology and Biochemistry, Marcel Dekker Inc., Nueva York, pp 222-232, 1989.

41. Peña, E. *et al*.: Manual para la producción de abonos orgánicos en la Agricultura Urbana, La Habana, 102pp; 2002.

42. Peoples, M.B. Y E.T. Craswell: Biological nitrogen fixation: Investments, expectations and actual contributions to Agriculture. Plant Soil, 141: 13-39, 1992.

43. Pound, B.: Cultivos de cobertura para la Agricultura Sostenible en América. Tomado de http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia1/pound7.htm – 63k (conectado el 5 de julio de 2002)

44. Primavesi, A., Manejo Ecológico do solo. A agricultura em regioes tropicais, Ed. Nobel, Sao Paolo, 2002.

45. Reijntjes, C., Haverkort, B., Waters-Bayer, A., Agricultura para o futuro. Uma intriducao a agricultura sustentavel e de baixo uso de insumos externos. Asseroria e Servicios a Proyectos em Agricultura Alternativa, Rio de Janeiro, 1999.

46. Slingerland, M.: Mulching in Burkina Faso. Tomado de http://www.nuffic.nl/ciran/kdm/4-2/articles/slingerland.html – 16k (conectado el 5 de julio de 2002)

47. Treto, E. y col.: Avances en el manejo de los suelos y la nutrición orgánica. En Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. ACTAF, Food First, CEAS. La Habana, pp. 167-190, 2001.

CAPÍTULO 3. ALTERNATIVAS DE CONTROL BIOLÓGICO Y NATURAL PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA.

3.1 Biodiversidad de plantas, insectos y microorganismos.

Dr. Rubén Avilés Pacheco

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

Las variaciones observadas en la biodiversidad surgen del proceso natural de selección y adaptación de las diferentes especies frente a la presión de los factores físicos y químicos en el suelo y en la atmósfera. Esto caracteriza el proceso evolutivo y origina, en el transcurso del tiempo, la articulación de los diferentes ecosistemas constituidos por comunidades de animales y plantas en equilibrio, incluido el hombre y su constante búsqueda de alimentos y recursos.

Este balance, microorganismos-plantas-animales- hombre-medio, en sus formas más puras, todavía subsiste en ciertas regiones del tercer mundo, en comunidades subdesarrolladas de Asia, África y América Latina. En la India, por citar sólo un ejemplo, las dos terceras partes de la población es rural, muy pobre y dependiente de los recursos naturales y de los sistemas tradicionales de producción, los cuales tienen como finalidad la autosostenibilidad de las comunidades. En América, en la región del Amazonas y en las altiplanicies de los Andes, también existen comunidades que ejemplifican estas interacciones armónicas hombre-naturaleza; ellos mantienen el conocimiento etno-botánico de sus ancestros acerca del valor utilitario del germoplasma y los métodos tradicionales para su explotación, todo en constante evolución para asegurar la continuidad de la vida.

En los ecosistemas naturales donde el factor antropológico (el hombre) actúa de manera equilibrada y con el sentido innato de la conservación, el desarrollo poblacional de las especies es regulado de manera tal que cada una de ellas tiene un ''maximum'' y un ''minimum'' de crecimiento predeterminado por condiciones ambientales óptimas o pésimas ''optimum y pesimum'' por lo que, mientras no se alteren deliberada e intencionalmente los referidos patrones, la probabilidad de desaparición de cualquiera de ellas será extremadamente baja.

El hombre, a medida que fue desarrollándose introdujo cambios en los sistemas naturales, algunos de los cuales tuvieron y tienen efectos observables a largo plazo (calentamiento global; deforestación; pérdida del suelo arable; desertificación; erosión genética y extinción de especies). Dentro de tal contexto, el surgimiento de monocultivos extensivos caracterizados por la búsqueda de la productividad, la uniformidad y la facilidad para el agroprocesamiento, impuestos por la sociedad industrial y el mercado, han afectado al equilibrio biológico y presionado para una entrada en rigor *orbis urbe* de la agricultura demandante del uso masivo e irracional de productos de síntesis química que son, en la mayoría de los casos, incompatibles con todos los sistemas y con la biodiversidad en general. Sin embargo, la utilización racional de insumos agrícolas (fertilizantes fosforados y fuentes nitrogenadas naturales) deberían ser integradas a las prácticas de conservación de la agricultura sostenible como una forma más de recuperación de la fertilidad del suelo.

La imperiosa necesidad de tomar conciencia de este problema ha surgido como un nuevo paradigma al cual se enfrenta la humanidad y en el que deben tomarse acciones concretas para recuperar la biodiversidad y el equilibrio biológico.

La biodiversidad, además de todas las bondades que ofrece desde el punto de vista global (protección del suelo, balance hídrico, refugio faunístico, etc.) en términos agrícolas también funciona en sí misma como una barrera natural contra el crecimiento excesivo de las plagas, en los diferentes cultivos que la integran, debido a la emisión de múltiples señales químicas que pueden ser favorables para unos y desfavorables para otros; lo que finalmente puede desorientar a los herbívoros en su lucha para localizar su hospedante principal. Además, pueden tener lugar otros fenómenos como la repelencia, efecto antiapetitivo, presencia de mayor número de depredadores, parásitos e hiperparásitos.

En un agroecosistema diversificado también están creadas las condiciones para ''diluir'' los estímulos atrayentes, alterando la conducta alimentaria y reproductiva normal de las plagas; asimismo se crean ambientes favorables para el establecimiento de los microorganismos entomopatógenos, surgimiento de alelopatías y efectos antagónicos beneficiosos para el agricultor

En el caso de Cuba, los sistemas agrícolas urbanos y periurbanos tienen dentro de su racionalidad, el incrementar la biodiversidad con el aumento sistemático de la siembra de cultivos perennes y temporales, conjuntamente con la cría de animales y el reciclaje de los desechos, todo lo cual también se expresa por una amplia gama de hortalizas, aumento del volumen de la oferta, disminución de los costos unitarios de los productos , intensificación del área util,

una explotación máxima del riego, mayor rendimiento por área, disminución de daños por plagas causado por la presencia de policultivos y plantas barreras, así como el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la nutrición de los cultivos y/o alimentación de animales.

A nivel internacional se observa que muchos países han ganado más conciencia sobre el significado del deterioro alarmante de su biodiversidad y han tomado iniciativas unilaterales y/o multilaterales para proteger su patrimonio, entre estas acciones se pueden mencionar las siguientes:

Legislaciones nacionales que protegen los derechos de las comunidades autóctonas sobre sus recursos genéticos y las tecnologías tradicionales para su uso y explotación.

Desarrollo de métodos para la conservación de germoplasma *in situ* y *ex situ* en peligro de extinción, entre ellos la crioconservación de huevos, embriones, tejidos, etc.

Desarrollo de métodos para la obtención, manejo y conservación de semillas.

Estimulación de las comunidades rurales para la conservación ‘‘in vivo’’ de materiales genéticos de reproducción agámica y también apoyo para salvaguardar germoplasma conservados *in situ* por ellos como tradición familiar.

Una de las principales acciones que se han puesto en práctica (caso de Cuba) ha sido impulsar la producción de hortalizas, frutales, especies forestales maderables, cría de abejas, etc. para incrementar la biodiversidad en agroecosistemas urbanos y periurbanos, donde se integran actividades diversas, entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

- Cría masiva artificial y liberación de insectos parásitos y depredadores como métodos de control biológico de plagas y enfermedades de los cultivos.
- Instalación y conservación de zonas “habitats” para el refugio y multiplicación natural de especies benéficas.
- Producción y uso de microorganismos entomopatógenos.
- Producción y uso de microorganismos antagónicos para el control de enfermedades en suelo y plantas.
- Uso de bioinsecticidas de origen botánico, con énfasis en los derivados del árbol del Nim (*Azadirachta indica* A. Juss*)* y el Paraíso (*Melia azedarach* Lin.*).*
- Producción y uso de biofertilizantes para el manejo orgánico de suelos.
- Desarrollo de métodos artesanales para la cría masiva de nemátodos entomógenos y su utilización práctica.
- Colecta, conservación y producción de virus causantes de enfermedades (poliedrosis) en insectos fitófagos.
- Producción de compost, humus y estiércoles para asegurar la nutrición orgánica de las plantas.
- Producción animal (conejo, aves, cerdos, ovejos, etc).

3.2 Uso de controles biológicos.

Dr. Jesús Estrada Ortíz e Ing. María Teresa López Díaz

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, “Alejandro de Humboldt”, (INIFAT), La Habana, Cuba.

Los bioplaguicidas en la agricultura sostenible.

El uso racional y ecológicamente aceptable de plaguicidas de síntesis química de mínimo impacto; los bio plaguicidas, así como las alternativas avanzadas de bio control obtenidas por genómica molecular y tecnologías de ADN recombinante, debe ser integrado para en primer lugar evitar efectos adversos sobre los organismos benéficos y, en segundo lugar, el desarrollo de resistencia en insectos, hongos, bacterias y malezas, lo que conlleva a la aplicación de dosis cada vez más altas, con un mayor riesgo de intoxicación humana y también del aumento de la contaminación ambiental. Por tal razón, la agricultura en América Latina y el Caribe ha de ir experimentando una conversión, según Altieri (1994), de convencional con altos insumos a una agricultura de bajos insumos, donde los bioplaguicidas contribuyan a tales fines. Asimismo, innovaciones biotecnológicas conllevan a corto y mediano plazo, a la reducción significativa del uso de pesticidas, a la mayor resistencia varietal genética frente a insectos, hongos, bacterias y virus; a la resistencia a los estreses por altas temperaturas, sequía y/o bajas temperaturas, a una mayor absorción de fósforo en suelos ácidos, una mayor calidad nutricional, el aumento del valor agregado a través de la introducción de

nuevos genes que codifican para características específicas, una mayor calidad poscosecha y una reducción en el trabajo manual (Izquierdo, 2001).

Por las razones anteriormente señaladas, la búsqueda de alternativas viables y seguras respecto a los plaguicidas convencionales, ha contribuido a que se aumente el interés por la producción y empleo de los medios biológicos obtenidos a partir de hongos entomopatógenos y antagonistas, bacterias, virus, nemátodos entomógenos, entomófagos y extractos naturales de las plantas presentes en la flora nacional.

En la actualidad, la agricultura latinoamericana y la cubana en particular está envuelta en un proceso de transformación, donde los principios de autosostenibilidad encuentran un espacio importante. En este contexto, la producción y aplicación de los medios biológicos en el control de plagas y enfermedades de los cultivos económicos y de los ectoparásitos que afectan al sector pecuario, se ven estimulados. Asimismo, el desarrollo vertiginoso de la producción agrícola urbana debido a la necesidad de suministrar alimentos frescos que contribuyan al balance dietético de la población, sin peligro de los efectos contaminantes no solo al ambiente, sino también a la salud humana, promueven el incremento del uso de los bioplaguicidas y la reducción de los productos agroquímicos empleados como fertilizantes y plaguicidas.

En el caso particular de Cuba, con la promulgación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) como política del estado en 1982 y el establecimiento en 1988 del Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos (Pérez, *et.al*. 1995), se garantiza el uso de los bioplaguicidas dentro de la estrategia concebida por la producción agropecuaria cubana. En tal sentido, la sustitución por otras alternativas de bajo consumo energético y de carácter biológico, permiten emplear los extensos y variados recursos naturales, tanto de microorganismos y entomófagos como de la flora generadora de sustancias bioactivas, mediante los cuales se hace posible la producción de medios biológicos eficientes y efectivos en el mantenimiento de una agricultura rentable, sostenible y cada vez más ecológica. Esta estrategia no es incompatible con la utilización de productos de la tecnología molecular, en la cual Cuba es líder, especialmente en los aspectos del mejoramiento genético de variedades élite con apoyo de marcadores moleculares y tecnología de ADN recombinante.

Partiendo de esta premisa, el uso de los medios biológicos y los productos naturales representan el pilar fundamental en el que descansa el Sistema Nacional de Protección de Plantas, pues con la aplicación generalizada de los plaguicidas biológicos y naturales se logra reducir por una parte, la presencia de los principales organismos patógenos y plagas de los cultivos económicos y por otra, los costos por la importación de grandes volúmenes de plaguicidas de síntesis química y la significativa reducción de su efecto contaminante en los agroecosistemas.

3.3 Manejo Integrado de plagas y enfermedades.

Bioplaguicidas de origen microbiano.

En la producción agrícola, incluyendo la urbana, se utilizan productos biológicos obtenidos de forma artesanal y semindustrial para el control de numerosas plagas y enfermedades en el marco de un Manejo Integrado de Plagas donde se usan biopreparados que se encuentran al alcance de los productores, en sus dosis adecuadas como se observa en la Tabla 10.

Por su uso práctico para el control de una amplia gama de insectos y ácaros, que constituyen plagas importantes de los cultivos económicos, *Bacillus thuringiensis* aparece como una de las alternativas principales de bioinsecticidas, pues, a modo de ejemplo, con la aplicación de varias cepas especializadas obtenidas por el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), es posible reducir sustancialmente las poblaciones de insectos lepidópteros, tales como el cogollero del tabaco *Heliothis virescens* (LBT-21), el falso medidor de los pastos *Mocis latipes* (LBT-1 y LBT-24), la primavera de la yuca *Erynnis ello* (LBT-24), la polilla de la col *Plutella xylostella* (LBT-21) y de ácaros fitoparásitos, entre ellos el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus,* el ácaro del moho *Phyllocoptruta oleivora* y la araña roja *Tetranichus tumidus* con la cepa LBT-13 (Fernández, 1995).

Por otra parte, el uso de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* aparecen como importantes alternativas para combatir otros grupos de especies de insectos dañinos, entre los que se destacan el picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus*, el tetuán del boniato *Cylas formicarius*, el picudito acuático del arroz *Lissorhoptrus brevirostris* y el picudo verde-azul de los cítricos *Pachnaeus litus*.

Tabla 10. Entomopatógenos y antagonistas para el control de plagas agrícolas.

Cultivo	Plaga o enfermedad a combatir	Medio Biológico	Dosis
Tabaco	*Heliothis virescens*	*B. thuringiensis (LBT-21)*	5-10 L/ha
	Phytophtora parasitica	*Trichoderma viride*	40 L/ha
Plátano	*Cosmopolites sordidus*	*M. anisopliae (LBM-11)*	5-10kg/ha
		B. bassiana (LBB-1)	1 kg/ha
	Tetranichus tumidus	*B. thuringiensis (LBT-13)*	5-10 L/ha
	Meloidogyne incognita	*P. lilacinus (LBP-11)*	10-50kg/ha
Camote	*Cylas formicarius*	*B. bassiana (LBB-1)*	1kg/ha
	Spodoptera frugiperda	*B. thuringiensis (LBT-24)*	4-5L/*ha
Arroz	*Lissorhoptrus brevirostris*	*M. anisopliae*	5-10kg/ha
		B. bassiana (LBB-1)	1kg/ha
Cítricos	*Pachnaeus litus*	*M. anisopliae*	5-10kg/ha
	Phyllocoptruta oleivora	*B. thuringiensis (LBT-13)*	20L/ha
Hortalizas	*Bemisia tabaci*	*V. lecanii*	1kg/ha
		P. fumasoroseus	1-5 kg/ha
	Ph. capsici, R. solani	*T. harzianum (A-34)*	40L/ha
Pastos	*Boophilus microplus*	*V. lecanii*	1-3kg/ha
	Mocis latipes	*B. thuringiensis (LBT-1)*	1-2L/ha
		B. thuringiensis (LBT-24)	4-5L/ha
Maíz	*Spodoptera frugiperda*	*P. fumasoroseus*	1-5kg/ha
		Nomurea rileyi	1-5kg/ha
Caña de azúcar	*Diatraea saccharalis*	*B. bassiana (LBB-1)*	1kg/ha
Yuca	*Erynnis ello*	*B. thuringiensis (LBT-24)*	4-5 L/ha
Col	*Plutella xylostella*	*B. thuringiensis (LBT-21)*	1-5 L/ha
Papa	*Polyphagotarsonemus latus*	*B. thuringiensis (LBT-13)*	3-5L/ha
	Phytophthora infestans	*T. harzianum (A-34)*	40L/ha

Otra posibilidad de reducir la incidencia de las plagas de insectos se encuentra con el uso de los hongos *Verticillium lecanii* y *Paecilomyces fumasoroseus* para el control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en diferentes cultivos, así como el hongo *Nomurea rileyi* y el virus de la poliedrosis nuclear para combatir el cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda.*

De igual forma, también se ha demostrado mediante su uso práctico en la producción hortícola incluyendo los sistemas organopónicos, hidropónicos y en el cultivo del tabaco, la conveniencia de emplear los hongos antagonistas *Trichoderma viride* y *Trichoderma harzianum* para el control de las enfermedades causadas por *Phytophtora parasitica*, *Phytophthora infestans, Rhizoctonia solani* y otras.

Controles biológicos, entomófagos, parásitos y parasitoides.

La riqueza de la entomofauna beneficiosa presente en América Latina, permite hacer un uso selectivo y racional de varias especies de entomófagos, que son importantes organismos biorreguladores de insectos que constituyen plagas en los cultivos económicos. La utilización de dichos entomófagos data ya desde la primera mitad del presente siglo, donde se utilizó la mosca *Lixophaga diatraeae* como control biológico del barrenador del tallo, bórer de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis*; también se estableció con una alta efectividad el uso de la avispita parásita *Eretmocerus serius* como control biológico de la mosca prieta de los cítricos *Aleurocanthus woglumi*, importante plaga de ese cultivo, según indica Bruner, *et al* (1945), en estudiso desarrollados en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas (hoy INIFAT).

Conjuntamente con los dos elementos de control biológico ya indicados, el empleo de *Thrichogramma* sp como parte del Manejo Integrado de Plagas, constituye un arma fundamental para el combate del bórer de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis*, del falso medidor de los pastos *Mocis latipes*, del cogollero del tabaco *Heliothis virescens*, de la primavera de la yuca *Erynnis ello* y de otros muchos lepidópteros que atacan los cultivos hortícolas según se aprecia en la Tabla 11. De igual forma, se maneja de manera local las liberaciones de *Telenomus* sp. para el control de *Spodoptera frugiperda*, así como las hormigas *Tetramorium guineense* para combatir el picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* y *Pheidole megacephala* en la reducción de las poblaciones del tetúan del boniato *Cylas formicarius* var. e*legantulus* (Pérez, *et al*, 1995).

Tabla 11. Entomófagos empleados en el control biológico de plagas agrícolas.

Cultivo	Plaga a combatir	Regulador Biológico	Dosis
Caña de azúcar	*Diatraea saccharalis*	*Lixophaga diatraeae*	50000 ind/ha
		Trichogramma sp.	5000-30000 ind/ha
	Mocis latipes	*Trichogramma sp.*	5000-30000 ind/ha
Plátano	*Cosmopolites sordidus*	*T. guineensis*	Colonización
	Tetranichus tumidus	*P. macrophilis*	1 Phy/20 T. *tumidus*
Camote	*Cylas formicarius*	*Pheidole megacephala*	Colonización
		Heterorhabditis spp.	≈2x10^6 larva/m^2
Yuca	*Erynnis ello*	*Trichogramma sp*	5000-30000 ind/ha
Maíz	*Spodoptera frugiperda*	*Telenomus sp.*	3000-10000 ind/ha
		Euplectrus platyhypenae	150-250 ind/ha
		Chelonus insularis	150-200 ind/ha
Hortalizas	*Lepidoptera*	*Trichogramma sp.*	5000-30000 ind/ha
Pastos	*Boophilus microplus*	*Pheidole megacephala*	Colonización
	Mocis latipes	*Trichogramma sp.*	5000-30000 ind/ha
Citricos	*Aleurocanthus woglumi*	*Eretmocerus serius*	Control natural
	Pachnaeus litus	*Heterorhabditis spp.*	≈2x10^6 larva/m^2

También se produjeron en los últimos años, el nemátodo entomógeno *Heterorhabditis spp.,* que parasita larvas y pupas de *S. frugiperda, C. fomicarius* y *Atta insularis;* el ácaro depredador *Phytoseiulus macropolis,* control biológico de *Tetranichus tumidus* y *Polyphagotarsonemus latus* y *Cicloneda sanguinea,* control biológico de *Toxoptera citricidus,* vector de la tristeza de los cítricos.

Producción y uso de bioplaguicidas de origen botánico.

Los productos naturales para el combate de plagas agrícolas, en la actualidad y en el futuro próximo pueden constituir una herramienta importante dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), pues ha sido una práctica frecuente del campesinado cubano, hacer uso de extractos acuosos a partir de desechos de la cosecha del tabaco y otras especies botánicas para asperjar sus cultivos con la finalidad de eliminar el ataque de insectos dañinos y también proteger sus semillas utilizando el polvo de tabaco. Con esto lograban preservar de un año para otro los granos que le servían de alimento, y los que emplearían como semilla en las próximas siembras.

Entre los plaguicidas naturales más conocidos en Cuba desde la década de los años 40, se pueden citar la nicotina, la rotenona y la piretrina que están presentes en los extractos de plantas pertenecientes a los géneros Nicotiana, Tephrosia y Chrysanthemum.

La búsqueda de nuevas fuentes para la obtención y desarrollo de otros tipos de plaguicidas efectivos y no contaminantes del medio ambiente, cobró auge a nivel internacional en los años 60, por lo que en Cuba se intensificaron las investigaciones a finales de 1985, contándose en la actualidad con un caudal de conocimientos sobre las potencialidades de la flora nativa y exótica generadora de principios activos con los que se pueden preparar plaguicidas naturales o de origen botánico, tales son los casos del Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), Paraíso (*Melia azedarach* L.), Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) Crisantemo (*Chrysanthemum cinense* Sabine), Flor de Muerto (*Tagetes erecta* L.) Güirito Espinoso (*Solanum globiferum* L.), Piñón Florido (*Gliricidia sepium* Jack), Barbesco (*Thephrosia cinerea* L. Pers), Añil cimarrón (*Indigofera suffruticosa* Mill), Anón (*Annona squamosa* L.) y Najesí (*Carapa guianensis* Aube), entre otras.

De todas las especies botánicas evaluadas en el mundo y en Cuba, el Nim (Fig. 3) posee mayor potencialidad como insecticida, productor de principios activos con efectos insecticidas, acaricidas y nematicidas. En 1990, se inician los trabajos concebidos para la explotación agroecológica del Nim en Cuba, con un impacto significativo en la producción agropecuaria, forestal, farmacéutica y de cosméticos, socioeconómico y ambiental, dichos trabajos han sido liderados por el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT); toman parte en ellos un grupo considerable de instituciones científicas, docentes y de la producción agropecuaria. Las investigaciones derivadas del programa incluyen entre sus objetivos, el cultivo generalizado del Nim, la obtención y producción de bioinsecticidas, productos de uso veterinario e industrial, etc.

La propagación del Nim comienza teniendo como base las semillas producidas en los tres árboles adultos existentes en Cuba, introducidos de la India entre 1904 y 1909 a través de la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, (hoy INIFAT), debiéndose alcanzar como meta el establecimiento para el año 2005 de no menos de 1,5 millones de árboles en todo el país. Esas plantas aportarán la materia prima para la producción a gran escala de los bioinsecticidas para insertar en la estrategia cubana de Manejo Integrado de Plagas, contribuyendo además, a la aplicación de una agricultura cada vez más sostenible y ecológica, donde los plaguicidas naturales de origen botánico han de ocupar un lugar significativo.

Bioinsecticidas de Nim y otros derivados de uso pecuario.

Se ha comprobado en la práctica las posibilidades de producir por medio artesanal y a través de tecnologías industriales, productos bioinsecticidas derivados del Nim, efectivos contra una gama considerable de especies de insectos, ácaros y nematodos que constituyen plagas de importancia económica en la agricultura cubana, habiéndose reportado a nivel internacional su efectividad en más de 360 de ellas (Schmutterer, 1984). Este tratamiento resulta por demás, compatible con la entomofauna beneficiosa, los medios biológicos de origen microbiano y otras sustancias naturales debido a su baja persistencia y acción tóxica (Estrada y López, 1996). La efectividad biológica se debe a un grupo variado de sustancias activas con un alto efecto biológico, entre las que se destacan la Azadirachtina A y otras importantes como son la Salanina y la Nimbina. El conjunto de estas sustancias y, por la acción específica de cada una de ellas, producen en los insectos distintos efectos como son: repelente, antialimentario, esterilizante, desorientador de la oviposición, insecticida y regulador del crecimiento (Jacobson, 1980; Parmar y Singh, 1993).

Los resultados de las investigaciones efectuadas durante los últimos 10 años, demostraron las potencialidades de los bioplaguicidas de Nim en el combate de más de 25 especies de insectos, ácaros y nemátodos que constituyen plagas agrícolas. Tales bioinsecticidas, considerando su uso como una alternativa en el Manejo Integrado de Plagas, podrán dirigirse al control de un número considerable de especies nocivas, entre las que se pueden citar: la palomilla del maíz (*Spodoptera frugiperda*), la palomilla de la col (*Plutella xylostella*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el minador de la hoja del tomate (*Keiferia lycopersiciella*), la chinche del arroz (*Nezara viridula*), el Cogollero del tabaco (*Heliothis*

virescens), gusano del pepino (*Diaphania hyalinata*), falso medidor de los pastos (*Mocis latipes*), pulgones como *Aphis gossypii*, trips (*Thrips palmi*), minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*), gorgojo del caupí (*Callosobruchus maculatus*), gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*), gorgojo del frijol (*Acanthoscelides obtectus*), ácaros como *Poliphagotarsonemus latus* y *Tetranichus urticae* entre otros y nemátodos como *Meloidogyne incognita*, etc. (Gruber, 1992; Brechelt y Fernández, 1995).

Después de terminado el proceso de beneficio de los frutos, de las semillas secas, al igual que las hojas de Nim, se obtiene la materia prima para la producción artesanal del bioplaguicida. Esta materia prima después de secada convenientemente, se somete a un proceso de molinado utilizando equipos manuales o eléctricos en dependencia de la disponibilidad local, con el objetivo de obtener un tamaño de partícula que permita realizar un buen proceso de extracción del principio activo cuando se prepare el bioinsecticida para usar **como extracto acuoso.**

Para el combate de plagas agrícolas se pueden utilizar con éxito los productos **CubaNim SM** (semilla molinada) y **FoliarNim HM** (hoja molinada), en el primer caso, el extracto acuoso se prepara en dosis de 20 - 40 g/L de agua removiéndose la mezcla durante 4 - 8 horas, posteriormente se filtra y se aplica directamente al cultivo, en el segundo caso, se procede de igual manera en dosis de 50 - 100 g/L de agua. Cuando el tratamiento se realiza para el control de plagas de granos almacenados, deben utilizarse **CubaNim SM** en dosis de 5 g/Kg. y **FoliarNim HM** 50 g/Kg. Si se trata del combate de fitonemátodos, se recomienda aplicar los mismos productos en dosis de 50 y 100 g/m^2 respectivamente, con un aporte adicional de suficiente NPK.

En aplicaciones de campo y en casas de cultivos (Fig. 4) por ejemplo, los productos **CubaNim T** (torta molinada), **OleoNim 80** y **NeoNim 60**, empleados en dosis de 25 g/L de agua, como extracto acuoso y 10 y 5 ml/L de agua en forma de emulsión, son efectivos contra *Bemisia tabaci* en cultivo de tomate y pimiento; *Thrips palmi* en pepino, *Myzus persicae* en el cultivo de la habichuela y también sobre *Diaphania hyalinata* en melón. El porcentaje de efectividad que muestran los productos sobrepasa el 90%, recomendándose aplicaciones preventivas a intervalos de 6 a 7 días, preferentemente en horas de la tarde. También se pudo apreciar un buen nivel de compatibilidad entre los bioplaguicidas de Nim, la entomofauna biorreguladora y otros medios biológicos empleados como bioinsecticidas, biofungicidas y biofertilizantes, (Hellpap y Zebitz, 1986).

A modo de ejemplo de las posibilidades de uso de los bioinsecticidas de Nim sobre el control de las plagas agrícolas, se observa que en el control de *T. palmi* en pepino, en diferentes condiciones de cultivo, los resultados muestran que, en el caso de organopónicos (Tabla 12), los productos CubaNim SM y FoliarNim HM fueron efectivos en el control de esta plaga. Ambos productos mostraron reducciones significativas de las poblaciones a partir de los 3 días después de la primera aplicación, las que fueron más marcadas a los 7 días después de la primera, manteniéndose esos niveles de protección para el caso de FoliarNim HM después de la segunda aplicación, y resultando aún más efectivo el control que se establece con la aplicación de CubaNim SM, con la que se alcanzó una efectividad superior a 90%.

Por otra parte, bajo condiciones de cultivo protegido, se puede observar (Tabla 13) que se obtienen los mejores resultados con NeoNim 60 y OleoNim 80. En términos generales, se puede apreciar que las 3 variantes tratadas con productos derivados del Nim, muestran resultados estadísticamente iguales, y diferenciándose significativamente de la variante testigo; tal situación hace evidente la acción protectora que ejercen estos productos, con los cuales se alcanzan efectividades entre un 75 y un 87% respecto al testigo.

Resultados muy similares a los nuestros reportan Lindquist y Casey (1990), pues con los productos derivados del Nim aplicados a intervalos de 7 días, lograron reducciones significativas de hasta un 83,2% del total de la población. Otros autores como Faría, (1999) y Rodríguez, (1999) recomiendan el uso de los bioinsecticidas de Nim para combatir a *T. palmi*; dichos resultados corroboran también la posibilidad de insertar tales productos en el manejo integrado de esa plaga.

En la producción pecuaria se ha podido comprobar la eficacia de los insecticidas obtenidos del Nim para combatir la acción de diferentes ectoparásitos que afectan a la masa ganadera, tales son los casos de la garrapata (*Boophilus microplus*) en el ganado vacuno, la que para su control efectivo se emplea la semilla (**CubaNim SM**) o torta molinada (**CubaNim T**) a razón de 25 g/L de agua, asperjada una solución final de 3 L por animal y la hoja seca de Nim molinada (**FoliarNim HM**) en dosis de 150 g/3L de agua por animal. En el caso del aceite formulado (**OleoNim 80**), se utilizará una dosis de 50 ml/L de agua, asperjándose 3 L de la solución final para cada animal.

El ácaro y el piojo aviar (*Megninia gynglimura* y *Menopon gallinae*) en gallinas ponedoras, pueden tratarse con extractos acuosos de semillas, torta y hoja seca molinadas a razón de 15, 25 y 50 g/L de agua, alcanzándose un buen efecto de control, también se puede usar el aceite formulado en dosis de 10 ml/L de agua.

En el caso de los ácaros causantes de la sarna cunícula y porcina, se hacen hasta tres aplicaciones locales de la pomada (**DerNim P**), lográndose la erradicación de la afección en pocos días. Otra forma simple es la utilización de una pasta elaborada a partir de la semilla molinada mezclada con agua en proporción de 3:1, la cual se aplica directamente en el área dañada de los animales afectados, teniendo además acción cicatrizante.

Las pulgas, los piojos, las garrapatas y otros ectoparásitos de los animales de cría son fácilmente combatidos, cuando se utiliza el polvo de hojas secas (**FoliarNim HM**) en forma de extracto acuoso. En bovinos, se recomienda aplicar dosis de 150 g/3L de agua por animal. Como vermífugo, se utilizará la hoja seca molinada a razón de 5 g por ternero como suplemento en la dieta y en adultos 15 g por animal, recomendándose hacer el tratamiento en tres ocasiones.

Para la comercialización de los productos derivados del Nim, principalmente sus bioinsecticidas, existe a nivel nacional una red de Consultorios-Tiendas del Agricultor, organizadas por el Ministerio de Agricultura, donde se ha visto que es factible la venta de tales productos, cuyos precios están al alcance de los agroproductores, tales como organoponistas, parceleros, criadores de ganado menor y otros comprendidos dentro del Movimiento Nacional de la Agricultura Urbana. Por otra parte, también se podrá usar el sistema establecido en el país para la producción y comercialización de bioplaguicidas, pues éste concibe el autoabastecimiento y comercialización por parte de las Cooperativas y Empresas de Cultivos Varios, en tal sentido, usando este mecanismo se garantiza una efectiva comercialización de los productos del Nim.

Fig. 3. Árbol del Nim (Azadirachta indica A. Juss).

Fig. 4. Uso del Nim y sus bioinsecticidas en cultivos protegidos

Tabla 12. Efecto de extractos acuosos derivados del Nim sobre Thrips palmi en el cultivo del pepino en organopónico.

Evaluaciones	CubaNim-SM(20g/l)		FoliarNim-HM(75g/l)	
	x	Signif.	x	Signif.
Conteo previo	41.00	a	43.67	a
3 días después 1ra aplicación	27.33	b	30.33	b
7 días después 1ra aplicación	15.33	c	11.33	c
7 días después 2da aplicación	3.33	d	3.67	c

Los valores se expresan en promedio del número de adultos presentes

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para 5% de probabilidad de error.

Tabla 13. Control de Thrips palmi en el cultivo del pepino en condiciones de cultivo protegido.

Variantes	Dosis	Conteo previo		1ra evaluación		2da evaluación		3ra evaluación	
		X	Signif.	X	Signif.	X	Signif.	X	Signif.
Testigo	s/t	6.8	a	5.4	a	4.1	a	2.6	a
NeoNim 60	1.5 l/ha	5.6	a	1.8	c	0.6	c	0.4	b
CubaNim T	3 kg/ha	7.5	a	3.5	b	1.7	b	0.6	b
OleoNim 80	1.5 l/ha	6.9	a	2.4	c	0.8	c	0.3	b

Los valores se expresan en promedio del número de adultos presentes.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para 5% de probabilidad de error.

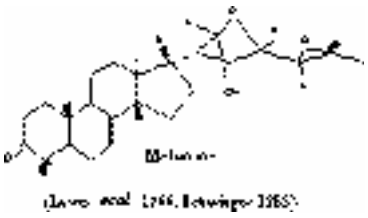
Bioinsecticidas de Paraíso, su empleo en la agricultura.

El árbol "Paraíso", "White cedar", "Persian Lilac", "Darek" y "Chinaberry" (*Melia azedarach* L.) es un ejemplo de planta con la cual se puede producir un insecticida botánico. La potencialidad de esta especie como productora de principios activos con efecto insecticida, acaricida y nematicida ha sido demostrada a nivel internacional por diferentes autores (Breuer y Devkota, 1990 y Zhu, 1991). Los resultados alcanzados han sugerido a nivel internacional, emprender investigaciones aplicadas y de desarrollo para obtener y producir insecticidas teniendo como base los principios activos detectados en las hojas y los frutos de este árbol.

La plasticidad ecológica del "Paraíso" le permite crecer y desarrollarse en una amplia zona geográfica que conforman países del área tropical y subtropical, pudiéndose citar a modo de ejemplo a Egipto, Israel, Siria, China, EEUU, México, Nicaragua, Honduras, India, Bangladesh, Cuba, Rep. Dominicana, Argentina, Australia, Japón y Brasil.

En Cuba esta planta es muy conocida, pues se encuentra diseminada a todo lo largo de la isla, incluyendo la Isla de la Juventud, siempre muy vinculada a las comunidades o asentamientos urbanos debido a su valor ornamental y por su significación religiosa y se le atribuye además según Roig (1974) algunas propiedades de carácter medicinal.

La actividad insecticida está dada por la presencia en las hojas y las semillas de un grupo de sustancias biológicamente activas (triterpenoides), entre las cuales se encuentran el **melianone**, **melianol, meliantriol** (Fig. 5), que tienen efecto antiapetitivo e inhibidor del crecimiento en los insectos o provocan la muerte de éstos por su acción directa, lo cual ha sido corroborado por investigaciones de caracterización biológicas y químicas (Lavie *et al*, 1967).



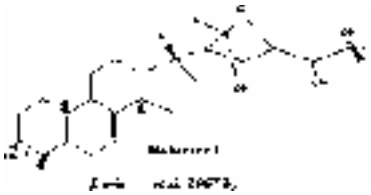
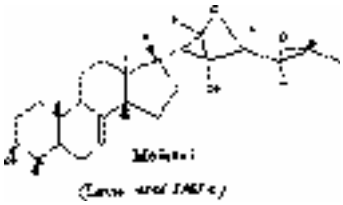


Fig. 5. Estructura química de tres de los principales agentes activos del Paraíso (*M. azedarach* L.).



Los frutos después de secados debidamente se someten a un proceso de molinado, empleándose un molino de martillo o con similares características. El molino a utilizar debe ser de una capacidad superior a la de 0.5 ton/día. La molienda será regulada hasta lograr un tamaño en la partícula de aproximadamente 2 mm. (Fig. 6). El insecticida producido en forma de polvo seco, si no se va a usar de inmediato, se envasará en bolsas de polietileno con

capacidad de 1 kg., siendo posible su conservación sólo por un tiempo límite de 30 días, y ubicado en un almacén aireado, libre de humedad y de luz solar, utilizándose en los cultivos de maíz y sorgo, con aplicaciones directas en el cogollo.

Para el empleo en forma de extracto acuoso el insecticida obtenido en forma de polvo por el molinado de las semillas, se mezclará con agua en una proporción de 75 a 150 g por litro, se somete a agitación, a intervalos regulares, durante dos horas y se dejará reposar entre 12 y 24 horas para lograr una óptima extracción del principio activo. Posteriormente, se procede al filtrado a través de una malla fina (Fig. 6).

La solución acuosa preparada se puede asperjar, empleando las mochilas tradicionales si se trata de pequeños huertos u organopónicos/hidropónicos; en el caso de extensiones superiores, han de utilizarse las asperjadoras tradicionales que existen en las Empresas de Cultivos Varios. La solución final será aplicada en un volumen de 300 litros por hectárea en cultivos de granos y hortalizas. Se realizarán como mínimo 3 aplicaciones en un intervalo de 7 a 10 días durante la fase de desarrollo vegetativo. En cultivos de mayor porte y pastizales, se utilizará una solución final de 600 litros por hectárea.

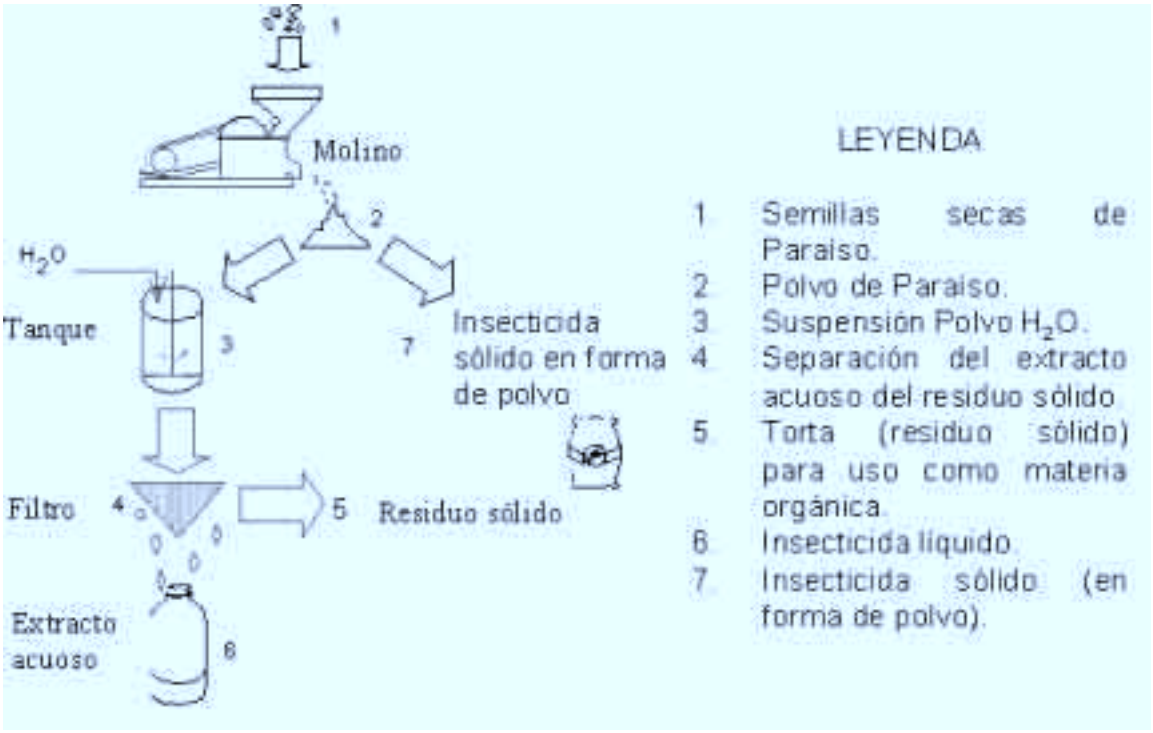


Fig. 6. Obtención de Insecticidas Artesanales a partir del Paraíso (*Melia azedarach* L.)

Las aplicaciones se efectuarán en horas de la tarde, preferiblemente después de las 4:00 pm y podrá alternarse y/o mezclarse con aplicaciones de insecticidas biológicos como el *Bacillus thuringiensis*, con lo cual se logra un mejor control de las plagas y un mejor aprovechamiento de la maquinaria agrícola y la jornada de trabajo.

Cuando se vaya a usar el producto insecticida en forma de polvo seco, el material molinado podrá aplicarse de inmediato, directamente al cultivo, como ya se explicó para el caso de sorgo y maíz o conservarse de 30 días hasta 3 meses. El insecticida así preparado, se aplicará a razón de 3 g/planta procurando que el espolvoreo sea dirigido hacía el cogollo (maíz y sorgo) para que penetre en el mismo. Las aplicaciones (3 antes del espigado) se realizarán cada 10 días, en horas de la tarde.

De acuerdo con los resultados de las investigaciones realizadas en el INIFAT, en otras instituciones nacionales y los recogidos en la literatura internacional realizada, los principios activos contenidos en las hojas y semillas de Paraíso (*Melia azedarach* L.) han mostrado efecto antiapetitivo, insecticida y regulador del crecimiento en más de 40 especies de insectos y ácaros; de ellos se pueden citar, entre los reportados como más importantes a nivel mundial, *Epilachna varibestis* Mulsant, *Sogatella furcifera* (Horvath), *Sitotroga cerealella* Oliver, *Thaumetopoea pityocampa* (Den. und Schiff), *Callosobruchus chinensis* Lucas, *Spodoptera littoralis* Boisd, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, *Heliothis virescens* F., *Plutella xylostella* L., *Pieris rapae* L. y *Panonychus citri* (McGregor) (Schwinger, 1985; Breuer and Devkota, 1990; Zhu, 1991). De estas especies algunas también constituyen plagas de importancia económica en Cuba por los daños que causan en diferentes cultivos agrícolas.

Para Cuba en particular, se ha podido reportar la bioactividad de diferentes preparados a base de Paraíso en más de 19 especies de insectos señalados como plagas de los cultivos económicos, entre las que se destacan, la “Palomilla

del maíz" *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith, la "Polilla de la Col" *Plutella xylostella* L., la Mosca Blanca *Bemisia tabaci* Genn., el "Falso medidor de las hierbas" *Mocis latipes* Guen, *Diaphania spp.*, *Herse cingulata* (F.), *Prodenia spp.*, *Sitophilus oryzae* L., *Heliothis virescens* F. y los pulgones de las cucurbitaceas *Myzus persicae* Sulzer y *Aphis gossippi* Glover (Estrada, 1993; Chiang, 1993).

Las evaluaciones agrobiológicas realizadas en el INIFAT para determinar la acción del insecticida botánico obtenido del Paraíso en forma de extracto acuoso y de polvo seco, muestran que es posible combatir un número considerable de insectos que constituyen plagas agrícolas, algunas de los cuales fueron mencionados anteriormente, lográndose una efectividad significativa del 70 al 90% con un mínimo de 3 aplicaciones, con la consiguiente reducción de sus poblaciones y por tanto de los daños que provocan a los cultivos (Tabla 14).

El uso del insecticida producido a partir de las semillas de Paraíso, debe ser considerado como una alternativa más en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), nunca como única vía para el control; por ello es recomendable combinar su aplicación con otros medios biológicos a base de preparados microbianos e insecticidas naturales elaborados a partir de especies vegetales, lo cual conlleva el correspondiente ahorro de maquinaria fitosanitaria, de la jornada laboral y la posible potenciación del efecto insecticida.

La producción y consumo del insecticida está dirigida principalmente al pequeño propietario, a los huertos de autoconsumo municipal, al cooperativista, siendo factible su empleo en las Empresas de Cultivos Varios (INIFAT, 1992); también en la producción hortícola en condiciones de hidropónico y organopónico, donde es posible controlar plagas tan importantes como la mosca blanca, áfidos, minadores, etc.

La protección del resto de los cultivos como las viandas, tabaco y los granos podrán hacerse a partir de aplicaciones de extractos acuosos preparados en dosis que fluctúan entre 75 y 150 g por litro, lo que dependerá de las características de la plaga y del cultivo (Tabla 14). Utilizando esta dosificación, se observará un buen control en la generalidad de las plagas, lo cual concuerda con el efecto encontrado por Zhu (1991).

En los pastizales y en las plantaciones de cañas de fomento, los ataques del falso medidor de las hierbas *M. latipes* podrá ser controlado con 3 aplicaciones de extractos acuosos durante el período de mayor crecimiento vegetativo. Resultados similares han sido obtenidos en experiencias llevadas a cabo por Pazos *et al*, 1993, usando formulados a base de extractos crudos concentrados para detectar la actividad insecticida y antiapetitiva sobre esta plaga.

Otra forma de empleo de los bioinsecticidas derivados del Paraíso, es mediante el formulado MELITOX – 50 EC obtenido a partir de extracto concentrado de la semilla. Este producto ha mostrado al igual que la semilla molinada usada como extracto acuoso y polvo un buen efecto en el control de plagas de insectos tan importantes como *Thrips palmi, Bemisia tabaci*, *Myzus persicae* y otros, cuando es aplicado en dosis de 10 a 15 ml/L de agua.

En todos los casos para lograr un control eficaz las aplicaciones deberán realizarse en horas de la tarde (después de las 4:00 pm) y evitar la degradación de los agentes activos por efecto de la acción de los rayos ultravioletas de la luz solar, con lo cual se podrá reducir la actividad destructiva de los insectos que se manifiestan de manera intensa, en horas de la noche.

Tabla 14. Efectividad del insecticida botánico a base de semillas de Paraíso (Melia azedarach L.) acorde con las dosis empleadas y la especie de insecto a combatir.

Cultivo	Especie de insecto	Dosis Ext. acuoso (g/l)	Efect. (%)	Aplicac.
Tomate *Lycopersicum sculentum* Willd	*Bemisia tabaci* Genn	75-90	85-90	+3
Pimiento *Capsicum annum* L.	*Diabrotica balteata* LeC	100-150	70-85	3
Col *Brassica oleracea* L.	*Plutella xylostella* L., *Brevicoryne brassicae* L.	100-150	70-80 75-85	+3
Cebolla *Allium cepa* L.	*Thrips tabaci* L.	75-90	80-90	+3
Ajo *Allium sativum* L.	*Thrips tabaci* L.	75-90	80-90	+3
Melón *Cucumis melo* L.	*Diaphania hyalinata* L.	90-100	75-80	+3
Maíz *Zea mays* L.	*Spodoptera frugiperda* J.E.Smith	90-100 (3)†	75-90	3
Frijol *Phaseolus vulgaris* L.	*Diabrotica balteata* LeC	100-150	80	3

Cultivo	Especie de insecto	Dosis Ext. acuoso (g/l)	Efect. (%)	Aplicac.
Maní *Arachis hipogaea* L.	*Empoasca spp.*	100-150	70	+3
Boniato *Ipomoea batatas* (Lin). Lam.	*Pilocrocis tripunctata* F., *D. D.balteata* LeC, *Systena basalis* D.	100-150	70-80	+3
Bija *Bixa orellana* L.	*Selenotrips rubrocintus* G	70-90	90-95	3
Pastos *(Digitaria decumbens* Stewt)	*Mocis latipes* G.	100-150	70-80	3

† Aplicación del insecticida en forma de polvo seco, en g/planta.

3.4 Experiencias de productores.

Dr. Ricardo Cuadra Molina

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

El manejo adecuado de las plagas y enfermedades es una de las acciones más importantes para lograr producciones económicamente estables en la Agricultura Orgánica Sostenible, especialmente en los países de América Latina y el Caribe, donde el clima tropical y sub-tropical, en su inmensa mayoría, propician condiciones ideales para el desarrollo y proliferación de los patógenos que atacan a los cultivos.

La gran diversidad de plantas y animales, que existe en estos países, una de las mayores del mundo, permiten contar con una amplia fuente de recursos fitogenéticos para obtener cultivos con mayor adaptación a cada ecosistema y de micro y macro organismos para ser utilizados en las distintas formas de combate de los enemigos de las plantas cultivadas.

Se ha demostrado que una planta vigorosa, desarrollada en un sustrato con un adecuado balance de nutrientes y humedad, cultivada en un ambiente ecológico favorable, y un eficiente manejo de los mismos es capaz de reflejar sus potencialidades genéticas, en particular la resistencia al ataque de plagas y enfermedades.

Experiencia de productores.

La sabiduría o experiencia práctica del control de plagas y enfermedades que destruyen los cultivos se ha ido transmitiendo de generación en generación de los productores y se han enriquecido a través de los años desde que el hombre primitivo comenzó a domesticar las plantas y animales.

Son innumerables las formas, métodos, medios y vías que han utilizado y utilizan los campesinos para en todo el mundo, y en especial en los países tropicales y subtropicales, reducir los daños por patógenos a sus cultivos, en mucho de los casos, sin conocer en que se basa su acción.

Entre ellos se encuentran métodos y medios de índole místico-religiosa donde utilizan plegarias y palabras mágicas, combinados o no con el uso de productos naturales, así como el uso de sustancias obtenidas por medio de la biotecnología artesanal.

En la India se preparaban desde años inmemorables extractos acuosos a partir del árbol del Nim (*Azaderachta indica* A. Juss), los cuales se utilizaban para el tratamiento de plagas y enfermedades de los animales y plantas, actualmente extendido en gran parte de los países tropicales y subtropicales.

En este epígrafe no se pretende enumerar todas las experiencias populares del mundo, solo algunos ejemplos, principalmente de los países de América Latina y el Caribe.

- En áreas pequeñas los campesinos colocan trampas para la captura de larvas (orugas) de lepidópteros, caracoles, babosas, etc., los cuales son posteriormente eliminados de forma mecánica o con el uso de sustancias tales como la sal común, ceniza, petróleo u otros productos tóxicos.
- Muchas especies de plantas son utilizadas para preparar insecticidas, acaricidas, nematicidas, molusquicidas, fungicidas, bactericidas, etc. los cuales se obtienen al macerar (remojar) distintas partes de las plantas (hojas, frutos, flores y raíces) en agua, entre 8 y 24 horas. Para acelerar y mejorar la extracción

de las sustancias activas de las plantas durante la maceración, son cortadas en pequeñas porciones (1-2 cm) o trituradas en licuadoras o máquinas de moler.

- Entre los cultivos más conocidos y utilizados para el control de plagas y enfermedades se encuentra el árbol del Nim (*A. indica*), los subproductos de la industria del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), el ajo (*Allium sativum* L.), escoba amarga (*Parthenium hysterophorus* L), caña santa [*Cymbopogon citratus* (D.C)]. Las soluciones acuosas a partir del árbol del Nim y la tabaquina (a partir de residuos de la industria del tabaco) son los más conocidos y utilizados por los pequeños y medianos productores del mundo, en especial en los países tropicales y subtropicales, donde se cultivan estas dos especies, tanto por su alta distribución, como por su efectividad en el control de una alta diversidad de plagas.

- Algunos campesinos de la zona occidental de Cuba, preparan una solución acuosa a partir de la maceración de varias especies de plantas, en especial de escoba amarga, hojas y/o frutos de Nim y residuos de cosecha de col; con ella asperjan los cultivos en organopónicos y huertos intensivos, obteniendo un control efectivo de mosca blanca, ácaros, pulgones, etc.

- Las plantas también son utilizadas como barreras en franjas dentro de los cultivos, en sus perímetros para retener la entrada de oleadas de insectos de otros campos y como reservorios de enemigos naturales de las plagas.

- Existen grupos de plantas que emiten aceites esenciales al medio que los rodean los cuales son repelentes a distintas especies de insectos y ácaros, estas plantas son sembradas intercaladas con los cultivos y en sus alrededores para ahuyentar los enemigos del cultivo. Entre ellas se pueden mencionar: albahaca blanca y morada (*Ocimum* spp.), incienso (*Artemisia abrotanum* L.), caña santa [*Cymbopogon citratus* (D.C)] orégano de hoja [*Plecthranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.], torongil de menta (*Mentha piperita* L.), romero (*Rosmarinus officinalis* L.) Con este mismo principio los campesinos del Caribe, Centro y Sur América utilizan el policultivo, intercalando diferentes especies de plantas en una misma parcela, con lo que obtienen mayor diversidad de productos en pequeñas áreas y disminuyen el efecto de las plagas y enfermedades.

- Otra acción conocida y utilizada por los productores son las llamadas plantas atrayentes y plantas trampas. En Brasil, por ejemplo, se aconseja sembrar de 2 a 3 arbustos de *Candia verbenacea* por hectárea en los campos de café (*Coffea arabica* L.) como atrayente de la broca del cafeto, ya que los insectos migran a las mismas porque esta planta es preferida por ellos.

- En Cuba se utilizan los cultivos de ciclo corto, en especial la lechuga (*Lactuca sativa* L.) como planta trampa de nematodos de las agallas (*Meloidogyne* spp.) en el suelo.

- Algunos campesinos aplican cáscara de arroz, como cobertura superficial en canteros con pimiento (*Capsicum* spp), tomate (*Licopersicum esculentum* L.*)*, habichuela [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], etc. La cáscara de arroz refleja la luz sobre el envés de las hojas, privando a los insectos fitófagos de los escondrijos oscuros por lo que emigran y no atacan al cultivo.

- La roya del ajo (*Puccinia allii)* es prevenida mediante la aplicación de una solución del jugo de cinco limones diluidos en 10 litros de agua.

- El uso de trampas de colores amarillos, azules y blancos, impregnados de aceite de petróleo y colocadas en las parcelas, son efectivas para la captura de adultos de insectos. La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es atraída por el color amarillo, pero los trips (*Thrips* spp) prefieren el blanco y el azul. De igual forma las trampas de luz, que pueden ser confeccionadas de forma artesanal con trípodes de bambú y una lámpara de queroseno, aceite vegetal o eléctrica, que es un medio efectivo para capturar insectos de vuelos nocturnos (Ministerio de la Agricultura, Cuba, 2000).

- Los controles biológicos naturales fueron conocidos y utilizados por los productores previo a que se explicara científicamente su acción. Los campesinos capturan y trasladan insectos benéficos de campos vecinos a sus sembrados para controlar las plagas que los afectan. De igual forma reproducen los microorganismos que sirven de control biológico, aplicando métodos biotecnológicos artesanales.

- Para el control de las babosas y caracoles se colectan previamente de 15 a 20 ejemplares de la especie que ataca a su cultivo, se colocan en un litro de agua hervida, se dejan fermentar de dos a tres días, y cuando se descomponen y huelen a podrido se diluyen en 5 a 10 litros de agua y las riegan a las plantas atacadas. De esta forma las babosas mueren de enfermedades que se reproducen durante el proceso de fermentación y se transmiten a animales sanos.

- Con el mismo objetivo se colectan insectos muertos por enfermedades (Baculovirus), los cuales se pasan por una licuadora obteniéndose una solución acuosa que puede aplicarse a los cultivos para controlar las plagas de la misma especie de los insectos muertos colectados.

Referencias bibliográficas

1. Altieri, M. A.: Manejo Integrado de Plagas y Agricultura Sustentable en América Latina. En: Talleres sobre Manejo Integrado de Plagas en América Latina. Quito, Ecuador: (s.n.), 1994.
2. Altieri, M.A.: Biodiversity and pest management in agroecosystems. Food Products Press. The Hawoth Press, Inc. N.Y., 185 pp., 1994.
3. Biotecnología para la Agricultura Sustentable y la Producción Orgánica de Cultivos Alimenticios. http://www.rlc.fao.org/opinion/anterior/2001/izquierdo.htm
4. Brechelt, A. y Fernández C. L.: El árbol para la agricultura y el medio ambiente. Experiencias en la República Dominicana. Fundación Agricultura y medio ambiente, 133 pp., 1995.
5. Breuer, M., Devkota, B.: Control of *Thaumetopoea pityocampa* (Den Schiff) by extracts of *Melia azedarach* L. (Meliaceae). J. Appl. Ent. (110): 128-135, 1990
6. Bruner, S.C., Scaramuzza, L. C., Otero, A.R.: Catálogo de los insectos que atacan las plantas económicas de Cuba. EEA. Boletín (63): 1-124, 1945.
7. Chiang, M. L., González, M., Estrada, J.: Efecto regulador del crecimiento de 5 productos naturales a base de Nim y Paraíso sobre *Plutella xylostella* L. 1er. Taller Nacional de Plaguicidas de Origen Botánico. BioPlag'93. Ciudad de la Habana. Resumen. pp.15, 1993
8. Cuadra, R., Xiomara Cruz Y J. L. Fajardo.: Cultivos de ciclo corto como plantas trampa para el control del nematodo agallador. Nematropica 30 (2): 241-246., 2000.
9. Dierks Meier, G.: Plaguicidas: Residuos, efectos y presencia en el medio. Editora Científico-Técnica, La Habana, 470 pp. ,2001.
10. Ed. Ocean: A Proyect of Gloval exchange, Australia, 85 pp.
11. Ed. Ocean: The greening of revolution. Cuba´s experiment whith organic agriculture. 1994.
12. Estrada, J. O. y Maria Teresa López: El Nim y sus bionsecticidas, una alternativa agroecológica. Proyecto Agroecológico Nim-INIFAT, La Habana, 24 pp., 1998.
13. Estrada, J. Y López, M. T.: Los bioplaguicidas, alternativa de autosostenibilidad en la agricultura cubana. I Taller Latinoamericano sobre Bio-plaguicidas. Memorias. Zamorano. Honduras, 1996.
14. Estrada, J., País, J. M.: Potencialidades de uso y perspectivas para la producción de Plaguicidas Botánicos en Cuba. INIFAT. Informe de Trabajo. 1993, 5 pp.
15. Farias, F.: Oil Spray; Concentrado de Aceite de Nim *Azadirachta indica* (*Meliaceae*). "V Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de Plagas". Memorias. Aguas Calientes, México, 31-37 pp., 1999.
16. Fernández, O.: *Bacillus thuringiensis* un buen aliado de la agricultura orgánica. Segundo Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, 69-70 pp, 1995.
17. Gruber, A. K.: Perspectivas del cultivo y uso del árbol del Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) en América Latina. Taller de Intercambio de Experiencias y conocimientos sobre el cultivo del árbol Nim en América Latina. Memorias. De.Evang. Cieets. Managua, 15-24 pp., 1992
18. Hellpap, C., Zebitz, C. P. W.: Kombiniere Aswendung von Niem-Samca Extrakten mit *Bacillus thuringiensis* produkten bei der Bekimpfung von *Spodoptera frugiperda* und *Aedes* spp. Z. Angen. Entomol. 101: 515 - 524, 1986.
19. INIFAT Paraíso: Un Insecticida Natural. Bol. Inf. Dpto. Prot. Plantas y Prod. Bioact., 1992
20. Jacobson, M.: Neem research in the US Department of Agriculture: Chemical, biological and cultural aspects. Proc. 1er Int. Neem conf. Rottach-Egern, 1980. 33-42 pp.
21. Lavie, D., Jain, M.K., Kirson, I. Terpenoid V.: Melianone from *Melia azedarach*. Tetrahedron Letters. 19: 20492052, 1966
22. Lavie, D., Jain, M.K., Kirson, I**.** Terpenoid.: Part VI. The Complete structure of melianone. J. Chem. Soc. 13471351. 1967 a)
23. Lavie, D., Jain, M.K., Shpangabrielith, S.R.: A locust phagorepellent from two *Melia* species. Chem. Comm. 910911. 1967 b).

24. Lindquist, R. K. Y Casey, M. L.: Evaluation of soils, soaps and natural product derivates for leafminer, foxglove aphid, western flower thrips and greenhouse whitefly control. Ohio Florists Assoc. Bull. (727): 3-5, 1990.

25. Ministerio de la Agricultura, Cuba: Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos. Grupo Nacional de Agricultura Urbana, La Habana, 145 pp., 2000.

26. Parmar, B. S., Singh, R. P.: Neem in agriculture. Indian Agricultur al Institute. New Delhi 110012,. 85 pp., 1993.

27. Pazos, R., López, M., Estrada, J., Avilés, R.: Comparación de dosis de MELITOX 50% CE para el control de *Mocis latipes* G. en pastos. 1er. Taller Nacional de Plaguicidas de Origen Botánico. BioPlag'93. Ciudad Habana. Resumen. 16 pp., 1993.

28. Pérez, N., Fernández, E., Vásquez, L.: Concepción del control de plagas y enfermedades en la agricultura orgánica. Segundo Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, (s.n.), 48-55 pp ,1995.

29. Pérez, Nilda y L. L. Vázquez: Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Ed. Funes, F. et al. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas (ACTAF), La Habana, 268 pp. , 2001.

30. Pérez, Rena: El árbol del Nim. Carta Agropecuaria No. 02-1, Grupo Estatal Alimentos, MINAZ, La Habana, 4 pp., 2000.

31. Primavesi, Ana: Manejo ecológico de pragas e doencas. Nobel, Sao Paulo, 137 pp., 1990.

32. Rodríguez, C.: Recetas de *Nim Azadirachta indica* (*Meliaceae*) contra plagas. "V Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de Plagas". Memorias. Aguas Calientes, México. 39 – 59 pp ,1999.

33. Roig, J. T.: Plantas Medicinales, Aromáticas y Venenosas de Cuba. Ciencia y Técnica. Inst. Cubano del Libro, La Habana. , 949 pp, 1974.

34. Ros, L. E.: Estudio etnológico de policultivos en comunidades del Municipio "El Salvador". Provincia de Guantánamo. Tesis en opción al Titulo de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad Agraria de la Habana (UNAH). La Habana, 75 pp. , 1998.

35. Schmutterer, H.: Natural pesticide from the Neem tree and other Tropical Plants. 2nd Neem conf. Ranischholzhausen. Proceeding., . 587 pp, 1984

36. Schwinger, M.: Über die fraßabschreckende Wirkung von Meliaceen Inhaltsstoffen auf *Epilachna varivestis* (Muls) und andere Insekten: Methoden Versuchstechniken Ergebnisse. Diss. Univ. Hohenheim, 1985

37. Shiva V., A. H. Jafri, Bedi, y H-B. Radha: The enclosure and recovery of the commos. Research Foundation for Science, Technology and Ecology. New Delhi, 181 pp., 1997.

38. Zhu, J. Untersuchungen zur Wirkung von Blattextrakten aus *Melia azedarach* L. auf Kohlschädlinge und Isolierung einer die Insektenmetamorphose störenden Subtanz aus Blättern. Diss. zur Erlangung des Doktorgrades in Fachbereich Agrarwissenschaften. Der JustusLiebig Universität, 1991.

CAPÍTULO 4. MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS.

4.1 Producción de semillas.

Dr. José Antonio Fresneda Buides

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

Para el desarrollo de la Agricultura Orgánica se hace necesario diseñar estrategias que deberán ser seguidas de manera conjunta por agricultores, industriales, instituciones de investigación, especialistas en medio ambiente, los encargados de delinear las políticas de cada país en el campo agrícola, de manera que se logre aunar esfuerzos para conseguir el objetivo (Geier y Mc Nelly, 2000), pues lo que hace verdaderamente que la Agricultura Orgánica sea diferente a la Agricultura Convencional es el enfoque de cada tarea a realizar.

Dentro de este contexto y como parte del diseño de las estrategias nacionales, el acceso a "una semilla de alta calidad" debe ser considerado un factor de importancia básica y punto de partida en la secuencia ecológica, armonizando con la condición natural del ecosistema completo, manteniéndose la biodiversidad y sin intervención de insumos químicos y sintéticos que provocan desbalances en el medio natural.

El desarrollo de la Agricultura Orgánica no podrá ser lineal (Mc Nelly y Sheer, 2001), dado que es necesario ir avanzando en las diferentes problemáticas que entorpecen su progreso, pero la búsqueda de soluciones ambientales sanas a los problemas de la seguridad alimentaria, ha traído consigo y continuará demandando de innovaciones tecnológicas debido a factores imprevistos que establecen desafíos al desarrollo agrícola en general (Scialabba, 2001).

Es deseable asegurar un suministro de materiales de plantación en base a variedades criollas o mejoradas a través del mejoramiento genético dando preferencia a aquellas semillas y posturas mejor adaptadas a la localidad, debido a su mejor respuesta frente a enfermedades y mejor comportamiento frente a estres climático (Scialabba,2000). Estos materiales han podido desarrollar a través de los años y por la obra de la selección natural, la selección por los productores o del mejoramiento genético por las instituciones especializadas, atributos que les permiten enfrentar aquellos factores bióticos y abióticos que tienden a afectar su productividad.

Por otra parte las experiencias indican que se debe estimular la diversidad genética, la siembra de policultivos compuestos de conjuntos de variedades y no depender sólo de unas pocas, el respeto a la flora y la fauna autóctona. Mantener áreas naturales en las cercanías o alrededor de los campos de producción orgánica y la ausencia de insumos químicos crea el habitat apropiado para la vida silvestre.

Reemplazar los insumos externos por servicios ecológicos y lograr alcanzar cada vez mayores experiencias de manejo por parte de los productores son dos direcciones en las cuales recae en gran medida el avance de las estrategias.

La nutrición de los cultivos para la producción de semilla influye de manera importante en la germinación, vigor y estado sanitario del cultivo subsiguiente, pues de plantas débiles no se puede esperar una descendencia sana, vigorosa, que garantice un crecimiento adecuado de la nueva planta. Si bien aún no a escala global, ya existen informaciones de experiencias sobre producción semillas "orgánicas" con buenos resultados (Programa de Agricultura Urbana, Cuba), en cuyo proceso de obtención no se emplean o se emplean cada vez menos fertilizantes químicos industriales (FIBL, 2000). Alternativamente, para la elaboración de los sustratos básicos iniciales y la re-fertilización, se emplean importantes volúmenes de residuos procedentes de la industria azucarera (bagazo, cenizas), también desechos descompuestos de la ganadería vacuna, equina, ovino-caprina, cunícola, porcina, la avicultura, y la preparación de compost de restos de cosecha con gran volumen de residuos como las hortalizas, arroz, café, cacao, frutales, la industria maderera (no tratada) y otros cultivos, según las fuentes predominantes en cada territorio (GNAU, 2000).

La lombricultura ha alcanzado gran auge en los últimos años, así como se utilizan con muy buenos resultados productivos biopreparados a base de microorganismos beneficiosos como *Azospirillum*, *Azotobacter*, y *Micorrizas*, lo que en conjunto permite sustituir fertilizantes químicos altamente concentrados.

Existen en otras áreas experiencias también válidas que pueden ser aplicadas como el uso de algas marinas, harina de huesos (Petersen, 2003), sales de origen natural, etc. El objetivo es valorar y reciclar al máximo los recursos renovables presentes a nivel local y de ese modo disminuir la dependencia de insumos externos (Pons y Sivardière, 2002). Sin embargo, el valor o costo de estos insumos "orgánicos" (sustratos, compost, estiércol y harinas), externos a los predios de los pequeños productores, es significativo (en valor unitario y costo de transporte) y debe ser

contabilizado sobre la base de estudios de costos comparativos frente a las alternativas que implican el uso de abonos minerales comerciales.

El control de plagas y enfermedades sin el empleo de sustancias sintéticas concentradas es un elemento crucial en la Agricultura Orgánica, partiendo incluso de aquellos patógenos transportados en la propia semilla, la cual puede actuar como vehículo o como víctima (Neergaard, 1979).

Entre los principios para el control se incluye en primera instancia el ajuste de las prácticas culturales; el concepto es que ambientes no favorables propician el desarrollo de enfermedades y la diseminación de plagas. Por ejemplo, la rotación de cultivos es considerada la piedra angular para este sistema, dado que funciona como una herramienta importante en el manejo de plagas, además de cuidar la fertilidad del suelo.

Esto, junto al intercalamiento espacial y temporal de cultivos y guardar el debido distanciamiento entre aquellos que tienen igual rango de hospederos evita el desarrollo y la diseminación excesiva de insectos y enfermedades.

La buena preparación del suelo (incluyendo alternativas de mínimo laboreo), el transplante adecuado, la siembra en época óptima y con técnicas apropiadas, la observación de medidas higiénicas durante el laboreo, el empleo de enemigos naturales y otras muchas acciones contribuyen de manera positiva a la disminución, incluso a la eliminación de las fuentes de inóculo e infestación.

Como acciones para el control de plagas por medios biológicos en las fincas municipales de producción de semillas se deben aplican alternativas que incluyen la utilización de extractos de plantas (azaridactina, extraída del árbol del Nim), concentrados de ajo, extractos de nicotina en solución acuosa y de plantas del género *Solanum*, así como cultivos repelentes y cultivos trampas (*Tagetes erecta* L.*, Vetiveria zizanioides (*L.*) Nash, Calendula officinalis* L.*, Raphanus sativus* L.*, Anethum graveolens* L.*, Lactuca sativa* L., entre otros), las trampas pegajosas de diversos colores son de amplia utilización en áreas de producción.

Los bioplaguicidas han encontrado gran aceptación entre los productores, tales son los casos de *Bacillus thuringiensis* para el control de lepidópteros, *Beauveria bassiana* y *Metharrizium anisopliae* para el control de coleópteros, *Verticillium lecanii* para el control de *Homópteros* y otros, que ya ofrecen opciones a emplear frente a grupos de insectos de gran importancia económica, que pueden causar graves daños en la producción de semillas.

Contra hongos de suelos se utilizan diversas formulaciones del hongo *Trichoderma* spp., se desarrollan otras alternativas de control biológico con microorganismos de los géneros *Bulkoderia* sp., *Bacillus sp.* y existen opciones como el empleo de la canela, lecitina, aceites vegetales, azufre elemental, sulfato de potasio, carbonato de calcio y de magnesio y otras formas de origen natural.

La producción de semillas orgánicas es factible, lo que no implica una tarea fácil para la mayoría de los productores de los países en desarrollo. Los productores que acceden satisfactoriamente a mercados orgánicos tienen que cumplir estándares internacionales los cuales no necesariamente se adaptan a las condiciones de los países de la América Latina y el Caribe. En general se han logrado avances significativos en su obtención, incluso comprendiendo plazas tan importantes como puede ser el mercado de la Comunidad Económica Europea (CEU) que ya trabajan en este sentido y dispuesto que a partir del 31 de Diciembre del año 2003, la producción de semillas “orgánicas” en la CEU debe provenir de plantas madres cultivadas en agricultura ecológica durante por lo menos una generación de las especies anuales y durante dos períodos de cultivos perennes, así como los viveros o almácigos deben ser ecológicos (Pons y Svardière 2002).

De igual manera en otras áreas se va dando preferencia a aquellas producciones de semillas que empleen la Agricultura Orgánica y esto ocasiona una gran capacidad de respuesta por parte de los productores, los cuales irán poniendo en práctica los principios agroecológicos y sanitarios del arsenal de conocimientos existente.

La agroindustria rural latinoamericana elabora una amplia variedad de productos que mantienen autenticidad y originalidad ligadas a las circunstancias sociales, culturales y de disponibilidad de recursos naturales, entre estos hay resultados importantes en la producción de semillas. Por otro lado, los consumidores buscan cada vez más información sobre el origen y proceso de elaboración de los productos que compran. Cierto es que el establecimiento de certificaciones confiables dentro de un sistema de acreditación requiere conocimientos técnicos y legales avanzados, así como alta experiencia organizacional y costos significativos.

Sin embargo ello alienta la investigación y adopción de todos aquellos adelantos técnicos que sean probablemente inocuos al medio ambiente, en un acercamiento a un conjunto de procedimientos que resultan en un ecosistema sostenible, alimento seguro, buena nutrición, salud animal y justicia social. Entonces se avanzará más allá de un sistema de producción que incluye determinado tipo de insumo.

4.2 Pre-acondicionamiento de las semillas como factor de éxito en la agricultura orgánica.

MSc. Jorge A. Sánchez[2] y MSc. Bárbara C. Muñoz[2]

Instituto de Investigaciones de Ecología y Sistemática, (IES), La Habana, Cuba.

La calidad de las semillas de muchas especies cultivadas depende significativamente del grado de maduración que tengan éstas en el momento de la colecta de los frutos, del proceso de obtención y de su manejo posterior (Taylor *et al*., 1998). Por consiguiente, el mejoramiento y producción de semillas sin insumos exógenos debe estar encaminado fundamentalmente al perfeccionamiento de los métodos de obtención y de almacenamiento de las semillas, y a la aplicación de técnicas fisiológicas a posteriori de la recolección de frutos o poscosecha, que recuperen el vigor inicial de los lotes. Un camino fisiológico conocido para resolver estos problemas es la aplicación de los tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas, que han probado ser eficientes para mejorar el funcionamiento de las semillas frescas y envejecidas de diversos cultivos, tanto bajo condiciones ecológicas óptimas como adversas (Welbaum *et al*., 1998; McDonald, 2000; Sánchez *et al*., 2001a). De hecho, la hidratación de las semillas antes de la siembra constituye parte de la cultura tradicional campesina de muchos países (Orta *et al*., 1998; Taylor *et al*., 1998; Harris *et al*., 1999).

Estos procedimientos consisten en la inmersión de las semillas en agua o en soluciones osmóticas durante cierto tiempo, con deshidratación previa a la siembra, o sin ella y permiten que una gran proporción de las mismas alcance rápidamente el nivel de humedad y el estado metabólico deseado; como consecuencia de la activación de numerosos procesos bioquímicos-fisiológicos relacionados con la germinación, la tolerancia al estrés ambiental y la reparación de daños celulares (Bailly *et al.* 2000; McDonald, 2000). De acuerdo a lo anterior, los principales eventos celulares que activan los tratamientos de hidratación parcial en las semillas son: 1) mecanismos reparadores de las membranas, el DNA, las proteínas y las enzimas; 2) replicación del DNA; 3) la síntesis de proteínas y el RNA; y 4) los sistemas de defensas antioxidantes (eliminadores de radicales libres).

A pesar de todo el intenso trabajo realizado en esta temática a principios del siglo XX, sólo algunas décadas después los tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación volvieron a ser centro de interés para los científicos occidentales. Esto tuvo lugar a partir de la revisión de May *et al*. (1962) sobre los resultados obtenidos por el fisiólogo P. A. Henckel, y otros fisiólogos rusos, relacionados con la imbibición parcial de las semillas en agua y su comportamiento frente al estrés ambiental. Los tratamientos de hidratación parcial se conocen en la literatura científica internacional por el término de robustecimiento de semillas o seed hardening. La era moderna de la preimbibición de las semillas la inaugura Heydecker y su grupo de investigación. Ellos desarrollaron una técnica simple en concepto, pero fisiológicamente compleja, la cual es capaz de acelerar apreciablemente la germinación después de la siembra (Heydecker *et al*., 1973). La misma consiste en la preimbibición de las semillas en soluciones de un osmótico bioquímicamente inerte (preferentemente polietilenglicol) durante cierto tiempo, antes de transferir las mismas al agua. Estos tratamientos se conocen en la terminología científica como acondicionadores de semillas o seed priming, revigorizadores de semillas o "seed reinvigoration" y osmo-acondicionadores de semillas o "seed osmoconditioning" (Sánchez *et al*., 2001a). En general, los tratamientos de hidratación-deshidratación de semillas también se conocen en la terminología científica como tratamientos de hidratación parcial, de humedecimiento-desecación o de prehidratación.

Aún cuando parezca que los tratamientos sólo difieren desde el punto de vista terminológico, los objetivos de estos fueron distintos desde sus inicios. Los acondicionadores y osmo-acondicionadores pretenden básicamente mejorar la germinación e incrementar la producción de las plantas (rendimientos). Los tratamientos revigorizadores procuran incrementar la germinación de las semillas envejecidas. Por último, los tratamientos robustecedores pretenden incrementar la tolerancia de las plantas resultantes de las semillas tratadas a condiciones adversas del medio como la sequía, las altas temperaturas, la salinidad y a otros factores desfavorables del ambiente.

En la actualidad los tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación se investigan con los siguientes fines agrícolas: a) la revigorización de semillas para recuperar vigor e incrementar la longevidad durante el almacenamiento, b) el acondicionamiento para incrementar, acelerar y sincronizar la germinación y el establecimiento, c) el acondicionamiento de semillas para eliminar la dormancia orgánica o impuesta y d) el robustecimiento de semillas para incrementar la germinación, el establecimiento y los rendimientos de las plantas resultantes de los tratamientos, bajo condiciones ambientales adversas.

Los tratamientos de prehidratación que utilizan soluciones osmóticas se han desarrollado fundamentalmente en países occidentales como Inglaterra y Estados Unidos de América. En cambio, los métodos que emplean agua se aplican fundamentalmente en Rusia y en países del tercer mundo del continente Asiático y de América Latina; aunque en esta última región sólo aparecen reportes en la literatura científica en Brasil y Cuba. Los resultados que se comentan a continuación se obtuvieron hidratando las semillas solamente en agua previo a su siembra en condiciones

de laboratorio, casa de cultivo o a cielo abierto. Sin embargo, no deben ignorarse los efectos positivos que se obtienen en la germinación y el establecimiento de muchos cultivos cuando la hidratación se realiza en soluciones osmóticas (Welbaum *et al*., 1998; McDonald, 2000).

En Brasil, Prisco *et al.* (1992) obtuvieron incrementos significativos de la germinación de semillas frescas de algodón (*Gossypium hirsutum*), maíz (*Zea mays*.) y sorgo (*Sorghum bicolor*.) cuando las sometieron a tratamientos de hidratación parcial en agua y las sembraron bajo condiciones de estrés hídrico. También, con la aplicación de los referidos procedimientos incrementaron la germinación en semillas de sorgo bajo estrés salino (Prisco *et al*., 1978).

En Cuba los tratamientos de hidratación parcial en agua se han empleado fundamentalmente en semillas frescas y envejecidas de hortalizas y de forestales pioneras (Orta *et al*., 1998; Sánchez *et al*., 1999a y b; Sánchez *et al*., 2001a y b). Sin embargo, también existen algunos reportes para semillas de leguminosas de interés forrajero (Orta *et al.,* 1983; Sánchez *et al*., 2002).

En semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum*), pepino (*Cucumis sativus*), pimiento (*Capsicum annuum*) y calabaza (*Cucurbita maxima*) los tratamientos de hidratación-deshidratación lograron incrementar significativamente la germinación mediante los efectos revigorizadores, acondicionadores, robustecedores y de ruptura de dormancia. El caso más significativo se alcanzó en semillas frescas de calabaza donde se incrementó más 60% de la germinación con relación al testigo.

Igualmente, los tratamientos pregerminativos aumentaron significativamente los rendimientos en el cultivo del pepino y del tomate; en este último durante las tres épocas de siembra propuestas para Cuba. En la mayoría de los casos el tratamiento incrementó hasta 2 ó 3 veces los rendimientos con relación al control. Los resultados obtenidos en esta variable pueden considerarse satisfactorios si se tiene en cuenta que dichos experimentos se realizaron sin la utilización de fertilizantes químicos, ni plaguicidas. Además, en el tomate la siembra se realizó tanto en condiciones ambientales óptimas, como adversas. Efectos similares se obtuvieron por Harris *et al.* (1999) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*), garbanzo (*Cicer arietinum*) y maíz (*Zea mays*), lo que demuestra la efectividad de los procedimientos propuestos para incrementar la producción de las plantas, minimizando la utilización de productos químicos y sistemas de irrigación.

La aplicación de tratamientos de prehidratación en semillas de especies forestales pioneras cubanas (*Cecropia schreberiana*, *Trichospermum mexicanum*. e *Hibiscus elatus*) lograron también incrementar y acelerar considerablemente la germinación bajo condiciones de estrés calórico. Cuando las condiciones de calor se hicieron más severas se incrementaron las diferencias entre el control y las semillas procedentes de los tratamientos pregerminativos. Este resultado es sumamente interesante debido a que son las condiciones de estrés abiótico y biótico las que usualmente encuentran las semillas cuando llegan al suelo (Bonner, 1998).

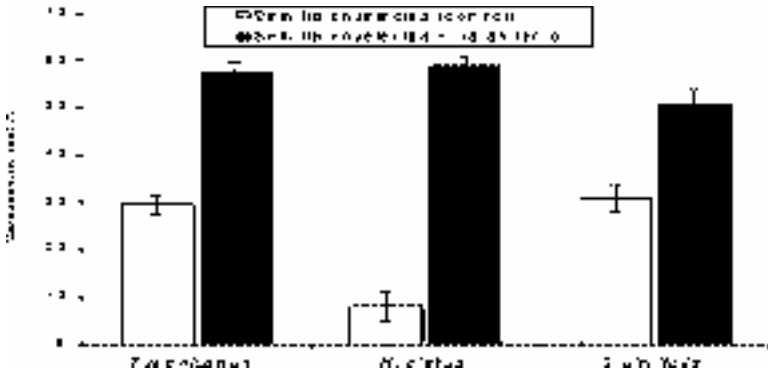


Fig. 7. Tratamientos de hidratación parcial en semillas envejecidas de T. mexicanum, H. elatus y Guazuma ulmifolia. El envejecimiento acelerado se realizó durante 4 días a 45ºC y 100% de humedad relativa. Las líneas verticales representan el error estándar de humedad relativa. Las líneas verticales representan el error estándar de la media (±).

Al mismo tiempo, en árboles pioneros los tratamientos de prehidratación resultaron efectivos tanto para recuperar el vigor germinativo de semillas envejecidas (Fig. 7), como para incrementar el crecimiento de las plántulas durante su estancia en condiciones de viveros. El primer resultado posiblemente se deba a la activación de sistemas reparadores de daños celulares en las semillas (Bailly *et al*., 2000; McDonald, 2000). Por su parte, el efecto sobre el crecimiento se corresponde con un incremento de la velocidad de germinación de las semillas tratadas y con la estimulación de mecanismos bioquímicos-fisiológicos de tolerancia al estrés ambiental (Henckel, 1982; Rehman *et al*., 1998; Sánchez *et al*., 2001b).

En *T. mexicanum* los tratamientos pregerminativos igualmente resultaron efectivos para acelerar el crecimiento de las plantas en condiciones de campo (Fig. 8). Estos resultados confirman que los tratamientos de hidratación-deshidratación no sólo son adecuados para mejorar la biología reproductiva de plantas hortícolas, sino también favorecen la germinación y el crecimiento de especies forestales pioneras. Estas últimas juegan un papel fundamental en la repoblación forestal de los bosques tropicales (Muñoz *et al*., 2001), por tanto el incremento del éxito en la germinación y establecimiento de dichas plantas podría favorecer con mayor rapidez la recuperación de los bosques.

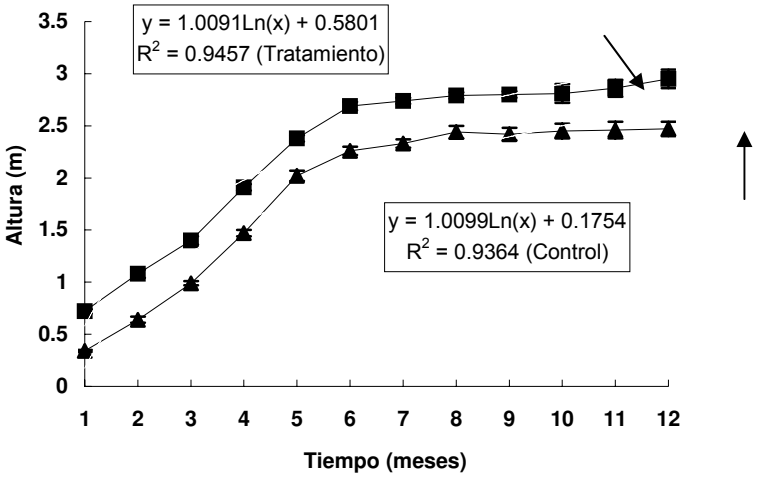


Fig. 8. Curva de crecimiento de plantas T. mexicanum. La siembra se realizó en campo durante un año sin la utilización de tratamientos químicos en las semillas y el suelo.

El estado del conocimiento actual sobre los tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación a nivel internacional acumula suficientes evidencias acerca de la efectividad de los mismos para mejorar el funcionamiento de las semillas y el establecimiento de las plantas cuando se aplican de acuerdo a los requerimientos de cada lote. Al parecer, los principales obstáculos para su comercialización se debe a la relativa complejidad de algunos de ellos y a la inadecuada extensión y divulgación de los resultados en el medio rural. Los tratamientos revigorizadores, acondicionadores y robustecedores de semillas deberán extenderse en la práctica productiva no sólo como una vía alternativa para mejorar el comportamiento agronómico de las plantas de interés agrícola, sino también como un medio para desarrollar la agricultura orgánica o sustentable, debido a que reducen o eliminan la dependencia de productos químicos.

4.3 Recuperar variedades locales y nativas

Dra. Leonor Castiñeiras e Ing. Tomás Shagarodsky

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

La recuperación de variedades tradicionales y su conservación para las futuras generaciones constituye uno de los retos para las generaciones actuales. La desaparición local de variedades criollas, endémicas o introducidas, tiene implicaciones negativas sobre la diversidad útil disponible de plantas de cultivo son capaces de aportar elementos importantes en el mejoramiento genético a mediano y largo plazo. Debido a las características de adaptabilidad y atributos de calidad, dichas variedades presentan un paso de avance en la evolución de las especies en beneficio del hombre, pues han acumulado o aumentado la frecuencia de genes que aportan resistencia "horizontal" o rusticidad a diferentes factores bióticos y abióticos, limitantes de la productividad. La biodiversidad agrícola tradicional le confiere al sistema agrícola una estabilidad en el tiempo, permitiendo obtener cosechas con rendimientos aceptables, aún en condiciones difíciles de producción.

El éxodo de la población del campo a las ciudades, en la búsqueda de mejores condiciones de vida, fenómeno que ha estado ocurriendo en las áreas rurales de muchos países de la región de América Latina y el Caribe, ha traído como consecuencia la pérdida de especies y variedades de cultivo, que se habían mantenido y conservado de una generación a otra de las familias por largos períodos de tiempo.

Este fenómeno, unido a la sustitución impuesta por la agricultura comercial de las variedades tradicionales por las mejoradas con mayor respuesta en los rendimientos a partir de una alta utilización de insumos tecnológicos, hizo que se abandonara una buena parte de la biodiversidad agrícola tradicional, con la consiguiente erosión de la cultura de su uso.

Las variedades locales y nativas son seleccionadas en agroecosistemas donde la selección natural juega su mejor papel, unida a la selección conciente e inconsciente del campesino, por ejemplo, cuando prepara la siembra y selecciona las semillas de mayor tamaño para la próxima cosecha, o aquellas que provienen de frutos con sabor más dulce y textura más suave. En el campo se realiza selección negativa de plantas con porte no deseado, o con signos evidentes de ataque de enfermedades y plagas. Debido a esta amplitud espacial en ocasiones sobreviven variantes producto de mutaciones raras, por ejemplo, en ornamentales: plantas variegadas, en cítricos: mutaciones de yemas, etc. Sin embargo, el mejoramiento genético sobre bases científicas juega un rol fundamental y debe ser integrado en

los planes de la agricultura orgánica y muy especialmente en la producción de semillas mejoradas y aptas para este tipo de producción.

El campesino acepta la heterogenidad de las poblaciones dentro de las variedades tradicionales, ya que muchas veces el beneficio radica solo en la producción total. Otras veces se busca la homogenidad de un solo carácter y se permite que otros en la misma variedad sean heterogéneos. Por ejemplo: una variedad de fríjol con diferentes colores de grano, una variedad local de maíz donde coexisten diferentes razas (Tuzón, Canilla, Dentado, etc.), como ocurre en localidades de Guantánamo, provincia de la zona oriental de Cuba (Fernández *et al*., 2001). Dentro de este contexto, no toda la variabilidad fenotípica local es útil frente a los grandes problemas de los pequeños agricultores, sean orgánicos o no. La resistencia a enfermedades a bacterias, virus y hongos; a los ataques de insectos de pre y pos-cosecha y a los factores abióticos (sequía, salinidad, heladas, altas temperaturas, etc.) requiere de un esfuerzo concreto y concertado de mejoramiento genético, basado en toda la variabilidad disponible o en la creación de nueva variabilidad así como de métodos de mejoramiento tradicional y de aquellos de avanzada en base a la genética molecular.

Los sistemas donde se desarrollan las variedades tradicionales son cada vez más vulnerables por la actual erosión de los suelos, los cambios climáticos significativos que conllevan entre otros, a sequías prolongadas e inundaciones, por lo que la conservación de las variedades tradicionales se convierte en una prioridad, dentro de la estrategia dirigida al incremento de la seguridad alimentaria de una población cada vez mayor.

Los factores culturales son importantes a la hora de mantener los recursos fitogenéticos y los conocimientos etno-botánicos asociados a los cultivos. Las preferencias de alimentos y las costumbres de utilización de plantas están profundamente arraigadas en la cultura de los pueblos (Eyzaguirre, 2001). Después del la Colonización de América comenzó un proceso de mestizaje donde los componentes raciales más importantes fueron españoles, africanos, asiáticos y otros europeos (franceses, ingleses, alemanes, entre otros). La distribución, manejo y uso de las especies de plantas es hoy una mezcla de tradiciones, que en el transcurso de la historia se han homogenizado en los actuales hábitos alimenticios que caracterizan a la mayor parte de la población actual.

En las décadas pasadas se dio prioridad a la colecta y la conservación *ex situ* de germoplasma, especialmente las variedades tradicionales de cultivos y especies silvestres emparentadas (Louette, 2000). En Cuba, las colecciones de cultivos de hortalizas, oleaginosas y granos, conservadas en el Banco de Germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) han servido de base a programas de mejoramiento genético en el país con resultados concretos visibles a través de nuevas variedades de rendimientos superiores y resistencia a diferentes tipos de estrés biótico y abiótico. Una buena parte de las colecciones provienen de materiales colectados a lo largo de la Isla, que los campesinos mantienen de forma tradicional en sus fincas, tal es el caso de cultivos como el frijol común y la habichuela corta (*Phaseolus vulgaris*), el maní (*Arachis hypogaea*), el frijol carita (*Vigna unguiculata* spp. *unguiculata*), la habichuela larga (*Vigna unguiculata* spp. *sesquipedalis*), el tomate (*Lycopersicon esculentum*) y otros. Así mismo, otras instituciones han obtenido y transferido a los agricultores variedades de grupos de cultivo como raíces y tubérculos, arroz, café, cítricos y frutales que han incrementado la disponibilidad de alimentos en los mercados nacionales (Fundora *et al*., 1994).

Los casos más relevantes de utilización de germoplasma nativo en la Sub-región de Meso América y el Caribe, lo constituyen el maíz y el frijol (FAO, 1995). La utilización de estas dos especies nativas reveló que actualmente la tercera parte del área sembrada en la región corresponde a variedades mejoradas e híbridos (especialmente de maíz), obtenidos a partir de este germoplasma.

También la exportación de productos de la región ha estado considerando algunas especies tropicales nativas como la pitahaya (*Cereus* sp.), el zapote (*Pouteria sapota*), la guanábana (*Annona muricata*), el achiote o bija (*Bixa orellana*) y el pejibaye (*Baxtris gasipaes*), que han reportado beneficios económicos a los países productores.

En las áreas de montaña, donde predomina la agricultura tradicional, continúa el uso de variedades locales. Por otra parte, los programas nacionales, regionales e internacionales de mejoramiento de especies de pastos y forrajes también están considerando especies nativas, principalmente leguminosas, como *Centrosema* sp., *Stylosanthes* sp. y *Leucaena* spp.

Existe un buen número de especies maderables nativas, cuyo germoplasma está siendo utilizado en programas de reforestación en Cuba, como *Pinus caribaea*, *Leucaena leucocephala*, *Acacia* spp. y *Cordia* spp. Por otro lado, resulta significativo el aumento de la demanda del mercado que ha adquirido en Guatemala el loroco (*Fernandia pandurata*), por lo que su cultivo y producción se han incrementado en los últimos años (Azurdia *et al*., 2001).

En cuanto a la conservación de germoplasma tradicional, durante los últimos años se han concentrado esfuerzos en el desarrollo de la conservación *in situ* de estos recursos tradicionales, asociados al desarrollo de las comunidades rurales, teniendo en cuenta que esta forma de conservación permite la evolución de las especies y variedades en un agroecosistema en particular.

Como ejemplo de algunos cultivos tradicionales, cuya variabilidad es amplia en algunas localidades, podemos citar entre los granos al frijol "caballero" (*Phaseolus lunatus*), especie no comercial en Cuba, marginada a los huertos caseros de las áreas rurales, que por el contenido de proteína de sus semillas podría constituir un renglón más en la dieta de la población, a partir de la diversidad presente en el país. Entre las viandas se podría mencionar al ñame (*Dioscorea* spp.), cuyas raíces proporcionan carbohidratos y carotenos, sin embargo su consumo se restringe a la región oriental del país; a frutales, como el caimito (*Chrysophyllum cainito*) y el canistel (*Pouteria campechiana*); a especies del grupo de las plantas condimenticias, como la pimienta (*Pimienta dioica*). Ninguna de ellas se explotan en todas sus potencialidades para la alimentación humana.

También en México y Guatemala se crean las bases para la planificación y la implementación de programas de conservación y extensión en el mantenimiento de la diversidad y la variabilidad de cultivos tradicionales como el frijol (*Phaseolus lunatus* y *Phaseolus vulgaris*), el maíz (*Zea mays*), la calabaza (*Cucurbita* spp.), el chile (*Capsicum* spp.) y el chayote (*Sechium edule*), involucrando los agricultores, las comunidades, universidades y centros de investigación (Arias *et al*., 2002; Azurdia *et al*., 2002).

En América del Sur, Centro América y el Caribe muchas especies autóctonas han sido utilizadas y seleccionadas por varios siglos, como por ejemplo: *Cucurbita* spp., *Capsicum* spp., *Phaseolus* spp., *Solanum* spp., *Spondia* sp., así como algunas anonáceas y sapotáceas.

Entre las especies hortícolas resulta significativo para Cuba la utilización de los tomates tradicionales, como los del tipo "cimarrón" (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) y "placero" (*L. esculentum*), ambos utilizados principalmente como condimento, en forma natural o en conserva. En el caso de los tipos de ají cachucha (*Capsicum chinense*) se destacan por su utilización cada vez más creciente, con un aumento de su presencia en el mercado agrícola.

Algunas frutas como los de los (grupo AAB) y 'ciento en boca' (Grupo AA) tienen una alta preferencia en la población cubana y a pesar de su conocida susceptibilidad al Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*) continúan cultivándose, aunque su producción se hace a muy pequeña escala.

Por otro lado, otros estudios sobre agrobiodiversidad en fincas y huertos caseros de áreas rurales de algunos países como Cuba, Guatemala y Venezuela muestran que existe bastante diversidad de plantas aún subutilizadas, que no llegan a los mercados locales y a veces la población las desconoce, especialmente en las áreas urbanas. Las estrategias de los países de la región podrían dirigirse a fortalecer los sistemas de producción de semillas de algunas de estas especies, extender su cultivo y producción, haciendo a la vez una amplia difusión y divulgación popular de las diferentes formas de elaboración y consumo en cada una de ellas.

Existe una fuerte tendencia en las familias de las áreas rurales a producir su propia semilla, siendo menos frecuente la compra de semillas en el sector formal. Ello origina que existan diferentes métodos de conservación, para que las semillas no pierdan su viabilidad de un período a otro de siembra, que varían desde el almacenamiento a cielo abierto (utilizando la sombra de los árboles y el aire para mantener las muestras frescas), la construcción de almacenes de madera y hojas de palmas (*Roystonea* sp., *Thrinax* sp. y otras), hasta el uso de bolsas de papel, tela y/o polietileno, y de frascos de cristal, incluso sellados con parafina.

La alta diversidad observada en los huertos y fincas de las comunidades rurales es una muestra de conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola a través de su uso (Eyzaguirre, 2001), realizada de forma empírica pero segura, y muy arraigada a las necesidades de cada familia y a sus propias costumbres. Estos nichos ecológicos pueden ser considerados como ricos bancos de genes, donde las especies y variedades han estado sujetas a largos períodos de selección natural y humana. En ocasiones las poblaciones se componen por una o dos plantas por huerto y/o finca, como es el caso de algunas especies de frutales como *Annona* spp., *Pouteria* spp. y otras, lo que pone en peligro su propia supervivencia.

Si se logra mantener esta forma de conservación *in situ*, apoyando la conservación participativa de los recursos fitogenéticos tradicionales en las comunidades rurales, y complementarla con la conservación *ex situ* que se realiza en los bancos de germoplasma, al menos para las especies en peligro de erosión genética, lograríamos proteger una buena parte de la diversidad y aumentar las posibilidades de ampliar la base alimentaría de las poblaciones humanas en el futuro. En caso de desastres naturales (como inundaciones o períodos prolongados de sequía) se contaría con un material de partida en el banco de germoplasma, a partir del cual se podría rescatar la variabilidad perdida con la reintroducción de materiales en esas áreas.

Estudios realizados en Cuba y otros países de la región (Castiñeiras *et al*., 2000, 2001) han demostrado que el campesino tiende a mantener sus especies y variedades de cultivo y que las transmite de una generación a otra dentro de la propia familia, junto a los conocimientos de su manejo. Los huertos y fincas son lugares de experimentación, donde pocas veces se sustituyen variedades mejoradas por variedades tradicionales, pero sí se ha observado que coexisten después de que las primeras han rebasado un período de prueba. El flujo genético se desplaza primero dentro de la comunidad (intercambio entre vecinos), manteniendo la diversidad inter e

infraespecífica más ó menos estable en una localidad, antes de cruzar los límites de ésta hacia otras localidades del país.

La experiencia de Cuba es que ha sido útil la realización de talleres de capacitación en diferentes localidades, donde se intercambian experiencias entre los agricultores, así como entre estos y el personal científico involucrado en investigaciones con las comunidades rurales, lo que ha permitido ampliar el conocimiento sobre la producción, conservación y manejo de semillas, acompañados por exposiciones de la agrobiodiversidad que ellos conservan. Se ha invitado a personalidades de los gobiernos locales a participar en dichos talleres con la intención de encontrar apoyo para extender y/o abrir el mercado para los productos tradicionales, lo que constituiría un estímulo social y económico para que las familias continuaran conservando. Con ello se podría mejorar la base alimentaria de la población, a través la producción y desarrollo de nuevos productos, así como, promocionar sistemas informales de producción de semillas

4.4 Mejoramiento genético tradicional

MSc. Maribel González Chávez

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

La mejora genética de las plantas es el resultado conjunto de las prácticas agrícolas y la actividad científico-técnica, dirigidas a modificar favorablemente desde el punto de vista genético, determinadas características de las plantas (González y Arozarena, 2001). Mediante el mejoramiento de plantas se procura desarrollar aquellos caracteres y cualidades de las variedades determinados genéticamente, que en función de las condiciones concretas de producción posibilitan una alta efectividad económica de las restantes ramas de la producción vegetal (Rodríguez Fuentes *et al*., 1987)

El fitomejoramiento de una especie determinada depende del conocimiento que se tenga de su sistema de reproducción, ya que esto define en gran medida el diseño genético y de apareamiento que se debe utilizar, así como el sistema de selección que ha de emplearse. Sin una comprensión clara y precisa de los detalles de la polinización, la fertilización y el desarrollo de las semillas en una planta, no sería posible establecer procedimientos ordenados y eficientes para su mejoramiento genético.

Las especies de plantas se pueden clasificar de acuerdo con sus sistemas reproductivos en tres tipos fundamentales: autógamas, alógamas y de reproducción vegetativa. El genotipo de las plantas está en estrecha relación con el sistema de reproducción preponderante en ellas. Las especies autógamas se reproducen por autofecundación continuada, por lo cual las poblaciones están constituidas por un conjunto de líneas homocigóticas, que no se reproducen entre sí, aunque crezcan juntas. Las poblaciones de especies alógamas son, por el contrario, altamente heterocigóticas a causa del constante cruzamiento entre sus individuos, generación tras generación.

La influencia del tipo de reproducción sobre la constitución genética de las plantas autógamas y alógamas se refleja en los métodos de mejora, y determina que estos no sean los mismos para cada una de ellas. Las plantas alógamas presentan, como consecuencia de su alto grado de heterocigosis, una alta variabilidad genética que posibilita una mayor efectividad de la selección de determinados genotipos, pero al mismo tiempo resulta más complicado el proceso de mejora, como veremos más adelante, pues el grado de heterocigosis debe mantenerse o restaurarse al final del proceso. En el caso de las especies autógamas, su alta homocigosis determina una menor variabilidad genética y por el contrario la selección resulta más fácil de realizar que en las alógamas. Las especies de reproducción asexual presentan poca variabilidad genotípica dentro de los clones y para ellas se emplean generalmente los mismos métodos utilizados en las plantas autógamas. Entre las principales especies alógamas se encuentran el maíz (*Zea mays*), el ajo (*Allium sativum*), el pepino (*Cucumis sativus*), la acelga china (*Brassica rapa* subsp. *chinense*), la cebolla (*Allium cepa*), el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), la coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), la zanahoria (*Daucus carota*) y la col (*Brassica oleracea* var. *capitata*). El grupo de plantas autógamas reúne a los cultivos como el tomate (*Lyocopersicon esculentum*), el frijol y la habichuela (*Phaseolus vulgaris*), la lechuga (*Lactuca sativa*), el arroz (*Oryza sativa*), el tabaco (*Nicotiana tabacum*), la papa (*Solanum tuberosum*), la soya (*Glycine max*), el maní (*Arachis hypogaea*) y los chícharos (*Pisum sativus*).

Los principales métodos tradicionales de mejoramiento para crear nuevas variedades de las especies son: 1) introducción, 2) selección y 3) hibridación.

1) Introducción: La introducción de variedades o líneas avanzadas no es más que la importación de materiales genéticos de otros países, considerándose una alternativa económica y aconsejable dentro de cualquier

programa de mejora ya que la evaluación sistemática de los materiales importados, así como el proceso de selección individual o masal practicado dentro de ellas, puede rendir los mismos beneficios que un programa de mejoramiento convencional. Por lo general, todo programa de mejora comienza con la introducción masiva de germoplasma de diversos orígenes a fín de evaluarlo y detectar el de mayor interés. El fitomejorador debe identificar, introducir y seleccionar los materiales de acuerdo a los objetivos de mejoramiento que se trace, lo que se realiza a través de los bancos de germoplasma, que constituyen un reservorio de genes útiles en programas de mejoramiento. Se deben realizar ensayos de observación o preliminares de los materiales introducidos donde se seleccionan aquellos que se llevarán a ensayos de rendimiento y de adaptación. Las introducciones se pueden utilizar como fuentes de nuevas variedades de genes favorables para resistencia a condiciones adversas (bióticas y abióticas), que posteriormente pueden incorporarse a las variedades adaptadas recurriendo a la hibridación.

2) Selección: Es el método más utilizado y constituye la base de todo mejoramiento de cosechas. Esencialmente es el proceso mediante el cual se separan plantas individuales o grupos de estas dentro de poblaciones. La selección solo actúa sobre diferencias heredables presentes en los individuos de la población y no crea variabilidad genética, sino que actúa sobre la ya existente. En dependencia de los caracteres que se quieran mejorar, la selección puede ser sobre la base del fenotipo o del genotipo. Los procedimientos de selección que se utilizan en el mejoramiento de las especies alógamas difieren de aquellas que se utilizan en las especies autofecundadas, donde se utiliza la selección de plantas individuales para establecer variedades uniformes de líneas puras y se usa menos la selección en masa. Sin embargo, en las especies alógamas que son sumamente heterocigóticas, rara vez se utilizan plantas individuales para constituir una variedad porque la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación de los caracteres del progenitor dentro de las progenies, necesitando una mayor amplitud de diversidad genética, para mantener una población vigorosa. Los procedimientos de selección más utilizados para las plantas alógamas son la selección en masa, la selección de progenies y el mejoramiento en líneas, así como, la selección recurrente.

- Selección masal: ha sido muy efectiva para aumentar la frecuencia génica de caracteres deseables que se pueden observar fenotípicamente y medir con relativa facilidad, sin embargo, en el caso de caracteres cuantitativos (como el rendimiento), que se pueden descomponer y que tienen herencia cuantitativa compleja, y por tanto, una gran influencia ambiental, no es tan efectivo seleccionar por el aspecto individual de las plantas. Esta contradicción se resuelve en gran medida, por la selección de la descendencia y la mejora en línea.
- Selección de progenies y mejoramiento en líneas: Se seleccionan las plantas madres, la descendencia puede ser obtenida mediante polinización abierta o sin control de gametos masculinos y se estudia la descendencia en parcelas. Se repiten los ciclos, pero es conveniente mezclar la semilla al cabo de cierto tiempo tomando cantidades proporcionales de cada selección, para evitar la consanguinidad, a lo que se le llama mejoramiento en línea.
- Selección recurrente: Se utiliza con la finalidad de concentrar genes para una característica cuantitativa en una población, sin una marcada pérdida de variabilidad genética, y debe ser tal que se reconozca fácilmente en el fenotipo. El procedimiento consiste en seleccionar en una población las plantas sobresalientes respecto al carácter considerado, estas plantas se autofecundan y su semilla se utiliza para producir progenies en surco por planta. Estas progenies se cruzan en todas las combinaciones posibles, las semillas obtenidas se mezclan y se produce una población para iniciar los ciclos de selección recurrente.

En las especies autógamas se practican dos métodos de selección fundamentales:

- Selección de líneas puras: La progenie descendiente únicamente por autofecundación de una planta individual homocigótica es considerada como una línea pura. Se obtiene una variedad más uniforme que la obtenida por selección en masa, ya que todas las plantas en una línea pura son iguales. Se practica en poblaciones segregantes después de la hibridación artificial de dos variedades.
- Selección en masa: Las plantas se seleccionan tomando como base su fenotipo y mezclando la semilla cosechada sin probar su progenie. Se utiliza con frecuencia para purificar variedades mezcladas, eligiendo las plantas que se acerquen al ideal buscado e iniciar la multiplicación de las semillas en cualquier momento después de verificar que la nueva línea no difiere en adaptación y comportamiento de la variedad mezclada y que es superior a dicha mezcla en uniformidad.

Hibridación: Es la acción de transferir polen de un progenitor masculino seleccionado al estigma de un progenitor femenino con el fin de producir recombinantes nuevos entre ellos. Tiene por objeto aumentar la variabilidad genética de determinado carácter procurando introducir en un solo genotipo los genes deseables que se encuentran en dos o más genotipos diferentes. El éxito del mejoramiento por hibridación depende en gran parte de la selección de los

progenitores, los que deben presentar las características superiores que se pretende reunir en la nueva variedad. En las especies autógamas se utilizan tres esquemas diferentes de selección: método de selección genealógica, método de población masal y método de retrocruzamiento.

- Método de selección genealógica: Consiste en seleccionar plantas individuales con la combinación deseada de caracteres y se continúa la selección en la descendencia durante varias generaciones, hasta encontrar un elevado número de líneas que reúnan los caracteres deseados. La habilidad con que el mejorador realiza la selección en las generaciones segregantes determina si el potencial del híbrido es o no aprovechado. Este es el método más recomendado porque la selección de caracteres altamente heredables, como la resistencia a enfermedades debe comenzar en generaciones tempranas.
- Método de población masal: Consiste en sembrar en una parcela toda la semilla procedente de la hibridación, y seguir multiplicando las plantas resultantes durante varias generaciones sin practicar selección alguna, luego la selección se realiza con muchas posibilidades de que las plantas seleccionadas sean ya homocigóticas, en virtud de la disminución de la heterocigosis después de un cierto número de autofecundaciones sucesivas. Este método es más sencillo que el genealógico, pero menos perfecto.
- Método de retrocruzamiento: El objetivo que se persigue es transferir un reducido número de caracteres procedentes de una de las formas paternas, en el que hace de progenitor masculino recurrente sin provocar cambios en el genotipo del último, a excepción hecha por el carácter que se introduce. El primer paso en un programa de retrocruzamiento basado en la presencia de dos formas paternas originales A y B (siendo A la forma paterna recurrente), consiste en cruzar una planta F_1 (o planta seleccionada F_2) procedente de un cruce A x B con la A. La progenie de este primer retrocruzamiento es nuevamente cruzada con la A en el segundo ciclo, y así se prosigue hasta que se haya cumplido el sexto ciclo de retrocruzamientos. Ha sido ampliamente utilizado para la mejora de variedades, particularmente con relación a la resistencia a enfermedades.

En las plantas alógamas o de polinización cruzada se utilizan dos procedimientos básicos de hibridación: cruzamientos intervarietales e interespecíficos y la utilización del vigor híbrido.

- Cruzamientos intervarietales e interespecíficos: Pueden utilizarse cruzas entre variedades o entre especies para combinar genes con características deseables existentes en diferentes progenitores, como en el caso de las especies autofecundadas. Cada planta puede ser por sí misma un híbrido, por lo cual se presentará segregación dentro de la generación F_1. Las plantas híbridas convenientes fenotípicamente, tendrán que someterse a la autofecundación por una o más generaciones para fijar los caracteres deseables en condición homocigótica, en la población híbrida y por selección de progenies se establecen líneas que tienen la combinación de las características deseables de las variedades progenitoras. Es destacable la noción de que los cruzamientos ínter específicos representan muchas veces la posibilidad de realizar saltos evolutivos del material genético que deben evaluarse , aplicando criterios de estabilidad y ausencia de características negativas (presencia de alergenos y toxinas)
- Utilización del vigor híbrido: Para utilizar el vigor híbrido se producen poblaciones uniformes de la F_1 en tales cantidades que su semilla pueda utilizarse directamente para la siembra. No se limita a las F_1 de las cruzas entre plantas homocigóticas, sino que también puede mostrarse en las F_1 de cruzas entre plantas heterocigóticas. Las semillas híbridas F1 representan una forma de fijación de la variabilidad útil con ventajas, significativas a través de la expresión del vigor híbrido, de características cuantitativas tales con rendimiento y/o calidad. Sin embargo la semilla híbrida convencional es también una forma de homogenización del insumo tecnológico, la semilla mejorada y una dependencia del pequeño productor.

El mejoramiento de los cultivos siempre ha tenido un papel central en el desarrollo agrícola. En el caso particular de la producción hortícola de Cuba esta depende en gran medida de variedades importadas de tipos que han mostrado cierto grado de aclimatación, pero que muchas veces no se ajustan totalmente al medio, y que fallan en aspectos como resistencia a enfermedades y estabilidad ambiental. Esto es un claro ejemplo de que aunque se trate de variedades destacadas en su país de origen, en el clima tropical no muestran todo su potencial genético y la producción se limita a unos pocos meses del año. A partir de las investigaciones realizadas en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, actual INIFAT, se han podido conocer las ventajas de las variedades adaptadas a las condiciones del país para mejorar la producción hortícola y extenderla por varios meses del año. Producto de diferentes trabajos de mejoramiento de plantas se han logrado nuevas variedades en más de 20 especies hortícolas, que en pruebas de producción han mostrado su potencial, permitiendo incrementar los rendimientos, así como, resolver problemas de la producción comercial y de los requerimientos de la industria, el mercado local y el de exportación (Muñoz *et al*, 2001).

Entre las variedades obtenidas por trabajos de mejora en Cuba se destacan las variedades de pepino 'Tropical SS-5', 'Tropical A-4' y 'H x S', que se pueden sembrar durante todo el año; las variedades de tomate adaptadas a las condiciones de primavera – verano 'Tropical V-18', 'Tropical M-10', 'Tropical R-12' y otras con diferentes propósitos como 'Cuba Cueto 2781', 'INIFAT-28', Placero-H, Lignon, Tropical Fl-5 y de pimientos como la variedad 'Verano-1', 'Chay Línea-3', 'Español 16', 'Tropical CW-3', 'Tropical M-12'. Numerosas variedades de vegetales de hojas, adaptadas a las condiciones tropicales, se cultivan hoy durante todo el año, entre ellas las lechugas 'BH-15', 'Chile 1185-3', 'Riza 15'; la variedad 'Tropical F-8' de brócoli y la variedad 'INIFAT T/S-6' de coliflor, únicas variedades de estas especies que florecen y producen abundantes semillas en Cuba (Rodríguez Nodals *et al*., 2002).

Por más de 20 años diversas instituciones en el Caribe han llevado a cabo programas de mejoramiento genético para ayudar a resolver los problemas de producción en la región. La variedad de tomate 'Caraibo' seleccionada por el INRA-Antilles-Guyana, en Guadalupe es un importante logro para las zonas tropicales por su adaptación al calor y a la humedad y por el nivel de resistencia a enfermedades como la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum)*, *Stemphylium solani*, *Fusarium* spp. razas 0 y 1. También se obtuvo como resultado de un trabajo de mejora la variedad 'Carmido' para la resistencia a nemátodos. En Costa Rica se obtuvieron por hibridación, seguida de selección genealógica, las variedades 'Catalina' para el mercado fresco y 'Alajuela 86' para la industria, con resistencia a la marchitez bacteriana y adaptación climática (Gómez *et al*., 2000). En Colombia, desde el año 1985 se ha desarrollado un programa de investigación: "Mejoramiento genético y producción de semillas de Hortalizas" que involucra cuatro hortalizas: tomate, calabaza (*Cucurbita pepo)*, pimiento y cilantro (*Coriandrum sativum*) con el objetivo de crear y seleccionar variedades y/o híbridos adaptados a las condiciones y necesidades del horticultor colombiano (Vallejo, 1994).

Un problema fundamental en el mejoramiento de plantas es la relación entre el ambiente de selección y el ambiente de destino. Los programas de mejoramiento pueden ser organizados para que los agricultores se conviertan en importantes actores en la selección, comprobación y multiplicación de nuevos cultivares. Los enfoques de fitomejoramiento participativo son una alternativa promisoria en la cual se combina el conocimiento y la capacidad de los agricultores con la especialización de los fitomejoradores y su acceso a los materiales, se reconoce que son los agricultores los que finalmente deciden adoptar o no una nueva variedad y reduce la probabilidad de desarrollar cultivares que no van a ser aceptados por los productores (Ceccarelli y Grando, 2000).

El mejoramiento genético de las especies cultivadas es una opción contribuyente a la sostenibilidad cuando permite la obtención de variedades de alto potencial de rendimiento y con adecuados niveles de eficiencia fisiológica y resistencia o tolerancia ante plagas. Ello promueve un menor impacto ambiental a partir de la reducción del consumo de agroquímicos, como también la insecto-resistencia contribuye al mantenimiento de la biodiversidad en los agroecosistemas (González y Arozarena, 2001).

4.5 Aporte de la biotecnología al mejoramiento genético: aplicaciones en la agricultura orgánica.

Dra. Amelia Capote[1] y Dr. Pedro Orellana[2]

[1]Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

[2]Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), Ministerio de Educación Superior, Santa Clara, Cuba.

Las técnicas biotecnológicas ofrecen una posible solución a muchos problemas que afectan la producción agropecuaria de los países en desarrollo. Por ejemplo, las soluciones derivadas de la biotecnología para las condiciones bióticas y abióticas adversas que se incorporen al genotipo de las plantas pueden reducir la utilización de productos agroquímicos y de agua, y promover así un rendimiento sostenible. También la biotecnología puede contribuir a la conservación, caracterización y utilización de la biodiversidad, aumentando así su utilidad (FAO, 1999).

En la Convención de Diversidad Biológica (1992) se definió a la Biotecnología como "cualquier aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos, o derivados de ellos, para fabricar o modificar un producto o procesos para un uso específico".

Si bien la biotecnología representa uno de los avances más importantes en las ciencias biológicas de las últimas décadas, y aunque el término sea relativamente nuevo, la noción y la práctica de la misma se remontan a hace más de 10 000 años, con las primeras domesticaciones de plantas, animales y el principio de los sistemas agrícolas.

El reciente e intenso incremento en el conocimiento de las Ciencias Biológicas (la Bioquímica, la biología molecular y la genética) ha complementado las formas tradicionales de la biotecnología con las aplicaciones modernas.

En la década del 70, se estableció el cultivo de tejidos vegetales que comprende el mantenimiento de material vegetal en condiciones de esterilidad y en presencia de nutrientes. Recientemente, los esfuerzos se han orientado hacia el empleo de la biotecnología para el rescate de embriones, el cultivo de anteras, la selección *in vitro* y la micropropagación de genotipos de interés.

Para algunas especies el mejoramiento genético por la vía del cruzamiento ha sido casi imposible, debido a complejidades genéticas que hacen muy ineficiente su empleo. Los tejidos vegetales obtenidos *in vitro* pueden ser usados para transferir los rasgos útiles de sus parientes silvestres a las variedades de cultivo cruzando barreras sexuales. Esto posibilita el mejoramiento genético de las plantas, como una alternativa para la creciente necesidad de encontrar mejores variedades (más adaptadas y resistentes), en una agricultura de bajos insumos, teniendo en cuenta el rescate de las variedades tradicionales y el desarrollo de variedades locales a partir de las especies silvestres.

El cultivo de embriones y ovarios son técnicas utilizadas para cruzar especies estrechamente relacionadas entre sí, fenómeno que ocurre en la naturaleza, pero con la producción semillas no viables, ya que los embriones son abortados prematuramente. Estas técnicas posibilitan el rescate de los embriones en cruzamientos ínter específicos de gran valor para el mejoramiento genético como por ejemplo el tomate (*Lycopersicon esculentum*) y sus parientes silvestres portadoras de los genes de resistencia a factores bióticos y abióticos.(Monti, 1992).

El procedimiento ha sido importante también para el rescate de embriones híbridos de *Carica papaya* (susceptible al virus del anillo de la papaya (PRV) y *C. cauliflora*, especie resistente pero no sexualmente compatible (Khuspe *et al.*, 1980).

El cultivo de anteras y polen, órganos sexuales masculinos no fertilizados, posibilita la obtención de plantas haploides, en las cuales se pueden duplicar los cromosomas y obtener plantas que son genéticamente idénticas. La técnica ha sido incluida en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para apoyar los programas de mejoramiento existentes actualmente en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*), ya que permite obtener rápidamente líneas homocigóticas y por otra parte, aumenta la eficiencia en la selección de los recombinantes deseados (Roca *et al.*, 1991).

En Cuba se aplican las técnicas del cultivo de tejidos junto con las mutaciones inducidas por radiaciones Gamma ^{60}C con la finalidad de mejorar variedades comerciales que posean algún defecto, especialmente si se trata de susceptibilidad a patógenos fungosos. Se han obtenido resultados positivos con somaclones resistentes a la Roya de la Caña de Azúcar (*Puccinia melanocephala*) a partir de la variedad susceptible 'B 4362'; somaclones resistentes al carbón de la caña (*Ustilago scitaminea* Syd) a partir de la variedad susceptible 'Ja 60 5'; somaclones tolerantes al tizón temprano de la papa causado por *Alternaria solani* en la variedad susceptible 'Desirée' y somaclones resistentes al Mal de Panamá cuyo agente causal es *Fusarium oxysporum* var*. cubensis* desde el clon susceptible 'Gross Michel'.

Otra aplicación del cultivo de tejidos que ha tenido impacto en la agricultura ha sido el empleo de la propagación masiva de plantas *in vitro,* lo cual se conoce como micropropagación. Muchas especies de importancia agrícola, también ornamentales o flores de corte, especies forestales y frutales son en la actualidad reproducidas a gran escala por este método. Esta técnica, como complemento del mejoramiento genético, hace posible la sustitución rápida de variedades de baja productividad o que han sucumbido al efecto de una nueva enfermedad, por nuevas variedades resistentes y con mejores características agrícolas o industriales.

Un caso que puede tomarse como ejemplo significativo ha sido la introducción y multiplicación en Cuba de varios clones híbridos de bananos y plátanos con resistencia a la Sigatoka Negra (*Micosphaerella fijiensis* Morolet). Estos clones fueron desarrollados en la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) de Honduras y en poco tiempo después de su introducción al país, fue posible sustituir los bananos de tipo 'Cavendish' y el plátano 'Cuerno' muy susceptibles a esta enfermedad, llegando en la actualidad a más de 10 000 ha plantadas en las diferentes zonas productoras de esa especie en Cuba.

La alta resistencia de estos genotipos a la Sigatoka Negra, y en algunos con resistencia combinada a nematodos y tolerancia al estrés hídrico, ha conllevado a la eliminación del uso de plaguicidas con un notable efecto económico e impacto ambiental muy favorable. La utilización en vastas áreas plantadas con estos genotipos, de aplicaciones de diversos productos de origen orgánico como fuentes mejoradoras del suelo y apostadores de nutrientes, permiten la obtención de un producto que puede clasificarse como producción orgánica de gran valor y calidad, especialmente por la no contaminación con residuos de pesticidas y otros agentes químicos (Fig. 9).

Fig. 9. Plantación comercial del banano híbrido 'FHIA 18' (AAAB) manejado bajo el sistema de producción orgánica. Empresa de Cultivos Varios, "La Cuba", Ciego de Ávila, Cuba.

El uso de las plantas propagadas *in vitro* mediante las técnicas de cultivo de tejidos, han tenido un amplio desarrollo en los últimos 10 años en las explotaciones bananeras alrededor del mundo. Una de las principales ventajas del uso de esta biotecnología es la obtención de plantas libres de plagas y enfermedades, lo cual es casi imposible de lograr bajo el sistema de siembra tradicional, donde se utilizan cormos de gran tamaño. La utilización óptima de los recursos depende en gran medida del uso de semilla sana, lo cual permite un buen aprovechamiento de los abonos utilizados, y por ende deben ser parte imprescindible de los programas de manejo sostenible del cultivo (López, 1998).

Las técnicas de cultivo de tejidos y propagación *in vitro* están contribuyendo, tanto en los países desarrollados como en algunos en vías de desarrollo, a acortar los procesos, hasta ahora lentos y caros, de producir, crecer y evaluar gran número de plantas, haciendo posibles, por ejemplo, campañas de reforestación hasta ahora difíciles de realizar.

Estas técnicas están jugando un papel preponderante en el uso y conservación de los recursos fitogenéticos, de ahí que una de las recomendaciones de la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos celebrada en San José, Costa Rica (1995) fue desarrollar y fortalecer las capacidades de las instituciones nacionales públicas y privadas en biotecnología, haciendo énfasis en el manejo de los recursos fitogenéticos y priorizando las especies nativas representativas de las diferentes zonas ecológicas de la región.

Los métodos de conservación *in vitro* tienen un papel muy importante en la conservación del germoplasma debido a los problemas existentes para la conservación de especies recalcitrantes, de propagación vegetativa, de corta viabilidad y con poco conocimiento sobre las características fisiológicas de sus semillas como es el caso de muchas especies leñosas.

La necesidad de mantener clones seleccionados e híbridos promisorios de especies vegetales para su distribución a programas nacionales de investigación agrícola ha estimulado el mantenimiento *in vitro* del germoplasma, en particular en países de América Latina, como es el caso de la colección de papa (*Solanum* spp.) en el Centro Internacional de la Papa (CIP) y de yuca (*Manihot* spp.) en el CI AT (Roca *et al.,* 1991).

Los avances en la cartografía genética y conocimiento del genoma, así como el desarrollo de técnicas de diagnóstico de enfermedades de plantas son otro éxito de la Biotecnología moderna, permitiendo la aplicación de las técnicas de detección de genes a la mejora clásica, lo cual acorta y abarata el proceso (Albert, 1997).

La selección, con la ayuda de marcadores bioquímicos y/o moleculares, y la caracterización del ADN permiten desarrollar genotipos mejores de todas las especies vivientes de forma mucho más rápida y selectiva. Proporcionan también nuevos métodos de investigación que pueden contribuir a la conservación y caracterización de la biodiversidad. Las nuevas técnicas permitirán a los científicos reconocer y centrar los esfuerzos en los caracteres cuantitativos para incrementar así la eficiencia del mejoramiento genético en relación con algunos problemas agronómicos tradicionalmente inabordables, como la resistencia a la sequía o mejores sistemas radiculares (FAO, 2000).

Actualmente, sé esta desarrollando una nueva revolución agrícola, "la revolución de la ingeniería genética", donde por primera vez es posible atravesar barreras naturales transfiriendo genes de una especie a otra, en combinaciones que no existen en la naturaleza, por ejemplo de bacterias a plantas. Los que están a favor de estas técnicas sostienen que así se logrará una producción agrícola que no atente contra la ecología, donde los cultivos producirán sus propios plaguicidas, y por tanto, se reducirá el uso de agroquímicos. Muchos consideran que será la solución al hambre, la pobreza y hasta la salud. No obstante, los cultivos modificados genéticamente siguen causando inquietud, principalmente en relación con su presunto impacto sobre los ecosistemas donde van a ser introducidos, debido a los problemas que generarían sobre la resistencia de los insectos, y la transferencia de genes y sus consecuencias. Sin embargo, recientes estudios por ICSU y FAO, 2003 revelan que ninguno de los publicitados riesgos de los cultivos modificados genéticamente se han materializado; ningún caso de efecto negativo sobre la salud humana ha sido observado; no se han obtenido supermalezas ni se ha desarrollado resistencia de los insectos, implicando que los riesgos de la introducción de variedades transformadas son similares a lo que se obtienen de la introducción de variedades convencionales en la agricultura comercial (Estado mundial de la agricultura y la alimentación, 2003, en preparación). Dentro del contexto anterior, más que los riesgos que implican el uso de estos organismos, sobre la

seguridad alimentaria y la contaminación ambiental, la amenaza real de los Organismos Modificados Genéticamente (OMGs) podría ser la dependencia socio-económica de los usuarios a las compañías que los comercializan (Visser, 2002) la que seria similar a la que actualmente tienen los agricultores con el uso de semillas híbridos.

Otro de los argumentos utilizados en contra de los organismos transgénicos es la pérdida de la biodiversidad que puede generarse mediante su uso. Esta pérdida en los animales o vegetales comestibles, data de hace muchos años, y viene dada por la presión del consumidor que fuerza la comercialización hacia las variedades o razas que le resulten más apetecibles, por lo que no es lógico predecir una pérdida de la biodiversidad asociada a la nueva tecnología de los alimentos.

Sin embargo, no es muy apropiado referirse a la biotecnología como sinónimo de la Ingeniería Genética u OMGs, sobre todo si consideramos que los países latinoamericanos han desarrollado la biotecnología de segunda generación, lo que significa la revalorización de la biodiversidad existente en la mayoría de los países del continente y que comprende el control biológico, el rescate, fortalecimiento y multiplicación del germoplasma nativo y la utilización de plantas para el control de insectos (Crespo, 2002)

Desde el punto de vista estrictamente ortodoxo orgánico, las técnicas biotecnológicas usadas en el mejoramiento moderno pueden dividirse entre aquellas en las que se permanece dentro del ámbito de la vida y las que van más allá. Si se considera que la célula es la unidad estructural organizada de la vida, entonces todas las técnicas de mejoramiento que intervienen a nivel subcelular no siguen los principios orgánicos. Desconociendo la base genética fundamental, algunos autores "orgánicos", han propuesto sin una base científica demostrada, que en el sector orgánico se debería prohibir la modificación genética y la fusión de protoplastos (implica la combinación de células enteras) mientras que todas las otras técnicas de la biología celular, incluyendo las técnicas de rescate de embriones y polinización *in vitro*, son comúnmente aceptadas (Lammerts y Osman, 2002).

La biotecnología avanzada incluyendo a la ingeniería genética, de segunda generación, puede, y de hecho contribuye concretamente en Cuba, a lograr mejores cultivos y productos alimenticios, medicamentos, y productos para prevenir enfermedades, vacunas, productos industriales, nuevos agentes de diagnóstico e inclusive para contrarrestar el deterioro ambiental mediante el proceso de biorremediación.

Las biotecnologías modernas que requieran poca inversión, en particular las tecnologías de cultivo de tejidos para la producción de variedades muy apreciadas, sanas y en cantidades suficientes, basadas en la demanda y en consulta con los agricultores, se perfilan para ser aceptadas por los sistemas agrícolas orgánicos.

La producción orgánica cuestiona o se opone, sin un fundamento científico conocido, al uso de semillas modificadas genéticamente (SMG) a través de la tecnología de ADN recombinante. Al hacerlo dejan de lado la ventajosa posibilidad para los productores, de introducir productos e innovaciones biotecnológicas. Estas innovaciones biotecnológicas conllevan a corto y mediano plazo, a la reducción significativa del uso de pesticidas, a la mayor resistencia varietal genética frente a insectos, hongos, bacterias y virus; a la resistencia a los estreses por altas temperaturas, sequía y/o bajas temperaturas, a una mayor absorción de fósforo en suelos ácidos, una mayor calidad nutricional, el aumento del valor agregado a través de la introducción de nuevos genes que codifican para características específicas, una mayor calidad poscosecha y una reducción en el trabajo manual. La pregunta vigente no debería ser si o no las semillas modificadas genéticamente pueden integrar a la producción orgánica, sino asegurar la inocuidad de los productos derivados de las mismas para la salud humana, un impacto muy reducido y controlado sobre el medio ambiente y un acceso viable de esta tecnología para los pequeños productores incluyendo a los orgánicos (Izquierdo, 2001).

Las tecnologías convencionales o las orgánicas, no son suficientes por sí mismas, por lo que es necesario abrir un espacio estratégico para el uso de las nuevas biotecnologías con el objetivo de que sus productos sean incorporados en sistemas productivos sostenibles. Una explotación apropiada de la biotecnología puede resultar en un renovado acceso a la toma de decisiones por parte de los pequeños y medianos productores, a través de sistemas artesanales de producción de semillas de alta calidad, desarrollo de fertilizantes orgánicos, agroindustrias rurales, métodos de preservación y diversificación del uso de los productos, lo cual se traduce en autosuficiencia y competitividad (Izquierdo, 2001).

Por tanto, la biotecnología y sus productos pueden ser utilizados para el beneficio de la humanidad y de la naturaleza, al contribuir a hacer una agricultura menos dependiente de los productos químicos y más sana ambientalmente, haciendo un uso sostenible de los recursos naturales que tenemos a nuestra disposición.

Referencias bibliográficas

1. Albert, A.: Introducción a la Biotecnología. En: Libro verde de la Biotecnología Agrícola. ¿Ilusión o realidad? Una aproximación científica al debate de la Biotecnología actual. Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT), pp. 13 – 26, 1997.

2. Arias, L.; J. L. Chávez, D. Jarvis, D. Williams, L. Latournerie, J. Bastarrechea, F. Márquez, F. Castillo, P. Ramírez, R. Ortega, J. Ortiz, E. Sauri, D. López, M. Guadarrama, E. Cázares, V. Interina, J. Canul, L. Burgos y V. Cob. Conservación *in situ* de la biodiversidad de las variedades locales en las milpas de Yucatán.. Resúmenes Simposio "Manejo de la diversidad cultivada en agroecosistemas tradicionales", p. 6. Mérida, Febrero, 2002.

3. Azurdia, C.; H. Alaya, O. Rocha, G. Aguiar, O. Makepeace y R. Roma.: Propuesta para definir unidades de conservación *in situ* en huertos familiares: Caso del chayote (*Sechium edule*) en Guatemala. Resúmenes Simposio "Manejo de la diversidad cultivada en agroecosistemas tradicionales", p. 8. Mérida, Febrero 2002.

4. Azurdia, C.; J. M. Leyva, H. Ayala, W. Ovando y E. López. : El loroco *Fernandia pandurata* (*Apocinaceae*), una especie en vías de domesticación. En Leyva, J. M.; C. Azurdia, H. Ayala, W. Ovando y E. López (Ed.) Contribución de los huertos familiares para la conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales en Guatemala. USAC, FAUSAC, IPGRI/GTZ, 16 pp., 2001.

5. Bailly, C.; A. Benamar, F. Corbineau y D. Côme: Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Sci. Res. 10: 35-42, 2000.

6. Bonner, F. T.: Testing tree seeds for vigor: a review. Seed Technology. 20: 5-17, 1998.

7. Castiñeiras, L.; T. Shagarodsky, O. Barrios, R. Cristóbal, Z. Fundora, V. Moreno, V. Fuentes, P. Sánchez, M. García, F. Hernández, C. Giraudy, V. González, L. Fernández, J.L. Alonso, R. Robaina y A. Valiente. Manejo y conservación *in situ* de recursos genéticos de plantas cultivadas en huertos caseros de Cuba. Revista Agricultura Orgánica 1, Año 7: 8-10, 2001.

8. Castiñeiras, L.; Z. Fundora, T. Shagarodsky, V. Fuentes, O. Barrios, V. Moreno, L. Fernández, P. Sánchez, A. V. González, R. Robaina, R. Orellana, R. Cristóbal, M. García, A. Martínez-Fuentes y A. Martínez.: La conservación *in situ* de la variabilidad de las plantas de cultivo en dos localidades de Cuba. Revista Jardín Botánico Nacional XXI (1): 25-45, 2000.

9. Ceccarelli, S. y S. Grando.: Fitomejoramiento participativo descentralizado. LEISA 15 (3-4): 35-37, 2000.

10. Crespo, M. A.: La Biotecnología. LEISA 17 (4): 6, 2002**.**

11. Eyzaguirre, P. y O. Linares.: Una nueva aproximación al estudio y fomento de los huertos familiares. Cuadernos Pueblos y Plantas 7: 30-32. 2001.

12. Eyzaguirre, P.: El Pueblo y los recursos genéticos de plantas. Cuadernos Pueblos y Plantas 7: 1-2, 2001.

13. FAO.: Informe de la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Reunión Sub-regional sobre Recursos Fitogenéticos para Centro América, México y el Caribe, San José, Costa Rica, 21-24 agosto, 1995.

14. Fernández, L.; T. Shagarodsky, C. Giraudy, O. Barrios, R. Cristóbal, V. Fuentes, L. Castiñeiras, Z. Fundora, P. Sánchez, V. Moreno, G. Puldón y M. F. Pérez.: Caracterización *in situ* de la diversidad del cultivo del maíz en huertos familiares de la provincia de Guantánamo. Memorias IV Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos FITOGEN 2001, 6-8 Diciembre, Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Sti. Spiritus, pp. 35-38, 2001.

15. FIBL: Organic farming enhances soil fertility and biodiversity. Results from a 21 years old field trial. Research Institute of Organic Farming (FIBL). Frick, Switzerland. Dossier No. 1, 2000

16. Food and Agricultural Organization.: La biotecnología en la agricultura. (***w****ww.fao.org/ REGIONAL/ALmerica/redes/redbio/default.htm*), 1999.

17. Food and Agricultural Organization.: La biotecnología, declaración de la FAO. (**w**ww. fao. org/REGIONAL/ALmerica/redes/redbio/default.htm), 2000.

18. Fundora-Mayor, Z.; L. Castiñeiras, M. Díaz, T. Shagarodsky y M. Esquivel.: The utilization of plant genetic resources in Cuba – The value of landraces for plant breeding. En K. Hammer, M. Esquivel y H. Knüpffer (eds.) "... y tienen faxoes y fabas muy diversos a los nuestros..." Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources, Vol. 3: 707-718, 1994.

19. Geier, S. B. y J. A. Mc Neely: The relationship between nature conservation and Organic Agriculture. Proceeding of an international workshop held in Vignola, Italy by IUCN, IFOAM, WWF and AIAB, 2000.

20. GNAU (Grupo Nacional de Agricultura Urbana): Manual Técnico de Organopónicos y huertos intensivos. INIFAT. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 145 pp. , 2000

21. Gómez, O.; A. Casanova; H. E. Laterrot, G. B. Aanais.: Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. La Habana, Cuba, 159 pp., 2002.

22. González, P. L; N. J. Arozarena.: Genética Vegetal y Producción de semillas de especies hortícolas. En: Producción de Semillas de Hortalizas para la Agricultura Urbana, INIFAT- PNUD., 147 pp., 2001.

23. Harris, D.; A. Joshi, P. A. Khan, P. y P. S. Sodhi.: On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Expt. Agric. 35: 15-29, 1999.

24. Henckel, P.A.: Fisiología de la resistencia de las plantas al calor y a la sequía [en ruso]. Nauka, Moscú. 280 pp., 1982.

25. Heydecker, W., J. Higgins y R. L. Gulliver: Accelerated germination by osmotic seed treatment. Nature. 246: 42-44, 1973.

26. Izquierdo, J.: Biotecnología para la Agricultura Sustentable y la Producción Orgánica decultivosAlimenticios.(www.fao.org/REGIONAL/ALmerica/opinión/anterior/2001/izquierdo.ht), 2001.

27. Khuspe, S. S.; R. R. Hendre, A. F. Mascarenhas y V. Jagannathan: Utilization of tissue culture to isolate interspecific hybrids in *Carica papaya* L. En: Plant tissue culture, genetic manipulation, and somatic hybridisation of plant cells. Rao P.S.; M. R. Heble y M. S. Cada (eds.). Bhabba Atomic Research Committee (BARC), Bombay, pp. 198- 205, 1980.

28. Lammerts, E. y A. Osman.: Propiciando un fitomejoramiento libre de organismos GM: una visión desde Europa. LEISA 17(4): 28-30, 2002.

29. López, A.: Fertilización convencional del cultivo de banano en Costa Rica y su relación con la producción sostenible. En: Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable, 1998. Rosales, F. E.; S. C. Tripon y J. Cerna (Ed.). Taller Internacional EARTH, Guácimo, Costa Rica. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano. Memorias. Montpellier, 1998.

30. Louette, D.: Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace? In: Genes in the Fields. On - Farm Conservation of Crop Diversity. Stephen B. Brush (Ed.). Boca Ratón, FL: CRC Press., 2000.

31. May, L. H.; E. J. Milthorpe y F. L. Milthorpe: Pre-sowing hardening of plant to drought. An appraisal of the contributions of P. A. Henckel. Field Crop Abstr. 15: 93-98, 1962.

32. Mc Neely, J. A. y S. J. Sheer:: Common Ground, Common Future. How ecoagriculture can help feed the world and save biodiversity. IUCN and Future Harvest, 2001.

33. Mcdonald, M. B. Seed priming. En: Seed Technology and its biological basic. M. Black, y J. D. Bewley. Sheffied (eds.), Academic Press. p. 286-325, 2000.

34. Monti, L. M.: The use of wild species in crop improvement. En: Biotechnology: Enhancing research on tropical crops in Africa. Thottappilly, G.; L. M. Monti, D. R.Mohan, A. W. Moore (Ed.). CTA- IITA, pp. 55 – 62. 1992.

35. Muñoz, B; J. A. Sánchez, L. Montejo y R. Herrera-Peraza.: Características morfológicas y fisiológicas de semillas de *Prunus occidentalis*: Comparación entre especies de diferentes estrategias sucesionales. Ecotrópicos 14: 1-10, 2001.

36. Muñoz, L.; A. Prats y G. Brito.: Producción de semillas horticolas. En: Producción de Semillas de Hortalizas para la Agricultura Urbana. INIFAT- PNUD (Ed.), 147 pp., 2001.

37. Neergaard, P.: Seed pathology. The Mc Millan Press LTD. Vol I and II. London. England. 1191 pp., 1979

38. Orta, R.; J. A. Sánchez, B. Muñoz y E. Calvo.: Modelo de hidratación parcial en agua para tratamientos revigorizadores, acondicionadores y robustecedores de semillas. Acta Botánica Cubana (121): 1-8, 1998.

39. Orta, R.; L. Pozo, E. Pérez e I. Espinosa.: Aplicación de tratamientos pregerminativos a semillas de Siratro /*Macroptillium atropurpureum* (Moc & Sessé) Urb./ En: Memorias del I Simposio de Botánica, La Habana, Cuba. Tomo V, pp. 251-264, 1983.

40. Petersen, J.: Challenge yourself to grow organic vegetables. Procicaribe 13: 1, 2003.

41. Pons, J. C. y P. Sivadiére: Manual de capacitación. Certificación de calidad de alimentos orientada a sellos de atributo de valor en países de América Latina. ECOCERT y FAO. Oficina Regional de FAO para América Latina y el Caribe. 74 pp., 2002

42. Prisco, J. T.; C. R. Baptista-Haddad y J. L. Pinheiro-Bastos.: Hydration-dehydration seed pre-treatment and its effects on seed germination under water stress conditions. Rev. Brasil. Bot. (15): 31-35, 1992.

43. Prisco, J. T.; G. F. Souto y L. G. R. Ferreira.: Overcoming salinity inhibition of sorghum seed germination by hydration-dehydration treatment. Plant and Soil (49):199-206, 1978.

44. Rehman, S.; P. J. C. Harris y W. F. Bourne.: The effect of hardening on the salinity tolerance of *Acacia* seeds. Seed Sci. Technol. 26: 743-754, 1998.

45. Roca, W.; D. L. Arias y R. Chávez.: Métodos de conservación *in vitro* de germoplama. En: Cultivos de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. (Roca, W. y L. A. Mroginsky (Ed.). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), pp. 697- 713, 1991.

46. Roca, W.; V. M. Núñez y K. Mornan.: Cultivo de anteras y mejoramiento de plantas. En: Cultivos de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. (Roca W y Mroginsky LA, (Ed.). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), pp. 271- 294, 1991.

47. Rodríguez Fuentes, J. Pérez Ponce y A. Fuchs.: Genética y mejoramiento de las plantas. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 435 pp., 1987.

48. Rodríguez Nodals, A.; Ad. Rodríguez Manzano, A. Sánchez, A. Prats, A. Rodríguez Manzano, J. Fresneda, M. Benítez, M. Carrión, N. Fraga, O. Barrios, R. Avilés, S. Quintero, T. H. Chávez y L. Muñoz.: Manual Técnico para la Producción de Semillas en la Agricultura Urbana, INIFAT- PNUD, 103 pp., 2002.

49. Sánchez, J. A., B. Muñoz y J. Fresneda.: Combined effects of hardening hydration-dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber. Seed Sci Technol. 29: 691-697, 2001b.

50. Sánchez, J. A.; B. Muñoz, J. Reino y L. Motejo.: Efectos combinados de tratamientos de escarificación y de hidratación parcial sobre la germinación de semillas envejecidas de leguminosas. Pastos y Forrajes, en prensa.

51. Sánchez, J. A.; E. Calvo, B. Muñoz y R. Orta.: Comparación de dos técnicas de acondicionamiento de semillas y sus efectos sobre la conducta germinativa del pepino, pimiento y tomate. Cultivos Tropicales 20: 51-56, 1999a.

52. Sánchez, J. A.; E. Calvo, B. Muñoz y R. Orta.: Efecto de los tratamientos pregerminativos de hidratación deshidratación sobre la germinación, establecimiento, floración y fructificación del pepino. Agronomía Costarricense 23: 193-204, 1999b.

53. Sánchez, J. A.; R. Orta, y B. Muñoz.: Tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. Agronomía Costarricense 25: 67-92, 2001a.

54. Scialabba N.: Organic agricultura perspectivas, Conference on Supporting the Diversification of Exports in the Latin America and Caribbean Region through the Development of Organic Agriculture. Port of Spain. Trinidad & Tobago, 2001.

55. Scialabba, N.: FAO.: Perspectives on future challenges for the Organic Movement. 13 th IFOAM Scientific Conference. The World Grows Organic. Basel October, 2000.

56. Taylor, A. G.; P. S. Allen, M. A. Bennett, K. J. Bradford, J. S. Burris y M. K. Misra.: Seed enhancements. *Seed Sci. Res*. 8: 245-256, 1998.

57. Vallejo, F. A.: Estudios genéticos básicos para la creación de nuevos cultivares de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, adaptados a las condiciones de Colombia. Acta Agronómica 44 (1/4): 9-186, 1994.

58. Visser, B.: Biotecnología: Una canasta de opciones. LEISA 17 (4): 12- 14, 2002.

59. Welbaum, G. E.; Z. Shen, M. O. Oluoch y L. W. Jett. The evolution and effects of priming vegetable seed. Seed Technology 20: 209-235, 1988.

CAPÍTULO 5. SISTEMA PARA LA HORTICULTURA ORGÁNICA. HIDROPONÍA FAMILIAR Y LOS HUERTOS INTENSIVOS

5.1 La producción orgánica de hortalizas.

Dr. Nelso Companioni Concepción

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

La práctica productiva ha demostrado durante las últimas décadas, el negativo efecto que la llamada Agricultura Moderna ocasiona sobre la ecología, el potencial productivo de los suelos agrícolas, la calidad de los alimentos, la salud del hombre y de los animales y otros efectos directos o colaterales sobre la vida en general del campo.

Esta agricultura se caracteriza por el empleo de sistemas tecnológicos que utilizan plantas muy especializadas y una alta cantidad de insumos como fertilizantes, pesticidas, herbicidas, riego, antibióticos, maquinaria agrícola y energía fósil. Una alta y destructiva mecanización, el monocultivo, la concentración de la tierra y animales en grandes empresas, también caracterizan a esta agricultura. (GNAO, 1993).

El intenso deterioro de la fertilidad del suelo por efecto del uso de estas tecnologías, se ilustra en el ejemplo del cultivo del arroz, en dos tipos de suelos durante un período de hasta 30 años. (Tabla 15).

Tabla 15. Efecto de la Explotación Arrocera en las Propiedades de los Suelos.

Suelo	Años Cultiv.	pH ClK	M.O. %	N total %	N-org.	P_2O_5	K_2O
					mg – 100g de suelo		
Cambisol	0	4.80	2.36	0.10	9.00	1.59	14.34
	15	7.63	1.53	0.07	5.25	3.78	9.09
	30	7.88	1.00	0.05	4.20	17.92	6.05
Vertisol	0	6.13	4.25	0.28	23.93	16.60	51.51
	15	7.18	3.00	0.14	11.70	25.35	36.36
	30	7.25	2.25	0.12	10.20	52.08	33.33

Fuente: Companioni y Romero, 1990

En sólo 30 años de cultivo, periodo muy corto en la formación de un suelo, la materia orgánica se redujo a la mitad, así como el nitrógeno total y el orgánico, el contenido de fósforo se incrementó en más de 10 veces y el de potasio disminuyó en 2.3 veces, el incremento del pH alcanzó niveles importantes. Con tal desequilibrio de las propiedades fundamentales para la nutrición de los cultivos es imposible esperar cosechas decorosas.

Si a estos efectos unimos, la contaminación de agua y alimentos por elementos fertilizantes y agrotóxicos, el incremento del número de insectos y organismos que se convierten en plagas y desarrollan resistencias a los plaguicidas que se producen, la reducción de la biodiversidad que hace más vulnerable a los cultivos, entonces podemos comprender la razón de la no correspondencia entre los insumos aplicados durante el cultivo, con la reducción de los rendimientos de cosechas sucesivas.

Para contrarrestar esta desastrosa situación se han elaborado tecnologías más compatibles con el medio, conformando lo que hoy denominamos Sistema de Agricultura Orgánica, el cual es una concepción agroecológica del desarrollo agrícola, que utiliza una variedad de opciones tecnológicas con empeño de producir alimentos sanos, proteger la calidad del ambiente y la salud humana e intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos.

Los sistemas orgánicos bien dirigidos eliminan o reducen sustancialmente el uso de pesticidas, herbicidas, fertilizantes químicos y antibióticos, rechazando todas aquellas sustancias que alteran el equilibrio o contaminan el suelo, el manto freático y los alimentos, así como los procedimientos que tiendan a destruir la estructura y fertilidad de los suelos y el ambiente en general. La Agricultura Orgánica está basada en profundos conocimientos de biología, agronomía, ecología y otros y emplea la tecnología moderna. Plantea el rescate de las técnicas conservativas y de alta producción que ha desarrollado la civilización durante su progreso, así como se pronuncia por el reconocimiento del hombre de campo, el respeto de su idiosincrasia y su derecho al desarrollo y bienestar social. (GNAO, 1993)

En los últimos años, en Cuba se han desarrollado varias tecnologías que hoy nos permiten la producción orgánica de los cultivos, fundamentalmente de las hortalizas, y en general una explotación agraria integral acorde con los principios de la naturaleza y las necesidades del hombre, animales y el desarrollo social.

Entre las tecnologías más extendidas para la producción orgánica de hortalizas en Cuba se encuentran los Organopónicos, los Huertos Intensivos y las Fincas y Parcelas Agroecológicas. Entre los componentes principales de esta tecnología se encuentran el empleo de especies y variedades de acuerdo a la época del año, el empleo de abonos orgánicos para la nutrición vegetal, el manejo integrado del cultivo para contrarrestar el efecto de plagas y enfermedades, basado fundamentalmente en el uso de controles biológicos.

Resulta decisivo para aspirar a buenos resultados en la producción orgánica de hortalizas la correcta ubicación en tiempo y espacio de cada especie a sembrar, observando una estricta disciplina en la estructura varietal de cada cultivo para cada época del año. (Tabla 16).

El uso correcto de las variedades por cultivo según la época del año nos permite no solo optar por mayores rendimientos sino además prolongar el período de oferta de vegetales frescos a la población al contar con variedades adaptadas a distintas épocas del año. Asimismo el buen comportamiento de cada variedad sembrada en su época reduce o elimina la incidencia de enfermedades las cuales obligarían a tener que emplear distintos pesticidas químicos.

Otro de los componentes decisivos en la producción orgánica de hortalizas es garantizar la nutrición del cultivo a partir del uso de los abonos orgánicos y otras alternativas para el incremento de la fertilidad del suelo.

De acuerdo a tecnologías presentadas anteriormente se pueden lograr altos rendimientos en Organopónicos a partir de un sustrato orgánico confeccionado por una mezcla del 50 - 75 % de materia orgánica y 25 – 50 % de capa vegetal de suelo con buenas propiedades físicas. En el caso de los Huertos Intensivos o de las Fincas y Parcelas Agroecológicas es suficiente la aplicación de 100 t/ha de materia orgánica durante el primer año de explotación del área.

Para siembras sucesivas de hortalizas y condimentos frescos en la misma unidad se hace necesario mantener la fertilidad del suelo o sustrato con la aplicación reiterada de abonos orgánicos.

Tabla 16. Variedades de Cultivos para distintas Épocas (Usadas en Cuba).

VARIEDADES	SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABRIL	MAY-AGOST
LECHUGA	-	Great Lake	Great Lake	-	-
	BH-15 (Repollo)	BH-15 (Repollo)	BH-15 (Repollo)	-	-
	BSS-13	BSS-13	BSS-13	BSS-13	-
	Black Seeded Simpson	Black Seeded Simpson	Black Seeded Simpson	Black Seeded Simpson	-
	Chile 1185-3	Chile 1185-3	Chile 1185-3	Chile 1185-3	Chile 1185-3
	GrandRapid30	GrandRapid30	GrandRapid30	GrandRapid30	GrandRapid30
	Riza -15	Riza -15	Riza -15	-	-
	Fomento 95	Fomento 95	Fomento 95	Fomento 95	-
	-	Otras	Otras	-	-
CEBOLLINO	INIFAT C-1	INIFAT C-1	INIFAT C-1	INIFAT C-1	INIFAT C-1
	Ever Green	Ever Green	Ever Green	Ever Green	-
	Multi - Stalk	Multi - Stalk	Multi - Stalk	Multi - Stalk	-
AJO PUERRO	Chino	Chino	Chino	Chino	-
	L - A - F	L - A - F	L - A - F	L - A - F	-
AJO DE MONTAÑA	Criollo	Criollo	Criollo	Criollo	Criollo
CEBOLLA DE COROJO O MULTIPLICA-DORA	Corojo	Corojo	Corojo	Corojo	Corojo
	DC-2	DC-2	DC-2	DC-2	DC-2
CEBOLLA	Caribe -71	Caribe -71	-	-	-
	Red - Creole	Red - Creole	-	-	-
	Yellow Texas	Yellow Texas	-	-	-
	White- Majestic	White- Majestic	-	-	-

VARIEDADES	SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABRIL	MAY-AGOST
AJO	Vietnamita	Vietnamita	-	-	-
	Criollo	Criollo	-	-	-
	INIFAT RM-2	INIFAT RM-2	-	-	-
ACELGA CHINA	PK-7	PK-7	PK-7	PK-7	PK-7
	Pak Choi-Cantón	Pak Choi-Cantón	Pak Choi-Cantón	Pak Choi-Cantón	Pak Choi-Cantón
	Pak Choi-Shangay	Pak Choi-Shangay	Pak Choi-Shangay	-	-
ACELGA ESPAÑOLA	Española	Española	Española	-	-
COL CHINA	Verano 6	Verano 6	Verano 6	Verano 6	Verano 6
	W-70	W-70	W-70	-	
BERRO	Palatino	Palatino	Palatino	Palatino	-
	INIFAT N-6	INIFAT N-6	INIFAT N-6	INIFAT N-6	-
BERZA	Georgia 9	Georgia 9	Georgia 9	Georgia 9	
PEREJIL	Italian Dark	Italian Dark	Italian Dark	-	-
	KD-77	KD-77	KD-77	KD-77	KD-77
APIO					
	Sunmer Pascal	Sunmer Pascal	Sunmer Pascal	-	-
	UTAH	UTAH	UTAH	-	-
ESPINACA	Matador	Matador	Matador	Matador	Matador
	Nueva Zelandia	Nueva Zelandia	Nueva Zelandia	Nueva Zelandia	-
	Ceilán	Ceilán	Ceilán	-	-
	Baracoa	Baracoa	Baracoa	Baracoa	Baracoa
TOMATES	Cuba C 27-81	Cuba C 27-81	-	-	-
	T - 60	T-60	-	-	-
	FL - 5	FL-5	FL-5	-	-
	Manalucie	Manalucie	-	-	-
	-	HC 3880	-	-	-
	Amalia	Amalia	-	-	-
	Mariela	Mariela	-	-	-
	INCA 17	INCA 17	INCA 17		-
	INCA 33	INCA 33	INCA 33	INCA 33	-
	INIFAT 28	INIFAT 28	INIFAT 28	INIFAT 28	-
	C 28-V	C 28-V	C 28-V	C 28-V	-
	V-18	V-18	V-18	V-18	-
	INCA 9-1	INCA 9-1	INCA 9-1	INCA 9-1	-
	Lignon	Lignon	Lignon	Lignon	
	Placero H	Placero H	Placero H	Placero H	Placero H
	Cuba C-3	Cuba C-3	Cuba C-3	Cuba C-3	Cuba C-3
	Gaviota F-1	Gaviota F-1	-	-	-
	César F-1	César F-1	-	-	-
	Quivicán	-	-	Quivicán	-
		Rilia	Rilia	-	-
PIMIENTOS Y AJÍES	California Wonder	-	-	-	-
	Tropical CW-3	Tropical CW-3	-	-	-
	Español 16	Español 16	Español 16	-	-
	Español Liliana	Español Liliana	Español Liliana	Español Liliana	-
	SC-81	SC-81	SC-81	SC-81	-
	Verano 1	Verano 1	Verano 1	Verano 1	Verano 1
	Chay L-3	Chay L-3	Chay L-3	Chay L-3	Chay L-3
	Cachucha	Cachucha	Cachucha	Cachucha	Cachucha

VARIEDADES	SEP - OCT	NOV - DIC	ENE - FEB	MAR - ABRIL	MAY-AGOST
PEPINOS	SS-5	SS-5	SS-5	SS-5	SS-5
	Hatuey	Hatuey	Hatuey	Hatuey	Hatuey
	H x S	Hx S	Hx S	Hx S	H x S
	Poinset	Poinset	Poinset	Poinset	Poinset
	Explorer	Explorer	Explorer	Explorer	Explorer
	Su - yin sung	Su - yin sung	Su - yin sung	Su - yin sung	Su - yin sung
RABANITO	PS-9	PS-9	PS-9	PS-9	PS-9
	YEM	YEM	YEM	-	-
	Scarlet Globe	Scarlet Globe	Scarlet Globe	-	-
ZANAHORIA	NK -6	NK -6	NK -6	-	-
	New Kuroda	New Kuroda	New Kuroda	-	-
	CH-4	CH-4	CH-4	-	-
	Brasilia	Brasilia	Brasilia	Brasilia	-
	Kubanan	Kubanan	Kubanan	-	-
REMOLACHA	Nueva Zelandia	Nueva Zelandia	Nueva Zelandia	Nueva Zelandia	-
	Crosby	Crosby	Crosby	Crosby	-
HABICHUELA CHINA	-	-	-	Escambray 8-5	Escambray 8-5
	-	-	-	Bondadosa	Bondadosa
	Cantón 1	-	Canton 1	Canton 1	Canton 1
	Lina	Lina	Lina	Lina	Lina
	INCA LD	INCA LD	INCA LD	INCA LD	INCA LD
QUIMBOMBÓ	C-17	C-17	C-17	C-17	C-17
	Clemson Spineless	Clemson Spineless	Clemson Spineless	Clemson Spineless	Clemson Spineless
BERENJENA	FHB-1	FHB-1	FHB-1	FHB-1	-

De acuerdo a los resultados obtenidos es suficiente la aplicación de 10 kg de materia orgánica por cada m^2 de cantero en explotación, lo que ha sido determinado en base a la extracción promedio de nutrientes de las hortalizas más cultivadas, del rendimiento alcanzado por las mismas durante un año y del contenido promedio de los nutrientes principales en los abonos orgánicos más utilizados para estas tecnologías en Cuba (Tabla 17).

Tabla 17. Necesidades Promedio de Nutrientes y Balance de Nutrientes en Organopónicos y Huertos Intensivos.

Cultivo	Rendimiento	Ciclo (Días)	Extracción (g/m^2)		
			N	P	K
Tomate	5	128	13.31	5.12	25.6
Pimiento	2	146	16.06	3.06	17.96
Pepino	3	83	5.06	4.06	7.80
Remolacha	1.5	85	4.08	2.21	6.46
Lechuga	2.5	51	6.48	1.58	13.82
Rabanito	1	27	4.64	1.67	4.75
Cebolla	2	128	51.33	2.94	14.97
Col	5	73	16.13	7.01	24.53
Zanahoria	4	103	12.46	5.46	19.98
Promedio	2.89	91.55	14.39	3.68	15.10

En 91.55 días se extrae N=14.39 g/m^2, P=3.68 g/m^2 y K=15.10 g/m^2 con los cultivos principales

Con intercalamiento de lechuga o Rabanito se incrementa N=5.56 g/m^2, P=1.62 g/m^2 y K=9.28 g/m^2.

Extracción en91.55 días
N=19.95
P=5.30
K=24.38

X 3.986

Extracción durante un año
N=79.5
P=21.1
K=97.2

Materia Orgánica	Dosis (Kg/m^2)	Aporte (g/m^2)			Necesidad promedio g/m^2/ año	Balance de Nutrientes		
		N	P	K		N	P	K
Cachaza	1 5 10	15 75 150	13 65 130	8 40 80	N = 79	-64 -4 +71	-8 +44 +109	-89 -57 -17
Estiércol	1 5 10	7 35 70	2 10 20	3 15 30	P = 21	-72 -44 -9	-19 -11 -1	-94 -82 -67
Humus	1 5 10	18 90 180	7 35 70	6 30 60	K = 97	-61 +11 +101	-14 +14 +49	-91 -57 -37

Resulta decisivo en la tecnología de producción orgánica de hortalizas, el establecimiento de un correcto programa de manejo integrado del cultivo el cual incluya desde la selección del área y de las variedades a utilizar hasta el momento de la cosecha y en el cual el empleo disciplinado de los controles biológicos se contemple como parte esencial. (Tabla 18).

Tabla 18. Componentes del manejo Integrado de plagas.

1. Selección del área	Drenaje interno y superficial para evitar sobrehumedecimiento Evitar colindancia
2. Preparación del suelo	Eliminación de hospedantes Descontaminación y oxigenación Eliminación de nemátodos y patógenos (insolación)
3. Rotación de cultivos	Reduce niveles de inóculos
4. Uso correcto de variedades	Siembra de variedad en su época Ubicación de variedades por suelo y zonas
5. Fecha óptima de siembra	Para cada especie (variedad) Condiciones climatológicas según características del suelo
6. Calidad de la semilla	Nivel de inóculo permisible y diseminación de enfermedades Vigor de las plántulas Germinación adecuada garantiza población uniforme
7. Correcto manejo de semilleros	Posturas sanas (eliminación)
8. Métodos de siembra	Acanteramiento (aireación, humedad) Distancia entre plantas y surcos (adecuada cobertura) Profundidad de siembra (rápida germinación evita afectación por hongos)
9. Manejo del cultivo	Deshije a su tiempo. Deshoje adecuado Selección negativa Tutorado (facilita ventilación) Disminución del ciclo económico
10. Conservación de la fertilidad del sustrato y suelo	Rol de la materia orgánica

El empleo de los controles biológicos se realizará de acuerdo a las normas establecidas para cada cultivo y condición concreta de la producción.

5.2 La huerta organopónica cubana.

Adolfo A. Rodríguez Nodals, Ph. D.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

La agricultura urbana y periurbana (AUP) comprende una mezcla compleja y diversa de actividades productivas de alimentos, inclusive la pesca y la silvicultura, que se desarrollan casi espontáneamente en numerosas ciudades tanto del mundo desarrollado como del mundo en desarrollo. La AUP contribuye a la disponibilidad de alimentos (en particular de productos frescos), proporciona empleo e ingresos y puede contribuir a la seguridad alimentaria y a la nutrición de la población urbana y periurbana (Figueroa e Izquierdo, 2003). Junto al crecimiento demográfico en las zonas urbanas tienden a aumentar la pobreza y la malnutrición. El crecimiento urbano acelerado se caracteriza por la llegada imprevista de migrantes pobres que se establecen en condiciones de hacinamiento. Las autoridades urbanas a menudo no pueden controlar este proceso y proporcionan servicios municipales insuficientes, a menudo sin servicios de agua y sanidad adecuados.

Fig. 10. Organopónico en Caracas, Venezuela.

De acuerdo al IDRC, 1998, la agricultura urbana y periurbana consiste en la producción de alimentos seguros y/o la generación de ingresos a través del cultivo de hortalizas, frutales, plantas ornamentales, medicinales y aromáticas, árboles y forrajes, y la cría de animales (cabras, conejos, cuyes, ranas, peces) dentro de los límites del perímetro urbano o muy próximo a los límites de las ciudades. La actividades incluyen también el reciclaje de basura y de aguas utilizadas, la provisión de servicios, el procesamiento agroindustrial, el mercadeo, la distribución y consumo en áreas urbanas enfocados a beneficiar a la población de bajos ingresos a través de la mejora de la nutrición y la generación de ingreso y el empleo, incorporando tecnologías sostenibles de producción y manejo ambiental.

En el marco del Programa de Agricultura Urbana de Cuba, que comprende 28 sub-programas y se caracteriza por un enfoque integral y una fuerte interrelación "cultivos-animales-medio ambiente-hombre" (Rodríguez Nodals, 2000), uno de los 12 sub-programas referidos a "cultivos" es el de Hortalizas y Condimentos Frescos.

El enfoque y modalidades de este sub-programa de carácter nacional comprenden: huertas organopónicas; "huertos intensivos"; "pequeñas parcelas semi-intensivas" y la producción familiar a nivel de "patios o solares".

La modalidad organopónica se basa en el uso de altas dosis de materia orgánica, canteros dotados de protección lateral mediante "guarderas", construidas con disímiles tipos de materiales, tales como bloques, ladrillos, madera, planchuelas metálicas, piedras, bambú, entre otros; control de plagas y enfermedades basado fundamentalmente en productos biológicos, plantas repelentes, trampas o "banderas" y solo en casos excepcionales la utilización de insecticidas químicos.

La huerta organopónica cubana se desarrolló a partir de 1987, pero ha alcanzado su mayor crecimiento a partir de 1994. Actualmente existen 988 hectáreas de organopónicos en Cuba, en 4044 unidades de producción, lo que hace un promedio de 0.24 hectáreas por Unidad (MINAGRI, 2003).

Los rendimientos pueden alcanzar más de 200 t/ha/año y actualmente el rendimiento promedio nacional es de 23,9 Kg/m^2 (239 t/ha), (MINAGRI, 2003), en base a no menos de 6 rotaciones de siembras anuales, más de un 50 % de intercalamiento de cultivos y un manejo muy ajustado y eficiente del sistema productivo (MINAGRI, 2000).

El concepto de la unidad organopónica

Es una unidad intensiva de producción de hortalizas, condimentos frescos y otros cultivos de ciclo corto, desarrollada sobre canteros, protegidos lateralmente con “guarderas”, dotadas de sustrato orgánico mezclado con capa vegetal, que se microlocaliza en zonas donde los suelos no son fértiles o no existe suelo, en la cual se aplica un régimen intensivo de cultivo. Esta alternativa de producción puede ser desarrollada en lugares o ciudades en donde exista alta disponibilidad de sustratos, compost y/o estiércol animal a costos asequibles o contando con el apoyo de programas sociales estatales.

Fig. 11. Vista de un organopónico en Cuba

Fig. 12. La biodiversidad resulta importante en un organopónico o huerto intensivo.

Localización del área.

Fig. 13. En ocasiones es necesario adaptar el diseño del organopónico a los requerimientos de la arquitectura circundante. Véase este ejemplo en pleno centro de Caracas.

- La construcción se realiza en áreas improductivas y preferentemente llanas.
- Deben estar lo más cercanas posible a los destinatarios de la producción final, lo que evita la transportación desde lugares lejanos, para evitar o disminuir el deterioro de los productos.
- No deben admitirse árboles intercalados para evitar la sombra y el efecto dañino de las raíces. Solo se admitirán árboles en la periferia del área, situados hacia el poniente o suficientemente alejados para evitar que proyecten sombra en los canteros. Los árboles más indicados serían aquellos repelentes a plagas como el Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), el Paraíso (*Melia azedarach* L.), entre otros.
- En zonas de mucho viento, buscar un sitio protegido por una cortina de árboles o crear alguna protección.
- El área debe poseer buen drenaje superficial y se protegerá contra corrientes de agua intensas o posibles inundaciones.
- El área deberá contar con abundante disponibilidad de agua potable para el riego.

Diseño constructivo.

Se deberá lograr que la unidad se integre a la estética del entorno y al mismo tiempo facilite el reciclaje de desechos de construcción, lo cual tendrá que preverse en el proyecto constructivo.

Para construir o conformar los canteros, existen diversas variantes, a saber:

- Uso de bloques, ladrillos, postes de concreto u hormigón defectuosos, que faciliten la conformación de los canteros.

Fig. 14. Organopónico situado en la periferia de una ciudad cubana.

- Uso de canaletas (evitar que sean de asbesto-cemento por razones de salud), los cuales se utilizan sobre todo en azoteas.
- Se admiten variantes rústicas, más económicas, como piedras, planchuelas metálicas, bambú, etc.

Drenaje.

El drenaje debe favorecerse con grava, tubos, etc.; hacerlo fundamentalmente en terrenos bajos.

Si el terreno cuenta con buen drenaje, remover con tridente, pico u otros medios disponibles los primeros 30 cm del suelo.

El desnivel entre ambos extremos del cantero, respecto al suelo, será de 1 – 2 %.

Orientación.

Los canteros se orientarán en relación con su longitud, siempre que sea factible, en sentido norte-sur.

Dimensiones de canteros y pasillos.

La experiencia cubana, de más de 10 años, aconseja las siguientes dimensiones:

- Longitud: no más de 40 m.
- Anchura: 1,2 m de cantero efectivo.
- Profundidad: 0,3 m de sustrato efectivo.
- Anchura de pasillos o calles: 0,5 m.

El autor considera como longitud óptima de cada cantero entre 15 – 25 m. De acuerdo a la dimensión de la unidad, deberán preverse calles más anchas que separen cada "batería", secciones o grupos de canteros entre sí, para facilitar la extracción de los productos y otras labores.

Esas calles transversales y/o longitudinales no deben ser mayores de 2 - 3 m de ancho, para evitar el desaprovechamiento del área disponible.

Preparación del cantero para la siembra

Esta labor es una de las operaciones de mayor responsabilidad. De su calidad depende el éxito ulterior de la producción, así como la estabilidad de los rendimientos en sucesivas cosechas.

Una vez seleccionada el área, de acuerdo a los requisitos establecidos, se procede a la preparación básica del cantero. En todos los casos hay que tener presente que la friabilidad y aireación en el lecho de siembra es imprescindible para la obtención de altos rendimientos.

Después de preparado y nivelado el suelo, se procede a la formación de los canteros, en los que se utilizan, sobre todo, dos procesos:

a) Formación del cantero junto con la aplicación de materia orgánica y su mezcla con el suelo.

En este caso la cantidad de materia orgánica que se recomienda aplicar, debe ser superior a 10 Kg/m^2 (100 t/ha).

El autor recomienda, en organopónicos, un 50 % como mínimo del volumen inicial para el "llenado" del cantero, en base a materia orgánica. En algunos casos se ha llegado hasta un 75 % si la fuente de abono orgánico es "cachaza", con gran éxito (Carrión, 1999).

Resulta importante mezclar bien la materia orgánica con la capa vegetal hasta lograr "color uniforme". Con este sistema, obviamente, es necesario construir antes las guarderas y rellenar los canteros después.

El costo aproximado de un cantero de 40 x 1,2 m es de 252,15 USD y el componente en materia orgánica 66,94 USD, es decir, el costo del material orgánico representa el 26,5%. El enunciado anterior se refiere a las condiciones de Cuba. En Caracas este costo resulta alrededor de un 12% superior.

b) Uso del "cantero chino" o cama alta.

Consiste en extraer los 30 cm superiores de la capa del suelo, remover con pala de dientes, "tridente" o herramienta similar otros 30 cm; mezclar el suelo extraído con la materia orgánica, en una proporción 1:1 y depositar esta mezcla en el sitio original del suelo y así queda conformado el cantero. Con el uso del cantero chino se puede prescindir de las labores básicas de preparación del suelo.

En este caso las "guarderas" se colocan después de conformados los canteros (MINAGRI, 2000).

El riego.

En cada Organopónico, el factor fundamental de la eficiencia del riego está en la maestría que puede tener el hombre en relacionar la necesidad de agua de los cultivos, según la fase de desarrollo en que se encuentren, con el potencial de fertilidad de un sustrato o suelo. Y, a su vez, la fertilidad está en fuerte dependencia del grado de humedad que mantenga el sustrato, por lo que se debe evitar al máximo posible el sobrehumedecimiento y el desecamiento (MINAGRI, 2000).

Es necesario tener en cuenta que el exceso de humedad provoca el desarrollo de algas sobre la superficie y la falta de oxígeno en el sistema radical. La escasez de humedad provoca el incremento de la concentración de las sales que pueden ser tóxicas en la mayoría de los cultivos.

Conocer cómo, cuándo y cuánto regar, posibilita el suministro adecuado de agua a los cultivos y, por consiguiente, el incremento en el rendimiento y calidad de la producción.

¿Cómo regar?

En este aspecto, importa cuál es la técnica de riego de la cual dispone la unidad, ya sea manguera, regadera o variantes de sistemas localizados (microjet, cinta de goteo, etc.). Además, hay que considerar la fuente de abasto, su ubicación y calidad de agua.

Con todo este conocimiento, se podrá realizar una planificación en cuanto a los cultivos que se deben priorizar, inversiones necesarias, normas para regar cada cantero y necesidad de fuerza de trabajo.

¿Cuándo regar?

El estado de desarrollo del cultivo representa un aspecto importante en el momento de entregar las cantidades de agua que las plantas necesitan. En este sentido, los máximos valores, por ejemplo, en el caso del tomate, se han obtenido en la fase de floración- fructificación y menores en la fase de establecimiento y maduración- cosecha, lo cual se logra con el uso del pronóstico del riego. Para los vegetales de hojas, en los días posteriores al transplante, es necesario garantizar una buena humedad, sin que el suelo o sustrato se sobrehumedezca (encharque) y así evitar altas mortalidades. Más tarde, durante la fase de crecimiento rápido, necesita abundante cantidad de agua. En este sentido, para el caso especial de la lechuga, cultivada en la época de calor, es necesario realizar numerosos riegos cortos, varias veces al día, sin que esto implique aumento de la cantidad total de agua diaria (la misma cantidad de agua, pero fraccionada).

¿Cuánto regar?

Es indispensable conocer la cantidad de agua que se necesita, diariamente, en la unidad de producción, con vistas a evaluar si el abastecimiento disponible cubre o no la demanda diaria. La base de esto radica en el tipo de sustrato o suelo que predomina en el organopónico, el cultivo y sus exigencias en agua y, más que esto, el estado de desarrollo del cultivo.

En la unidad de producción, mediante algunos cálculos sencillos, se puede estimar el agua necesaria para un día de riego y después, ya se puede saber la de un período determinado. Si se toman los datos que aparecen en la Tabla 19, se procede como sigue:

Tabla 19. Norma de riego para diferentes suelos utilizados en las mezclas.

Tipo de suelo en el sustrato	Norma de riego					
	15 cm		20 cm		30 cm	
	Neta	Bruta	Neta	Bruta	Neta	Bruta
Ferralítico Rojo Típico (Ferrasol)	6.1	7.6	8.2	10.3	12.2	15.3
Ferralítico Rojo Compactado (Ferrasol)	6.6	8.3	8.8	11.0	13.2	16.5
Pardo con Carbonatos (Cambisol)	6.8	8.5	9.1	11.3	13.5	16.9
Pardo Grisáceo (Cambisol)	3.8	4.8	5.1	6.4	7.7	9.6
Oscuro Plástico Gleysoso (Vertisol)	8.2	10.3	10.9	16.6	16.4	20.5
Húmicos Carbonáticos (Feozems)	8.3	10.4	11.6	13.8	16.6	20.8

Procedimiento:

Se escoge el tipo de suelo presente en el sustrato.

Se selecciona la profundidad en centímetros que se quiere humedecer en el riego (ya sean 15, 20 ó 30 cm).

Ese número, se multiplica por el área neta de canteros que hay que regar en el organopónico y el resultado será la cantidad de agua en litros necesaria para regar, diariamente, la unidad completa.

A continuación, un ejemplo:

Si la unidad tiene 20 canteros de 1,20 m de anchura por 30 m de longitud, el área del cantero será de 36 m^2 y el área total de la instalación será de 36 m^2 x 20 canteros = 720 m^2.

Si se escoge, en la tabla, el suelo tipo Ferrasol (Ferralítico Rojo Típico) y una profundidad de humedecimiento de 30 cm, la cantidad de agua será de 720 m^2 por 12,2 = 8 798,4 L/ días.

Para una mayor eficiencia del riego, es necesario considerar los aspectos siguientes:

- Fuentes de abasto.
- Calidad de agua.
- Drenaje.
- Técnicas de riego.
- La especie (cultivo a sembrar)
- La evapotranspiración del lugar.

Fuentes de abasto.

Fig. 15. Embalse mediano cercano a una zona montañosa.

Este aspecto no siempre es considerado en primer orden de importancia y, por tal razón, en ocasiones se desconoce, de dónde proviene el agua que ha de ser utilizada para riego (pozo, represa, riachuelo, etc., potable o potabilizada, pues la FAO no recomienda el uso de aguas no certificadas para el riego de hortalizas de consumo en fresco). Es necesario conocer el tipo de fuente, su ubicación topográfica y su capacidad para poder diseñar el sistema de riego que se va a utilizar, así como la construcción de obras de filtrado y para la conducción del agua.

Calidad del agua.

La calidad del agua de riego puede variar, significativamente, según el tipo y cantidad de sales disueltas, las cuales son transportadas por el agua de riego y depositadas en el suelo y sustrato, donde se acumulan a medida que el agua se evapora o es consumida por las plantas.

Los problemas más comunes según los cuales se evalúan los efectos de la calidad del agua son los relacionados con la salinidad, la velocidad de infiltración del agua en el suelo, la toxicidad de elementos específicos y otros. Existen problemas de salinidad cuando las sales se acumulan en la zona radicular, en una concentración tal que ocurren pérdidas de la producción. Parte de estas sales que se encuentran en el suelo pueden ser desplazadas de la zona radicular, aplicando una mayor cantidad de agua que supere las necesidades de las plantas durante su ciclo vegetativo.

Los índices de calidad del agua que suelen influir en la infiltración son:

Contenido total de sal.

Contenido de sodio, en relación con los contenidos de calcio y magnesio.

Una alta salinidad aumenta la infiltración, mientras que una baja salinidad o una proporción alta de sodio sobre el calcio, la disminuye. Estos problemas se evalúan a través de las relaciones de adsorción de sodio (RAS) y la

conductividad eléctrica (CE), que se analizan en los laboratorios especializados, cuando se hacen llegar las muestras de agua de las unidades.

Los problemas de toxicidad surgen cuando ciertos elementos absorbidos por las plantas y acumulados en los tejidos, en concentraciones lo suficientemente altas, provocan daños y reducen los rendimientos. Estos se manifiestan como quemaduras en el borde de las hojas y aspecto de clorosis. Los iones de mayor importancia son el sodio, los cloruros y el boro. La magnitud de los daños depende del tiempo, concentración, tolerancia del cultivo y volumen de agua transpirada.

Los resultados de los análisis de agua enviados al laboratorio indican los riesgos que se corren al ser utilizadas y en este sentido, los valores siguientes pueden servir de guía:

- Valores superiores a 3 mEq/L de los elementos sodio y cloruro, indican riesgos de ligero a medio.
- Valores mayores de 10 mEq/L, indican un riesgo severo.

El boro es un elemento que no causa problemas en nuestras aguas, no obstante:

- Con valores inferiores a 3 mEq/L, el riesgo es de ligero a medio y mayores, se considera severo.

El agua destinada al consumo humano debe estar libre de Escherichia coli, parásitos, virus u otro microorganismo que represente un riesgo para la salud. En relación al agua de riego si por los organismos nacionales de salud y de la agricultura de cada país, no tienen definidos los niveles permisibles de contaminación microbiana, se deben tomar todas las medidas para minimizarla, considerando que grupos multinacionales como la Asociación Internacional de productos pre-cortados frescos de origen vegetal (International Fresh-cut Produce Asociation) en sus guías de inocuidad recomienda un límite de E. coli inferior a 2.0 NM/mL.

Drenaje

Es necesario que una vez ubicada el área y diseñados los canteros, se considere la construcción del sistema de drenaje, con vistas a evacuar los excesos de agua, principalmente por la ocurrencia de la lluvia. Por ello, se debe tener en cuenta el tipo de sustrato o suelo y la pendiente del terreno.

Técnicas de riego.

Se pueden enumerar algunas técnicas de riego, como son:

- Riego con microjet.
- Riego con regadera o manguera.

Fig. 16. Sistema de riego localizado, utilizando microjets.

Riego con microjet.

Cuando se dispone de este sistema, resulta imprescindible realizar algunas actividades para ponerlo en marcha. A continuación se detallan, por orden de ejecución.

a) Limpieza general del sistema

Al poner en marcha, por primera vez, un sistema de riego por microjet, se deben limpiar todas sus partes y eliminar de su interior todo el material residual del montaje (arena, piedras, partículas de suelo, restos vegetales, etc.), para evitar obstrucciones o tupiciones de los emisores.

b) Prueba del funcionamiento del sistema.

Esta se efectúa después del lavado general del sistema y tiene, como primer objetivo, comprobar si funciona correctamente. Para esto, se abren las válvulas o llaves de acceso y se revisan los posibles salideros que se puedan o no presentar.

c) Riego antes de la siembra.

En el caso del cultivo que se establece después del montaje total del sistema, se le aplica un riego ligero, para facilitar la labor de la siembra y garantizar un cierto tenor de humedad en el sustrato durante todo el tiempo que se ejecute esta labor. El orden y programación de la siembra han de ser realizados teniendo en cuenta las posibilidades hidráulicas del sistema; esto con vistas a evitar roturas por exceso de presiones y el desperdicio de agua en los próximos riegos.

d) Riego después de la siembra.

En este riego se debe lograr una mayor reserva de humedad en el sustrato y, por tanto, resulta de gran importancia considerar la profundidad de la capa que se debe humedecer, para lograr un mejor estado hídrico de las plantas.

Cálculo de la norma de riego para esta modalidad.

La instalación de riego localizado por microjet en las unidades de producción implica la división por sectores y cada uno de ellos se deberá regar independiente de los demás. De esta forma, los cultivos siguen este diseño y se colocan en "bloques de riego". Para determinar el tiempo de riego en cada bloque o sector, de acuerdo con el tipo de cultivo y la fase de desarrollo en que se encuentra, hay que proceder de la siguiente manera:

Partiendo de que la norma parcial neta sea de 122,2 m^3/ha ó 12,2L/m^2, correspondiente a una mezcla con suelo tipo Ferrasol (Ferralítico Rojo Típico) con una profundidad de humedecimiento de 30 cm y además, teniendo en cuenta que la eficiencia de un sistema de riego localizado debe ser, como mínimo, de 0.80 %, se puede calcular la norma parcial bruta, que representa un paso intermedio para conocer el volumen de agua que se debe aplicar en el área neta cultivada de cada sector o bloque en la unidad. El procedimiento es como sigue.

Se divide el valor localizado en la Tabla 19 entre el coeficiente de eficiencia y el resultado será la *norma parcial bruta.*

La norma parcial bruta se multiplica por el área cultivada del sector o sectores de riego y se obtiene el volumen de *agua bruto* que se debe aplicar, en litros.

Hay que multiplicar la cantidad de microjets existentes en un sector de riego por el gasto de cada uno, que es de 37,36 L/hora.

El valor obtenido se multiplica por la cantidad de canteros que se van a regar simultáneamente y se obtendrá la cantidad de litros/hora total que pueden ser aplicados con esa técnica.

Finalmente, el volumen de agua bruto calculado en el punto 2 se divide entre la cantidad de litros de agua total que se debe aplicar (gasto instalado), calculado en el punto d) y el resultado será el tiempo de riego necesario en cada sector.

Riego con regaderas.

Si se dispone de regaderas, se deberá conocer la cantidad de agua que puede contener. Además, se calculará la cantidad de regaderas que hacen falta para un cantero, de una manera práctica. En este caso, también hay que tener en cuenta las exigencias del cultivo y el tipo de suelo o sustrato. Como ejemplo: con una regadera que tenga 10 L de capacidad se puede regar aproximadamente, 1 m^2 para mojar 30 cm de profundidad.

Otros aspectos de la fitotecnia.

En todos los casos, es imprescindible que los canteros sean orientados, en su longitud, transversales a la pendiente predominante en el terreno. Si lo anterior no fuese posible, entonces se procederá a formar canteros de corta longitud. Esta práctica contribuye a la conservación de los suelos y con ello a la garantía de altos rendimientos.

El factor decisivo en la estabilidad de los altos rendimientos en cosechas sucesivas, está determinado por la constancia y disciplina de las actividades post-cosecha con vistas a la restitución de la fertilidad del cantero, lo cual va, desde el laboreo, para darle las condiciones físicas necesarias, hasta la aplicación de materia orgánica, antes de la próxima siembra, que no debe ser inferior a 1 Kg/m^2, (González Bayón, 1998).

En caso de déficit de materia orgánica para restituir la fertilidad del cantero, ésta puede ser aplicada localmente, en el nido de siembra de la postura o semilla.

Asimismo, se debe lograr un óptimo aprovechamiento del área como, por ejemplo, sembrar en la periferia, aprovechar las cercas para sembrar plantas trepadoras como habichuelas, diversos tipos de frijoles, chayote u otros cultivos hortícolas.

Costo de la inversión de una hectárea de Organopónico.

Si se establece dicha modalidad tecnológica sobre la base del empleo de los materiales más avanzados: guarderas de bloques, sistemas de riego localizado, incluida la construcción de un pequeño, pero funcional "punto de venta" o kiosco, etc., asciende a unos 29,6 miles de USD.

El costo de mantenimiento anual del proceso productivo es de unos 22,4 – 25,0 miles de USD por año (Rodríguez Nodals, 2003).

Claro está, el costo de la inversión puede disminuirse entre 30 – 50 % si se emplean insumos menos sofisticados (guarderas de piedra, bambú, etc.; sistemas de riego más rústicos, sobre la base de la utilización de mangueras, regaderas u otras variantes factibles según las condiciones del lugar y posibilidades económicas).

De todos modos, por considerarlo de interés, incluimos a continuación, en la Tabla 20, el desglose del presupuesto de la inversión y en la Tabla 21 el costo de explotación de los cultivos durante un año.

Tabla 20. Presupuesto para la inversión de una hectárea de Organopónico en USD, sobre la base del uso de insumos de alta tecnología.

Concepto	Costo
Materiales de construcción	7143.75
Bloques Arena Cemento	6093.75 175.00 875.00
Construcción del Kiosco	3125.00
Traslado de capa vegetal	2812.50
Adquisición de materia orgánica	7875.00
Sistema de riego	4135.55
Cercado perimetral	1875.00
Sub/ total	26966.80
10 % para imprevistos*	2696.68
Total	**29663.48**
* Se incluyen los salarios para la construcción y compra de aperos de labranza, entre otros aspectos.	

Teniendo en cuenta que el 36% del costo total está referido a la materia orgánica, resulta importante accionar para bajar estos costos, mediante fabricación local de compost, introducción de la lombricultura, o identificar fuentes cercanas de otros tipos de material orgánico.

Tabla 21. Costos de mantenimiento del proceso productivo de una hectárea de Organopónico durante un año (expresado en USD).

Concepto	Costo
Adquisición y aplicación de materia orgánica	1250.00
Semillas	1562.50
Compra de productos biológicos	187.50
Otros	125.00
Amortización de la inversión (20 %)	5932.69
Total	9057.69

Nota: Los rendimientos esperados durante el primer año de explotación son de 100 t/ha (10 Kg/m^2). Asumimos un 10 % de pérdida post-cosecha, lo cual en este tipo de unidad, con venta directa, no debe superar dicha cifra. Estos costos son independientes de las especies hortícolas, ya que de manera simultánea, lo recomendable es sembrar no menos de 10 cultivos por hectárea, estableciendo una rotación adecuada entre ellos, así como aplicando el intercalamiento en no menos del 50 % de los canteros.

Estimando un valor promedio de solo 0,4 dólares por kilogramo (muchas de las hortalizas se venden más caras, por ejemplo a veces los precios del tomate, pepino, pimiento están por encima de ese precio), se puede apreciar que la utilidad sería de 26942.31 dólares, teniendo en cuenta los costos enunciados en la Tabla 21. Lo anterior sin tener en cuenta el posible pago de los impuestos vigentes en cada país.

La organoponía resulta eficiente, desde el punto de vista productivo (200 t/ha /año, o más), económico (pues recupera la inversión en un tiempo relativamente breve) y de salud, ya que no utiliza productos químicos o si lo hace sería en muy pocas ocasiones.

Esta tecnología va dirigida al mercado local en primer lugar y puede también ser destinada a la exportación, si se crean las condiciones necesarias. Los precios de venta de los productos estarán en dependencia de las condiciones de cada mercado, por ejemplo en Cuba se vende a precios de oferta y demanda o ligeramente por debajo de ésta y

en Venezuela, en esta etapa inicial, los precios están generalmente por debajo de los que presenta el mercado tradicional más cercano.

5.3 La hidroponía familiar.

Dr. Noel J. Arozarena Daza

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

La hidroponía familiar de autoconsumo o la desarrollada en pequeñas o medianas empresas, se ha revelado como una alternativa viable, cuya tecnología básica ha sido promocionada por FAO desde 1992. Numerosas publicaciones y un video auto-tutorial sobre hidroponía familiar simplificada han sido publicados y puestos a disposición en el sitio web de FAO-RLC. De igual manera, especial atención fue centrada en la generación de micro-emprendimientos productivos con tecnología mas avanzadas; aplicación a nivel escolar; en producción animal; en proyectos sociales de desarrollo y aplicados en numerosos cursos de capacitación y de sustento técnico para proyectos en hidroponía familiar en Brasil, Costa Rica, Ecuador, Chile, Perú y Uruguay.

Como sistema de producción agrícola o agrotecnología, el cultivo hidropónico es la ciencia del cultivo de las plantas sustituyendo al suelo, por un sustrato al que se le añaden soluciones nutrimentales que garantizan el normal crecimiento y desarrollo de las mismas; dicho de otra forma: la hidroponía es el sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua, empleando como sustrato un material de naturaleza variada o simplemente a la propia solución.

Asociado indistintamente tanto a prácticas ornamentales, como a la necesidad de garantizar el abastecimiento de productos de origen vegetal, el cultivo sin suelo, como práctica agrícola, era conocido en culturas ya tan distantes en el tiempo, como la de los aztecas en nuestra América, la de la China imperial y la babilónica.

Una amplia gama de posibilidades técnicas abarca la anterior definición de cultivo hidropónico, toda vez que el término sustrato comprende un sinnúmero de materiales que pueden ser tanto de naturaleza orgánica como mineral (aserrín o agrolita); de origen industrial o natural (*rockwool* o tezontle) y de condición inerte o activa (basalto o turba): así, como fuentes generadoras de sustratos, se pueden considerar a quehaceres sociales tan distintos como la explotación forestal, la construcción, la actividad agrícola y ganadera, la industria agroalimentaria, los núcleos urbanos, diversas labores industriales y la explotación minera.

Un sustrato será inerte si no se descompone química o bioquímicamente, no libera elementos solubles de forma notable y tampoco tiene capacidad de adsorber elementos añadidos en solución; como sustratos activos o no inertes se considera a aquellos que reaccionan liberando elementos a partir de los compuestos que forman su fase sólida, o que los adsorben e intercambian mediante interacción con la fase líquida del sistema sustrato/solución de riego.

La Hidroponía y la Agricultura Urbana

Otro rasgo distintivo de la hidroponía ha sido el que las instalaciones productivas se inserten en el contexto urbano, formando parte de la **agricultura urbana,** ese sistema que produce, procesa y comercializa alimentos y energía en respuesta a la demanda diaria de los consumidores dentro de un pueblo, ciudad o metrópoli y cuyo desempeño, ya es contribuyente fundamental a la autosuficiencia alimentaria de más de 700 millones de personas en el mundo.

Como modalidad productiva, la hidroponía o cultivo sin suelo satisface los requerimientos esenciales de la **agricultura urbana**, a saber: combinar precisión tecnológica y organizativa a causa de su carácter intensivo; tener capacidad de amortiguamiento ante la tensión medioambiental; responder al comportamiento del mercado; ser inocua en términos de salud humana y simultáneamente, posibilitar el rescate para el uso de áreas inaccesibles, peligrosas, desatendidas y vacantes, a la vez que resultar ejecutable por diversos grupos sociales.

Dentro del contexto de la agricultura urbana y periurbana, la hidroponía no suplanta ni compite con ninguna de las formas de cultivo tradicional, pero sí cumple ampliamente con los propósitos de ser una importante fuente de suministro en los sistemas alimenticios, lo que coadyuva a mejorar el estado nutricional de los hogares; proporcionar alimento decisivo para hogares pobres, a la vez que ser fuente de empleos e ingresos.

También es una herramienta no demasiado costosa, sencilla y flexible para el uso productivo de los espacios urbanos vacantes y gestiona con moderación, los recursos disponibles de agua dulce, con lo que se convierte en una alternativa de producción para ambientes difíciles, como las áreas desérticas, aquellas de topografía irregular o suelos improductivos, etc. Baste citar como ejemplo que en la producción hidropónica de lechuga, se puede reducir el consumo de agua a un 25 % del volumen requerido según esquemas tradicionales de producción en suelo, en tanto para tomate, igual reducción comparando con áreas sometidas a riego por inundación, puede llegar al 20 % del volumen total aplicado en ese sistema.

Importante característica es que la hidroponía constituye una opción de empleo en que predomina la presencia femenina, con lo que se favorece enormemente, la igualdad entre géneros.

Otros dos valiosos atributos de la hidroponía son, de una parte, la posibilidad de reducción del tiempo entre cosechas, dada la simplificación del número de actividades culturales o fitotécnicas que permite; de otra, las oportunidades que ofrece para la neutralización de los efectos adversos asociados a la variabilidad edafoclimática (sequía, inundaciones, salinización, compactación, etc.)

En términos de producción, las características hasta aquí reseñadas se expresan en la obtención de productos de mejor apariencia y calidad que, adicionalmente, son adecuados para interesar e integrar nuevos nichos de mercado y que obviamente, son distinguidos por la preferencia de los consumidores.

Además, aunque el acceso a alimentos inocuos y nutritivos constituye un derecho de todas las personas, en muchos países en desarrollo, esto no se considera una cuestión prioritaria, especialmente entre los consumidores pobres. La inocuidad de los alimentos es sólo una parte de un conjunto de materias destinadas a eliminar peligros transmitidos por alimentos, ya sean biológicos (bacterias, virus, hongos) o microbiológicos (patógenos fecales); químicos (fertilizantes, plaguicidas, metales pesados y contaminantes ambientales), físicos o nutricionales (nutrición insuficiente o excesiva, carencia de micronutrientes, ingesta excesiva).

Dado que la hidroponía no hace uso del suelo, las hortalizas producidas están libres de enfermedades y de patógenos que normalmente se encuentran en la tierra.

Entre los componentes claves para asegurar la inocuidad de las hortalizas *(Buenas Prácticas Agrícolas)* se encuentran los siguientes: disponibilidad de agua potable; prácticas que aseguren la alta higiene y salud de los trabajadores; instalaciones sanitarias adecuadas; controles de sanidad en el empaque; sistemas de transporte adecuado y una adecuada manipulación y mantenimiento en cámaras de frío.

La inocuidad alimentaria debe ser planificada desde la semilla hasta la venta y el plato del consumidor; las soluciones y factores a considerar para asegurarla, no tienen por qué ser complejas ni costosas.

Así, la hidroponía ocupa un merecido lugar, entre las alternativas de respuesta a la ya insoslayable demanda que para políticos, técnicos, investigadores y productores en todo el mundo constituye la necesidad de diseñar y poner en práctica, modelos de producción agrícola que se destaquen por la eficiencia en el uso de la energía y los recursos y que, simultáneamente, resulten aceptables desde el punto de vista social, no produzcan impactos negativos sobre el ambiente y sean técnicamente apropiados, a la par que viables como actividad económica.

En consecuencia, los sistemas hidropónicos han proliferado en geografías tan disímiles como las de Haití y Rusia; Nicaragua y Vietnam; Chile y China; Ecuador y Mali. Es oportuno señalar que tan variable como su ubicación, es el grado de complejidad tecnológica que caracteriza a las instalaciones y expresa el nivel de desarrollo económico-social del contexto en que se insertan.

Entre las prácticas hidropónicas, se distinguen aquellas que ejecutan grupos de familias de escasos recursos, comúnmente residentes en zonas marginales, con el objetivo de garantizar el consumo propio de hortalizas y, adicionalmente, comercializar parte de la producción lograda. Este tipo de experiencia tiene a escala social la importancia de constituir una forma de ocupación del tiempo libre en el ejercicio de una labor productiva y contribuir al desarrollo de valores positivos en el contexto comunitario.

Características Principales de la hidroponía familiar.

Conceptualmente incluida en la Agricultura Sostenible, se utiliza mucho allí donde hay falta de espacios cultivables o donde los suelos no resultan aptos para la agricultura; requiere de sus actores, un nivel mínimo de conocimientos sobre prácticas agronómicas que generalmente es garantizado mediante programas de superación, seminarios o adiestramientos *in situ*.

La huerta hidropónica deberá ubicarse en un lugar protegido de la incidencia de lluvias y vientos fuertes pero que, a la vez, no resulte excesivamente sombreado y reciba una iluminación solar mínima de 6 horas-luz/día; se orientará en dirección norte/sur.

Igualmente la huerta deberá estar cercada para prevenir el acceso de animales domésticos y personas ajenas y contar con facilidades funcionales, en términos de fuente de abasto de agua de riego y áreas para el almacenamiento de utensilios y materiales y para el procesamiento de la producción obtenida.

Especial atención ha de tenerse para evitar el uso de agua o materiales (sustratos) contaminados de origen o técnicamente contraindicados para esta tecnología. En ambos casos hay que certificar la inocuidad de los productos en términos de ausencia de gérmenes patógenos; metales pesados y residuos tóxicos, a fin de prevenir su entrada en la cadena trófica, por la vía del consumo de vegetales contaminados. Respecto a los sustratos, la misma diversidad de materiales de posible utilización puede convertirse en un inconveniente, si la elección no se realiza correctamente: un

ejemplo es la recomendación de no utilizar aserrines de pino (u otras maderas rojas) por las cualidades que tienen como biocida y la inhibición del desarrollo vegetal a que dan lugar.

Es posible cultivar un gran número de especies vegetales: ésta es una de las ventajas de la hidroponía como técnica de producción. Así, se puede producir plantas aromáticas, medicinales y ornamentales, al mismo tiempo que tomate, pimiento, zanahoria, acelga, pepino, remolacha, sandía, habichuela, ají, fresa, melón, col, cebolla, etc., lo que permite mantener el espacio ocupado, y por extensión produciendo, durante todo el año. Importante considerar en este caso las especificaciones de manejo en cuanto a rotaciones o secuencias de cultivos, de manera que se contribuya a la optimización en el uso del sustrato y se coadyuve al desempeño sostenible del sistema.

De modo general, estas instalaciones alcanzan un área neta cultivable del orden de los 20 a 30 metros cuadrados por familia integrada, si bien existen ejemplos de grupos de familias u otros componentes sociales que llegan a los 200 metros cuadrados, cosa que potencia su actividad comercial.

En el diseño y construcción pueden utilizarse materiales tan diversos como la madera, los plásticos y el nylon y se recomienda aprovechar recipientes desechados de otras actividades hogareñas, como las bañeras infantiles, por citar un ejemplo. Las dimensiones resultarán variables, como función del área disponible y los recursos para la construcción; no obstante se recomienda garantizar una profundidad de sustrato no inferior a los 0.20 m y cuando sea posible, construir contenedores de 2.00 x 1.20 m que resultan fáciles de ubicar y atender. Un largo mayor del contenedor sólo será recomendable en los casos en que se disponga de grandes espacios y se trabaje en grupos o asociaciones.

La nutrición es una de las prácticas agronómicas de mayor importancia y que con mayor rigor ha de realizarse. Recordar que por definición, en la hidroponía es necesario suministrar los elementos nutrimentales a las plantas en la frecuencia y cantidades requeridas y que cualquier omisión en esta tarea, se asociará al final, con mermas de la producción y de su calidad. Así, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cinc, cobre, boro y molibdeno son los elementos a aplicar; para ello es necesario adquirir en el mercado productos comerciales, generalmente importados, destinados a la hidroponía y que posibilitan el manejo de la nutrición que por otra parte es uno de los aspectos más tratados por especialistas y capacitadores en los programas de superación anteriormente citados (Marulanda e Izquierdo, 1991).

Cabe decir aquí que en cuanto a la dependencia de un insumo externo, ésta es una de las debilidades de la hidroponía como agrotecnología la cual requiere de organización comunitaria para enfrentarla. No pocos proyectos de **hidroponía familiar** caducan al cesar el apoyo financiero que permite la compra de productos para el ejercicio nutrimental; semejante comentario puede hacerse respecto a la semilla, si bien en no pocos casos es posible, de acuerdo con el objetivo de la actividad productiva y tomando las medidas técnicas correspondientes, reproducir la semilla dentro del propio proceso de producción vegetal.

La producción de posturas también es posible en las condiciones de la **hidroponía familiar** y con ello se abarata la producción: el único requisito es seguir las normas de espaciamiento, ciclo y manejo comunes para otras formas de agricultura. No se descarta como método la siembra directa pero se llama la atención sobre el hecho de que la producción de posturas, además de que puede constituir en sí misma una actividad comercial, se asocia con una explotación más intensiva del área.

En cuanto a las plagas, el carácter urbano de esta forma de producción y la tecnología recomendada para su realización limitan el uso de agroquímicos en su control, algo que además encarecería la producción y lleva a potenciar la puesta en práctica de medidas como el empleo de trampas y cebos; la rotación y asociación de cultivos; la colocación de espantapájaros; el control biológico y la aplicación de extractos vegetales como repelentes (ajo, ají, ruda, apasote, etc.) y de plaguicidas botánicos y biológicos. De vital importancia, la revisión diaria del área de siembra y la sistematicidad en la aplicación de las medidas recomendadas.

Finalmente, se recomienda el control de gastos en que se incurre durante el ejercicio productivo (contenedores, herramientas y materiales, productos fitosanitarios y para la nutrición vegetal, posturas, mano de obra, agua, etc.) y de ingresos por concepto de comercialización, como base para el cálculo de la rentabilidad económica de cada unidad productiva.

La eficiencia económica que es posible lograr, unida al mejoramiento del nivel de vida de los actores de la producción (aumento de la seguridad alimentaria; protección de la salud; obtención de ingresos; influencia educativa sobre niños y jóvenes; potenciación de la autoestima a escala de grupo social, con énfasis en la participación femenina; reconocimiento público) constituyen elementos a favor de ser para esta modalidad de la producción hortícola.

5.4 Los Huertos Intensivos (la experiencia de Cuba).

Adolfo A. Rodríguez Nodals, Ph. D.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

Fig. 17. Huerto intensivo situado en los alrededores de la ciudad de La Habana.

Un huerto intensivo dedicado a la producción de hortalizas y vegetales frescos se establece sobre canteros construidos *in situ*, sin utilizar guarderas que lo conformen lateralmente.

Constituyen un "sistema abierto" al presentar las plantas y los procesos que se desarrollan en su medio de crecimiento, una vinculación directa con el suelo.

En el Programa Nacional de Agricultura Urbana de Cuba los huertos intensivos totalizan 6377 hectáreas, sobre la

base de un promedio de 0.9 ha por unidad productiva de base. El rendimiento nacional de Cuba en 2002 fue de 13.5 Kg/m^2/año (135 t/ha/año), según Companioni, (2003).

Localización.

En Cuba, después de más de nueve años de uso de esta tecnología con buenos resultados, se exigen los siguientes requisitos para la localización de un área destinada al fomento de un huerto intensivo.

- Poseer suelos con buena fertilidad, en el que las propiedades físicas faciliten el drenaje y friabilidad.
- No debe estar propenso a inundaciones o arrastres por corrientes de aguas superficiales.
- Estar libre de excesiva sombra, provocada por árboles o edificios.
- Tener disponibilidad de agua, con la calidad necesaria para su uso racional en el riego.
- Deberá ubicarse cerca de los núcleos poblacionales. Además, debe tener fácil acceso a los destinatarios de la producción.

El tamaño del huerto intensivo varía de acuerdo con el área existente, la disponibilidad de agua y el volumen de producción necesarios; puede tener entre algunos cientos de metros cuadrados, hasta más de una hectárea, aunque no resultan muy aconsejables los huertos extremadamente grandes, dado que necesitan personal administrativo y recursos materiales costosos y, por lo general, la eficiencia disminuye. Cuando se presenta la necesidad de un área considerable de huerto intensivo, en forma compacta, es preferible subdividirla en unidades menores.

Preparación del cantero para la siembra.

Constituye una de las operaciones de mayor responsabilidad en la explotación del huerto intensivo. De su calidad depende el éxito de la producción y la estabilidad de los rendimientos en sucesivas cosechas.

Una vez seleccionada el área, de acuerdo con los requisitos establecidos, se procede a la preparación básica del suelo. Para los huertos grandes, se incluye la subsolación y aradura profunda, en forma mecanizada o con tracción animal. Para huertos pequeños, es necesaria una preparación, a la mayor profundidad posible, con tridente. En ambos casos, siempre hay que tener presente que la friabilidad y aireación en el lecho de siembra es imprescindible para la obtención de altos rendimientos. Después de preparado y nivelado el suelo, se procede a la formación de los canteros, en los que se utilizan, fundamentalmente, tres formas:

Formación del cantero junto con la aplicación de materia orgánica y su mezcla con el suelo.

La cantidad de materia orgánica que se debe aplicar debe ser superior a 10 kg/m^2 (100t/ha), teniendo en cuenta la fertilidad natural del suelo en cuestión.

Fig. 18. Canteros adecuados en un huerto intensivo.

Uso del "cantero chino". Consiste en extraer 30 cm superiores de la capa del suelo, remover con tridente o herramienta similar otros 30 cm, mezclar el suelo extraído con la materia orgánica, en proporción que debe alcanzar la relación 1:1 y depositar esta mezcla en el lugar de origen del suelo y así queda conformado el cantero. Con el uso del "cantero chino", se puede prescindir de la preparación básica del suelo.

Uso de la cascarilla de arroz. Se encuentra establecida y se perfecciona en la provincia cubana de Camagüey. Consiste en depositar en la superficie del suelo, ya preparado y nivelado, una capa de 10 a 30 cm de este residuo de la industria arrocera, proceder a su quema, en forma lenta, y después de ésta, a la conformación de los canteros, ya sea directamente sobre el producto de la combustión o mezclando éste con la capa superficial del suelo. En los controles de calidad efectuados no se han detectado procesos biológicos desfavorables ni degradación del suelo con esta práctica.

Orientación de los canteros

En todos los casos, es imprescindible que los canteros sean orientados, en su longitud, transversales a la pendiente predominante en el terreno.

En casos excepcionales, se pudiera utilizar la siembra en surcos en el huerto intensivo, para algunos cultivos como el quimbombó, o con el fin de emplear áreas que se encuentren en fase de rehabilitación o preparación de canteros, siempre sobre la base de la explotación intensiva.

Otros aspectos del manejo de los cultivos.

Al igual que en el caso de los organopónicos (parágrafo 5.2), resulta indispensable lograr una alta fertilidad del suelo mediante aplicaciones graduales de materia orgánica, (MINAGRI, 2000).

Al finalizar cada ciclo de cultivo y antes de establecer el siguiente deben aplicarse no menos de 1 Kg/m^2 (en base a estiércol vacuno bien descompuesto) o una cantidad equivalente si se trata de otra fuente de fertilizante orgánico.

De igual forma, asegurar en lo fundamental un adecuado control de plagas y enfermedades mediante productos biológicos, el uso de trampas o "banderas"; de las plantas repelentes, así como barreras de plantas que se constituyan en reservorios de insectos benéficos.

Para una profundización sobre este tema, el lector deberá remitirse al Capítulo III de este Manual.

Asimismo, las recomendaciones sobre el riego dadas en el 5.2; para los organopónicos, son válidas también para los huertos intensivos, con la diferencia de que en este caso resulta factible el uso de sistemas de riego semi-estacionarios con preferencia a los estacionarios.

Sobre todos estos importantes aspectos existen muchos reportes en la literatura científica internacional (Infante, 1986, 1992; Skinner, 1981; Yurjevic, 1990; Baillieux y Echarpe, 1994, entre otros) e incluso en el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá se ha publicado un "Tesauro de Agricultura Urbana" (CIID, 2002) con numerosas citas sobre las tecnologías intensivas de producción de hortalizas.

Presupuesto para la inversión de una hectárea de huerto intensivo.

En la Tabla 22 aparecen los diferentes componentes del costo de la inversión de una hectárea de huerto intensivo (Rodríguez Nodals, 2003).

Tabla 22. Presupuesto para la inversión de una hectárea de Huerto Intensivo.

Concepto	USD
Almacén de insumos	3125.00
Cerca Perimetral	1250.00
Punto de venta (Kiosco)	1875.00
Construcción de pozo y sus accesorios	1125.00
Bomba e instalación	625.00
Compra y acopio de materia orgánica	1100.00
Sistema de riego	1543.12
Conductora para el riego	625.00
Sub- Total	**11268.12**
Imprevistos (10 %)	1126.81
Total	**12394.93**

Estos costos se pueden reducir si se reemplazan insumos de alta tecnología por otros más rústicos y en dependencia de la calidad constructiva del kiosco, cerca perimetral, almacén de insumos, etc.

Presupuesto para el mantenimiento durante un año de la explotación de un huerto intensivo.

Según nuestros estudios (Rodríguez Nodals, 2003) el costo para la explotación de la unidad en el primer año asciende a poco más de 5000 USD, según se enuncia en la Tabla 23.

Tabla 23. Presupuesto para el primer año de explotación de una hectárea de huerto intensivo (en USD).

Concepto	USD
Materia Orgánica	1250.00
Semillas	1250.00
Controles Biológicos	187.50
Otros	125.00
Amortización (20 %)	2478.98
Total	**5291.48**

Los rendimientos esperados durante el primer año de explotación son de 60 t/ha/año (6 Kg/m^2/año).

Estimando un valor promedio de 0,4 USD por Kg y asumiendo un 10 % de pérdidas post-cosecha, el valor total de la producción sería de 21600 USD y en base al costo enunciado en la Tabla 2, se aprecia una ganancia superior ligeramente a 16000 USD.

Lógicamente, a medida que el personal se capacita y gana en experiencia, los rendimientos serán muy superiores a las 60 t/ha/año previstas aquí y por ende se ganará en una mayor eficiencia económica y productiva.

5.5 La experiencia de los productores cubanos.

Adolfo A. Rodríguez Nodals, Ph. D.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

La Agricultura Urbana y Peri-Urbana como en la mayoría de los países, se ha desarrollado en Cuba desde hace mucho tiempo, de manera espontánea, bajo el principio de "acercar la producción de alimentos a las ciudades". Incluso recientes descubrimientos de enterramientos aborígenes en el norte de la oriental provincia de Holguín, dan idea de la existencia de asentamientos fijos con siembras de cultivos alimenticios en sus alrededores (Cantón Navarro, 1996).

Describe Colón en su diario el esmero con que cultivaban la tierra los taínos y la hermosura de sus cultivos (yuca, maíz, calabaza, batata o boniato, tabaco, entre otros). A los taínos se les debe el primer maíz y el primer tabaco que se conocieron en España.

Cuenta Las Casas, citado por Cantón Navarro (1996), que "estaban abundantísimos de comida y de todas las cosas necesarias de la vida; tenían labranzas, muchas y muy ordenadas, de lo cual –todo tener de sobra y habernos con ello matado la hambre – somos oculares testigos"…

Claro está, en países que cuentan con civilizaciones milenarias (Mesopotamia, Egipto, China, India, México, entre otras) es mucho más fácil encontrar evidencias de un alto desarrollo de lo que hoy llamamos "Agricultura Urbana y Peri-Urbana".

Sin embargo la Agricultura Urbana en Cuba, como un Programa organizado, tiene sus antecedentes en el desarrollo de los "organopónicos" dedicados a hortalizas, en la ciudad de La Habana a partir de 1987 y a Raíces y Tubérculos en Villa Clara, ambas tecnologías dentro del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (Rodríguez Nodals, A. A., 2000 y Rodríguez Nodals, A., Comunicación Personal, 2002).

Es a partir de 1994 que se organiza, dentro del Ministerio de la Agricultura, un sistema intensivo de producción hortícola, creándose la Comisión Nacional de Organopónicos que devino en Grupo Nacional de Agricultura Urbana a partir de 1997, organizándose este eficiente sistema productivo en las 14 provincias y los 169 municipios (Rodríguez Nodals, A. A., 2002).

Actualmente este Programa cuenta con unos 326000 trabajadores de ellos unas 71000 mujeres; más de 70000 jóvenes, así como alrededor de 37000 jubilados, que han encontrado en su tercera edad una nueva vía para sentirse útiles y que benefician su salud (Companioni, 2003).

Resulta muy difícil, en estas apretadas páginas, resumir, a lo largo de estos 10 años, las experiencias de nuestros productores y hemos optado, en lugar de hacer referencia a los aportes de algunos de ellos, comunicar los aspectos más generalizables y que constituyen, a juicio del autor, los elementos de mayor valor teórico y práctico.

El diseño de la Agricultura Urbana cubana.

Está organizada en todo el país; con la existencia del Grupo Nacional de Agricultura Urbana (participan 7 Ministerios y 17 Instituciones Científicas y/o de Desarrollo); 14 Grupos Provinciales y 169 Grupos Municipales (MINAGRI, 2002).

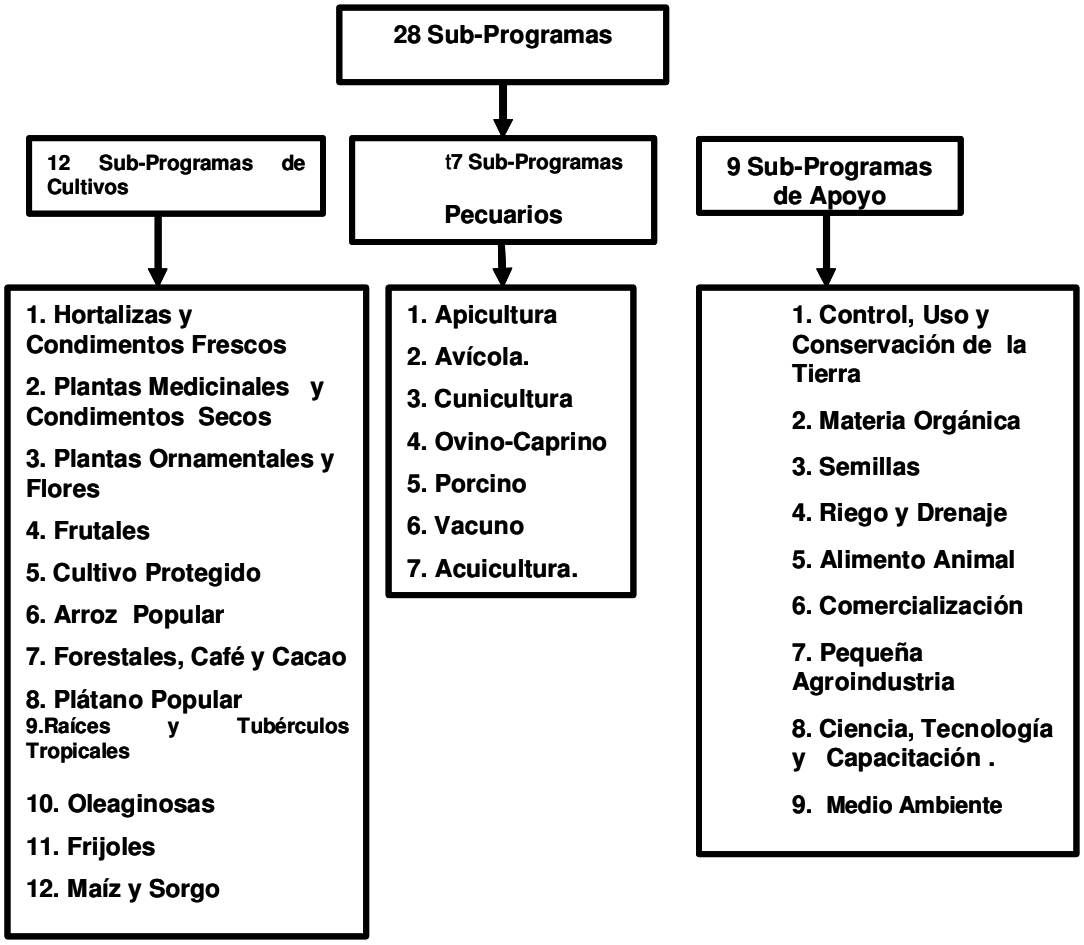


Fig. 19. El Programa Nacional de Agricultura Urbana de Cuba está compuesto por 28 Sub-Programas.

El Grupo Nacional efectúa 4 recorridos anuales por todos los municipios, llevando a cabo una labor extensionista, de intercambio de experiencia, capacitación y de evaluación.

Cada Sub-Programa cuenta con un Plan de Desarrollo y metas productivas o de resultados en cada año (ver Gráficos de las Figs. 20, 21 y 22 como ejemplo del incremento productivo de tres de ellos).

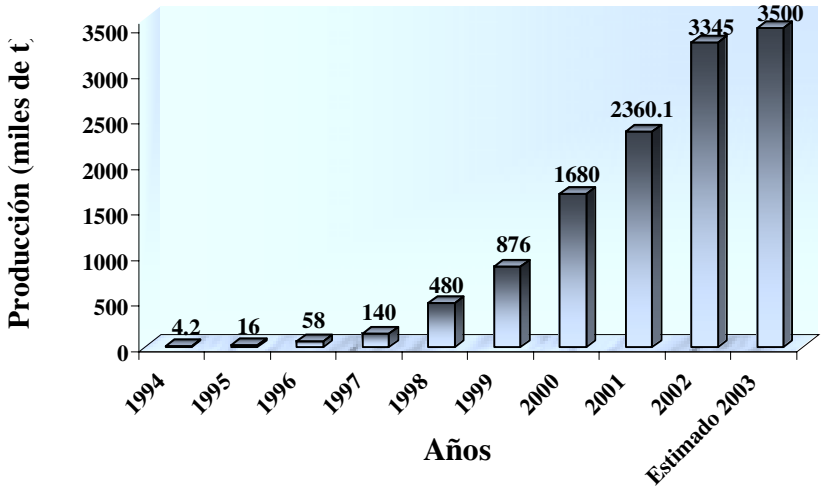


Fig. 20. Producción de Hortalizas y Condimentos Frescos (Miles de toneladas).

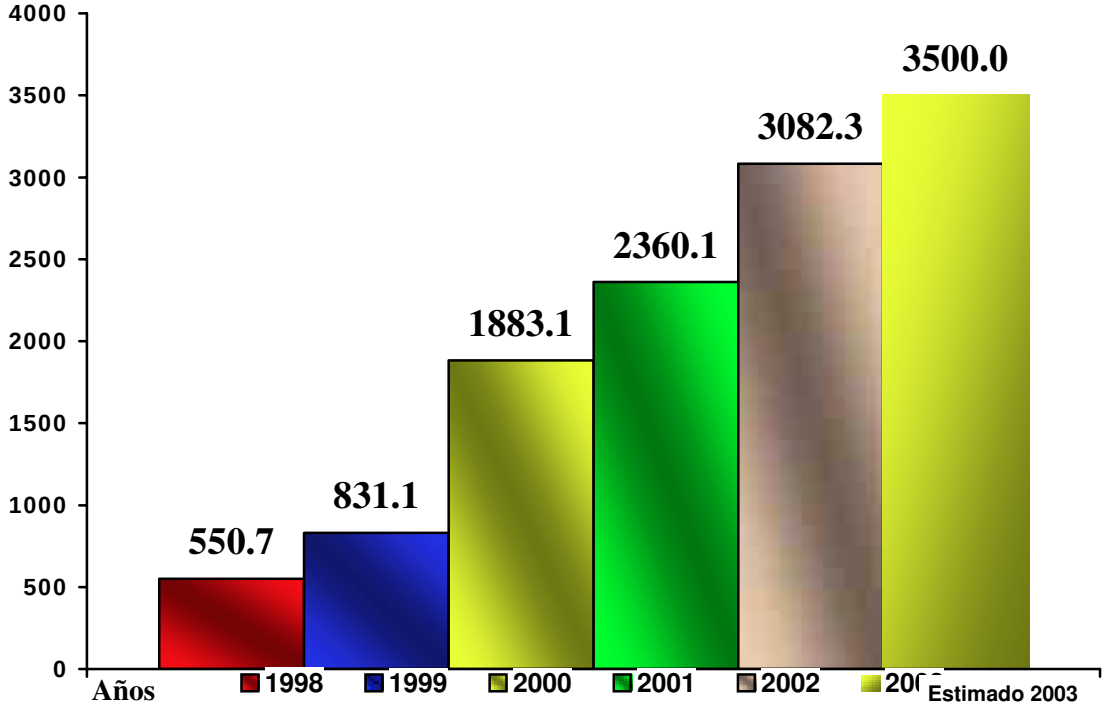


Fig. 21. Incremento de la Producción de Frutales (Miles de toneladas).

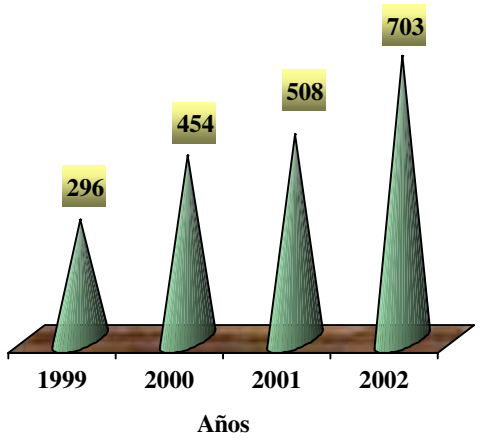


Fig. 22. Materia Orgánica Aplicada (miles de toneladas / año).

En cada municipio existen una o más "Granjas Urbanas"que constituyen una especie de entidad administrativa, de control y de coordinación. Las mismas tienen cuentas bancarias propias, además cuentan con un pequeño equipo de especialistas y trabajadores (entre 3 y 10, de acuerdo a la magnitud y complejidad del territorio), logran el funcionamiento del Sistema.

Los insumos necesarios, que deben ser adquiridos por los productores, en su mayor parte se venden a través de la "Red de Consultorios-Tiendas del Agricultor", en cuyos establecimientos se brindan, además, consultorías técnicas y de hecho se hace una importante labor de extensionismo.

Uno de los principios técnicos más importantes consiste en el enfoque **integral** del Sistema: la interrelación "cultivo-animal- medio ambiente- hombre". Los Sub- Programas pecuarios apoyan a los de cultivo, aportando materia orgánica y/o humus; los Sub- Programas de cultivo aportan parte de los alimentos a los pecuarios, etc.

Anualmente se edita un folleto que contiene los "Lineamientos para la Agricultura Urbana" del año en cuestión. Esto se discute en un Seminario que se efectúa siempre en el mes de **septiembre**, de modo que resulte posible editar y poner el mismo en mano de los productores y dirigentes antes de que comience el nuevo año.

El control de plagas y enfermedades se realiza casi totalmente a base de productos biológicos, tales como el *Bacillus thuringiensis* (diferentes tipos de cepas), *Beauveria bassiana, Metharrhizus anisopliae, Trichoderma harcianum, Trichoderma viride*; el desarrollo de entomófagos como *Trichogranma, Telenomus*, *Chrisopa*, etc.

Si bien ha sido muy importante la existencia en Cuba de más de 200 CREE (Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos), no menos importante ha sido la implementación, a nivel de base, de barreras vivas para proteger a los insectos benéficos, utilizándose para ello el maíz y sorgo fundamentalmente. Un importante papel ha desempeñado la colocación de "trampas o banderas" de colores amarillo, azul y blanco para atrapar los insectos dañinos, con un monitoreo de las mismas con vistas a regular el número y distribución de ellas para evitar que se afecte la entomofauna deseable.

Las experiencias sobre el control de plagas a nivel de base, fomentando el uso de bioinsecticidas de origen botánico, a base del árbol del Nim, obtenidos en forma artesanal y semiartesanal, constituye una valiosa contribución. Se han desarrollado en Cuba, dentro de la Agricultura Urbana, más de 800 000 árboles ubicados en su mayoría en la periferia y alrededores de los organopónicos, huertos intensivos y fincas sub-urbanas (Estrada, 2002). Entre los muchos ejemplos valiosos, hemos de destacar el trabajo referativo del productor Ubaldo Valdés García, de la provincia de Ciego de Ávila.

Es importante resaltar el principio de que nuestra concepción no es **absolutamente orgánica**: cuando por razones excepcionales los productores cubanos se ven obligados a utilizar algún producto químico **lo hacen**, pero lo cierto es que esto **casi nunca ocurre** y cuando ocurre generalmente se trata del uso de fungicidas para controlar enfermedades en tomate, pimiento y otros cultivos muy susceptibles o en casos muy puntuales en el cultivo de la col o repollo para controlar microlepidópteros, cuando por errores en la frecuencia de la aplicación de *Bacillus* se puede "ir de control" la plaga.

Sobre este asunto resultan de mucho interés las experiencias de un grupo de Organopónicos y Huertos Intensivos de Referencia Nacional tales como "Rotonda de Cojímar" e "INRE I" en La Habana; "Camilo Cienfuegos" en Matanzas;

"La Riviera" en Santa Clara; "Hermanos Pérez" en Camagüey; "La Taberna" en Holguín; "El Rabanito" en Ciego de Ávila; "Plaza" en Bayamo, "El Girasol" en Guantánamo, entre otros.

En materia de producción de humus de lombriz, sobre todo a partir del desarrollo de la especie "Roja Californiana", resulta de gran utilidad la experiencia sobre los "Centros Municipales de Materia Orgánica", así como del establecimiento de "micro-centros" a nivel de "Consejo Popular" (célula básica de la estructura político - administrativa en Cuba) y el fomento de pequeñas producciones, altamente eficientes a nivel de base, sobre todo en los propios organopónicos y huertos intensivos e incluso en "patios o solares" de las propias viviendas (Peña Turruella, 2002). Resaltan por su eficacia, entre otros productores los siguientes: UBPC "Maniabo" en Las Tunas; la CCS "Arides Estévez" en Playa, Ciudad de La Habana; el Centro de Lombricultura del municipio de Ciego de Ávila.

Otra experiencia interesante la constituye la producción del compost en gran escala en todo el país, siendo hoy esta fuente una de las principales para el abastecimiento de materia orgánica a nivel local.

El fomento de los "Huertos Intensivos de Boniato" [*Ipomoea batatas* (L) Lam], en rotación con las verduras, se ha desarrollado a partir de una tecnología generada en el INIFAT, como una alternativa para añadir materia orgánica al suelo, contribuir a la disminución de las malas yerbas, al control de algunas plagas y enfermedades y a la producción eficiente, de manera intensiva, con rendimientos entre 20 y 40 t/ha, de este importante alimento. (Rodríguez Nodals, A. A, *et al*., 2003).

Por último, el autor desea señalar como otra experiencia notable de los productores cubanos, la **comercialización** directa, sin intermediarios, de los productos generados en la Agricultura Urbana y sobre todo en los organopónicos y huertos intensivos, mediante el funcionamiento de "puntos de venta o Kioscos" en cada uno de ellos, legalizados por los Gobiernos municipales y con licencia del Ministerio de Comercio Interior (Puente, 2003 a; 2003 b). Actualmente existen unos 11000 puntos de venta de este tipo en el país y de ellos alrededor de 1100 en La Habana, con las ventajas que para los productores esto encierra y también para los consumidores, pues reciben las verduras y otros productos mucho más frescos y sin deterioro.

Referencias bibliográficas

1. Abou-Hadid, A.F. and U.A. El-Behairy.: Soilless culture in Egypt. In: Proceeding of the First Meeting of the FAO Thematic Working Group of Soilless Culture. Halkidiki, Greece, 1999.
2. Arozarena, N. J.: Criterios para un manejo sostenible de la nutrición vegetal en la agrotecnología zeopónica. Tesis en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. INIFAT. La Habana, 1999.
3. Avidan, A.: The use of substrates in Israel. In: Proceedings of the World Congress on Soilless Culture on Agriculture in the coming Millennium. Israel, 2000.
4. Baillieux, P; Echarpe, A.: La agricultura ecológica. Oficina de publicaciones oficiales de la comunidad Europea: Bruselas, Bélgica. 37 pp., 1994.
5. Burés, Silvia.: Sustratos. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, S. L., 1997.
6. Caldeyro, M.; T. Aucatoma; I. Cajamarca and J. Izquierdo.: Hidroponía simplificada. Mejoramiento de la seguridad alimentaria y nutrición de niños en edades de 0 a 6. Un estudio de caso en Ecuador, 2003. http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/biotecu.pdf (Español) http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/biotecu2.pdf (English
7. Cantón Navarro, J.: Historia de Cuba, Ed. SI- MAR, SA., La Habana, 278 pp., 1996.
8. Carrasco, G. and J. Izquierdo. La empresa hidropónica de mediana escala: la tecnología NFT (Manual Técnico) FAO Regional Office: http:/www.ric.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/NFT.pdf, 1996
9. Carrión, Miriam y col.: Manejo de sustrato en la tecnología de organopónicos. III Curso de Agricultura Tropical. La Habana. 118 – 134 pp., 1999.
10. CIID.: Tesauro de Agricultura Urbana. GrabPage: http://165.158.1.117 /eswww/proyecto/repidisc/publica/tesauro/agri/tesauro.html, 2002.
11. Companioni, N. et al.: Tecnología de producción orgánica para posturas en cepellón. 39 pp. INIFAT – ACPA . La Habana, 2002.
12. Companioni, N. y Romero, R. M.: Transformaciones del nitrógeno en un suelo arrocero con diferentes tiempos de explotación del cultivo. XI Congreso Latinoamericano y II Cubano de suelo. La Habana, 1990.
13. Companioni, N.: La agricultura Urbana al cierre del 2002. XV Congreso SNTAF. Cienfuegos, Cuba. Marzo, 2003
14. Companioni, N.: La agricultura Urbana al cierre del 2002. XV Congreso SNTAF. Cienfuegos, Cuba. Marzo, 2003.

15. Conway, G. R.: Agroecosystem analysis for research and development. Bangkok, Winrock International Institute for Agricultural Development, 1986.

16. Estrada, J.: Potencialidades del uso del Nim y sus bioproductos en la producción agropecuaria ecológica y sostenida. Rev. Agricultura Orgánica. 8 (3): 18-21 pp., 2002.

17. Figueroa, J. and J. Izquierdo.: Agricultura urbana en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: estudio de casos sobre empresas hidropónicas familiares. http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/agrourb.pdf, 2003.

18. GNAO. Grupo Nacional de Agricultura Orgánica.: Tendencias Mundiales de Agricultura Orgánica. Primer Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. San José de las Lajas. 1-6pp., 1993.

19. GNAO. Grupo Nacional de Agricultura Urbana.: Manual Técnico de Organóponicos y Huertos Intensivos. INIFAT – ACTAF. 145 pp., La habana, 2000.

20. González Bayón, Rosalía.: Organopónico: Bases para el estudio de su sostenibilidad como agrotecnología productiva. Tesis de Maestría. Centro de Estudios de Agricultura Sostenible. Universidad Agraria de La Habana, 1998.

21. González-Real, M.: Evolución de los cultivos fuera de suelo en Francia. Análisis de la situación actual. Curso Internacional de Hidroponía. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 1996.

22. IFPA (International Fresh-cut Produce Association).: Food safety Guidelines for the fresh-cut Industry. USA, 1998.

23. Infante, A.: Descripción de un sistema de producción intensivo de hortalizas. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile, 1986.

24. Infante, A.: Descripción de un sistema de producción intensivo de hortalizas a nivel familiar bajo tecnología orgánica. Rev. Agroecología y Desarrollo. (2/3): 57-59. CLADES, 1992.

25. Izquierdo, J. Cuaderno de Hidroponía Escolar: (Manual para Escuelas Primarias) FAO-Regional Office: http://www.ric.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/hidro.htm, 1999.

26. Kobayashi, K. *et al.*: Economic efficiency of hydroponic farming of vegetables. En: Technical Bulletin of Faculty of Horticulture (43): 79-90. Japan: Chiba University, 1990.

27. Labrador Moreno, Sonia y M. A. Altieri. Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables. España.Hojas Divulgadoras (6) 7/94. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1994.

28. Lee-Smith, D.: Time to help the city farmers of Africa. People & Planet 5(2): 24-26, 1996.

29. Lineamientos de la Agricultura Urbana para el 2003. Agrinfor. Ministerio de Agricultura, La Habana, 96 pp., 2003

30. Marulanda, C. y J. Izquierdo.: La huerta hidropónica popular (manual técnico), Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 1993.

31. MINAGRI. Grupo Nacional de Agricultura Urbana.: Informe sobre los resultados productivos del I Semestre. Datos no publicados. La Habana, 7 pp., 2003.

32. MINAGRI. Grupo Nacional de Agricultura Urbana.: Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos. La Habana, 145 pp., 2003.

33. Mougeot, L.: Autodependencia alimentaria urbana: Significado y perspectivas. El CIID Informa 21 (3): 2-5, 1993.

34. Peña Turruella, E.: Manual para la producción de abonos en la Agricultura Urbana. PNUD-INIFAT.102 pp., 2002.

35. PNUD. Urban Agriculture.: Food, Jobs and Sustainable Cities. New York: Publication Series 1 for HABITAT II, 1996

36. Puentes Nápoles, J.: Caminos para una eficiente comercialización de productos agrícolas. ACTAF LIFECYCLES, 40 pp., 2003 a.

37. Puentes Nápoles, J.: Manual FAO. Capítulo X: Mercados y comercialización de productos orgánicos. 2003 b.

38. Resh, H. M.: Cultivos Hidropónicos. Madrid: Ediciones Mundi Prensa, 1987.

39. Rocca C., Ana María.: Desarrollo de un programa de capacitación producción hidropónica de hortalizas para sectores urbanos marginales en Atucucho, Quito, Ecuador: estudio de caso. Santiago de Chile: Universidad de Chile; Escuela de Agronomía, 1995.

40. Rodríguez Nodals, A. A.: Access of food through taylor made biotechnology. In: International Program of Taylor-Made Biotechnologies. Proceedings of the Annual Meeting, Wageningen, Netherland, 44 pp., 2000.

41. Rodríguez Nodals, A. A.: Avances y Perspectivas de la Agricultura Urbana en Cuba, En: Alimentos y salud, Simposio de la Asociación Culinaria Latinoamericana, La Habana, 19 pp., 2002.

42. Rodríguez Nodals, A. A.: Informe CTPD sobre el Proyecto “Venezuela: TPC/VEN/2901 (F)”. La Habana, 12 pp, 2003.

43. Rodríguez Nodals, A. A.: La Agricultura Urbana en Cuba, Avances y desafíos. Polo Científico del Oeste, La Habana, 29 pp., 2000.

44. Rodríguez Nodals, A. A.: Tecnología para los Huertos Intensivos de boniato. Ministerio de la Agricultura, La Habana. 13 pp., 2003.

45. Rodríguez Nodals, A.: Comunicación Personal, 2002.

46. Sánchez, A. and J. Izquierdo.: Forraje verde hidropónico (Manual Técnico) FAO-Regional Office: http://www.ric.fao.org/prior/segalim/forraje.htm, 2001.

47. Skinner, GW.: Vegetable suppy and marketing in Chinese Cities. Vegetable Farming Systems in China, 1981.

48. Yurjevic, A.: La cuestión urbana y el desarrollo desde la base. Serie Desarrollo y tecnología. (4). CET. 1990.

CAPÍTULO 6. FRUTICULTURA ORGÁNICA TROPICAL.

Dra. María del Carmen Pérez[1], Arnaldo Correa[2] y Lukas Kilcher[3]

[1] Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba.

[2] Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical (IIFT), La Habana, Cuba.

[3] Instituto de Investigaciones de Agricultura Orgánica (FIBL). Suiza.

Introducción.

Aunque en todas las regiones del mundo se produce de forma orgánica desde hace miles de años, puede considerarse que el renacimiento de este sistema productivo se origina en Alemania e Inglaterra a partir de la primera mitad del siglo XX.

Durante los últimos 30 años, este resurgimiento de la producción orgánica ha estado influenciado, principalmente por tres factores: el fortalecimiento de la conciencia ambiental, el reconocimiento de la sostenibilidad de los sistemas productivos modernos y la creciente preocupación por los daños de los agroquímicos en la salud humana, unido al miedo a la enfermedad de las vacas locas y a la confrontación sobre los alimentos genéticamente modificados. Dentro de este contexto, el surgimiento de la biotecnología moderna y su aplicación segura a las problemáticas de la producción agrícola, incluyendo a la fruticultura órganica, brinda nuevas oportunidades para la intensificación (variedades mejoradas a traves de marcadores moleculares y modificación genética; biofertilizantes, bioplaguicidas; y la aplicación del diagnostico molecular para la detección temprana de enfermedades sistémicas) y la diversificación (introducción y domesticacíon acelerada de nuevas especies frutícolas, conservación de germoplasma y mejoramiento genético por características de agregación de valor) de los cultivos y el acceso a nuevos mercados con un enfoque renovado, sostenible y basado en la aplicación de la ciencia (14)

El crecimiento de la producción orgánica se ha incrementado en la última década del siglo XX. Tanto las áreas sembradas como los volúmenes comercializados han experimentado sensibles incrementos, situación que ha sido fomentada además por un exceso en la demanda y el diferencial de precios existentes en los países industrializados, junto con el desarrollo de sistemas de soportes y sistemas regulatorios, particularmente en los principales mercados.

Se estima que existe alrededor de 15.8 millones de hectáreas bajo manejo orgánico a nivel mundial. Cerca de la mitad de esta extensión se encuentra en Oceanía, una cuarta parte en Europa y un poco menos en América Latina. Australia es el país con la mayor cantidad de área bajo manejo orgánico con 7.6 millones de hectáreas, la mayor parte pastos para ganadería bovina y ovina; le siguen Argentina con 3 millones de hectáreas, Italia con 0.96 millones de hectáreas, Estados con 0.90 millones de hectáreas y Alemania con 0.45 millones de ha. El área orgánica de Argentina equivale al 95% de América Latina, prevaleciendo los pastos y la producción de carne bovina en ambientes extensivos (patagonia) sin un previo proceso de intervención y/o transformación (1)

Las economías de muchos países en desarrollo dependen de las exportaciones de un número relativamente pequeño de productos y es probable que los mismos sufran en un futuro cercano una ulterior presión por la liberalización de los mercados. Una diversificación hacia los cultivos de gran valor puede contribuir a reducir la vulnerabilidad de muchos de los productores agrícolas.

En este contexto se inserta la oportunidad de desarrollar el sector de producciones de frutas orgánicas, ya que la demanda de productos orgánicos ha creado nuevas ventajas para los países en desarrollo adicionales a las ya conocidas:

Diversificación de exportaciones emergentes de frutas.

Posibilidades adicionales de colocar en mercados domésticos nuevas producciones.

La rentabilidad de las exportaciones orgánicas, previamente establecidas sobre la base de tecnologías sostenibles, en el mercado de exportación contribuyen a la seguridad alimentaria local y a incrementar los ingresos familiares.

Se abren nuevas fuentes de empleo en las comunidades rurales, periurbanas y urbanas, ya que estas producciones requieren una fuerza de trabajo mayor y más estable. (2)

Mercado para las frutas orgánicas. Oportunidades de los Países en desarrollo. Oportunidades para América Latina y el Caribe.

El segmento del mercado de frutas y vegetales orgánicos es el mayor sector de las ventas orgánicas en el total de las ventas de alimentos. En la mayoría de los países, las cuotas orgánicas de las ventas de frutas frescas se estiman en alrededor de un 3-5 porciento.

Las encuestas realizadas por la FAO en el año 2001, indican un crecimiento rápido de las ventas de frutas y verduras orgánicas en la mayoría de los países desarrollados. Los valores de las ventas aumentaron en la mayoría de los mercados a tasas anuales que por lo general oscilaron entre un 20 y un 30 porciento durante la última década.

Últimamente se han observado tasas de crecimiento relativamente altas en países de Europa, tales como Italia y el reino Unido. En Italia, durante el período 1998-2000, las ventas minoristas de frutas y verduras crecieron en una tasa anual del 85 porciento, mientras que en los primeros meses del 2001, las tasa de crecimiento fueron aún mayores, dada la preocupación por la inocuidad de los alimentos convencionales.

Las ventas de frutas y verduras orgánicas están aumentando tanto en los estados Unidos como en el Japón. El crecimiento anual de las ventas de frutas orgánicas en Alemania se estima en un 8 porciento.

Estudios realizados indican que el mercado de frutas y verduras en la Comunidad Europea no tiene un comportamiento uniforme, por lo que los potenciales exportadores a esos mercados deberían estar conscientes de las diferencias y estudiar: las tendencias, perfil de los consumidores y los sistemas de distribución. Se evidencia la existencia de un importante comercio de frutas frescas orgánicas entre los Países Bajos, Francia e Italia que exportan grandes cantidades de productos frescos a países de la comunidad Europea que son importadores netos, como el reino Unido, Dinamarca y Bélgica.

Las tendencias de la comercialización orgánica son la venta en supermercados, ya sea convencionales o específicamente orgánicos, alimentos de fácil preparación, ventas por internet, ventas a través de comedores públicos o servicios de alimentación y alimentos con envasado biodegradable.

Son los supermercados los puntos de ventas de crecimiento más rápidos en prácticamente todos los países estudiados. En el Reino Unido, el 70 porciento de todas las frutas orgánicas se venden en los supermercados al igual que en Suiza y Dinamarca. En Alemania y los Países Bajos, sin embargo, los supermercados representan el 24 y el 30 por ciento respectivamente. En Austria se vende menos de una cuarta parte y en Francia sólo el 20 porciento. (3)

Para América Latina y el Caribe se identifican un grupo de fortalezas para incursionar con éxito en este mercado de frutas orgánicas (4):

- Buenas condiciones para las producciones orgánicas (clima, suelos, situación sanitaria)
- Posibilidades de cultivo de frutas exóticas para el mercado europeo y asiático.
- Temporada anticíclica.
- Posecionamiento de una imagen tropical
- Calidad alta y relativamente bajos costos de producción.
- Experiencias en tecnologías de bajo insumos.
- Existencia de movimientos orgánicos en la Región.

No obstante, se identifican un grupo de debilidades y desafíos importantes a tener en cuenta:

- Distancias grandes entre América Latina y los principales mercados europeos y asiáticos (transporte caro, competencia, tratamiento poscosecha)
- Estructura comercial y debilidad institucional.
- Volúmenes, inestabilidad y diversidad de la producción de frutas.
- Tarifas de importación altas (Tablas 24 y 25).

Principales cultivos de frutales orgánicos y los países productores.

Se prevé que la demanda de productos frescos orgánicos continuará excediendo la producción de los países desarrollados; a continuación se relacionan los cultivos de frutales tropicales y subtropicales de mayor producción y los países productores:

Cultivos tropicales:

-Cítricos. (Cuba, México, Costa Rica, Sri Lanka)

-Bananos. (Camerún, República Dominicana, Colombia, Perú, Ecuador, Burundi, Rwanda, Sri Lanka)

-Piña. (Camerún, Nueva Guinea, Togo, república Dominicana, Madagascar, Sri-Lanka)

-Coco. (Cuba, república Dominicana, Sri Lanka, Malasia)

-Aguacates o Paltas (Burundi, Camerún, Sudáfrica, México, Sri Lanka)

-Mangos. (Camerún, Madagascar, México, república Dominicana, Rwanda, Guatemala, El salvador, Nicaragua, Sudáfrica)

-Papaya. (Burundi, Camerún, El Salvador, Guatemala, Madagascar, Nicaragua)

Cultivos Subtropicales:

-Cítricos. (Argentina, España, Italia, Grecia, Israel, Francia, Japón, Estados Unidos, Sudáfrica)

-Manzanas. (Argentina, Austria; Bélgica, Chile, Italia, Nueva Zelanda, Francia, Países Bajos, Suiza, Reino Unido)

-Peras. (Alemania, Argentina, Austria, Bélgica, Francia, Italia, Países Bajos, Suiza, Reino Unido, Estados Unidos)

-Uvas. (Argentina, Australia, Chile, España, Suecia, Estados Unidos)

-Otras frutas. (Argentina, Chile, Francia, Italia, Portugal, Japón, Países Bajos, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos. (3)

Sistemas productivos en fruticultura. Proceso de conversión a plantaciones orgánicas.

Para el establecimiento de plantaciones orgánicas, ya sean de fomento o en conversión, deben tenerse en cuenta los cuatro pilares de la sostenibilidad:

Sostenibilidad ecológica: Al desarrollar métodos de producción que están en armonía con el medio ambiente y logren producciones limpias e inocuas a la salud humana.

Sostenibilidad económica: Que los costos de producción resistan los diferenciales mínimos de precios en el mercado de producciones orgánicas, respecto a las producciones convencionales.

Sostenibilidad Institucional: Al garantizar el fomento de estructuras de capacitación, extensionismo, certificación, producción de medios biológicos, entre otros, que no hagan el modelo de producción orgánico dependiente del exterior.

Sostenibilidad socio-cultural: Que en los sistemas productivos se incorporen métodos de producción en base a un uso más apropiado de los recursos: humanos y naturales de la localidad.

En la experiencia de muchos países, tanto en la producción como el la comercialización de los productos orgánicos, figuran un grupo de aspectos comunes a considerar para decidirse a realizar dichas producciones:

Tener en cuenta los diferentes métodos de producción y gestión necesarios para obtener resultados satisfactorios.

Hacer un análisis detallado de la relación costos-beneficio durante el período de transición (conversión)

Prever que puede existir reducción en el sobreprecio de los productos orgánicos

Prever la merma que puede existir en los rendimientos durante el proceso de conversión y quizás después. (3)

En la región se identifican dos sistemas de explotación agrícola con muy diferentes características agroecológicas de interés para el desarrollo de la fruticultura orgánica: policultivos y monocultivos extensivo-intensivos. (2)

Policultivos.

Generalmente se asocian a explotaciones para la subsistencia familiar y no cuentan con los recursos financieros necesarios para adquirir insumos externos y desarrollando sus producciones con sus propios recursos. Tradicionalmente estas producciones cumplen con los requisitos de la agricultura orgánica sin modificaciones o muy pocas.

Se caracterizan fundamentalmente por ser producciones desarrolladas en la montaña o en la premontaña en cultivos intercalados, por ejemplo: cítricos, café, plátanos, entre otros. En esta situación se fortalecen los procesos biológicos naturales. Se incrementa la fertilidad del suelo y se propicia una rotación adecuada de cultivos que favorecen la biodiversidad.

En ocasiones existen dificultades con la calidad y los volúmenes de estas producciones para concurrir a mercados de exportación o nacionales selectos y generalmente no se certifican.

Monocultivo extensivo-intensivo.

Se asocia a plantaciones que (potencialmente) tienen acceso a mercados nacionales o internacionales de exportación. Pueden ser áreas con tecnologías de bajos insumos (pequeños agricultores generalmente con poca mecanización) y áreas con tecnologías intensivas.

En estos monocultivos el uso irracional de agroquímicos y de maquinaria, ha provocado una gran dependencia de insumos externos en los que se han basado los rendimientos agrícolas. Además de la contaminación química que se produce, dicha dependencia ocasiona el abandono de las prácticas agrícolas tradicionales que mantenían la productividad primaria y el balance ecológico en agriculturas de autoconsumo. Por tanto, la recuperación y el pleno funcionamiento de los procesos naturales que propician la capacidad productiva del suelo y el equilibrio plagas-biorreguladores, entre otros, precisan de un trabajo continuo de gestión agroecológica. Sin embargo esta posición debe ser sustentada por una profunda revisión de la aplicabilidad científica y la competitividad agronómica de los principios agroecológicos, evitando dogmatismos que apartan a los pequeños productores de obtener beneficios reales obtenidos de la investigación seria en genética y biología molecular. La producción comercial sostenible, orgánica o no, debe ser desarrollada sobre bases ambientales seguras y económicamente factibles. Generalmente, el objetivo de estas áreas es promover la certificación de sus producciones con vistas a mercados de calidad.

La conversión de los sistemas de producción de cultivos basados en el monocultivo, a un sistema de bajos insumos, caracterizado por sucesiones intensivas de cultivos dentro de cada estación o por arreglos flexibles de dos o más cultivos, especies de árboles, animales en el tiempo y el espacio, no es solamente un proceso de eliminación de insumos externos, sin un reemplazo compensatorio o manejo alternativo. Se requiere de conocimientos científicos considerables para re-dirigir los flujos naturales necesarios a fin de sostener los rendimientos en un sistema diversificado de bajos insumos. (5)

Se propone que el proceso de conversión de un manejo convencional intensivo en insumos a un manejo agrícola con bajos insumos externos, constituye un proceso de transición con cuatro fases marcadas:

Eliminación progresiva de los agroquímicos con impacto negativo comprobado sobre la salud humana, el ambiente y la biodiversidad.

Racionalización y eficiencia en el uso de agroquímicos a través del manejo integrado de plagas y manejo integral de nutrientes incluyendo alternativas biológicas comprobadas tales como el uso de variedades mejoradas por genética molecular y agentes biológicos para la nutrición vegetal y el control de plagas.

Sustitución de insumos químicos y utilización de tecnologías alternativas, bajas en insumos energéticos.

Rediseño de sistemas de agricultura diversificados con una integración óptima de cultivos/animales que refuerce la sinergia, de modo que el sistema puede subsidiar su propia fertilidad del suelo, la regulación natural de plagas y la productividad de los cultivos. (5)

Durante las cuatros fases, el manejo está encaminado a asegurar los siguientes procesos:

- Incrementar la biodiversidad tanto en el suelo como en los cultivos y el campo circundante.
- Incrementar la producción de biomasa y el contenido de materia orgánica del suelo.
- Eliminar los niveles de residuos de pesticidas y las pérdidas de nutrientes.
- Establecer relaciones funcionales entre los diversos componentes de la explotación.
- Planificación óptima de las secuencias y combinaciones de los cultivos y el uso eficiente de los recursos disponibles localmente.

El proceso de conversión puede durar de 1 a 4 años, dependiendo del nivel de artificialización y/o degradación del sistema original intensivo en insumos. (5)

Para cualquier productor, la conversión hacia la agricultura orgánica trae consigo cambios significativos. Primero, cambia la composición de los insumos; se afectan los ingresos por concepto del cambio de los sistemas productivos; se incrementa el uso de mano de obra y las maquinarias. (6)

Existen diferentes estrategias recomendadas para tener éxito en las producciones orgánicas:

- Establecer normas y reglamentos orgánicos nacionales en concordancia con las estrategias regionales.
- Establecer un sistema propio y seguro de acreditación y control.
- Garantizar la base de los conocimientos técnicos requeridos.
- Garantizar el suministro de insumos orgánicos.
- Asegurar una buena multiplicación poscosecha.
- Asegurar y conocer el mercado al cual irán destinados los productos orgánicos.
- Dominar los procedimientos de certificación de las producciones orgánicas con destino a la exportación

Estudios de casos en diferentes regiones en proceso de conversión de cultivos perennes tradicionales a orgánicos aconsejan, tener en cuenta los siguientes factores:

Fertilización orgánica.

A pesar de que existen resultados probados en el uso de diferentes alternativas de fertilización orgánica tales como: abonos verdes, residuos agrícolas e industriales con tecnologías para la elaboración de compost, cachaza, biotierra, humus de lombriz y biofertilizantes entre otros, en el cultivo de producciones orgánicas, también existen ciertas dudas, respecto a la posibilidades de lograr un manejo de los nutrientes eficiente sólo a partir de fuentes orgánicas.

Por ejemplo, Arriba alertó en un estudio publicado en el año 2000, sobre que “las necesidades crecientes de producciones agrícolas que requieren los países en desarrollo, no pueden ser resueltas mediante esquemas de bajos insumos u orgánicos solamente. Esto es debido a que la toma de nutrientes por los cultivos tiende a exceder los nutrientes aplicados como fertilizantes”. Por otra parte, autores se refieren a que aún cuando se haga un uso óptimo de todos los recursos disponibles tales como residuos de cosechas, abonos verdes, y la fijación biológica del nitrógeno, esto no compensa en su totalidad los nutrientes extraídos y los requerimientos nutricionales de los suelos en los trópicos. (7)

De ahí la importancia de tener métodos adecuados para mantener la fertilidad del suelo y especialmente los niveles de K y P y los micronutrientes de forma tal que los rendimientos sean sostenibles en el mediano y largo plazo.

Con los cultivos perennes como los frutales, los nutrientes redemandan por largos períodos de tiempo, de ahí que sea importante contar con métodos adecuados para mantener la fertilidad del suelo y especialmente los niveles de P y K y los micronutrientes, de forma que los rendimientos sean sostenibles.

Estudios recientes apuntan hacia la necesidad de una asesoría continua y cuidadosa sobre el manejo de los nutrientes en condiciones agroecológicas determinadas y en los sistemas productivos orgánicos. Greenland concluyó que, en las condiciones del Reino Unido y las fuentes de estiércoles orgánicos serán suficientes para poder ser ampliamente utilizadas en los cultivos orgánicos, y los niveles de abonos orgánicos requeridos para obtener rendimientos económicamente aceptables, no se lograrán si previamente no se recuperan los suelos en la mayoría de las áreas, debido a su continuo empobrecimiento por el uso de los fertilizantes. En Dinamarca, el Comité Bichel, concluyó que la conversión de los posibles escenarios orgánicos, enfrentarán limitaciones en los rendimientos debido a la disponibilidad del potasio a mediano y largo plazo.

Por otra parte, Nelson en Australia, encontró que hay una tendencia hacia las deficiencias de nitrógeno, fósforo, y en ocasiones de azufre, en regímenes de manejos orgánicos extensivos y ganaderos. (7)

Igualmente, es necesario tener en cuenta que en comparación con las zonas templadas, donde unas pocas toneladas de estiércol o compost garantizan niveles aceptables de fertilidad, en las condiciones tropicales o subtropicales, donde ocurre una mayor actividad biológica, son requeridas decenas de toneladas de materia orgánica. Por esta razón, esto sólo puede lograrse mediante sistemas de cultivo basados en cultivos asociados, abonos verdes y coberturas que generen grandes cantidades de biomasa.

Internacionalmente este es un tópico bastante debatido, por ejemplo, en Sao Paulo, Brasil, en la citricultura orgánica el uso de compost y de fertilizantes orgánicos es alto, con dosis de 20 t/ha traída de las áreas exteriores de la plantación. Esta situación no se ajusta al concepto estricto de sostenibilidad y especialmente al balance energético, siendo esta una actividad costosa que depende de suministros externos. Por consiguiente, la fertilización orgánica de monocultivos con recursos propios de la plantación, hasta el presente, sólo ha podido garantizarse en pequeñas explotaciones. (8)

Por otra parte, estudios sobre sistemas orgánicos intensivos en Australia, apuntan hacia la necesidad de reflexionar sobre la efectividad de aplicar grandes cantidades de fertilizantes orgánicos comerciales, compost y la incorporación de abonos verdes. (9)

En Cuba, la disponibilidad de abonos orgánicos para la conversión de grandes extensiones de cítricos, se ha identificado como el factor limitante principal para la escalada hacia la citricultura orgánica en mayor extensión, entre otras causas por la competencia de otros cultivos en el uso de estos recursos en el país.En un futuro próximo, debe tenerse en cuenta la solución de la logística sobre la adquisición, preparación y distribución de fertilizantes orgánicos en proyectos de conversión de grandes extensiones. (6)

La materia orgánica constituye la primera reserva natural de nutrientes que potencialmente puede ser asimilada por las plantas. Su preservación y manejo deberá ser la vía más económica para optimizar la nutrición. El uso de abonos verdes y coberturas es una práctica muy utilizada en los cultivos de frutales tanto en el trópico como en el sub-trópico. Para una mayor profundización sobre los temas relacionados con la materia orgánica, compost, sus costos y características, el lector puede remitirse a los capítulos II y V de la presente obra.

Respecto al uso de estiércol y compost, a pesar de las grandes discusiones sobre las ventajas y desventajas de su utilización, ambos son buenas fuentes de fertilizantes orgánicos. Su uso está determinado por las condiciones de obtención y un manejo adecuado, especialmente en los pequeños agricultores de Latino América y el Caribe, velando principalmente por aquellos aspectos que garanticen la inocuidad de los alimentos producidos. Muchos países que incursionan en el establecimiento de plantaciones orgánicas comerciales promueven la estandarización del compost a utilizar. (2)

Teniendo en cuenta que sin N no hay fruticultura tropical posible, los productores, al manejar las fuentes de materia orgánica disponible, deberán tener en cuenta el contenido de este elemento y será necesario elegir entre aquellas materias primas más económicas, que posibiliten un menor gasto de transportación y de aplicación.

Internacionalmente existen diferentes tecnologías de tratamiento de residuales líquidos y sólidos o de lodos, desde modelos simples de bajo costo (producción de biogás) hasta modelos más complejos; una forma de recuperar la inversión de estas plantas de residuales, es el uso de los biofertilizantes producidos en cultivos orgánicos.

En Cuba, en las áreas en conversión de frutales, se utilizan además con éxito, otros biofertilizantes como: *Rhyzobium*, *Azotobacter* y *Fosforina*, así como micorrizas vesículo- arbusculares, los cuales complementan la nutrición de las plantas de las áreas orgánicas. La fertilización orgánica establecida en las plantaciones de naranjas en conversión consiste en aplicaciones de 10t/ha de compost; 40 kg/ha de azotobacter 4-5 kg/ha de fosforina vía foliar para solubizar el fósforo disponible en el suelo, además del aporte de nitrógeno de las leguminosas establecidas en la plantación. (6)

Para profundizar en los aportes de N de estos biofertilizantes, puede ser consultada la experiencia cubana que aparece en el capítulo 2 de esta obra.

Estudios de casos revisados sobre la fertilización de viñedos orgánicos en Australia contemplan el uso de compost y mulch; para la fertilización de grandes áreas utilizan compost aplicado con esparcidoras laterales de abono. (10)

En plantaciones orgánicas de naranjas en Australia se utiliza compost en dosis de 150 a 200 kg/ha. Otros productores utilizan desde 250 kg/ha cada dos meses, hasta de 12t/ha a 20t/ha.

Las fuentes y los componentes determinan en ciertos casos las dosis a utilizar. Los rangos de aplicación varían desde aplicaciones fraccionadas hasta una sola aplicación en Julio. (9)

Otra vertiente de la fertilización orgánica en las áreas de monocultivos de frutales perennes en conversión la constituye el establecimiento de leguminosas y su control mecanizado. Estas protegen el suelo e incrementan la biodiversidad y aportan nitrógeno.

En Cuba, hasta el presente en plantaciones orgánicas se han desarrollado áreas de las siguientes especies: *Clitoria ternatea*, *Sthylosantes* spp. y *Canavalia ensiformis*, con buenos resultados. No obstante, han existido dificultades con el control de las malas hierbas durante la etapa de establecimiento de las leguminosas, después de certificada el área, donde no se puede utilizar herbicidas, por lo que se recomienda para las próximas áreas en conversión, certificar el área posterior al establecimiento pleno de las leguminosas.(6)

Se identifica una limitante agroecológica en la búsqueda de fuentes semillas de plantas con aptitud de adaptación a las condiciones locales de clima y suelo, por lo que es aconsejable promover el uso de variedades localmente adaptadas y resistentes.

Pudiera resumirse que la estrategia de la nutrición orgánica en los frutales debe abordarse en tres direcciones principales:

Fertilización orgánica.

Intercalamiento de leguminosas y uso de técnicas ecológicas para la labranza y conservación del suelo.

Aplicación de biofertilizantes.

Soluciones ecológicas para el control de plagas.

Uno de los principales retos durante el proceso de conversión es la eliminación de agroquímicos tóxicos. En este sentido se hace necesario preservar los enemigos naturales presentes en el campo y crear capacidades para la producción de sustancias para el control de las plagas y enfermedades así como la producción de biorreguladores. Estos procedimientos han demostrado la factibilidad de encontrar soluciones ecológicas. (7)

La presión de las plagas es a menudo mayor debido a factores climáticos. Los cultivos hortícolas en ocasiones son altamente susceptibles a las plagas y las enfermedades debido a la presión de la intensidad del cultivo, de ahí, que la conversión hacia un sistema productivo sin agroquímicos en ocasiones no sea factible de aplicar a todos los cultivos ni en todas las regiones.

En la agricultura sostenible, los enemigos naturales se utilizan para regular las poblaciones de patógenos de forma tal que no representen un daño económico al cultivo en cuestión. Por consiguiente, es importante la recuperación y el pleno funcionamiento de los procesos naturales que incrementan la capacidad productiva del suelo y el equilibrio del sistema planta-plaga-biorregulador, como bases indispensables para una regulación natural. Explicar que este proceso tiene efectos positivos y negativos sobre la productividad y la calidad de los productos a nivel comercial.

El control biológico puede constituir una medida complementaria, pero requiere condiciones especiales, de servicios y conocimientos. Esto incluye:

Introducción de nuevas especies de enemigos naturales en un área que no se nativa para ellos

Liberación o reintroducción periódica de enemigos naturales para reforzar la actividad predatora o parasítica.

Liberación de hongos, bacterias o virases que controlen determinados insectos.

Es posible la creación de centros de baja inversión de producción de biocontroladores. Cuba tiene experiencias acumuladas en este campo por más de 20 años y se aplican con éxito diferentes líneas tales como: *Bacillus thuringiensis, Verticillium lecanii, Metharhyzium anisopliae, Beauveria bassiana, Trichoderma harzianum, Paecilomyces lilacinus y Trichogramma spp.* (11)

Igualmente existen otras formas de control como métodos mecánicos y preparados botánicos y minerales entre otros.

En cultivos perennes, es común la combinación de diferentes métodos para resolver la situación fitosanitaria (poda sanitaria, trampas, productos biológicos, empleo de variedades resistentes o tolerantes, etc.). En ocasiones, principalmente en el trópico, es difícil.

Ejemplos en un box, casos, aplicaciones, costos

De lograr una calidad cosmética adecuada para el mercado de fruta fresca, de ahí que no sea despreciable el auge que alcanza el mercado de jugos y pulpas orgánicos.

Los métodos utilizados para determinar los principales indicadores de la presencia de plagas enfermedades y sus enemigos naturales en una región son los siguientes:

- Caracterización de la situación fitosanitaria del área mediante métodos agroecológicos.
- Establecimiento de sistemas de monitoreo que garanticen la detección de plagas exóticas o emergentes, utilizando para ello muestreos y sistemas de trampas.
- Establecimientos de inspecciones fitosanitarias de área y encuestas.

- Establecimiento de medidas de manejo agroecológico para el control de ácaros, insectos (áfidos, picudos, minadores, cóccidos), plagas del suelo y hongos, entre otros.

En Dinamarca, por ejemplo, se cultivan con éxito una amplia gama de vegetales orgánicos, sin embargo los frutales disminuyen considerablemente sus rendimientos cayendo entre un 40 a un 85%, debido a problemas fungosos y a complejos insecto-virus.

Para algunos de los frutales tropicales que se producen para la exportación como orgánicos (aguacates, mangos, piñas, y papayas), el consenso general es que las plagas y enfermedades se pueden controlar más eficientemente a través del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Sin embargo, hay un número de plagas y enfermedades que presentan dificultades para ser controladas mediante el MIP, como por ejemplo, la Sigatoka negra en el banano, el Greening o huanglongbing en los cítricos, (7). Muchos expertos opinan, que la solucion integral a la sigatoka, se encuentra en una combinación de manejo integrado y variedades mejoradas por biotecnología. Este último tema, resulta muy interesante y se ha demostrado en Cuba, con la generalización de clones de bananos obtenidos por la Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas (FHIA), resistentes a sigatoka amarilla y negra, que gracias a técnicas de micropropagación han llegado a alcanzar miles de hectáreas en pocos años. Asimismo, se han obtenido con técnicas biotecnológicas algunos somaclones promisorios en este cultivo.

La resistencia a plagas y enfermedades y un buen comportamiento agronómico bajo condiciones de sistemas de producción orgánicos son aspectos importantes en la selección de los cultivares a utilizar, aunque la aceptación del mercado continúa siendo un criterio importante.

En Australia en el cultivo orgánico de naranjas, existen requerimientos regulatorios para la mosca de la fruta y los productores necesitan planear la utilización de determinados controles combinados con el uso de aceites y detergentes para el control integrado de otras plagas además, así como algunas prácticas culturales que se integran al programa de manejo, tales como la poda de la copa para el control de caracoles. (9)

En viñedos orgánicos en Australia se utiliza un manejo integrado para el control de plagas y enfermedades consistente en parásitos y predatores, controles biológicos, feronomas, aves de corral y barreras físicas (áreas de compensación). Igualmente se utilizan prácticas combinadas para el control del riego y la nutrición de los viñedos para evitar un rigor excesivo que favorece la infestación fungosa. (10)

Por otra parte, las áreas de compensación, además de servir como barreras ecológicas, brindan una adecuada diversidad biológica. La manipulación de la distribución espacio-temporal de la biodiversidad es uno de los insumos productivos principales en la producción orgánica.

Riego

En las áreas en conversión donde se requiere de un determinado período de tiempo para estabilizar la fertilización orgánica, el riego se convierte en un factor esencial para evitar una brusca caída de los rendimientos.

Es importante además una adecuada selección de la técnica de riego cuando se utilizan leguminosas intercaladas en las áreas de conversión. En el caso de las plantaciones de cítricos en Cuba, se ha evidenciado que la mejor técnica es la aspersión, ya que donde se ha utilizado microaspersión, el control manual o mecanizado de las leguminosas se ha dificultado con esta técnica.

Cosecha y Procesamiento Industrial.

Tanto en el caso en que el destino de la producción sea para el mercado de fruta fresca o para la industrialización, se requiere que la cosecha de los frutos se realice de forma separada y en envases que no hayan sido hayan sido utilizados con anterioridad para la cosecha de frutos convencionales.

Cuando se realiza el procesamiento industrial de la producción, es requisito indispensable, la molida de la fruta una vez que se logren los requisitos del mercado, de forma separada, habiendo lavado previamente todos los equipos que participan en el procesamiento con los productos autorizados para esta operación. La producción obtenida debe envasarse de forma separada a la convencional o poseer un sistema de etiquetado que refleje claramente su origen orgánico de acuerdo a las normas vigentes y las exigencias del mercado a la cual concurrirá.

Los aspectos económicos del proceso son los más preocupantes para todo productor en la toma de decisiones para la transformación de su plantación hacia orgánica.

El desarrollo de sistemas de agricultura orgánica en cualquier producto agrario, pasa inevitablemente por la consideración de su viabilidad en términos económicos. En este sentido debe señalarse la ausencia de este tipo de estudio de forma general. Juliá y Server (13) en España han desarrollado estudios económico financiero en cítricos orgánicos versus convencionales en la Comunidad Valenciana. La metodología empleada por los autores citados, tiene en cuenta el trabajo con cultivos plurianuales como la mayoría de los frutales, fundamentalmente en cultivos en conversión que requieren como mínimo un proceso de dos años en conversión.

Ello supone, la necesidad de utilizar métodos de evaluación financiera de inversiones dinámicos que consideran el valor del dinero en el tiempo, al tratarse de actividades económicas de horizonte temporal superior al año.

Estimación de los costos del cultivo convencional versus el orgánico.

Establecer un escenario de rendimientos y precios previsibles.

Cálculo de indicadores de viabilidad una vez establecidos los diferentes supuestos de carácter general y específico que son necesario para la obtención de los mismos. Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Plazo de Recuperación.

Análisis de sensibilidad para estimar los indicadores en diferentes escenarios de precios.

Evaluación económico-financiera de los sistemas orgánicos de cultivo en comparación con los convencionales

En el estudio de caso para naranjas y mandarinas orgánicas en la Comunidad Valenciana en España, los análisis evidenciaron la necesidad de obtener un mayor precio en el mercado para el producto orgánico, pues los costos son mayores (27,9% en naranjas y 25,9% en mandarinas) y los rendimientos son inferiores en los primeros años, especialmente durante el período de conversión (19,4 % en naranjas y 19,6 % en mandarinas) (Tablas 26 y 27).

La difícil predicción de la evolución de los mercados y en particular de los precios que los productos orgánicos puedan alcanzar, obliga a efectuar una simulación de diferentes escenarios de precios que permitan vislumbrar bajo que condiciones la rentabilidad estimada para el cultivo orgánico sería superior o al menos equiparable.

En el estudio de caso de los cítricos en conversión en Cuba, muestran un comportamiento similar, siendo los costos de conversión del orden de unos 2000 USD/ha. A diferencia de España, estos costos son recuperables en un período menor de 5 a 6 años. Estos costos le agregan al jugo entre 80 y 100 USD/ton. (Tabla 28).

Los costos de producción en las plantaciones orgánicas inicialmente son mayores que en plantaciones convencionales. Especialmente la fertilización con compost y el manejo de los suelos (sustitución de herbicidas), incrementan los costos de producción. (6)

Por otra parte los rendimientos aunque pueden bajar y de hecho bajan en los primeros años en el cultivo principal, en el estudio de caso cubano, existe la posibilidad de incrementarse con un manejo orgánico adecuado, además cuando se valora integralmente la producción por unidad de fuerza de trabajo, no sólo del cultivo principal, generalmente las producciones orgánicas se ven favorecidas. Existe un efecto positivo sobre la productividad a largo plazo y la seguridad alimentaria.

En muchos casos la conversión de áreas convencionales de áreas convencionales a orgánicas requiere de un proceso inversionista en equipos, por ejemplo, para la producción de compost y el manejo de suelos, entre otros.

Los requerimientos de fuerza de trabajo cambian en cantidad y períodos requeridos. La agricultura orgánica es más exigente en fuerza de trabajo, no sólo en cantidad sino en conocimientos agroecológicos, con respecto a los grandes sistemas convencionales mecanizados, pero puede convertirse en una fuente importante de empleo en pequeñas comunidades rurales.

Principales limitantes agronómicas, agroecológicas y socio-económicas a enfrentar en el desarrollo de cultivos orgánicos.

Acceso limitado a materias primas de fuentes orgánicas y bajas disponibilidades locales de estos recursos.

En los casos que se especifica que para el desarrollo de nuevas plantaciones orgánicas, se requiere que las semillas y el material de propagación provengan de fuentes orgánicas, se necesita desarrollar nuevas tecnologías de propagación.

Disminución de los rendimientos del cultivo principal durante el período de conversión.

Existen pocas instituciones que producen bio-controles y existe una baja disponibilidad de semillas localmente adaptadas en la región.

Carencia de conocimientos y de entrenamiento Así como capacidades de extensionismo en tecnologías alternativas, ya que la agricultura orgánica requiere de un manejo y un conocimiento intensivo de los métodos de producción.

Insuficiente experiencia acerca de vías localmente adaptadas para practicar la agricultura orgánica.

La fuerza de trabajo cambia en cantidad y en tiempo. La agricultura orgánica es más demandante de fuerza de trabajo, no solo en cantidad sino en conocimientos agroecológicos.

Los costos iniciales de producción son más altos que en los sistemas convencionales.

Incertidumbre del agricultor para decidirse a adoptar el modelo de producción orgánico en muchos países, debido al régimen de tenencia de la tierra. Invierten sin garantías de tener acceso a los beneficios de las producciones orgánicas después d pasar 2 y 3 años incrementando sus costos.

Dificultades para acceder a créditos que asistan al productor durante el proceso de conversión.

Baja sensibilidad de los consumidores de la región por los problemas ecológicos.

Altos costos de certificación para las producciones orgánicas destinadas a la exportación, principalmente por que los países en desarrollo carecen de certificadoras propias y dependen de certificadoras de países desarrollados encareciendo los costos de comercialización. Se requiere seguir reglas muy estrictas antes de que un producto pueda ser certificado como orgánico, por lo que se aconseja que los países de América Latina y el Caribe promuevan mercados locales y nacionales, como una vía para obtener conocimientos y experiencia antes de acceder a mercados competitivos, y contribuir así a garantizar la seguridad alimentaria de sus países con alimentos sanos.

Falta de información sobre los posibles mercados de exportación para sus productos orgánicos.

Inadecuadas facilidades para el acondicionamiento de los frutos y su ulterior refrigeración.

Insuficientes avances en técnicas orgánicas de poscosecha que garanticen la prolongación de la vida de anaquel de los frutos frescos.

Los requerimientos de calidad son muy altos para los mercados de exportación. En ocasiones es difícil producir con buenas prácticas orgánicas que garanticen la higiene y la inocuidad de los alimentos.

Consideraciones finales.

El desarrollo de la agricultura orgánica no será lineal, pero responderá a las innovaciones tecnológicas que se producirán debido a todos los factores que interactúan en el desarrollo agrícola como un todo.

La estrategia global consistirá en:

- Desarrollar programas coordinados de generación de tecnologías con intervención de las ciencias agronómicas y de la biología molecular, diseminación de información y movilización de recursos financieros para facilitar el desarrollo de las principales actividades y vencer los obstáculos antes señalados.
- Desarrollar las bases científico-técnicas y las soluciones técnicas al desarrollo de la fruticultura orgánica.
- Encontrar las vías para la sustitución de insumos costosos por alternativas de bajo costo.
- Desarrollar servicios de entrenamiento, extensionismo y de documentación para productores.
- Desarrollar normas y certificadoras locales o regionales que cumplan con los requerimientos internacionales y permitan abaratar los costos de certificación.
- Desarrollar iniciativas comunes de comercialización en la región por los países productores, incluyendo los mercados nacionales.
- Establecer alianza estratégicas entre productores-procesadores y comercializadores de la región para aprovechar las oportunidades de los diferentes mercados.
- Utilizar las posibilidades que ofrecen las Redes Técnicas existentes en la región para los frutales tales como: RIAC, RELAFRUT, CARIFRUT y otras como REDBIO/FAO (biotecnología vegetal) para buscar solución a gran parte de los problemas técnicos que hoy limitan la posibilidad de incursionar en producciones de frutas orgánicas en gran escala para Latinoamérica y el Caribe.

Tabla 24. Oportunidades para frutas frescas.

FRUTAS FRESCAS	OPORTUNIDADES PARA AMERICA LATINA
Frutas tropicales conocidas (bananas, mango, piña, aguacates, etc.)	Muy buenas posibilidades para países tropicales (Caribe, Centroamérica, Colombia, Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Venezuela, etc.).
Frutas tropicales poco conocidas (guayaba, mamey, maracuyá, tumbo serrano, Membrillo, zarzamora, etc.)	Muy pocas posibilidades, si bien existe un mercado creciente en algunas de ellas (guayaba, maracuyá).
Cítricos (naranja, toronja, limón, mandarina)	Existen grandes productores en Europa Buenas posibilidades para toronja (Cuba,etc.) y mandarina (Argentina)
Frutas de climas moderados frescos (manzanas, peras, uvas, kiwis, damascos, duraznos, nectarinas, ciruelas)	Esta categoría es la más problemática por la competencia europea y por la distancia grande. Posibilidades existen sobre todo durante el invierno europeo; suplementario en el invierno europeo (Argentina, Chile, Brasil, etc.). Existe una demanda de la industria para frutas congeladas (producción de yogurt, mermelada, etc.) La competencia proveniente de África del Sur y Nueva Zelanda es alta. Existe el peligro de una sobreproducción y precios volátiles al nivel mundial.
Frambuesas, fresas (frutillas), moras, grosellas, otros berries.	En el invierno europeo (Argentina, Chile, Brasil).
Castañas	Buenas posibilidades (Chile).

Tabla 25. Oportunidades para jugos.

JUGOS	OPORTUNIDADES PARA AMÉRICA LATINA
Cítricos (naranja, toronja)	Muy buenas posibilidades para países tropicales (Caribe, Centroamérica, Colombia, Brasil, Bolivia, Ecuador, etc.).
Frutas tropicales (mango, piña, guayaba, mezclas)	Muy buenas posibilidades para países tropicales (Caribe, Centroamérica, Colombia, Brasil, Bolivia, Ecuador, etc.).
Manzana, pera, berries	Muy limitadas (Argentina, Chile, Brasil, etc.).
Hortalizas	Muy limitadas (Argentina, Chile, Brasil, etc.).

Tabla 26. Cuadro de costos del cultivo de naranjas en producción (ptas./ha). Estudio de caso, Valencia, España.

	CULTIVO CONVENCIONAL	CULTIVO ORGÁNICO
Costos variables de los factores de producción		
A.1. Materias primas		
A.1.1. Aguas de riego	160.000	151.600
A.1.2. Fertilizantes	74.846	165.00
A.1.3. Insecticidas, fungicidas, herbicidas…	135.440	12.883
A.1.4. Otras materias primas	8.000	8.000
A.2. Mano de obra (incluye riego, poda, aplicación tratamientos, laborales y alquiler maquinaria)	172.790	433.412
Total costos variables de los Fac.. de producción	551.076	770.895
B. Interés del capital circulante (anual, y considerando la duración del período medio)	16.073	19.272
C. Costos fijos.		
C.1. Amortización de la plantación.		
C.2. Interés de la plantación.	16.800	16.800
C.3. Amortización del capital de las instalaciones.	10.500	10.500
C.4. Interés del capital de las instalaciones.	60.000	60.000
C.5. Costes reposición árboles y mantenimiento instalaciones.	15.000 10.000	15.000 10.000
C.6. Renta de la tierra.		
C.7. Impuestos y seguros.	80-000	80.000
C.8. Certificaciones.	40.000	40.000
Total costos fijos	232.300	232.300
D. Total costos (2+3+4+5)	799.449	1.023.467

Fuente: Elaboración propia a partir de Caballero P., De Miguel M. D., Julia J. F., 1992.

Tabla 27. Cuadro de costos del cultivo de mandarinas en producción (ptas-/ha). Estudio de caso, Valencia, España.

	CULTIVO CONVENCIONAL	CULTIVO ORGANICO
A. Costos variables de los factores de producción		
A.1 Materias primas		
A.1.1. Aguas de riego	160.000	151.600
A.1.2. Fertilizantes	74.846	165.000
A.1.3.Insecticidas, fungicidas, herbicidas,…	182.844	17.392
A.1.4. Otras materias primas	8.000	8.000
A.2. Mano de obra (incluye riego, poda, aplicación de tratamientos, labores y alquiler de maquinaria)	203.892	511.426
Total costos variables de los fact. de producción	629.582	853.418
B. Interés del capital circulante (anual, y considerando la duración del período medio)	15.739	21.335
C. Costos fijos.		
C.1. Amortización de la plantación.	18.480	18.480
C.2. Interés de la plantación.	11.550	11.550
C.3. Amortización del capital de las instalaciones.	60.000	60.000
C.4. Interés del capital de las instalaciones.	15.000	15.000
C.5. Costes reposición árboles y mantenimiento Instalaciones.	10.400	10.400
C.6. Renta de la tierra.	80.000	80.000
C.7. Impuestos y seguros.	42.600	42.600
C.8. Certificaciones		1.000
Total costos fijos	238.030	239.030
D. Total costos (2+ 3+ 4+ 5)	883.351	1.111.783

Fuente: Elaboración propia a partir de Caballero P., De Miguel M.D., Julia J. F., 1992.

Tabla 28. Resumen de tecnología convencional y orgánica. Estudio de caso en cítricos, Cuba.

CONCEPTO	TECNOLOLOGÍA CONVENCIONAL Y ORGANICA JUGO SIMPLE NARANJA	
	CONVENCIONAL	ORGANICA
NUTRICION Nitrógeno Potasio Fósforo Zinc y Manganeso	Requerimientos Según análisis foliares anuales y suelos c/4 años Aplicación mecanizada 150-200 kg/ha, dos aplicaciones /año 50-70% del N aplicado Aplicación de fosforina para utilizar P del suelo 4-5 kg/año por via foliar con urea	Requerimientos Según análisis foliares anuales y suelos c/4 años Aplicación mecanizada 10 t compost/ha con una media de 1.5 % 40 kg/ha de azotobacter Aporte de leguminosas K presente en compost aplicado Aplicación de fosforina para utilizar P del suelo 4-5 kg/año por vía foliar con urea
RIEGO	Dos técnicas: a) Aspersión, b) Localizado Satisfacer demanda de agua según demanda por el cultivo y técnica.	Preferiblemente aspersión para regar Cítrico y leguminosas.
CONTROL DE PLAGAS	Aplicación de productos siempre según Incidencia de plagas, localizado en focos *Beauveria bassiana*, 50 litros / ha *Bacillus thuringiensis*, 30 litros / ha Aceite mineral, 30 litros / ha	Aplicación de productos siempre según Incidencia de plagas, localizado en focos *Beauveria bassiana*, 50 litros / ha *Bacillus thuringiensis*, 30 litros / ha Aceite mineral, 30 litros / ha
CONTROL DE HIERBAS	Dos tecnologías aplicadas: 1). Suelo desnudo con herbicidas 2).Calle, chapeadota 6-8 pases/año Ruedo, herbicida aplic. manual.	Toda el área cubierta por leguminosas Corte con chapeadoras de cizalla 2-3 veces al año Control manual de leguminosas trepadoras
PODA	Poda de ramas secas anual Hedging y topping cuando se requiere	Poda de ramas secas anual Hedging y topping cuando se requiere
COSECHA	Recolección de la cosecha durante el período de madurez	Recolección de la cosecha durante el período de madurez
PRODUCCION COSTOS CORRIENTES	Rendimiento, calidad, jugo%, brix 100-140 USD/t jugo simple	Rendimiento, calidad, jugo%, brix 160.200
INDUSTRIA	Procesamiento durante todo el Período de madurez	Procesamiento totalmente separado de la fruta convencional
FRIGORÍFICO PUERTO		Embarques debidamente marcados y separados Tanto en frigorífico como en el barco
IND.-FRIG.-PUERTO COSTOS CORRIENTES	150-180 USD/t de jugo	200-250 USD/t de jugo
COSTOS CORRIENTES		
TOTALES FOB	250-320 USD/t de jugo	360-450 USD/t de jugo

Referencias bibliográficas

1. Arce, J. C.: El mercado internacional de productos Orgánicos. IICA, Costa Rica, 2002.
2. Pérez María del Carmen. *et al*. :Principal Factors upon organic production on fruits and vegetables and their constrainsts in the Caribbean Countries. Taller Regional sobre Buenas Prácticas e inocuidad de los alimentos en CARICOM, FAO, Jamaica, 2002.
3. ITC/FAO: World markets for organic fruit and vegetables, 2001.
4. Kilcher, L.: Production and trade constraints upon organic products from developing countries. Geneva: United Nations, 2001.
5. Suquilanda M.B.: Estrategias de producción orgánica. II Foro Regional de Agricultura Orgánica. República Dominicana, 2001.
6. Pérez María del Carmen *et al*.: Avances de la Agricultura Orgánica en Cuba. Producción y comercialización de jugos de cítricos orgánicos. FAO: Foro Regional de Agricultura Orgánica. Trinidad Tobago, 2001.
7. Sandini, Maria Gabriella. FAO (AGPC).: Developing Technical guidelines for organic horticulture in subtropical and tropical regions, 2002.
8. Sánchez, A. C. s.a. Manejo para producto sustentable de citros. Resultados practices.
9. Parlevliet, G. s.a. Oranges. A production Guide to growing organic oranges in Australia.
10. Parlevliet, G. s.a. Grapes and Wine-Organic production Guidelines.
11. Pérez, María del Carmen.: Desafíos de la Agricultura Orgánica para los países en desarrollo. La experiencia cubana al alcance de todos. Suiza: IFOAM, 2002.
12. Scialabba Nadia y Hattam Carolina.: Biodiversity and Organic Agricultura, 2002.
13. Julia, J. F. y Server R. J.: Evaluación Económica- Financiera de los sistemas de cultivo en cítricos biológicos (orgánicos) versus convencionales, FAO, 2001.
14. Izquierdo, J. y G. de la Riva. Plant biotechnology and food security in Latin America and the Caribbean, 2000, Electronic Journal of Biotechnology, **http://ejb.ucv.cl/content/vol3/issue1/full/1/index.html**

CAPÍTULO 7. LOS ANIMALES EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA.

Dra. Libertad García, Dra. Esmeralda Lon Won y Dr. Eulogio Muñoz

Instituto de Ciencia Animal, (ICA), San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Uno de los grandes contrastes de este nuevo siglo es la producción, acceso y distribución de los alimentos. Algunos de los países ricos tienen consumos percápitas elevadísimos, generando hasta problemas de salud, y otros 2000 millones padecen de anemia y desnutrición. Se considera que estamos ante una auténtica crisis global.

En este contexto internacional la producción animal adquiere un papel muy destacado. La agricultura mundial ha pasado a ser de productora de cereales para la alimentación humana a productora de cereales para la alimentación animal. En los Estados Unidos se destinan 157 millones de toneladas métricas de cereales, legumbres y proteínas vegetativas aptas para el consumo humano para alimentar ganado que producirá 28 millones de toneladas métricas de proteínas animales que consume la población de ese país. Se ha producido un cambio en los hábitos de consumo de grandes poblaciones, fundamentalmente de países en desarrollo, se incrementa notablemente la demanda de productos pecuarios lo que a su vez implica un aumento creciente de cereales destinados a estas producciones.

En China los cereales destinados al ganado se han triplicado desde 1960, pasando del 8% al 26%, en México del 5% al 45 %, en Egipto del 3% al 31% y en Tailandia del 1% al 30%.

El término Revolución Ganadera se ha instaurado y se compara con la Revolución Verde de la década del 70, con la diferencia fundamental que no está determinada por insumos, sino por la demanda.

Los problemas sanitarios con la Encefalopatia Espongiforme Bovina y la Fiebre Aftosa imponen nuevas restricciones a la producción y la comercialización de productos de origen vegetal, a lo anterior se une el creciente movimiento hacia el cuidado y el bienestar de los animales.

Los elementos expuestos conducen a un mayor interés y una mayor demanda de alimentos pecuarios de origen natural, ecológico y orgánico, fundamentalmente en los países desarrollados donde la disponibilidad de alimentos es muy alta y son la calidad y los problemas de salud lo que más preocupa, por tanto la atención se dirige hacia alimentos más saludables. Otro panorama bien diferente presentan muchos de los países del Tercer Mundo donde la producción o suministro, la adquisición y oportunidades de acceso a los alimentos son muy limitados y por tanto los consumos per cápita de proteína son muy bajos, conduciendo a problemas de desnutrición. Esto evidencia que el debate internacional depende de la zona geográfica, el desarrollo económico-social, la cultura y los hábitos alimentarios.

Por todo lo anterior cada día son más comunes los debates de temas como la agricultura orgánica, la agroecológica, la sostenibilidad, la ingeniería ecológica, la agricultura de conservación y otras modalidades que tienen como elementos comunes una mayor preocupación sobre la calidad de los alimentos, la conservación del medio ambiente, la salud humana, prácticas agrícolas sostenibles y un mayor compromiso con la sociedad.

En este capítulo sólo reflejaremos alguno de los elementos básicos de este complejo problema porque la extensión y la diversidad de aspectos no permite un análisis detallado del mismo y más si tenemos en cuenta que la producción animal cumple otras funciones de gran importancia como son la tracción animal, el aporte de materia orgánica, la conservación de suelos y el reciclado de nutrientes, entre otras.

Productos pecuarios orgánicos, ecológicos y naturales.

Algunos países, como Argentina considera los productos orgánicos, ecológicos o biológicos como sinónimos y define como producto orgánico el procedente de la agricultura orgánica.

El Codex Alimentarius define la Agricultura Orgánica como un sistema de producción holístico, el cual aumenta y promueve la salud del ecosistema, incluyendo la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Enfatiza en el uso de prácticas de manejo preferentemente sin suministro externo a la unidad, tomando en consideración que los sistemas deben ser adaptados a las condiciones locales y regionales. Donde seas posible deben ser usados métodos biológicos, agronómicos y mecánicos.

En Cuba se aceptan los términos orgánicos y ecológicos como equivalentes, se les da este nombre a productos provenientes de un sistema de producción sostenible, que mediante el manejo racional de los recursos naturales y sin la aplicación de productos químicos, brinde alimentos sanos, manteniendo e incrementando las fertilidad del suelo y la diversidad biológica y permita a los consumidores identificarlos a través de un sistema de certificación que los garantice. Los alimentos orgánicos se distinguen de los no orgánicos por los métodos usados para su producción y procesamiento.

Generalmente se aceptan dentro de las reglas de producción orgánica para productos de origen animal:

- Prohibición del uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas y reguladores de crecimiento y aditivos alimentarios.
- Manejo adecuado del suelo.
- Bienestar de los animales.
- Registros de mantenimiento y planeación.
- Se prohíbe la irradiación de alimentos y los organismos genéticamente modificados.

En los estándares norteamericanos que se están debatiendo en la actualidad como productos orgánicos se define, que un alimento es orgánico cuando es producido en fincas que enfatizan el uso de recursos renovables, conservan el suelo y el agua y no tiene efectos ambientales negativos para las futuras generaciones. La carne vacuna, pollos, huevos y productos lácteos provienen de animales que no consumen antibióticos ni hormonas de crecimiento. Antes que un producto pueda ser etiquetado como orgánico, debe ser certificado por una entidad estatal. Defiere de la agricultura convencional en la forma en que se produce, manipula y procesa.

También se desarrollan en el mundo productos señalados como alimentos “eco-labeled” en Japón con bajo uso de insumos químicos y algunos tipos de comida verde en China que por ahora no tienen exigencias de certificación tan estrictas. Uno de los elementos básicos que diferencia la agricultura orgánica de otras formas de agricultura sostenibles es la existencia de procedimientos estandarizados para la producción y certificación orgánica.

Normativas de productos orgánicos de origen animal.

La primera versión de las normas básicas de la Federación Internacional de Movimiento de Agricultura Orgánica (IFOAM) para productos orgánicos surge en 1980, ellos brindan indicaciones generales, reconocidas a nivel internacional como referencia para la elaboración de las normativas nacionales y de organismos como la FAO y la OMC.

Estados Unidos en 1990 estableció el Acta Nacional para la producción de alimentos orgánicos. El Dpto. de Agricultura de los Estados Unidos dio a conocer en mayo del 2002 las generalidades de los estándares nacionales para la producción orgánica, pero aún no con regulaciones establecidas. En 1999 el Codex Alimentarius adoptó los conceptos básicos sobre la agricultura orgánica y la Unión Europea estableció los estándares comunes para los productos orgánicos de la ganadería, otros países como Canadá, Japón, Argentina, Brasil, China y Tailandia han establecido sus regulaciones nacionales para productos pecuarios.

Todas las normativas tienen como objetivo básico certificar los procesos de producción que posibilitan obtener productos orgánicos o ecológicos.

Argentina fue el primer país de la región en disponer de regulaciones oficiales en 1993 que aprueban las normas para las Producciones Ecológicas de Origen Animal. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentario (SENASA) elabora y actualiza las normas de producción, elaboración, empaque, tipificación, distribución, identificación y certificación de calidad y de productos ecológicos. Argentina desde 1997 fue reconocida por la Unión Europea como país equivalente, conjuntamente con Australia, Hungría, Israel y Suiza.

En las normativas argentinas las producciones ecológicas de origen animal (Resolución Secretaría de Agricultura y Pesca 1286/93 y anexos) se establecen los aspectos más importantes a considerar en las explotaciones pecuarias. Los alimentos para los animales deben cumplir además con las normativas para la producción de alimentos ecológicos de origen vegetal. (Resolución de la Secretaría de Agricultura y Pesca 423/92). El 1999 Gonella y un grupo de colaboradores reseñaron los elementos básicos establecidos para las producciones ecológicas de origen animal:

Los animales provenientes de una explotación ecológica deben estar identificados en forma individual, o por lotes en el caso de las aves de corral, de manera que puedan ser seguidas desde el nacimiento hasta el sacrificio y la comercialización de sus productos o subproductos.

En condiciones normales los alimentos que los animales consuman siempre tendrán su base en la propia finca. Sólo se podrán incorporar desde fuera del establecimiento un máximo de un 20% del total del alimento suministrado y deberá ser indefectiblemente de origen ecológico.

La base de la alimentación será forraje (fresco o seco). Los concentrados tendrán por objeto cubrir déficit específicos en la producción de pastos, siendo su límite máximo el 30% de la relación total (sobre materia seca)

El ensilaje deberá constituir menos del 50% de la ración de base (sobre materia seca) o el 33% sobre la ración total de materia seca (ración de base más concentrada), y no podrá ser utilizado durante todo el año.

En los establecimientos ganaderos, las compras de alimento (forraje) proveniente de explotaciones convencionales, deberán ser totalmente justificadas ante la entidad certificadora mediante una declaración jurada previa su compra.

Serán aceptadas solamente las debidas a razones de fuerza mayor y por imposibilidad de acceso a alimentos provenientes de establecimientos ecológicos. En esos casos, el límite máximo de compra será del 10 al 15% sobre materia seca (25 a 30% en casos de catástrofe continuada).

Las condiciones ambientales deberán proporcionar al animal:

- Movimiento libre suficiente
- Suficiente aire fresco y luz diurna natural según las necesidades de los animales. En aquellos casos en que se utilice luz artificial, ésta no deberá exceder las 16 horas diarias.
- Protección contra la excesiva luz solar, las temperaturas extremas y el viento, según las necesidades de los animales.
- Suficiente área para reposar según las necesidades de los animales. A todo ganado que así lo requiera se le debe proporcionar una cama de material natural, cuando esté alojado.
- Amplio acceso al agua corriente y alimento, según las necesidades de los animales.
- Un entorno sano que evite efectos negativos en los productos finales. Por lo tanto debe evitarse en lo posible el empleo de materiales de construcción con efectos tóxicos potenciales, éstos no deben tratarse con conservantes potencialmente tóxicos.

Por razones de bienestar, el tamaño del rebaño no debe afectar perjudicialmente las pautas de comportamiento individual de los animales. Todos ellos deben tener también acceso al aire libre y al pastoreo, si les es propio.

Se consideran como mutilaciones la castración, el descorne, el cortar la cola, los dientes, las alas y/o pico. Estas prácticas no se recomendarán como manejo habitual, debiendo buscarse otras alternativas. La castración y el descorne, en virtud de su uso extendido y generalizado, se podrán autorizar a pedido del productor. En cada caso el ente certificador decidirá la situación.

La forma de reproducción recomendada es la monta natural. Sin embargo, se autoriza el empleo de la inseminación artificial. En caso de recurrir a esta última, debe quedar asentada en los registros del establecimiento en cuestión.

La terapéutica aplicada a los animales será natural, evitándose siempre cualquier tratamiento preventivo rutinario. Las prácticas de buen manejo deberán cooperar con este objetivo.

La terapéutica convencional será autorizada cuando sea indispensable para la lucha contra un mal particular para el cual no existen alternativas ecológicas disponibles. En estos casos, el tratamiento aplicado quedará debidamente anotado en los registros del establecimiento en cuestión.

Serán de aplicación permitida las vacunas contra las enfermedades endémicas. El empleo de antiparasitarios externos e internos está autorizado con limitaciones en cuanto a los productos usados, época y modo de administración, tiempo de espera para faena y venta de leche.

Si en algún caso en particular, debieran emplearse tratamientos convencionales no autorizados o prohibidos, el animal en cuestión debe ser debidamente individualizado y segregado del rebaño. De ningún modo debe reintegrarse al circuito de producción ecológica.

Los animales para el engorde, para que puedan ser clasificados como ecológicos, deben provenir de un sistema ecológico certificado. El ingreso de ganado proveniente de la ganadería convencional requerirá autorización previa de la certificadora.

El ingreso a un establecimiento ecológico de otro ganado proveniente de la ganadería convencional deberá cumplir las siguientes condiciones:

Las hembras bovinas dedicadas a la crianza o al tambo, se incorporarán siempre antes de recibir el primer servicio.

Los reproductores machos bovinos podrán incorporarse en cualquier momento, y no podrán faenarse hasta completar 12 meses en el establecimiento.

En el resto de las especies las ejemplares hembras siempre se incorporan al servicio.

Los reproductores machos de ovinos y porcinos, podrán incorporarse en cualquier momento y no podrán faenarse hasta completar 12 meses en el establecimiento.

En el caso de la avicultura, los ejemplares ingresarán con no más de 3 días de nacidos.

En el caso de la apicultura, los ejemplares ingresarán al comenzar un nuevo ciclo productivo anual, es decir inmediatamente después de la cosecha convencional.

El ingreso a un establecimiento ecológico de cría deberá estar documentado mediante el correspondiente Certificado de Calidad Ecológica expedido por una entidad certificadora.

La edad mínima de destete será, para cerdos de 35 días, ovinos y caprinos dos meses y para los bovinos 3 meses.

Si se presentaran casos en los que hubiera que recurrir la crianza artificial, la alimentación recomendada será la leche materna de origen ecológico o el calostro conservado según métodos ecológicos.

Para caprinos y ovinos, se permitirá la leche fresca de vaca, de origen ecológico o en su defecto leche de vaca de origen convencional fresca y residuos de medicamentos, para animales destinados a la renovación del stock del establecimiento.

Los animales deben ser tratados según las reglas de bienestar y protección animal durante la carga, la descarga, el transporte, el encierre y la matanza.

Situación mundial de las producciones pecuarias orgánicas.

Se estima que existen alrededor de 15.8 millones de ha (Mha) bajo manejo orgánico a nivel mundial. Cerca de la mitad en Oceanía, una cuarta parte en Europa y un poco menos en América Latina. Australia es el país con la mayor cantidad de área bajo manejo orgánico con 7.6 Mha, la mayor parte de pastos para la ganadería bovina y ovina; le sigue Argentina con 3 Mha también mayor parte dedicada a la ganadería, fundamentalmente producción de carne; Italia con 0.96 Mha; Estados Unidos 0.90 Mha y Alemania con 0.45 Mha.

Diferentes reportes indican el incremento en la tierra certificada como orgánica y el crecimiento de los productos orgánicos. En la Unión Europea la tierra certificada como orgánica creció de 1997 al 2001 de 2.0 Mha a 3.7 Mha y de 81 000 a 129 000 granjas orgánicas. Argentina tiene dedicada a la producción de carne orgánica 2.6 Mha de tierra, Brasil es otro país de la región que produce productos lácteos, carne vacuna y conejos orgánicos, en ambos países la producción está orientada hacia la exportación, aunque se comienzan a desarrollar mercados nacionales.

En los Estados Unidos las ventas de productos lácteos orgánicos crecen en un 37% anualmente y son las que están en quinto lugar, con un cálculo de alrededor de 2 billones de dólares. Las carnes y productos cárnicos, incluyendo los pollos, son los que ocupan el 6to lugar en crecimiento y se calcula que ocuparán el 15 y el 5% del mercado doméstico.

La evolución del mercado de los productos orgánicos en el último decenio ha sido muy favorable. Su monto total representa entre un 1 y un 3% de la comercialización total de productos agrícolas, pero no ha sido posible obtener la información del porcentaje que representan los productos pecuarios.

Los productos pecuarios más comercializados son huevos, pollos, carne vacuna y productos lácteos. Los principales mercados son Alemania, Reino Unido, Italia y Japón. Los fundamentales suministradores son: para huevos, Francia, para cerdos, Dinamarca, y para pollos y carne vacuna, Argentina. El país que más ha avanzado en Latinoamérica en las producciones orgánicas de origen animal es Argentina, destacándose experiencias en las producción de lácteos, carne vacuna, huevos y pollos camperos.

En un estudio muy reciente realizado por la FAO sobre el mercado de carne y productos lácteos se concluye: Con una demanda creciente, pueden existir oportunidades de mercado para países en desarrollo, sin embargo en algunos casos los consumidores prefieren productos orgánicos producidos local o regionalmente. Los requerimientos de certificación y los estándares de calidad para el mercado son extraordinariamente rigurosos.

Sistemas agropecuarios sostenibles.

El desarrollo de sistemas agropecuarios sostenibles ha implicado para Cuba el estudio de:

Sistema de manejo de suelo que propicien su capacidad productiva, basada en la protección contra la erosión, el incremento de la actividad biológica del suelo y los ciclos de nutrientes.

A través de las plantas leguminosas y las arborizaciones, potenciar el ciclo de nutrientes en las áreas de pastos y de cultivo, así como mejorar el ambiente general, lo que permite una mayor economía del agua y un mejor ambiente.

Animales adaptados a las condiciones del trópico húmedo, multipropósitos productivos y con una alta capacidad de utilización de alimentos fibrosos.

Desarrollar sistemas de alimentación en base al caso de los recursos locales, como pastos, forrajes, caña de azúcar, subproductos y residuos agrícolas.

Promover la integración entre la ganadería y la agricultura, a través del uso de los residuos con potencial de alimento animal.

Desarrollar el concepto de diversificación dentro de los sistemas especializados.

Incrementar la autosuficiencia alimentaria de la ganadería vacuna, en sistemas productivos de bajo uso de insumos externos y de labor.

Desarrollo de sistemas de crianza de rumiantes, aves, porcinos y conejos para la escala de producción pequeña y media.

Estudio de sistemas evaluando su componente técnico-económico-ambiental y social.

Desarrollo de métodos para el uso de los residuales pecuarios y evitar la contaminación ambiental.

Buscar soluciones para la producción estables de alimentos durante todo el año dentro de las unidades pecuarias.

Dentro del amplio y exitoso programa de la agricultura urbana, basado en prácticas agrícolas sostenibles se desarrollan subprogramas de producción animal, ellos se dedican a la apicultura, avicultura, cunicultura, ovino-caprino, porcino, ganadería vacuna y acuicultura.

Todas estas producciones se desarrollan con recursos alimenticios locales, pero suministro externo a la unidad, utilizan residuos de cosecha, fincas diversificadas, rotación de cultivos y otras prácticas que conforman sistemas económicos, flexibles, adaptados para la pequeña y mediana producción, constituyen alternativas de empleo, aportan ingresos económicos adicionales para la familia e incrementan la disponibilidad de alimentos.

Avicultura

Se calcula que en Estados Unidos sólo el 2% de las aves domésticas para la producción de carne y huevos se mantienen en algún sistema alternativo.

El Comité de Ganadería del Buró de Estándares Orgánicos Nacionales de los Estados Unidos está sometido a consulta las “outdoors poultry”. Se plantea en estas regulaciones que los pollos en las plantas orgánicas deben tener acceso al exterior como parte de su manejo, así también destaca que en las áreas exteriores a la planta pueden tener un comportamiento más natural, posibilitando el ejercicio, lo que beneficia la salud y satisface más las exigencias de los consumidores de prácticas de manejo orgánico.

Autores como Damme (2000) apuntan que la restricción en el uso de ciertos componentes alimenticios y aditivos conspiran contra el potencial genético de las ponedoras, broilers y pavos modernos, mientras no se busquen alternativas que mejoren las dietas: soya orgánica y harina de pescado debidamente evaluada y se legalice el uso de aminoácidos y se resuelvan, además, problemas relacionados con el bienestar de las aves.

Como se puede observar, parece que la producción de productos orgánicos no sólo es complicada, sino costosa; según Montjoie (2002) un huevo “bio” es 2.4 veces más caro que producir un huevo estándar, debido a que las gallinas en sistema libre o “bio” frente a las alojadas en jaulas producen menos (259 vs 295 huevos), tienen una menor duración de la puesta (325 vs 348d), producen más huevos de segunda (10.9 vs 6.2%), mueren más aves (12.2 vs 4.6%) y consumen más pienso por gallina/día (127 vs 113g). Por tanto, el costo de producción también tiene que ser mayor.

Vienot (2001) cita una granja en las costas francesas de Armor donde, a partir de 1994, su propietaria comenzó la conversión de sus tierras en “bio” u orgánicas para producir cereales y 3 años después comenzó a producir pollitas para puesta y ponedoras biológicas. Dedicó 30 ha para producir cereales, pero sólo ha logrado el 40% de los que necesita para el consumo anual de sus 3700 ponedoras. Esto indica que requiere una integración entre productores agrícolas y criadores de animales para lograr estos objetivos a gran escala.

Por otra parte, la cría doméstica tradicional, no sólo de gallinas, sino también de pavos, pastos y gansos, gallinitas de Guinea, pichones, faisanes y codornices, con pocos insumos, además de ser básica para la seguridad alimentaria en gran parte del mundo, representa el primer escalón para el desarrollo de sistemas orgánicos o al menos sostenibles.

En este sentido debe considerarse que según cálculos recientes (FAO, 2002) la avicultura en el patio de la casa y al aire libre representan hasta un 70% del total de la producción de huevos y carne de aves en los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos. En las zonas rurales situadas en un medio ambiente frágil y marginal económicamente, la avicultura familiar es un elemento común de los sistemas agrícolas mixtos, las aves domésticas son pequeñas, se reproducen con facilidad, no exigen una gran inversión y prosperan con desechos de la cocina, cereales troceados, lombrices, caracoles, insectos y vegetación.

La creación de sistemas de avicultura familiar es una estrategia importante en el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria de la FAO, que actualmente tiene proyectos de ejecución en 66 países. La FAO señala que la productividad de la avicultura familiar en la mayor parte de los casos es poca, en comparación con la de los sistemas que consumen grandes volúmenes de insumos. Una gallina que se cría al aire libre, por ejemplo, sólo pone de 30 a 50 huevos al año, o llega a poner hasta 90 en un año si se le dan alimentos mejorados y tiene buenas condiciones de cría, pero una gallina comercial producirá hasta 280 huevos “en las mejores condiciones”.

En Cuba se desarrolló la gallina semirústica a partir de la raza Rhode Island Red y aves criollas de patios particulares de una provincia oriental del país, se obtuvo una gallina con rusticidad similar a las criollas, se organizaron programas de avicultura alternativa dirigidas a la mediana y pequeña producción en áreas urbanas, zonas montañosas, crianzas de traspatios y autoabastecimiento familiar, local o sectorial.

La gallina semirústica se reproduce por incubación natural, tiene baja mortalidad, no necesita consumir piensos convencionales y se comporta satisfactoriamente ante condiciones ambientales adversas.

Los patos son una especie que vive y se adapta muy bien a sistemas de alimentación, cría y manejo sostenibles e integrados. Son capaces de producir alimentos con calidad, libres de tóxicos, en ambientes muy cercanos a la propia naturaleza. Son reconocidas ventajas competitivas del pato para sistemas sostenibles por su alta rusticidad, capacidad para consumir una amplia gama de alimentos y dentro de ellos líquidos y semilíquidos, buena adaptación a diferentes condiciones climáticas, buena convivencia con otras especies animales y aprovecha residuos y efluentes de otras producciones, a lo anterior se une su capacidad para transformar alimentos de bajo costo en otros de alto valor biológico como carne y huevos. Esta especie se ha empleado también en Cuba en áreas arroceras, en sistemas de pastoreos o integradas con policultivos de peces. Sistemas similares han sido reseñados por Valdivia en 1999 para ocas, y también en áreas citrícolas.

Las alternativas de uso de recursos energéticos y proteínas tropicales en la alimentación de aves fueron reportadas por Lon Wo en 1999 donde se hace una síntesis del valor alimentario de una variada gama de opciones a emplear en pequeña y mediana escala de producción.

Sistemas de integración de agricultura y ganadería.

Los procesos de agricultura en armonía con la naturaleza implican activar y utilizar los mecanismos que favorezcan las altas tazas de producción vegetal primaria, de reciclado de los nutrientes, de captación y aprovechamiento del agua en función de obtener la mayor cantidad, calidad y variedad posible de productos y servicios útiles a los humanos.

Los requerimientos claves de los sistemas agrarios en armonía con la naturaleza son:

Alcanzar elevadas tazas de fotosíntesis y acumulación neta de producción vegetal, primaria y energía.

Lograr una alta taza de reciclado de nutrientes e intercambio de energía y materiales entre sus componentes.

Alcanzar altas tazas de captación y aprovechamiento de aguas.

Desde esta perspectiva, los animales dentro del sistema agrario, cumplen roles como convertidores de la producción primaria en nuevos productos concentrados y en servicios que fortalecen interacciones positivas entre los componentes y mejoran la eficiencia de uso de la energía total que atraviesa dicho sistema. (Fig. 23).

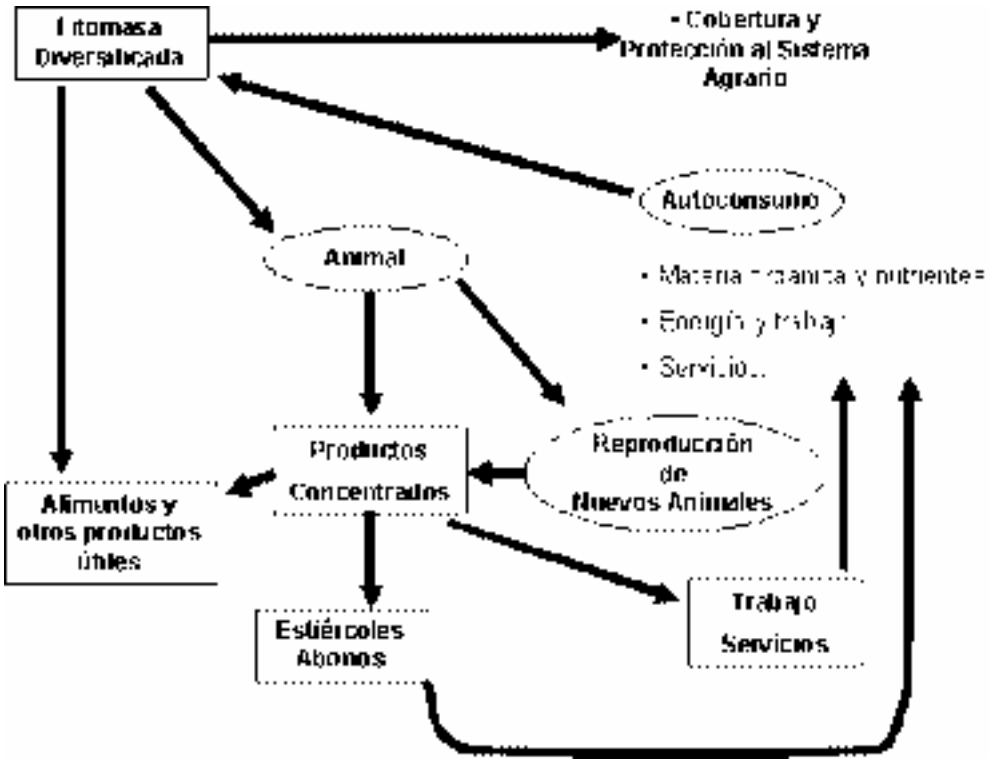


Fig. 23. Funciones de los animales en los sistemas agrarios integrales

En la lógica de la racionalidad de integrar cultivos y crianzas está implícito el hecho de que los humanos sólo pueden utilizar directamente como alimentos una pequeña porción de la producción vegetal primaria, mientras que el ganado podría convertir más del 40% del resto en tejido musculares, grasos, óseos, sanguíneos, células germinales y secreción láctea, productos altamente concentrados en nutrientes y los residuos de la ingesta no asimilados devueltos como estiércol, una nueva forma de materia orgánica que convertida en abonos funciona como un activador biológico del suelo e insumo para una subsiguiente producción vegetal. El la medida en que estos ciclos son más cerrados, con menos intervención de energía y trabajos externos al agro ecosistema los gastos monetarios por unidad de producto tienden a ser menores.

Las funciones de servicios que prestan los animales en los sistemas integrados es también de mucha importancia para las áreas de reducción de los costos, el control natural de organismos perjudiciales y la creación de nuevas fuentes de empleo con respaldo financiero generado dentro del sistema.

Conducir al pastoreo sobre rastrojos de cosechas, campos y parcelas en descansos, en barbechos o empastadas después de varios ciclos de cultivos temporales, reduce las posibilidades de propagación de insectos u organismos potenciales de plagas y enfermedades al interrumpir sus ciclos biológicos, alterar sus hábitat más apropiados y disminuir las cantidades de alimentos necesarios para su reproducción y propagación masiva. También el pastoreo bien conducido sobre las parcelas que fueron previamente cultivadas, permite reducir el banco de semillas y la población de plantas que compiten con los cultivos temporales de interés económico. Por otra parte el tiempo de reposo de las parcelas en cuanto a labranzas y el efecto de la cubierta vegetal de las plantas bajo pastoreo permite una recuperación importante de la estructura física y del contenido de materia orgánica de la capa arable del suelo, uno de los benéficos más importantes, por cuanto se recupera su fertilidad y capacidad productiva.

En las tierras empastadas y sometidas por largos períodos al pastoreo, aparecen poblaciones importantes de plantas poco o nada consumibles por el ganado y nichos apropiados para el desarrollo de parásitos tales como ácaros y helmintos que predan al ganado en diferentes estadíos de su vida, limitando su comportamiento productivo. Someter estas tierras a sistemas de labranza y cultivos de ciclo corto durante algún tiempo permite igualmente reducir el banco de semillas y la población de plantas indeseables, romper los ciclos biológicos de los organismos parásitos al mismo tiempo que se obtienen rendimientos en cosechas con un mínimo de gastos en el control de malezas, plagas y enfermedades.

Por consiguiente este manejo reduce las necesidades de productos químicos externos para el control de malezas, plagas y enfermedades, aprovecha la energía que el ganado invierte para buscar su alimento en pastoreo, las actividades propias de la labranza y de cultivo y robustece la sanidad del agro ecosistema, lo que reduce también las necesidades de medicamentos.

Características o requerimientos de ambos componentes.

Comunidades de plantas

Es evidente que en los agro ecosistemas con integración de cultivos y crianzas no son compatibles con los monocultivos y sí demandan de una potente diversidad funcional de sus comunidades de plantas. La más alta capacidad de reciclar nutrientes y propiciar una alimentación balanceada de los animales la alcanzan los sistemas en cuanto más diversificada sea la producción de fitomasa.

Existen muy variados diseños y métodos de manejo donde cultivos y crianzas de ganados se integran en la misma unidad administrativa de tierras o agro ecosistemas; éstos dependen mucho de las metas y aspiraciones de los agricultores, del tamaño o extensión del sistema agrario entre otros. Algunos sistemas de uso de tierras con integración de cultivos y crianzas:

- Silvopastoriles con árboles frutales.
- Agrosilvopastoriles con cultivos de ciclo corto y árboles frutales u otros propósitos.
- Sucesión de cultivos de ciclo corto con pastoreo de rastrojo de cosechas y población herbácea espontánea.
- Sucesión de cultivos de ciclo corto con pasto.

La presencia de árboles bien distribuidos en la comunidad vegetal propicia ambientes donde se regulan variables del clima como son la temperatura, la radiación solar, la velocidad del viento, la humedad relativa y se favorece el microclima apropiado para los cultivos de ciclo corto, plantas herbáceas de los pastizales y los animales de cría. También los árboles contribuyen a mejorar las tazas de infiltración de la lluvia, el reciclado de los nutrientes y a preservar la materia orgánica del suelo.

Comunidad animal

Manejar los sistemas agrarios con interés de obtener la máxima eficiencia de la fitomasa total producida más que buscar los máximos rendimientos en un solo rubro impone a la comunidad de animales requisitos tales como: ser eficientes en la utilización de los recursos alimentarios generados internamente y por consiguiente su ritmo de crecimiento, engorde, reproducción y producción deberán ajustarse al valor nutritivo de los alimentos.

Seleccionar las especies y razas así como decidir la cantidad de animales para un sistema agrario determinado es un elemento clave en el éxito de uso y manejo de sus tierras y demás recursos. Esta selección se vincula directamente con la capacidad de producción total de fitomasa de la comunidad vegetal, con la fracción de la fitomasa que se destina como alimento para los animales y con la calidad o valor nutritivo de este alimento. Seleccionar la especie, raza y tamaño de los rebaños animales se relaciona con:

- La producción total de fitomasa.
- La cantidad de esta fitomasa que destina como alimento para los animales.
- La calidad o valor nutritivo de este elemento.

Es evidente que cada región climática impone sus límites por cuanto determina sobre las especies y el comportamiento de las plantas de la comunidad vegetal tanto de cultivos de ciclo corto, perennes y la vegetación espontánea.

También la selección de animales está relacionada de modo directo con las metas, aspiraciones, la cultura de crianza y hábitos de consumo de los agricultores y decidores en cada entorno social y características de los mercados a los cuales tiene acceso.

Los herbívoros, en particular los rumiantes y équidos son excelentes animales para los sistemas integrados por su elevada capacidad para cosechar directamente y convertir recursos alimentarios no competitivos con las necesidades humanas. Dentro de ellos los productores de leche son muy eficientes, capaces de convertir, en una relación hasta 1:1, la materia seca en producto lácteo aprovechable si el valor nutritivo del recurso alimentario es alto.

El valor de estos animales para los sistemas integrados también radica en el volumen de estiércol que son capaces de generar, 6.0; 8.0 y 12 ton/año por cada unidad de peso vivo equivalente a 450 Kg para los ovinos, equinos y vacas lecheras respectivamente. Ello significa que cada unidad de peso referida puede realizar una enmienda de una hectárea cada cinco (5), cuatro /4) y tres (3) años respectivamente con 30 ton de estiércol como mínimo.

Para la selección de los animales también se tendrá en consideración que reúnan una apropiada relación entre adaptación ambiental y productividad; se buscan animales poco dependientes de medicamentos y adaptados a la región climática donde se ubica el sistema agrario, capaces de convertir con eficiencia los recursos alimentarios disponibles en productos útiles. Una constante mejora y selección genética dentro del propio ambiente del agro ecosistema determinará mucho en los resultados favorables en el orden de productividad total.

Manejo

La existencia misma, su estabilidad y productividad del sistema agrario dependen decididamente de cómo se manejan las comunidades de plantas en atención, primero a las necesidades de protección y mantenimiento de sus recursos básicos: suelo, agua y la propia comunidad vegetal. Los animales herbívoros son excelentes herramientas para el manejo de las comunidades de plantas cuando tienen su acceso limitado y planificado acorde con los ciclos vegetativos, de maduración y de cosecha, un ejemplo negativo muy conocido es el pastar los rebrotes de la hierba antes de su maduración y su relación con la destrucción de los pastizales, mucho más si esta acción es continuada con cargas por encima de las posibilidades de producción de fitomasa.

La estabilidad y sostenibilidad depende mucho del nivel de utilización que el ganado haga de la producción total de fitomasa; es necesario restringir el acceso de los animales para permitir una protección suficiente de los recursos del sistema y por consiguiente esto se traduce en ajustar constantemente la carga acorde a la disponibilidad y las necesidades no sólo de los animales sino del sistema.

Tabla 29. Indicadores sugeridos para utilizar la fitomasa total producida en agro ecosistemas integrados.

Fuentes de fitomasa	Nivel máximo de acceso por el ganado (%)	Nivel mínimo dejado al suelo y las plantas (%)
Rastrojos fibrosos de cosechas	30 – 40	60 – 70
Pastizales herbáceos	70 – 80	20 – 30
Forrajeras	80 – 85	15 – 20
Abonos verdes y cultivos de cobertura pastados	25 – 35	65 – 75
Árboles y arbustos forrajeros	30 – 60	40 – 70
Árboles, setos vivos	30 – 40	60 – 70
Árboles frutales y maderables	Sólo podas ocasionales	-

El acceso del ganado a la producción vegetal total de fitomasa tendrá que estar siempre restringido a menos cuarenta (40) por ciento, de los contrario la presión sobre las comunidades vegetales determinará su agotamiento, reducción drástica de su capacidad fotosintética y por consiguiente de la producción de fitomasa. Como consecuencia los propios herbívoros entrarán en estrés de hambre, reduciendo su capacidad de reproducción, crecimiento y por supuesto engorde y producción.

Referencias bibliográficas

1. Altieri, M.: Agroecología. Bases científicas para una agricultura sostenible. Ed. Por CLADES y ACAO. La Habana, Cuba, 1997.
2. Bergen, S.D., Bolton, Susan y Fridley, J.: Desing principles for ecological engineering. ECOLOGICAL ENGINEERING, 18, p. 201-210, 2001.
3. Bonino, M.: Pollos y huevos camperos: Bases para una Avicultura Ecológica. IV Curso de Producciones Ecológicas, INTA, 1999.
4. Brown, L. : Facing Food Scarcity. World Watch. Noviembre/Diciembre, 1995.
5. CAST: Animal Agriculture and Global Food Supply. Council for Agricultural Science and Technology. Task Force Report (135), 1999.
6. Comeron, E.: Leche y lácteos orgánicos certificados. IV Curso de Producciones Ecológicas, INTA, 1999.
7. Crespo, G. e I. Rodríguez: Contribución al conocimiento del reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal en Cuna. EDICA. Cuba, 2000.
8. Crespo, G. y O. Arteaga: Utilización del estiércol vacuno pata la producción de forraje. ICA. La Habana. Ed. Dirección de Información Científico Técnica ISCAH, 1984.
9. CTA: Estrategia para el desarrollo de producciones orgánicas en el MINGA. Consejo Técnico Asesor. Ministerio de la Agricultura. Cuba, 2002.
10. Damme, K.: Nutricional requirements of poultry of different genetic background. Possibilities and limits in biofarms. Tierarztliche-Praxis-Ausgabe-G-Grosstiere-Nutz28:5, 289. CAB Abstracts 2000/08-2001/07.

11. Delgado, C., Rosegrant, M.W. y Meijer Siet: Livestock to 2020: Th eRevolution Continues. International Agricultural Trades Research Consortium, New Zeland, 2001.

12. Delgado, C., Rosegrant, M.W., Steinfeld, H., Ehuí, Simeón y Courbois, C.: Livestock to 2020: The next food revolution. Food, Agriculture and the Environment. Discussion Paper 28. Washington, D.C. International Food Policy Research Institute, 1999.

13. Estévez, Inma: Normas de bienestar para ponedoras: situación en las EEUU. Avicultura Profesional, 20(3):24, 2002.

14. FAO: Red internacional de fomento de la avicultura familiar, Marzo, 2002.

15. Fraga, L.: Los patios: Su interés dentro de la producción animal de carácter orgánico. Agricultura Orgánica, 3:1, 16, 1997.

16. Funes, F.: Integración ganadería-agricultura con las bases agroecológicas. Consejo de Iglesias de Cuba. DECAP, 2000.

17. Gómez, P.: Carne bovina ecológica. Una alternativa de producción. Panorama Ganadero. Julio No. 8, 2000.

18. Gómez, P.: Producción orgánica. Concepto. Mercado. Perspectivas. IV Curso de Producciones Ecológicas. Unidad Integrada. Balcerce, INTA, 1999.

19. Gonella, C., Hernández, R.A., Pérez, L. A., Homse, A.C.: Producción ecológica: Naturalmente de calidad. INTA, 1999.

20. Griffin, M.: Market developments for Organic Meat and Dairy Outlook Conference, August, Rome. Dairy Outlook List, 2002.

21. Huss, D.: Papel del Ganado doméstico en el control de la desertificación. FAO. Oficina regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 1993.

22. Kolmans, E. y D. Vásquez: Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Ed. SIMAS-CICUTEC, Managua, Nicaragua, 1996.

23. Lohr, Luanrre: Factors Affecting International Demand and Trade in Organic Food. Economic Research Service. http://www.fas.usda.gov.

24. Lon-Wo, Esmeralda: Utilización de recursos energéticos tropicales en la alimentación de aves. V Encuentro sobre nutrición y producción de animales monográstricos: Producción de aves, Maracay, Venezuela, 1999.

25. Montjoie, Y.: Huevos alternativos: Rendimiento y rentabilidad frágiles. Selección Avícola. 44(3):180, 2002.

26. Monzote, M., Muñoz, E. y F. Funes Monzote: Integración ganadería-agricultura en Tranformando el Campo Cubano. Avances en la agricultura sostenible. Ed. ACTAF – Grupo de Agricultura Orgánica, Food First y CEAS-UNAH, 2001.

27. Muñoz, E.: manejo integrado y sostenible del sistema de producción de pequeños productores. Seminario –Taller internacional "Metodologías de investigación pecuaria en sistemas de producción de pequeños productores", CIAT, 10 al 12 de febrero, Santa Cruz, Bolivia, 1998.

28. Muñoz, E.: Principios y fundamentos de la integración agrícola-ganadera. Revista Agricultura Orgánica, 3(1):11, 1997.

29. Muñoz, E: Indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción de lecho bovina en el trópico. Rev. Cubana de Agricultura.1(1):25, 2000.

30. NOSB: Draft recommendation access to the outdoors for poultry. NOSB Livestock Committee. December 21/2001, http://www.fas.usda.gov.

31. Pampín, M.: Avicultura Alternativa: La gallina semirústica como vía de producción de huevos en pequeña escala. Revista ACPA. 1(96):30, 1996.

32. Primavesi, A.,A agricultura em regios tropicais. Manejo ecologico do solo. 9na Ed. Sao Paulo, Brasil, 1990.

33. Rifkin, J.: Ante una auténtica crisis alimentaria global. IFPRI. http://wwwifpri.org.

34. Rossco, Olga: Pautas para la producción de carne ecológica. IV Curso de Producciones Ecológicas, INTA, 1999.

35. Sánchez, M.: Ganadería en la Agricultura de Conservación. Primera Conferencia Electrónica de la FAO, http://www.fao.org.

36. Shah, M.M. and Strong, M.F.: Food in the 21 century: from science to sustainable agriculture. World Bank, 2000.

37. USDA: Organic Food standard and labels: The Facts. http://www.ams.usda.gov/nap.

38. Valdivie, M.: Sistemas de producción de aves en Cuba. V Ecuentro sobre nutrición y producción de animales monogástricos: Producción de aves, Maracay, Venezuela, 1999.

39. Venegas, R.V. y G.G. Siau: Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Agroecología y desarrollo, (7):15, CLADES, 1994.

40. Viento, E.: En la explotación de Anne Jezéquiel, desde el campo hasta el huevo, todo es bio. Sellecc. Avícolas. 43: 9:540, 2001.

CAPÍTULO 8. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO PREDIAL.

Dr. Nelso Companioni Concepción

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

8.1 Sistemas de Producción. La Experiencia Cubana.

Las múltiples condiciones existentes en las que se desarrolla la producción de alimentos, tanto desde el punto de vista agroclimático, como organizativo y socioeconómico, matizado a su vez por las diferentes formas de tenencia de la tierra, las tecnologías de producción utilizadas y los destinos de la producción han propiciado la existencia de variados sistemas de producción, encontrándose entre los más generalizados los siguientes:

3) Sistema de Agricultura Extensiva.

Ocupa la mayor parte del área dedicada a la producción de alimentos. Es practicada por la casi totalidad de las estructuras organizativas existentes en la agricultura, pudiéndose agrupar su actividad productiva en 2 categorías.

Con aseguramiento de insumos. Son aquellas producciones extensivas que cuentan con un nivel de insumos que garantizan producciones con rendimientos adecuados, tales como fertilizantes, pesticidas, riego y otros.

Las producciones a practicar en este Sub – Sistema dependen de las posibilidades económicas para su financiamiento, de la importancia estratégica en la alimentación de la población y del nivel de respuesta económica que brinde la inversión que en ellos se realizó, entre los más generalizados en las condiciones de Cuba se encuentra la exportación tabacalera, de los cítricos y del arroz; así mismo se contempla parte de la producción de hortalizas, granos y viandas. Entre las producciones pecuarias el ganado de leche y de carne, de mayor potencial genético y las producciones de ganado menor.

Con bajos insumos.

Fig. 24. Empleo de la tracción animal.

Estas producciones se realizan en lo fundamental con el aseguramiento local que puedan agenciarse los productores, en la mayoría de los casos desprovistos de sistemas de riego y de protección fitosanitaria, utilizando en su lugar todas las alternativas posibles como son las siembras en correspondencia con los períodos lluviosos, la rotación e intercalamiento de cultivos, la alimentación ganadera a partir de pastos naturales y forrajes producidos en la finca.

La nutrición de los cultivos se apoya con la aplicación de algún nivel de abonos orgánicos producido localmente y con creciente regularidad se aplican biofertilizantes y controles biológicos.

En dependencia de la maestría del agricultor y de la eficacia en el uso de agrotecnias alternativas, algunas producciones con bajos insumos logran alcanzar rendimientos aceptables y calidad de productos para su comercialización a distintos niveles

Entre las producciones más comunes en este Sub – Sistema se encuentran los frutales varios, el café, los forestales, parte de las hortalizas, viandas y granos, los pastos naturales, la ganadería ovino – caprina, la cría popular de aves y gran parte del ganado mayor.

Sistema de Agricultura Intensiva Convencional.

Comprende producciones con el uso de tecnologías de avanzada, altos consumidores de insumos y exigentes en la disciplina tecnológica. Su objetivo central es la obtención de altas producciones por unidad de área o animal. Por lo general usan tecnologías agresivas al medio. Se pueden practicar en la mayoría de las producciones de cultivos o animales. Entre las más generalizadas en Cuba se encuentra el cultivo de la papa que incluye la siembra y la cosecha mecanizada, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas químicos, diversas tecnologías de riego y su conservación post cosecha en cámaras refrigeradas.

Con tecnologías de Agricultura Intensiva Convencional se obtienen algunas producciones de arroz, cítricos, tabaco y hortalizas. Para estas últimas se utilizan los invernaderos o casas de cultivos; así como los hidropónicos y zeopónicos:

Entre las producciones pecuarias con Sistema de Agricultura Intensiva sobresale la producción de huevo y carne de aves así como parte de la producción de carne de cerdo y conejo y en menor nivel la ganadería lechera con alto potencial genético.

Sistema de Agricultura Urbana.

Fig. 25. Cultivo de Hortalizas en Organopónico.

La práctica ha demostrado el amplio potencial productivo que encierran nuestros pueblos y ciudades para producir alimentos sanos de uso directo por la población, sobre la base de tecnologías orgánicas con profundo carácter de sustentabilidad.

Los numerosos espacios vacíos existentes en zonas urbanas y su periferia junto a la abundante fuerza de trabajo disponible han permitido desarrollar un sistema productivo cuyo principal impacto se refleja en: fuente de empleo, diversidad de productos para la alimentación e incremento de la biodiversidad y de la belleza del entorno.

La Agricultura Urbana comprende toda la actividad de producción de alimentos en el perímetro urbano y peri urbano, en una extensión que depende de las características de cada ciudad. En Cuba por lo general 10 Km. alrededor de las capitales provinciales, 5 Km. en las capitales municipales y 2 Km. en los restantes pueblos. En la Capital del país se comprende toda el área geográfica de la misma y en los asentamientos poblacionales de 15 ó más viviendas comprende el área que garantice el suministro de vegetales y parte de las frutas y proteínas de origen animal a la población allí residente.

Definición:

La producción de alimentos dentro del perímetro urbano y periurbano aplicando métodos intensivos, teniendo en cuenta la interrelación hombre - cultivo - animal - medio ambiente y las facilidades de la infraestructura urbanística que propician la estabilidad de la fuerza de trabajo y la producción diversificada de cultivos y animales durante todo el año, basadas en prácticas sostenibles que permiten el reciclaje de los desechos.

La Agricultura Urbana es una agricultura intensiva en su explotación pero utiliza solo tecnologías orgánicas no contaminantes sobre la base de los recursos existentes en cada territorio. Sus producciones son integradas, completándose entre sí, los residuos vegetales para la alimentación animal y los residuos animales (estiércol) para la nutrición vegetal. El semisombreo producido por frutales, forestales y así como por las edificaciones permite un nivel del cultivo del café, banano, flores, y otros cultivos, además algunas producciones de ganado menor. En Cuba se desarrollan 28 actividades o Subprogramas, de los cuales 12 corresponden a cultivos, 7 a producciones pecuarias y 9 son actividades de apoyo dirigidas al aseguramiento tecnológico, científico técnico y de capacitación.

Toda la práctica productiva de la Agricultura Urbana debe estar en total armonía con el entorno urbanístico donde se desarrolla.

El alto número de pequeñas unidades de producción que se organizan y de la infraestructura de apoyo a esas producciones, así como la participación de las viviendas con sus patios y “parterre” le dan carácter a la Agricultura Urbana de un Sistema de Producción Popular.

Por este motivo en correspondencia con las características del escenario donde se desarrolla y a la necesidad de capacitación a productores y usuarios, la Agricultura Urbana acompaña su actividad productiva con distintos programas relacionados con la cultura general de la población, priorizando los aspectos alimentarios, de medio ambiente, así como la educación, la salud y el empleo. Además necesita de un trabajo participativo y coordinado entre todos los niveles que tienen relación con la producción, procesamiento y distribución de alimentos y su relación con la vida de la ciudad (gobierno, partido, sindicato, instituciones involucradas, ONGs, etc.).

Para coordinar toda la actividad de la Agricultura Urbana la experiencia en Cuba ha sugerido la siguiente estructura:

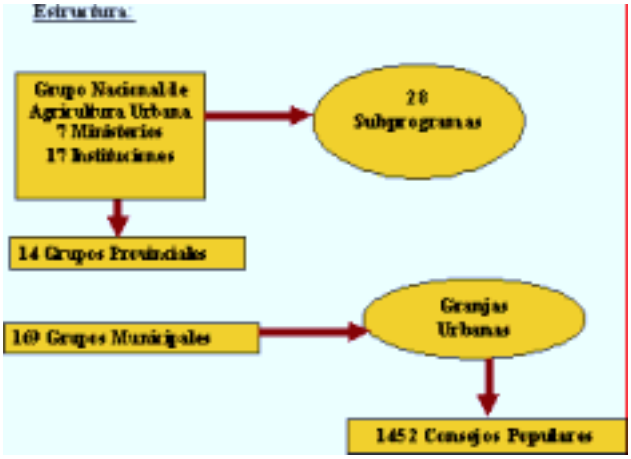


Fig. 26. Estructura de la Agricultura Urbana en Cuba.

El Grupo Nacional de Agricultura Urbana traza los lineamientos y estrategias de trabajo y controla la actividad de los 28 Subprogramas. Se auxilia para ello de Grupos Homólogos a nivel de provincia y municipio. En este último nivel se organiza una Granja Urbana para coordinar la actividad general de la Agricultura Urbana en todos los Consejos Populares que conforman el municipio. En cada Consejo Popular existe un representante de la Agricultura Urbana el cual además es un Extensionista por excelencia.

Dadas las múltiples condiciones y posibilidades para producir alimentos en las unidades y sus periferias son utilizadas distintos tipos de unidades productivas.

Escenario fundamental donde se desarrollan las producciones.

- Organopónicos
- Huertos Intensivos
- Patios y Huertos Caseros
- Parcelas
- Fincas Suburbanas
- Áreas de Autoabastecimiento de Empresas y Organismos
- Cultivos Domésticos (Agricultura del hogar)
- Cultivos sin suelo
- Cultivos Protegidos

En la mayoría de estas modalidades productivas se desarrolla tanto el cultivo de plantas como crianza de animales, practicando una en función de la otra.

Toda la actividad productiva se apoya en una logística cuya red de unidades son un factor adicional de empleo y reanimación económica de la localidad.

- Red de Consultorio-Tiendas del Agricultor
- Casas de Posturas
- Clínicas Veterinarias
- Fincas Municipales de Semillas
- Viveros Populares y Tecnificados
- Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE)
- Centros y Microcentros de abonos orgánicos

Las unidades de la Agricultura Urbana constituyen además un escenario idóneo para la participación de los centros de investigación y la docencia para desarrollar en ellas actividades de investigación, extensionismo y capacitación de los productores y población en general priorizando los niños y adolescentes.

Los principales impactos del Sistema de Agricultura Urbana están representados en:

- Producción de alimentos sanos con oferta directa a la población.
- Fuente de empleo, incluyendo mujeres y jóvenes.
- Incremento de la biodiversidad.
- Reanimación económica en las localidades.

- Cultura agrícola y alimentaría de la población.
- Embellecimiento de ciudades y su periferia.
- Desarrollo del medio ambiente.

El desarrollo del Sistema de Agricultura Urbana constituye una importante contribución al bienestar de la población y a la consolidación de nuestras unidades.

Sistema de Producción Orgánica.

Fig. 27. Producción de Materia Orgánica.

Constituye la máxima expresión de la producción de alimentos en armonía con la naturaleza, utilizando tecnologías y medios debidamente autorizados que posibilitan al final la certificación de calidad orgánica de su producción.

El desarrollo de la producción orgánica está antecedido por fases preparatorias dirigidas a la adecuación, descontaminación y creación de condiciones productivas que permitan el desarrollo de una producción sin interferencias contaminantes al producto a consumir ni al medio que lo sustenta.

Su factibilidad en Cuba se debe a las experiencias empíricas y resultados científico - técnicos acumulados durante años por campesinos y centros de investigación agraria del país, a la conciencia generalizada sobre la necesidad de establecer vías de producción de alimentos más naturalizados en armonía con el medio ambiente y en correspondencia con las necesidades integrales de la población, y al desarrollo durante las últimas décadas de un profundo programa dirigido a elevar la cultura integral del pueblo cubano.

El soporte fundamental del Sistema de Producción Orgánico en Cuba está constituido por los siguientes factores:

1) Incremento y conservación de la fertilidad del suelo a través de un amplio y profundo programa de medidas antierosivas y de laboreo del suelo, de acopio, procesamiento y producción de abonos orgánicos, incluyendo los abonos verdes o de cobertura y de un manejo adecuado de las tecnologías para la explotación de cultivos y animales.

2) El uso de variedades de cultivo, razas de animales y técnicas de explotación adecuadas a las distintas condiciones agroclimáticas locales y a la época del año.

3) El manejo integrado del cultivo y animales para contrarrestar el efecto de plagas y enfermedades, que incluyen medidas organizativas y profilácticas en la explotación, así como un amplio uso de controles biológicos, pesticidas botánicos y de medicina alternativa.

4) La vinculación financiera del productor al resultado final de su trabajo, con el fin de alcanzar la máxima producción por área/ año, óptima calidad de las producciones y el mayor bienestar de los actores directos del proceso productivo.

Otros sistemas de producción pueden tener en mayor o menor grado un marcado carácter de producción orgánica, sin embargo su proceso productivo aún no se somete a la certificación y sus productos se destinan al consumo normal de la población.

Así sucede con la mayoría de las producciones de la Agricultura Urbana, de los sistemas integrados agroecológicos, de parte de la Agricultura Extensiva y otros.

Entre las producciones orgánicas más representativas de este sistema en Cuba, además de los señalados anteriormente, pero con proceso de Certificación Orgánica se encuentran:

1) Producción de azúcar orgánica.

El principal desarrollo de esta producción se encuentra en la zona central del país (Villa Clara) previéndose que en cada provincia haya por lo menos un central azucarero produciendo este tipo de azúcar (Varela, citado por Funes, 2001).

En estos sistemas productivos se utilizan prácticas orgánicas o ecológicas que incluyen el cultivo intercalado o en rotación de la soya y otras leguminosas, control de plagas con medios biológicos, uso de biofertilizantes, compost, cachaza, abonos verdes y otros.

Producción de cítricos orgánicos.

Se produce tanto la fruta come el jugo procesado previa transformación del proceso en áreas comerciales. Se desarrolla en la provincia La Habana, Cienfuegos, Ciego de Ávila, Granma, Guantánamo, e Isla de la Juventud.

Debe señalarse que en el presente la mayoría de las plantaciones de frutales del país no ha recibido aplicación alguna de fertilizantes, ni pesticidas químicos durante los últimos años que ya sobrepasa la década, por lo que están aptas para su validación como producto orgánico.

Café y cacao.

En la zona oriental del país se encuentra en proceso unas 3000 ha de café y 1500 ha de cacao las cuales se explotan por vías orgánicas.

Sistema Agricultura de Montaña.

Fig. 28. Áreas de Cultivo en zonas montañosas.

Las características de relieve accidentado de las zonas montañosas hacen de estos territorios ecosistemas muy frágiles.

Sobre esta base fundamental se articula el Sistema de Agricultura de Montaña, elevando al máximo nivel de prioridad, todas las acciones encaminadas a la protección ambiental y al fortalecimiento de las medidas antierosivas para la conservación del suelo.

La superficie de las zonas montañosas en Cuba es de 18208 Km^2, ó sea cerca de 2 millones de ha (18% del área total), residiendo en las mismas el 6,8 % de la población total del país.

La Agricultura de Montaña está organizada sobre la base de la autosustentabilidad, con alcance al autoabastecimiento alimentario.

Por lo general las producciones de alimentos alcanzan bajos rendimientos excepto la producción de café y la miel de abejas en algunas localidades. Además del café y la miel en la Agricultura de Montaña se destaca la producción forestal (madera y sus derivados), el cacao, los frutales, las viandas y las hortalizas. Estas últimas en unidades productivas de la Agricultura Urbana y alrededor de los asentamientos poblacionales.

Fig. 29. El cultivo del plátano en zonas montañosas.

La producción animal se concentra en el ganado menor, sobresaliendo el ovino – caprino y las aves, y en menor grado el vacuno. Se le da alta prioridad al ganado mular como animal de trabajo y transportación.

Las medidas de conservación y mejoramiento de suelos se apoyan en la forestación de fajas protectoras de embalses de agua y causes, en el desarrollo de más de 800 fincas forestales con un adecuado manejo silvícola, y en la producción de abonos orgánicos a partir de los residuos de las despulpadoras del café y del procesamiento de la madera.

El perfeccionamiento tecnológico de la Agricultura de Montaña se fundamenta con el accionar de 3 centros científicos especializados con dependencias propias y de otras entidades científicas, distribuidos en todos los territorios, así como con tres Facultades de Montaña y 28 Institutos Politécnicos Agropecuarios de Montaña. Todo el desarrollo de la Agricultura de Montaña está encaminado a la consolidación de este importante ecosistema y al incremento del nivel de vida de la población montañesa.

Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles.

Los Sistemas agroforestales vinculan la integración de los árboles a los sistemas agropecuarios tradicionales, logrando un conjunto armónico de cultivos en un área donde se combinan especies temporales, anuales, semi - perennes y perennes con la finalidad de producir alimentos en forma intensiva para el consumo humano y animal, además de satisfacer otras necesidades propias del sistema o de los seres vivos que lo habitan, (Sánchez y Chávez, citado por Funes, 2003).

Fig. 30. Ciclo de nutrientes en sistemas Silvopastoriles

Fuente: Dr Gustavo Crespo

Fig. 31. Sistemas Sivopastoriles en la Habana.

Fuente: Hilda Machado, 2003

Estos sistemas constituyen un medio adecuado para la producción animal por métodos sostenibles y a la vez se obtienen producciones de los árboles (sombra, madera, frutas etc.)

El sistema silvopastoril combina la acción del pasto y del animal, interactuando con los árboles. Es una opción agropecuaria sometida a un sistema de manejo integrado sobre bases agroecológicas en busca del incremento de la productividad y el beneficio productivo a largo plazo.

Es un sistema biótico y abiótico en desarrollo dinámico y constante, con sus componentes básicos: animales, árboles, pasto básico, flora y la fauna del suelo y la superficial, el suelo, el reciclado de nutrientes, los factores abióticos y otros factores socioeconómicos (Febles, 2003).

Mediante la combinación adecuada de los principios anteriores es posible brindar opciones para incrementar en forma notable la eficiencia biológica y económica de la producción animal del trópico.

Sistemas Integrales Agroecológicos.

Este sistema constituye un ejemplo de sustentabilidad en la explotación agraria. Está conformado por unidades en la cual coinciden varias producciones y actividades agropecuarias en total armonía con el medio y en la magnitud que éste lo permita. Gran parte de las producciones alcanzadas en estos sistemas reúnen los requisitos necesarios para alcanzar la categoría de productos orgánicos.

El principal objetivo de los sistemas integrados agroecológicos es el desarrollo de una conciencia para producir alimentos de forma más naturalizada en armonía con el medio ambiente y que a su vez sea económicamente viable, aportando alimentos sanos y al alcance de la población.

Su accionar productivo constituye un importante escenario para la formación y capacitación de los campesinos, así como para el desarrollo de la investigación y la enseñaza agroecológica.

En Cuba se desarrollan en este sistema los faros agroecológicos, las fincas forestales integrales y las fincas agroecológicas.

Los Faros Agroecológicos se organizan en unidades colectivas como las UBPC, CCS y CPA y tienen la finalidad de promover la práctica de la producción agrícola sostenible aplicando conceptos agroecológicos. Los primeros se crearon en la provincia La Habana y después en Pinar del Río, Ciudad Habana, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Villa Clara, Las Tunas y otros territorios.

Las Fincas Forestales Integrales combinan varias producciones agrícolas y pecuarias con su principal objetivo que es la producción forestal y la conservación del medio. Su distribución principalmente comprende las zonas montañosas.

Las Fincas Agroecológicas comprenden todas las producciones agropecuarias posibles a realizar en cada área en particular de acuerdo a las condiciones propias locales.

El desarrollo de los Sistemas Integrados Agroecológicos ha estado acompañado de un fuerte programa de capacitación con participación de entidades internacionales y de la Escuela Nacional de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños.

8.2 Diseño Predial

Las múltiples variantes de unidades dedicadas a la producción de alimentos, en el marco de las estructuras de tenencia de la tierra, otorgan al Diseño Predial en Cuba, características especiales.

La producción de alimentos en Cuba se realiza a través de 10 formas organizativas de la explotación agraria, de las cuales tres tienen carácter estatal ocupando el 32,8 % de la tierra cultivable (empresas estatales, granjas estatales de nuevo tipo y áreas de autoconsumo estatales), mientras las producciones de las 7 formas organizativas restantes son de carácter privado con el 67,2 % del área cultivable (UBPC, CPA, CCS, campesinos no asociados, usufructuarios, parceleros y patios).

En las formas organizativas estatales, Empresas, Granjas de Nuevo Tipo y Autoconsumos de Entidades, tanto la tierra como los medios de producción pertenecen al estado. La principal diferencia entre estas formas radica en que en las Empresas Estatales los trabajadores son asalariados con una vinculación al resultado final de su trabajo de acuerdo a los cumplimientos de los planes de producción de la empresa, mientras que las Granjas de Nuevo Tipo, adquieren una mayor autonomía y los trabajadores reciben un pago acorde con el trabajo realizado y los resultados productivos. Los Autoconsumos Estatales de Entidades Estatales obtienen producciones para apoyar la seguridad alimentaria del consumo social de sectores no especializados en la agricultura. Utilizan tierras que generalmente permanecían ociosas y fuerza laboral sobre – empleada. El proceso productivo se realiza con soluciones alternativas para el trabajo y los insumos. Tienden a ser auto sostenibles, con el carácter orgánico de sus producciones.

En estas Entidades Estatales es lento el desarrollo del sentido predial, en el manejo de las mismas, sin embargo se alcanza a niveles importantes el sentido de pertenencia de los productores y el surgimiento voluntario de múltiples iniciativas y alternativas para darle solución a los problemas productivos, haciendo más eficiente la producción. Esto se logra con un fuerte trabajo de capacitación y de apoyo por parte de la administración y de las organizaciones políticas y de masas de trabajadores.

Entre las formas organizativas de producción no estatal se encuentran:

a) Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC).

Estas se encuentran formadas por trabajadores de la Empresa Estatal, los cuales reciben colectivamente en usufructo gratuito la tierra, pero compran los medios de trabajo, animales, edificaciones, etc. Son autoadministradas y financieramente independientes. Reciben los beneficios según su participación individual.

La autoridad máxima es la Asamblea General de membresía. Tienen personalidad jurídica propia y ocupan aproximadamente 1,5 millones de ha, ó sea poco más del 20 % del área cultivable.

b) Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA).

Están formadas por propietarios de tierra que voluntariamente las han entregado para su uso colectivo. Son dueños tanto de la tierra como de los medios de `producción y reciben beneficios de acuerdo a su participación personal. Ocupan cerca del 10 % del área cultivable.

c) Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS).

Se constituyen con la asociación de tierras privadas o en usufructo con una participación en el proceso productivo más individual y reciben los beneficios que cada cual es capaz de crear.

Su asociación “colectiva” les da posibilidad para recibir créditos y otros servicios para la producción. De esta forma pueden aprovechar las posibilidades de apoyo, fundamentalmente estatal para el desarrollo de sus producciones. Ocupan el 11,8 % del área cultivable.

En estas tres formas Organizativas no Estatales, con producción colectivizada, se desarrolla en alto grado la forma predial de manejo de la producción y especialmente la participación individual como fuentes independientes de generación de ideas, iniciativas y alternativas para fortalecer y consolidar el proceso productivo.

La forma colectiva en que se desarrollan estas variantes organizativas crean buenas condiciones para desarrollar programas de asistencia técnica y de capacitación a todos los productores, así también se facilita la prestación de servicios estatales tanto para la producción como para el uso social, colectivo o personal de los productores y sus familias.

Entre las Formas Organizativas no Estatales de carácter individual se encuentran:

a) Campesinos no asociados.

Fig. 32. Pequeño Agricultor.

Son dueños de la tierra y los medios de producción. Sus planes de producción están en correspondencia con sus posibilidades y el apoyo que reciben de organizaciones locales y de entidades estatales.

b) Usufructuarios.

Son productores que reciben tierra del estado en usufructo para el desarrollo de determinada producción (café, cacao, tabaco, arroz y otras) , además pueden realizar otros tipos de producción de alimentos. Comprometen parte de la producción con venta al estado y venden libremente los excedentes de otras producciones.

c) Parceleros.

Localmente se entregan parcelas de hasta 0,2 ha para producir alimentos como autoabastecimiento familiar y comercializar libremente los excedentes de productos. Por lo general los parceleros se asocian en grupos locales para aumentar la eficiencia de su producción y facilitar los tratamientos post cosecha y comercialización, alcanzando con esto otras facilidades como en formas anteriores.

d) Patios y Huertos Caseros.

Es la forma organizativa más numerosa de producción de alimentos. A su vez la más dinámica en cuanto a participación individual se refiere. Solamente en el Subprograma de producción de Hortalizas y Condimentos Fresco, se encuentran organizados 536136 patios.

Los productores comprendidos en estas Formas Organizativas de Producción Individual no Estatal, reciben igual atención en cuanto a asistencia técnica y capacitación se refiere a través del Programa Nacional de Agricultura Urbana, de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños y de distintos niveles del Ministerio de la Agricultura y de otras entidades nacionales o locales relacionadas con la producción y distribución de alimentos.

En estas unidades se manifiesta al mayor nivel el sentido predial, en todo el accionar tanto productivo como organizativo relacionado con la unidad y con los propios productores.

No obstante, se han creado condiciones para que en cualquier tipo de forma organizativa en que accione un productor, se sienta dueño o desarrolle el sentido de pertenencia de toda la actividad a la máxima expresión. De esta forma se expresa el esfuerzo personal, con sentido predial de todos los productores, para alcanzar la máxima diversificación, eficiencia y calidad de las producciones de alimentos en Cuba.

Referencias bibliográficas

1. ACTAF.: Desafíos de la Agricultura Orgánica para los países en desarrollo. La experiencia cubana al alcance de todos. Asociación de Técnicos agrícolas y forestales. (ACTAF), 2000.
2. Companioni, N. Yanet Ojeda, E. Paéz y Catherine Murphy.: La Agricultura Urbana en Cuba. Libro Transformando el Campo Cubano. Pág. 93 – 109. ACTAF- Foodd First. 2001.
3. Crespo, Gustavo.: Conferencia “Reciclaje de nutrientes en los Sistemas silvopastorales”. Instituto de Ciencia Animal. Curso Internacional de ganadería, desarrollo sostenible y medie ambiente. La Habana, Cuba, 3 -8 marzo.
4. FAO.: Estrategias para mejorar el desempeño de los servicios de apoyo a los pequeños agricultores. Serie: Desarrollo Rural (5), 1987.
5. Funes Agriar, Fernando.: El Movimiento cubano de Agricultura Orgánica. Libro Transformando el Campo Cubano. Pág. 15-38. ACTAF Food First., 2001.
6. Funes Agriar, Fernando.: Pastos y forrajes tropicales, ganadería sostenible y medio ambiente. Pág.104-117. Retos Futuros. Mod. 5.
7. GNAO. Grupo Nacional de Agricultura Orgánica. Tendencias mundiales de la Agricultura Orgánica. Primer Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, mayo 1993. Pág. 1-7. ICA, San José de las Lajas La Habana. Cuba.
8. Machado, Hilda y G. Martín.: Conferencia “Situación ambiental en ecosistemas agropecuarios propuesta de soluciones para una producción sostenible”. Curso Internacional de ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. La Habana, Cuba, 3 - 8 marzo.
9. MINAG – MES.: Aspectos conceptuales a considerar para el empleo de sistemas silvotropicales en área tropicales. Curso Internacional de Ganadería. Módulos I y II. Pág. 105–108, 2003.

CAPÍTULO 9. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD Y LA INOCUIDAD EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS.

Ing. Félix M. Cañet Prades, Ph. D, Lic. Mirian Gordillo Orduño e Ing. Michely Vega León

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba.

9.1 Introducción.

La producción de alimentos orgánicos constituye un agronegocio en rápida expansión a nivel mundial enfocado a satisfacer las expectativas de un sector del mercado internacional de alimentos que desea consumir productos con mayor calidad e inocuidad, asegurada o certificada y dispuesto a pagar precios superiores por ello. Esta preferencia de un sector de los consumidores, en mercados que diferencian a los productos, constituye una posibilidad de agregar valor para los productores que implementan prácticas de producción social y/o comercial ambientalmente sostenibles y responsables, basadas en principios aceptados internacionalmente, como: 1) Considerar el manejo integrado de la fertilidad del suelo como la clave para el éxito de la producción, 2) La reducción del uso de insumos externos y abstención en la utilización de agroquímicos sintéticos, por ejemplo; insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes y medicamentos veterinarios (antibióticos y hormonas de crecimiento), 3) Empleo de procedimientos naturales para la conservación de los alimentos y minimizar el uso de conservantes y preservantes sintéticos, 4) Prohibición, a pesar de la base científica que apoya su uso[1], de variedades de especies de cultivos comprendiendo modificaciones genéticas o Organismos Genéticamente Modificados (OGM)[2] cuyo consumo no involucra riesgos a la salud[3] y de la irradiación[4], 5) Respeto a la capacidad natural de las plantas, los animales y el paisaje, para optimizar la calidad de la agricultura y el ambiente, 6) Desarrollar valores éticos en la producción agrícola tales como, comercio equitativo, salud y seguridad social de los trabajadores, bienestar de los animales y la sostenibilidad, 7) El proceso de producción ha de ser normado y certificado tomando como base las directrices y regulaciones nacionales e internacionales (normas del *Codex Alimentarius*) ó acuerdos específicos de armonización y certificación. Esto último es requisito cuando el producto es de exportación, ya que éste debe cumplir con la reglamentación del lugar de destino.

La calidad e inocuidad de los alimentos son objeto de preocupación por los consumidores que esperan que sus alimentos sean apetecibles, nutritivos e inocuos. En el caso particular de frutas y hortalizas frescas, producidas por los métodos convencionales, el aumento reciente de reportes sobre Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs), asociadas con el consumo de estos productos, ha despertado inquietudes entre los organismos de salud pública y la población en muchos países del mundo respecto a la inocuidad de los mismos, debido a que se producen en una amplia variedad de condiciones agroecológicas, con la utilización de diversas tecnologías agrícolas, de cosecha, postcosecha y comercialización y que para garantizar su estado fresco no son procesados para eliminar agentes patógenos

En cualquier proceso de producción de alimentos, incluidos los orgánicos, corresponde a los gobiernos y a la agroindustria alimentaria garantizar el consumo seguro de estos productos, mediante la aplicación de programas y normas de control de la calidad e inocuidad. Entre ellas aquellas de inocuidad basados en el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) que establecen condiciones indispensables para la protección del consumidor en el comercio internacional, ya que estos productos deben cumplir con los requerimientos higiénico-sanitarios y de calidad, planteados en los acuerdos sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Estas normas tienen una significación especial en los sistemas de producción orgánica de frutas y hortalizas, caracterizados por utilizar el compost y otros abonos orgánicos, resultante

---

[1] Un panel de expertos mundiales convocados por la OPS/OMS ha identificado a las biotecnologías más promisorias que permitirán tomar decisiones políticas para la investigación y el desarrollo en salud pública y la agricultura: http://www.utoronto.ca/jcb/_genomics/top10ng.pdf

[2] Se entiende por organismos obtenidos/modificados genéticamente y producto de este todos los materiales obtenidos mediante técnicas que alteran el material genético de una manera que no ocurre en la naturaleza por apareamiento y/o recombinación natural.

[3] A partir de información nacional de diversas fuentes y del conocimiento científico actual, la FAO, la OMS y el PMA consideran que el consumo de alimentos con contenido de OMG que se está proporcionando como ayuda alimentaria no presenta riesgos probables para la salud humana. En consecuencia, estos alimentos pueden consumirse. Las Organizaciones confirman que a la fecha no tienen conocimiento de casos científicamente documentados en los que el consumo de estos alimentos haya producido efectos negativos para la salud humana. http://www.redbio.org/newsredbio.asp?id=44

[4] Tratamiento de los alimentos con radiaciones ionizantes que facilita la lucha contra insectos, parásitos, bacterias patógenas y otros procesos que producen el deterioro de algunos alimentos. Cuando la irradiación se realiza de acuerdo con las directrices aceptadas internacionalmente por el Codex, no lleva consigo ningún riesgo para la inocuidad de dichos alimentos.

del procesamiento de las heces fecales de los animales, para la fertilización y la presencia en estos productos de microorganismos, que en determinadas concentraciones pueden ser dañinos a la salud del consumidor.

En este trabajo se revisan, los factores a considerar para la implementación de sistemas de control de la calidad y la inocuidad en los procesos de producción primaria y postproducción de frutas y hortalizas orgánicas, según las exigencias del mercado globalizado de alimentos, tomando como base la experiencia internacional de la agricultura convencional en esta temática y se presentan en forma resumida los resultados obtenidos en Cuba con la aplicación de estos principios, que permitieron en el año 2002, la producción segura de más de 3 ,3 millones de ton de hortalizas y condimentos frescos en el Programa Nacional de la Agricultura Urbana.

Para analizar los aspectos referidos a la calidad y la inocuidad de las frutas y hortalizas frescas producidas orgánicamente se debe partir de las consideraciones siguientes:

Los conceptos de calidad y las regulaciones generales del comercio globalizado de alimentos.

Las bases del control de la calidad y la inocuidad y su relación con las normas y textos del *Codex Alimentarius,* así como, su impacto en el comercio de alimentos y las especificidades de las producciones orgánicas.

Inocuidad y análisis de los peligros en la cadena de producción orgánica de frutas y hortalizas frescas.

Las Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura (BPA y BPM) a realizar para lograr el aseguramiento de la calidad y la inocuidad en las frutas y hortalizas frescas producidas en sistemas orgánicos.

Los principios básicos del manejo postcosecha.

La experiencia en control y normatividad de la calidad y la inocuidad de frutas y hortalizas frescas en programas nacionales, en este caso del Programa Nacional de Agricultura Urbana de Cuba (PNAU).

9.2 Los conceptos de calidad y las regulaciones generales del comercio globalizado de alimentos.

La calidad de los alimentos, está constituida por el conjunto de características externas e internas predeterminadas, que diferencian las unidades individuales de éste y tienen significado para definir la aceptabilidad por el consumidor.

La calidad de un producto es el resultado de su proceso de elaboración a lo largo de toda la cadena productiva y comercial. Para los productos agroalimentarios el aseguramiento de la calidad se realiza en todas las operaciones que se efectúan durante la producción primaria y el período postcosecha, en correspondencia con el modelo conocido como **calidad e inocuidad de la granja a la mesa**. En este análisis se pueden distinguir las categorías siguientes**:**

La calidad como resguardo de la inocuidad. Significa la ausencia o presencia confirmada en los alimentos de niveles de contaminantes biológicos, químicos y físicos en base a evidencias científicas perjudiciales a la salud de las personas que lo consumen. Este es el nivel básico imprescindible que debe satisfacer un producto alimenticio para ser comercializado y es generalmente aquel controlado según la legislación sanitaria del país, para resguardo de la salud pública de los ciudadanos de contraer enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs), entre las que se incluyen las infecciones causadas por bacterias, hongos, virus y parásitos, así como, las intoxicaciones producidas por plantas y animales venenosos, plaguicidas, metales pesados, aditivos alimentarios, antibióticos, hormonas, sustancias radioactivas y las biotoxinas presentes en plantas y animales o las elaboradas por algunos microorganismos en los alimentos.

La calidad nutricional. Se refiere a la aptitud de los alimentos para satisfacer las necesidades del organismo en términos de energía y nutrientes. Este factor ha adquirido gran relevancia debido al conocimiento verificado de los efectos beneficiosos para el organismo de una dieta saludable o equilibrada**.**

La calidad definida por los atributos de valor. Estos atributos son factores adicionales a la calidad básica de inocuidad de un alimento y diferencian los productos de acuerdo a sus características organolépticas, composición nutricional y la satisfacción del acto de alimentarse, ligada a tradiciones socio-culturales, educación y conveniencia. En la Agricultura Orgánica se valoran entre estos atributos factores como: la trazabilidad a zonas o grupos de productores con condiciones naturales y/o culturales reconocidas por su calidad, el respeto al medio ambiente a lo largo de toda su cadena productiva, a las leyes sociales de los trabajadores encargados de la producción, a las tradiciones y el derecho al comercio justo y equitativo, entre las otras particularidades de este sistema productivo. Debe destacarse que grupos comerciales como la Asociación Europea de Distribuidores Mayoristas (EUREP), incluyen algunos de estos conceptos en sus normas de producción.

Con relación a la evolución mundial de la importancia de la calidad y la inocuidad, La Ronda Uruguay de Negociaciones de Comercio que comenzó en Punta del Este en septiembre de 1986 y concluyó en abril de 1994 con el acuerdo de Marrakech estableció la creación de la Organización Mundial del Comercio (OMC). Esta institución nacida en enero de 1995 incluyó dos acuerdos específicos sobre la aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias

(MSF) y sobre los Obstáculos Técnicos para el Comercio (OTC), incluyó estos conceptos, como vía para reducir las barreras arancelarias y garantizar la transparencia en el comercio internacional de alimentos.

Los acuerdos sobre las MSF tienen como objetivo garantizar la protección a los consumidores, con la aplicación por los gobiernos de estrictas medidas respecto a la inocuidad de los alimentos, la salud de los animales y la preservación de los vegetales durante el comercio internacional de estos productos. Estas MSF tienen como organizaciones internacionales competentes en materia de normalización a la Comisión del Codex Alimentarius (CCA)**,** la Oficina Internacional de Epizootia (OIE) y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIF), cuyas funciones serán resumidas a continuación.

La Comisión del *Codex Alimentarius* (CCA) Creada en 1963 por la FAO y la OMS, tiene en su misión de garantizar la protección de la salud de los consumidores, asegurar prácticas de comercio claras y promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Para cumplir esos fines desarrolla normas, reglamentos, códigos de prácticas y otros documentos bajo el Programa Conjunto FAO /OMS de Normas Alimentarias**.**

La Convención Internacional sobre Protección Fitosanitaria (CIPF). El propósito de este tratado internacional (CIPF) es garantizar una acción común y eficaz para impedir la propagación e introducción de plagas de las plantas y sus productos y promover las medidas apropiadas para combatirlas. Las disposiciones de la CIPF abarcan también el transporte, contenedores, almacenes, suelo y otros objetos o materiales capaces de contener plagas de las plantas. Las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF) y las Organizaciones Regionales de Protección Fitosanitaria (ORPF) colaboran para ayudar a las partes contratantes con sus obligaciones de conformidad con la CIPF. Desde su fundación la CIPF ha puesto en vigencia las 16 Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF).

La Oficina Internacional de Epizootia (OIE). Creada en 1924, tiene entre sus misiones: garantizar la transparencia de la situación zoosanitaria y la seguridad sanitaria del comercio mundial mediante la elaboración de reglas sanitarias aplicables a los intercambios internacionales de animales y productos de origen animal. Los principales documentos normativos que elabora la OIE son: el *Código Zoosanitario Internacional*, el *Manual de Normas para las Pruebas de Diagnóstico y las Vacunas*, el *Código Sanitario Internacional para los Animales Acuáticos* y el *Manual de Diagnóstico para las Enfermedades de los Animales Acuáticos*, además, emite publicaciones periódicas como: *Informaciones Sanitarias*, el *Boletín* compendio anual de *Sanidad Animal Mundial* y mantiene actualizada la lista de enfermedades transmisibles de los animales (*[Lista A][Lista B]*, en función de su peligrosidad, poder de difusión e impacto en el comercio internacional.

Es importante comprender que la valoración de la calidad por parte de los compradores es a menudo subjetiva. Sin embargo, desde el punto de vista de la normalización y la reglamentación de protección a los consumidores, la calidad además, está relacionada con objetivos básicos que deben cumplirse en virtud de las leyes y reglamentos vigentes, para garantizar que los alimentos sean inocuos, no estén contaminados o adulterados, ni se presenten en forma fraudulenta. **Los requisitos relativos a la inocuidad no son facultativos ni negociables.**

9.3 Control y normatividad de la calidad y la inocuidad. Su relación con las normas y textos del *Codex Alimentarius.* Impactos en el comercio de alimentos. Especificidades de las producciones orgánicas.

En materia de normalización sobre agricultura orgánica, el Reglamento 2092/91, elaborado en 1991, fue el primer texto internacional en el que se presenta una definición de estos procedimientos de producción y sus reglas de funcionamiento, siendo la Comunidad Económica Europea el primer grupo de países del mundo que se dotó de un sistema jurídico de este tipo, posteriormente en 1999, se emitió la norma del *Codex Alimentarius* sobre producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente, que revisada en el 2001 es actualmente el documento de referencia internacional según los acuerdos sobre MSF de la OMC. En el año 2000 una ONG, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica, conocida como IFOAM por sus siglas en inglés, emitió sus normas básicas para la producción y el procesamiento orgánico, la que fue revisada en el año 2002. En estos momentos más de 32 países del mundo tienen la producción orgánica bajo sus respectivas regulaciones nacionales.

En frutas y hortalizas frescas la calidad, incluye componentes relacionados con la apariencia externa (frescura, color, dimensiones, forma, defectos, daños, materias extrañas, etc.), que pueden ser fácilmente evaluados por el comprador, otros como el sabor, olor, textura y un tercer grupo relacionado con la composición nutricional, las propiedades funcionales y la inocuidad, que requieren de análisis especiales. La información sobre estos últimos atributos debe aparecer en la etiqueta que acompaña el producto, de forma tal que permita al consumidor hacer su elección favorita en el momento de hacer la compra.

Es conocido que la ingestión de frutas y hortalizas aporta entre otros nutrientes: vitaminas, fibras y sales minerales, además, protege de numerosos tipos de cáncer y disminuye la incidencia de enfermedades coronarias, favorece la

prevención de enfermedades en los sistemas digestivo, inmunológico y tiene otros efectos beneficiosos a la salud humana. Por lo que, dietas ricas en estos productos han sido recomendadas en las guías alimentarias de distintos países. Este hecho combinado con el desarrollo de las tecnologías de manejo postcosecha y la globalización del comercio, ha originado un aumento en los niveles de producción y consumo de estos productos en todo el mundo.

Por otra parte, según informaciones de la Administración de Medicamentos y Alimentos de los EUA (FDA) y otras instituciones de salud, mundialmente se está presentando un incremento en el reporte de ETAs, algunas de ellas emergentes como las producidas por *E.coli* 0157:H7, *Listeria, Cyclospora* ***y*** *Campylobacter,* asociadas con el consumo de frutas y hortalizas frescas, lo que ha despertado inquietudes entre los organismos de salud pública y la población en muchos países del mundo respecto a la inocuidad de las mismas, debido a la amplia variedad de condiciones agroecológicas donde se producen y a la diversidad de tecnologías agrícolas que se aplican durante las actividades de producción primaria, cosecha, postcosecha y comercialización. La situación anterior es motivada en parte, porque estos alimentos comercializados en estado fresco, no son procesados para eliminar agentes patógenos.

En materia de inocuidad, la Comisión del *Codex Alimentarius,* en su Código Internacional Recomendado de Prácticas y Principios Generales de Higiene de los Alimentos, considera que para *reducir la probabilidad de que se origine un peligro que pueda menoscabar la inocuidad de los alimentos o su aptitud para el consumo en etapas posteriores de la cadena alimentaria, la producción primaria deberá realizarse de manera que se asegure que el alimento sea inocuo y apto para el uso al que se destina. En caso necesario, evitar el uso de zonas donde el medio ambiente represente una amenaza para la inocuidad de los alimentos; controlar los contaminantes, las plagas y las enfermedades de animales y plantas, de manera que no representen una amenaza para la inocuidad de los alimentos; adoptar prácticas y medidas que permitan asegurar la producción de alimentos en condiciones de higiene apropiadas. como todos los otros tipos de producción de alimentos* y recomienda para lograr estos objetivos, la aplicación del sistema Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), conocido internacionalmente como HACCP, así como, los Principios para el Establecimiento de los Criterios Microbiológicos para Alimentos.

Por otra parte, cada producto hortícola para ser comercializado debe cumplir con su norma Codex específica, recogida en la serie ALINORM, por lo que se recomienda como elemento de partida al establecer un programa de aseguramiento de la calidad y la inocuidad revisar la lista de normas y textos del Codex adoptados por la CCA.

La Comisión del Codex Alimentarius, ha normado, que para poder acceder al mercado internacional, todas las frutas y hortalizas frescas, deben cumplir los requisitos mínimos de calidad e inocuidad que se mencionan a continuación:

Estar enteras, de consistencia firme según el tipo de producto, sanas, libres de podredumbre, moho o deterioro que haga que no sean aptas para el consumo, así como, prácticamente exentas de: daños mecánicos, desgarraduras, magulladuras, cualquier materia extraña visible (excepto aquellas sustancias permitidas que prolonguen su duración en almacén), plagas que afecten el aspecto general del producto y daños causados por éstas, de humedad anormal, (salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica), así como, de cualquier olor y/o sabor extraño (excepto el olor causado por los conservantes utilizados de conformidad con el reglamento correspondiente del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y presentar un color de la pulpa característico del producto.

Haber sido recolectadas cuidadosamente, después de alcanzar un grado apropiado de desarrollo fisiológico, teniendo en cuenta las características de la variedad y de la zona en que se producen.

El desarrollo y condición del producto deberán ser tales que le permitan soportar el transporte y la manipulación y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino, además de estar clasificadas por tamaño o peso.

Envasarse de tal manera que el producto quede debidamente protegido. Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos o recuperados de calidad alimentaria, estar limpios y ser de una calidad tal que evite cualquier daño externo o interno al producto. Se permite el uso de papel o sellos con especificaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico. Los productos deberán disponerse en envases que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Tropicales Frescas.

Los envases contarán con una **Identificación:** Nombre y dirección del Exportador, Envasador y/o Expedidor. Código de identificación (facultativo), **Naturaleza del Producto:** Nombre del producto y tipo, si el contenido no es visible desde el exterior. Nombre de la variedad (facultativo), así como el **Origen del Producto:** País de origen y facultativamente, nombre del lugar, distrito o región de producción. **Identificación Comercial:** Categoría, calibre (expresado como código de calibre o diámetro mínimo y máximo en cm), peso neto, en correspondencia con la Norma General del *Codex* para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados.

Las frutas y hortalizas frescas orgánicas deben tener indicaciones en los envases y en las etiquetas, donde se especifique claramente que han sido producidas y manipuladas de acuerdo con las especificidades requeridas para estos sistemas, es obligatorio los niveles permitidos de ingredientes de origen no orgánico y las sustancias autorizadas en las Directrices para la Producción, Etiquetado y Comercialización de Alimentos Producidos

Orgánicamente de la CCA, las regulaciones del país donde se consumirá el producto y tener presente que este tipo de producción debe ser certificado por una agencia autorizada.

Con relación a la **higiene** y **la inocuidad**, además de lo expuesto anteriormente, los **contaminantes** como **metales pesados** deben estar por debajo de los niveles máximos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para el producto.

Por otra parte, en un futuro cercano, es recomendable que los productores de frutas y hortalizas frescas destinadas al mercado globalizado de alimentos, sigan de cerca el trabajo del Comité del Codex Alimentarius sobre Frutas y Hortalizas Frescas, en el que se están analizando las D*isposiciones de etiquetado específicas para las frutas y hortalizas frescas, las Directrices para el Control de la Calidad de las Frutas y Hortalizas Frescas* y el *Código de Prácticas de Higiene para las Frutas y Hortalizas Fresca* así como, la *Lista de Prioridades para la Normalización de Frutas y Hortalizas Frescas (ALINORM 01/35, Apéndice VIII)*

Aspectos básicos del sistema HACCP.

El sistema HACCP es un sistema que tiene fundamentos científicos y de carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y tomar las medidas para su control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención, en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final.

Categorías de peligros del sistema HACCP

Concepto de peligro. Agente biológico, químico o físico presente en un alimento o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud. En este trabajo esta definición se hará extensiva a otros factores que afectan la calidad de las frutas y hortalizas frescas.

Los peligros considerados en el sistema HACCP están definidos en tres categorías: biológicos (microbiológicos), químicos y físicos.

Peligros biológicos. Organismos patógenos infecciosos o sus toxinas que pueden infectar los alimentos en cualquier etapa de la cadena productiva. La contaminación por microorganismos resultará un peligro en dependencia de ciertas circunstancias durante la producción de un producto o material, lo cual está relacionado con: la higiene del producto durante la producción y las condiciones de crecimiento microbiológico propias del producto o material.

Entre los peligros de origen biológico se encuentran: las algas, los parásitos, los insectos, los roedores y otros que contaminan el producto durante el cultivo, cosecha y postcosecha.

Peligros químicos. Se dividen en tres categorías en dependencia de su origen:

Intrínsecos. Se encuentran en el producto por naturaleza (factores antinutricionales, alcaloides tóxicos, etc.)

Materiales añadidos. Constituyen un peligro para el consumidor los agroquímicos, aditivos alimentarios y conservantes

Por deficiencias técnicas. Durante las operaciones de siembra, cosecha, transportación y procesamiento se pueden contaminar los alimentos con sustancias tóxicas provenientes del suelo, el aire, las aguas, materiales de empaque, desinfectantes y detergentes.

Peligros físicos. Se dividen en dos categorías:

Intrínsecos del producto. Se encuentran en el producto por naturaleza, tales como semillas y espinas.

Por deficiencias técnicas. Resultante de la contaminación del producto con materias extrañas: vidrios, plásticos, tierra, polvo, restos de ramas y otros objetos por inadecuadas operaciones de cultivo, cosecha, transportación y procesamiento.

Principios del sistema HACCP

El sistema HACCP se basa en el análisis de los peligros y los riesgos potenciales a la salud del consumidor que pueden ocurrir durante el proceso de producción de un alimento y se basa en los 7 principios que se mencionan a continuación: 1)Análisis de los posibles peligros que puedan ocurrir en cada fase del proceso productivo, 2) Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC) u operaciones en los cuales se deba actuar para que un peligro pueda ser eliminado o reducir su posibilidad de ocurrencia a un nivel seguro, 3) Establecer los límites críticos, parámetros dados en un PCC que deben cumplirse para asegurar que el proceso está bajo control, 4)Establecer un sistema de vigilancia en los PCC incluyendo pruebas y observaciones planificadas, 5)Establecer las medidas de control que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado, 6)Establecer los procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema HACCP funciona eficazmente y 7)Establecer un

sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación.La secuencia lógica para la aplicación del HACCP se presenta a continuación: 1) Formación del equipo de HACCP integrado por un grupo multidisciplinario con conocimiento sobre la aplicación del sistema, 2) Descripción del producto, especificando sus características básicas (se recomienda seguir las especificaciones de calidad del producto según las normas del CCA, 3) Determinación del uso al que ha de destinarse el producto, 4) Elaboración de un diagrama de flujo, 5) Confirmación *"in situ"* del diagrama de flujo, 6) Enumeración de todos los posibles riesgos relacionados con cada fase, ejecución de un análisis de peligros y estudio de las medidas para controlar los peligros identificados, 7) Determinación de los puntos críticos de control (PCC), 8) Establecimiento de límites críticos para cada PCC, 9) Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC, 10) Establecimiento de medidas correctivas, 11) Establecimiento de procedimientos de verificación y 12) Establecimiento de un sistema de recogida de datos y documentación.

Antes de la aplicación del sistema HACCP, un programa de prerrequisitos debe ponerse en práctica a lo largo de toda la cadena productiva. Este programa incluye el establecimiento de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufacturas (BPA y BPM), lo cual garantiza condiciones ambientales básicas para el alimento y óptimas condiciones de operaciones para la obtención de un producto final seguro para el consumidor con la calidad nutricional, sanitaria y organoléptica requerida. Un elemento final de consideración son los costos involucrados en esta transformación y la posibilidad de desarrollar cooperación internacional sobre difusión de BPA, especialmente cuando la tendencia futura del mercado se realice y no se "premie" directamente a los productos clasificados con sobreprecios.

9.4 Inocuidad y análisis de los peligros en la cadena de producción orgánica de frutas y hortalizas frescas

Tomando como punto de partida las normas del Codex, se realizó un análisis general de las operaciones de cultivo, cosecha, empaque, manipulación y almacenamiento en bodegas de frutas y hortalizas orgánicas en estado frescos, considerando que entre las principales fuentes de contaminación se encuentran; las instalaciones y el personal, los desechos orgánicos fecales y residuos de metales pesados tóxicos, presentes en el suelo, fertilizantes naturales, lodos residuales, las aguas de riego y las empleadas para lavado, así como, los residuos tóxicos de los agroquímicos utilizados para fertilizar y controlar las plagas en las áreas de cultivo adyacentes (Fig. 33)**.**

Fig. 33. Principales fuentes de contaminación de frutas y hortalizas frescas (OIRSA, 2001).

Peligros biológicos. Los principales brotes de ETAs, causados por microorganismos en diversos países del mundo, estuvieron asociados al consumo de frutas y hortalizas frescas contaminadas con patógenos presentes en las heces fecales de animales y del hombre. Siendo los más frecuentemente reportados las bacterias: *E. coli, en especial la E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogeneses, Salmonella sp., Vibrio cholerae, Shigella sp.*, *Yersinia enterocolítica, Campylobacter jejuni, Plesiomonas shigelloides, Aeromonas sp.; parásitos: Cryptosporidium parvum, Giardia lamblia, Cyclospora cayetanensis, Entamoeba histolytica, Balantidium coli* y los Virus: Norwalk, Hepatitis A, Hepatitis E, Calicivirus, Enterovirus, Rotavirus y Astrovirus. Estos microorganismos pueden estar presentes en abonos orgánicos, zonas de producción animal, aguas negras y de arrastre, desechos orgánicos, rellenos sanitarios, aguas contaminadas con heces fecales humanas y de animales domésticos y silvestres. Los patógenos anteriores han sido

reportados en niveles de contaminaciones dañinos a la salud humana, en frutas y hortalizas frescas producidas tanto en sistemas orgánicos como convencionales

La contaminación microbiana y otros peligros biológicos fueron la segunda causa de no aceptación de alimentos para ingresar al mercado de los Estados Unidos por la FDA, en el período de julio de 1996 a junio de 1997 (Tabla 30). Una revisión reciente a la página web de esta institución, refleja que esta tendencia se mantiene, lo que indica la necesidad de continuar trabajando para mejorar la inocuidad de estos productos en especial en los sistemas de producción orgánicos, donde el compost y otros, muchos de ellos obtenidos a partir de heces fecales de origen animal, se utilizan para la fertilización y el mejoramiento de los suelos.

Por estas causas en diversas normas nacionales de la producción orgánica está prohibido el uso de desechos fecales humanos en la fertilización, mientras que otras prohíben la fertilización con excretas de origen animal y purines frescos, considerando como tales, aquellos que han recibido un período de almacenamiento o composteo no menor de 6 meses, antes de ser utilizados para estos fines.

Entre las vías por la que los microorganismos contaminan a los alimentos se encuentran:

Aguas utilizadas para el riego, la aplicación de productos fitosanitarios y en los procesos de lavado y enfriamiento, deficiente manejo del estiércol y otros desechos fecales, presencia de obreros de campo afectados por ETAs, deficiencia en las instalaciones sanitarias y falta de higiene durante las operaciones de cosecha, transporte, beneficio, almacenamiento y distribución. (Fig. 34).

Tabla 30. Número de contravenciones aplicadas a importaciones retenidas por la Administración Estadounidense de Alimentos y Medicamentos y su importancia relativa en el período comprendido entre julio de 1996 y junio de 1997.

Origen **Motivos de la contravención**	**África**	**América Latina y el Caribe**	**Europa**	**Asia**	**Total**
Peligros químicos					
Aditivos alimentarios	2 *(0,7 %)*	**57 *(1,5 %)***	69 *(5,8 %)*	426 *(7,4 %)*	554 *(5,0 %)*
Residuos de plaguicidas	0 *(0,0%)*	**821 *(21,1 %)***	20 *(1,7 %)*	23 *(0,4 %)*	864 *(7,7 %)*
Metales pesados	1 *(0,3%)*	**426 *(10,9 %)***	26 *(2,2 %)*	84 *(1,5 %)*	537 *(4,8 %)*
Peligros biológicos					
Moho	19 *(6,3 %)*	**475 *(12,2 %)***	27 *(2,3%)*	49 *(0,8 %)*	570 *(5,1 %)*
Contaminación microbiológica	125 *(41,3 %)*	**246 *(6,3 %)***	159 *(13,4 %)*	895 *(15,5 %)*	1425 *(12,8 %)*
Descomposición	9 *(3,0 %)*	**206 *(5,3 %)***	7 *(0,6 %)*	668 *(11,5 %)*	890 *(8,0 %)*
Alimentos envasados con bajo punto de acidez	4 *(1,3 %)*	**142 *(3,6 %)***	425 *(35,9 %)*	829 *(14,3 %)*	1400 *(12,5 %)*
Peligros físicos					
Inmundicias	54 *(17,8 %)*	**1253 *(32,2 %)***	175 *(14,8 %)*	2037 *(35,2 %)*	3519 *(31,5 %)*
Otras medidas de calidad					
Etiquetado	38 *(12,5%)*	**201 *(5,2%)***	237 *(20,0%)*	622 *(10,8%)*	1098 *(9,8%)*
Causas varias	51 *(16,8 %)*	**68 *(1,7 %)***	39 *(3,3. %)*	151 *(2,6 %)*	309 *(2,8 %)*
Total	**303 *(100%)***	**3895 *(100 %)***	**1184 *(100 %)***	**5784 *(100 %)***	**11166 *(100 %)***

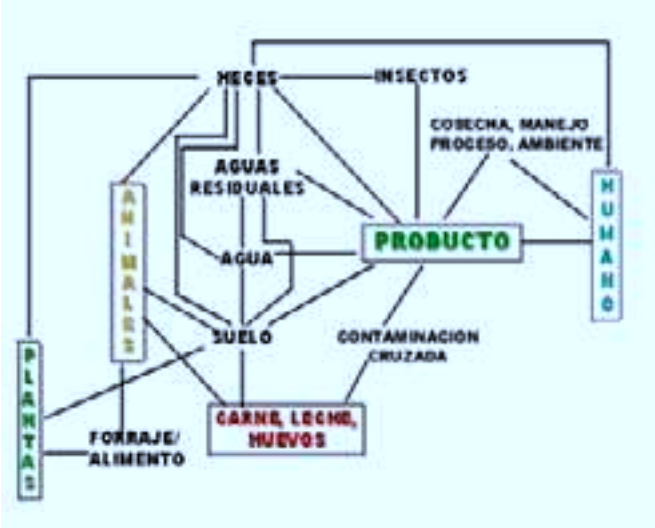


Fig. 34. Mecanismos de contaminación con microorganismos patógenos de frutas y hortalizas frescas (Beuchat, 1996b).

Peligros químicos

Al evaluar los peligros químicos hay que considerar que, en todos los sistemas de producción vegetal, basados en la agricultura orgánica, la clave del éxito está en el manejo de la fertilidad de los suelos, el respeto a la capacidad natural de las plantas, los animales y el paisaje, para optimizar la calidad de la agricultura y el ambiente, en todos los aspectos. Lo que conduce a la reducción de los consumos externos y a la no utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos.

Un análisis de los 3 895 lotes de alimentos provenientes de América Latina y el Caribe que no les fue permitido su ingreso a los Estados Unidos por la FDA, en el período comprendido entre julio de 1996 y junio de 1997, indicó que más del 31% de las causas de rechazo de estos lotes estuvo asociada con peligros químicos (Tabla 30). Revisiones posteriores realizadas en la página web de esta institución, entre mayo de 2002 a junio de 2003, mostraron un incremento de este valor, hasta niveles superiores al 60% en frutas y hortalizas frescas, lo que indica una situación alarmante de la producción convencional de estos alimentos en América Latina, que estos problemas ocurrieron en productos comercializados por grandes y medianas empresas agroindustriales, que poseen las mejores técnicas de producción y pueden acceder a este mercado, es lógico suponer que en aquellos productores con menor capacidad técnica y recursos para establecer programas de aseguramiento de la calidad y la inocuidad, el nivel de las contaminaciones químicas sea superior.

En la agricultura orgánica los principales contaminantes químicos provienen de las fuentes siguientes:

Metales pesados provenientes del suelo, de la actividad industrial (minería, fundición, sector energético y derivados del empleo de aguas y lodos residuales no certificados).

Residuos de plaguicidas y compuestos orgánicos persistentes, presentes en el suelo, así como, contaminación por plaguicidas de zonas adyacentes.

Fertilizantes químicos minerales como los nitratos que contaminan las aguas utilizadas para el riego en la agricultura convencional.

Es importante destacar que las normas de diversos países prohíben la utilización de fangos cloacales en la agricultura orgánica y otras permiten su empleo solamente después de haber sido tratados y certificados como no peligrosos.

Con relación a la contaminación ambiental por plaguicidas sintéticos, en estudios realizados en Francia entre 1993 y 1997 con más de 9 100 resultados de análisis, de ellos 1 614 en frutas y hortalizas orgánicas, quedó demostrado que en el 94,2% (media) de las muestras analizadas por laboratorios acreditados, los niveles de plaguicidas presentes, se encontraban en la categoría de ausencia de residuos o presencia de trazas, mientras que entre el 1,3 y 1,9% de los resultados presentaron, niveles de plaguicidas que se correspondieron con el promedio de los limites de detección de los laboratorios y en el resto de las muestras analizadas, los residuos detectados fueron 10 veces inferiores a los Limites Máximos de Residuos (LMR) convencionales permitidos por la legislación europea.

Debe destacarse, que en todos los países europeos en la agricultura convencional se aplican las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y de Manufactura (BPM), a diferencia de algunos países de América Latina y el Caribe, donde no se aplican estos procedimientos, por lo que se debe monitorear esta situación, mientras que muchos de los pequeños agricultores de América Latina no aplican estas prácticas. Por lo que se incrementan los peligros de contaminación, tanto para la agricultura convencional como para la orgánica. Por lo que es recomendable la capacitación en el sector sobre BPA y BPM.

Peligros físicos.

Las suciedades, definidas en el Código de Violaciones de las Transacciones de la FDA, como "El articulo parece contener en todo o en parte alguna suciedad, pudrición o sustancia descompuesta", causó entre julio de 1996 y junio de 1997 el 32,2% del total de rechazos de productos alimenticios procedentes de América Latina y el Caribe, importados a los EE.UU. (Tabla 30), considerando que una parte importante de las producciones orgánicas de frutas y hortalizas frescas, destinadas a los mercados de exportación se realizan en pequeñas propiedades rurales, los agricultores deben tomar medidas para evitar las suciedades y presencia de objetos extraños en los envases y productos.

Otras medidas de calidad.

Las deficiencias en el etiquetado tales como: imprecisiones en la redacción de la información de la etiqueta en el idioma del país importador, incorrecta especificaciones sobre clasificación de los productos por tamaño, calibre o pesos, así como, fallas de información nutricional, se encuentra entre las medidas de calidad que mayores causas de rechazo causaron en el ingreso a los Estados Unidos de los alimentos importados de otros países.

Como los productos orgánicos tienen requisitos especiales de etiquetado, se debe diseñar cuidadosamente la información a incluir en la etiqueta, incluyendo en ésta las especificaciones establecidas por las normas del Codex y las exigencias del país importador, con el correspondiente sello de la agencia certificadora, ya que en ésta se resumen los atributos que le permiten al consumidor conocer si un producto es orgánico, además de constituir un aspecto que ayuda a la prevención de prácticas engañosas, aunque hay que señalar que es muy difícil saber si un producto es orgánico o no, sin realizar análisis químicos de los residuos de plaguicidas.

La calidad y la inocuidad de las frutas y hortalizas orgánicas frescas, como de cualquier otra producción vegetal son las resultantes del empleo de Buena Prácticas Agrícolas y de Manufacturas (BPA y BPM), durante el proceso productivo que se inicia en la selección del terreno para la siembra y concluye en el mercado. A continuación se presentan las principales medidas a tomar para lograr que los productos orgánicos puedan acceder a los mercados selectos cumpliendo con las expectativas del productor.

9.5 Las Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufacturas (BPA y BPM) a realizar para el aseguramiento de la calidad y la inocuidad en las frutas y hortalizas frescas producidas en sistemas orgánicos.

Para garantizar la calidad y la inocuidad en las producciones orgánicas de frutas y hortalizas frescas, el agricultor, como primera acción deberá consultar con los organismos nacionales de salud y de agricultura de su país, así como, los documentos normativos del Codex y los requerimientos de la Agencia Certificadora y del país donde se comercializarán sus productos. Poniendo especial énfasis en la prevención de los riesgos biológicos, químicos y físicos en función de sus condiciones especificas de su finca. A continuación se presenta una guía general de las acciones a tomar para lograr estos objetivos en los puntos claves de la cadena productiva.

1) Trazabilidad y registro.

2) Selección del terreno de producción (siembra o cultivo)

3) Variedades, cultivares y patrones y calidad de la semilla.

4) Manejo del suelo y del sustrato.

5) Manejo del agua y la fertilización.

6) Protección fitosanitaria.

7) Cosecha.

8) Higiene, salud y seguridad social.

9) Instalaciones.

10) Almacenamiento y transportación.

11) Educación y entrenamiento

12) Herramientas y equipamiento de limpieza.

13) Sistema de devolución.

14) Auditorías internas

1) **Trazabilidad y registro**. Se deberá mantener un sistema de documentación que permita conocer el rastro de los productos cosechados hasta la parcela donde se ha cultivado y mantener un registro de todas las actividades en el campo por un período de dos años o más según las regulaciones específicas de cada país.

2) **Selección del terreno de producción (siembra o cultivo).** Deben seleccionarse áreas de producción en las que estén controlados los posibles riesgos de contaminación ambiental del suelo, el agua y el aire. Las áreas de producción orgánica deben estar lo suficientemente separadas e identificadas de forma tal, que se limite el contacto con sustancias prohibidas o frutas y hortalizas provenientes de la agricultura convencional, a esta zona de separación se le denomina zona buffer, tampón o de amortiguamiento.

Debe evitarse el cultivo en áreas encharcadas y tomar medidas para prevenir la contaminación, tales como; cercas, barreras, zanjas y otras, y delimitar el acceso a las áreas de cultivo de animales domésticos, de trabajo y de la fauna silvestre.

3) **Variedades, cultivares y patrones y calidad de la semilla**. La variedad se seleccionará sobre la base del tamaño, la forma, el color, el sabor, la textura y la composición nutricional requerida. La semilla debe ser de la mejor calidad. El cultivo de Organismos Genéticamente Modificados está prohibido en todos los sistemas de agricultura orgánica. Esta medida, impuesta por las regulaciones promulgadas por IFOAM sin contar con una base científica de respaldo, es altamente cuestionable. Alternativamente, el mejoramiento genético de variedades para la agricultura orgánica debería comprender el apoyo de la genética molecular y de la ingeniería genética en donde se reconocen las siguientes aplicaciones (REDBIO/FAO, 2003):

   - Variedades de plantas resistentes a la sequía, plagas, insectos y bacterias durante el crecimiento, cosecha y poscosecha.
   - Alimentos seguros, en cantidades suficientes y nutritivos, incluyendo modificaciones en la composición de aminoácidos esenciales, ácidos grasos, azucares, almidones, producción de vitaminas e incremento en la concentración de micronutrientes.
   - Reducción de las pérdidas del ganado debidas a plagas y enfermedades, asegurando su buena salud.
   - Optimización del uso de los bosques y manejo eficiente del agua.
   - Protección de la productividad del suelo y conservación de la diversidad genética.
   - Puesta en marcha sistemas de diagnostico temprano y preciso de enfermedades y producción de plantas libres de virus y/o bacterias.
   - Manejo de los riesgos ambientales y de la salud para evitar el uso indiscriminado de insumos químicos.
   - Aumento de la ganancia de peso en animales a través de forrajes y alimentos más nutritivos.
   - Modificaciones en plantaciones forestales a través de resistencia a herbicidas e insectos, calidad de fibra y modificaciones en el contenido de lignina.
   - Aumento de la producción de proteínas de interés farmacológico e industrial (vacunas).

4) **Manejo del suelo y los sustratos**. El suelo y los sustratos empleados deben ser manejados con prácticas sostenibles.

5) **Manejo del agua y la fertilización**. Para su crecimiento y desarrollo las plantas necesitan de la aplicación de agua y fertilizantes para obtener su máximo potencial de rendimiento, pero además, estos componentes pueden estar asociados a peligros químicos, físicos y biológicos. Es importante que el agua empleada en el riego y otras labores agrícolas cumpla con los requisitos de calidad microbiológica, física y química que permitan garantizar la calidad y la inocuidad de las frutas y hortalizas. (Fig. 35). Cuando se emplea materia orgánica en la fertilización la calidad química y microbiológica de ésta debe estar controlada e incluida en la lista de sustancias autorizadas.

Fig. 35. Evite utilizar aguas negras sin tratar en la irrigación de frutas y hortalizas frescas y mantenga libre de plantas indeseables los sistemas de riego.

6) **Protección fitosanitaria**. La protección a las plantaciones se hará contra los efectos dañinos de plagas y enfermedades, a través de métodos integrado de plagas, incluyendo bioplaguicidas y variedades mejoradas genéticamente y excluyendo el uso de pesticidas sintéticos. No es recomendable la aplicación de purines para la protección fitosanitaria, por los peligros microbiológicos que esta práctica implica.

7) **Cosecha.** Los diferentes productos se deben cosechar, cuando alcancen los indicadores de calidad que cumplan con los estándares exigidos por el mercado, con la consiguiente aplicación de métodos que minimicen su deterioro posterior, prestándole especial atención a la hora de la cosecha, la selección de los tamaños, formas, color o grado de maduración requeridos, así como, los envases y métodos de manejo apropiados que garanticen que las frutas y hortalizas lleguen al consumidor con la calidad exigida. Además, los productores controlarán los diferentes peligros asociados con las operaciones de producción agrícola, empaque, transportación y almacenamiento según las exigencias de los clientes que aseguren la calidad de las frutas y hortalizas por períodos prolongados. Debe evitarse el ingreso de animales domésticos, de trabajo y de la fauna silvestre a las áreas de cultivo de 3 a 6 meses antes de la cosecha. (Fig. 36).

8) **Higiene, salud y seguridad social**. Durante las operaciones de la producción primaria y en los centros de empaque y almacenamiento, debe prestarse especial atención a la higiene y salud del personal, por el peligro potencial que tienen las ETAs y las contaminaciones con agentes físicos durante estas actividades. Los trabajadores deben contar con gorros para proteger sus cabellos, ropa de trabajo limpia y de mangas largas, según sea el área o producto se pueden utilizar guantes que sean de diferentes colores y botas de gomas para su fácil limpieza y buena protección. Además, el personal no debe padecer de vómitos, diarreas, ictericia y otras enfermedades transmisibles por los alimentos. Para asegurar su higiene, deben existir baños y lavamanos provistos de papel higiénico, agua suficiente, servilletas de papel, jabón y soluciones desinfectantes, en cantidades suficientes según el número de trabajadores y situados a no menos de 500 metros ó 5 minutos caminando del área de trabajo. El personal no debe portar: aretes, relojes, anillos u otra prenda, ni ingerir ningún tipo de alimentos, fumar, mascar chicle en el área de producción, para lo cual debe habilitarse un área para estos fines.

   Los trabajadores deben estar protegidos por un sistema de seguridad social, no se emplearán menores en labores agrícolas según la legislación vigente, e independientemente de su género recibirán un salario o beneficio según su participación en el proceso productivo.

   Se recomienda establecer cuartos de lavado y cambio de ropas fuera de los campos y las áreas de empaque y almacenamiento, los que se habilitarán con agua, jabón y desinfectantes. Se ubicarán en lugares visibles a todo lo largo de la cadena, indicaciones escritas sobre las responsabilidades y las medidas higiénico – sanitarias a realizar en cada puesto de trabajo para prevenir la contaminación de las frutas y hortalizas. Está totalmente prohibido ingresar a las áreas de producción con recipientes de vidrio, por los peligros que las roturas de estos pueden significar en la inocuidad de las frutas y hortalizas frescas.

9) **Instalaciones.** Antes de construir los centros de empaque y almacenamiento como vía de minimizar los riesgos, debe evaluarse la naturaleza de las operaciones de recepción, lavado, selección, envase, manipulación y conservación de las frutas y hortalizas, de forma tal que los edificios, equipos, flujo de producción y las instalaciones se construyan para lograr este objetivo, permitiendo labores adecuadas de mantenimiento, limpieza, desinfección, y reduzcan al mínimo la contaminación transmitida por el aire, las superficies y los materiales. En particular los que vayan a estar en contacto con los alimentos, no deben ser tóxicos para el uso al que se destinan y en caso necesario, ser suficientemente duraderos y fáciles de mantener y limpiar, cuando proceda.

   Disponer de medios idóneos para el control de la temperatura, la humedad y otros factores; así como, tener una protección eficaz contra el acceso y establecimiento de las plagas.

Fig. 36. Evite la presencia de animales en las áreas de cultivo de 3 a 6 meses antes de cosechar frutas y hortalizas frescas.

Las edificaciones deben ser construidas de manera que se evite la contaminación desde el exterior hacia el interior. Las puertas deben contar de cerraduras seguras previendo contactos excesivos que puedan conducir a posibles contaminaciones, especialmente en el área de procesamiento. Esta debe contar con suficiente iluminación, con el objetivo de detectar las posibles fuentes de contaminación. El piso debe ser de concreto y especialmente fácil de limpiar. Las paredes deben ser construidas de un material que posibilite su limpieza, es decir, pueden ser de metal o plásticas y con igual propósito, el equipamiento debe ser de acero inoxidable. (Fig. 37).

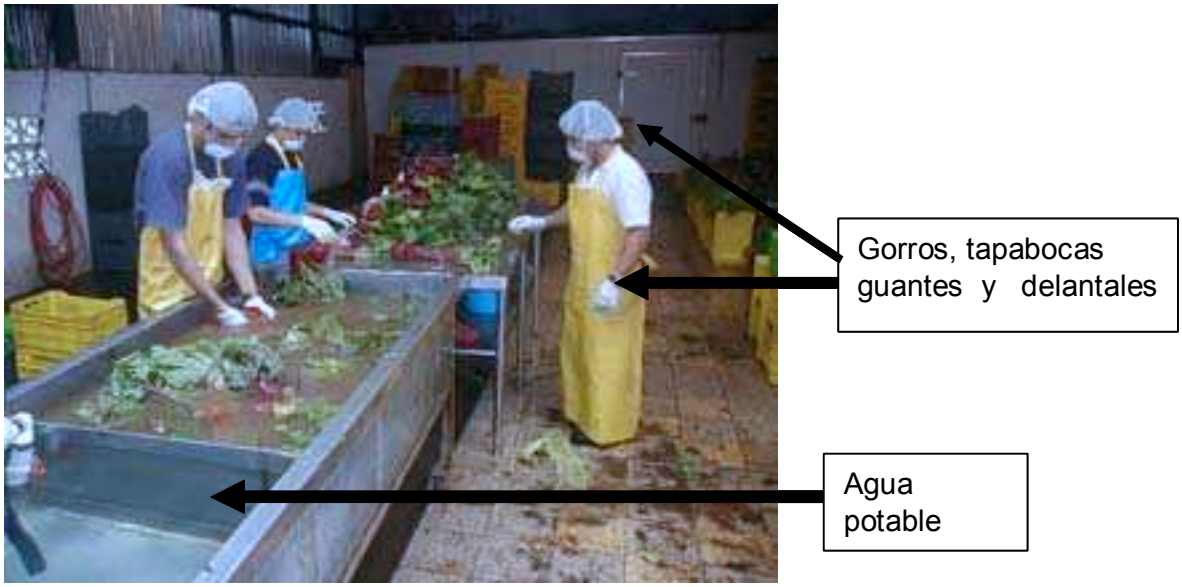


Fig. 37. Lavado de hortalizas frescas. Nótese que los obreros usan medios de protección adecuados, sin embargo, dos de ellos portan inadecuadamente prendas (reloj) y que la última agua de lavado debe ser potable.

Los centros de empaque deben ser construidos de forma tal que posibiliten el flujo libre de productos, de forma tal que se cumpla el principio de **primero en entrar, primero en salir.** A menos que el grado de madurez al llegar al centro u otra situación específica no aconseje realizar esta práctica. Los productos limpios y listos para comercializar deben estar suficientemente separados de los sucios o recién llegados del campo, de forma tal, que se puedan prevenir las contaminaciones por materias extrañas en los primeros.

Deberá disponerse de suficiente agua potable para realizar los procesos de lavado, así como, instalaciones adecuadas para su almacenamiento y distribución. El agua no potable debe canalizarse en tuberías independientes. El agua utilizada en postcosecha deberá vigilarse su calidad según las especificaciones del Codex y las autoridades nacionales de salud. Las áreas de trabajo se deben mantener limpias y libres de insumos y útiles personales. (Fig. 38).

Fig. 38. Mantenga el puesto de trabajo limpio y ordenado.

Evite el almacenamiento de insumos y útiles personales en los lugares de empaque de frutas y hortalizas frescas .No colocar los envases de frutas y hortalizas en contacto directo con el piso.

10) **Almacenamiento y transportación**. Las frutas y hortalizas frescas deberán manipularse, transportarse y almacenarse en condiciones que se minimicen las contaminaciones químicas, físicas y microbianas, para lo que deberán consultarse los documentos del Codex Alimentarius.

Debido a que en los sistemas de producción orgánica se cultivan varias especies de frutas y hortalizas que requieren diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa para su almacenamiento, los olores emitidos por unos productos pueden ser absorbidos por otros y presentan diferentes tasas de transpiración, sensibilidad al frío y al etileno. Es recomendable que las frutas tropicales sean almacenadas a temperaturas superiores a 14 ^{o}C y en cámaras diferentes que las hortalizas de hojas y otros productos sensibles a la acción del etileno.

Como las hortalizas de hojas tienen una alta tasa de deshidratación, deben almacenarse con alta humedad relativa y a temperaturas de 4 a 12 ^{o}C. Para más información consultar los sitos web de los centros internacionales en los que se mantiene una información actualizada sobre este tema.

11) Educación y entrenamiento. Los trabajadores deben recibir constantemente entrenamiento sobre actividades de cultivo, cosecha y empaque, que incluya: importancia de la higiene y la salud del personal en la inocuidad de los alimentos. Importancia de empleo de técnicas apropiadas del lavado de las manos, utilización de instalaciones sanitarias para reducir el potencial de contaminación de las frutas y hortalizas. Condiciones en las que se deben almacenar las frutas y hortalizas, incluidas las posibilidades de reducir la contaminación física, química y microbiana, tipo de frutas y hortalizas y su capacidad para favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos, así como, otros temas relacionados con el aseguramiento de la calidad y la inocuidad de estos productos.

12) Herramientas y equipamiento de limpieza.

a) Esquema de limpieza y desinfección. Este esquema posee para cada una de las operaciones en dependencia del área de trabajo, un programa planificado de la frecuencia para la limpieza y desinfección.

b) Agentes desinfectantes. Un sistema de agentes desinfectantes debe ser usado, lo cual está en dependencia del tipo de producto a procesar, los utensilios y equipos existentes. Dando preferencia a la desinfección con agua caliente Los productos utilizados para la desinfección deben ser comprados a suministradores certificados.

c) *C*ontrol de plagas. El centro de empaque debe contar con su propio sistema de control de plagas. Las frutas y hortalizas durante todo el proceso, deben estar a no menos de 30 cm de las paredes, lo cual permitirá inspeccionar con mejor facilidad y visibilidad la presencia de plagas en el área de almacenamiento. Pueden utilizarse repelentes para insectos. Por último, los servicios para el control de plagas pueden ser contratados a agencias externas.

d) Materiales de limpieza. Debe existir un local para el almacenamiento de los materiales de limpieza tales como detergentes y desinfectantes para la limpieza de utensilios y equipos. Estos deben guardarse lejos del local de almacenamiento de la materia prima o alimento.

13) **Sistema de devolución.** Toda la materia prima junto con el código de cada lote a recibirse debe ser entregado por el suministrador, lo cual permitirá establecer un sistema de fácil devolución de ésta en caso de problemas.

14) **Auditorías internas.** Todo sistema productivo debe contar con instrumentos de auditorías internas para detectar las deficiencias en las prácticas de producción y tomar las medidas correctivas correspondientes.

9.6 Aspectos básicos del manejo postcosecha

Como complemento a las BPA y BPM que garantizan la inocuidad de las frutas y hortalizas frescas, tanto en sistemas orgánicos como convencionales, es importante conocer que la calidad con posterioridad a la cosecha puede ser deteriorada por factores bióticos y abióticos, que son comunes a todos estos productos.

A las operaciones de cosecha y postcosecha, como fase terminal del proceso productivo, le corresponde poner a disposición del consumidor los productos agrícolas, en este caso frutas y hortalizas frescas, que respondan a sus expectativas de calidad e inocuidad

Las plantas, como un todo integrado durante la fase de su ciclo de vida en el campo, realizan la fotosíntesis, que consiste en la toma de dióxido de carbono del aire, producción de glucosa, con desprendimiento de oxígeno en presencia de luz. Posteriormente, una parte de estos compuestos combinada con otras sustancias es utilizada para el crecimiento y desarrollo de la planta y la otra, después de transformada, se acumula en forma de nutrientes en las diferentes partes, las que son utilizadas en la alimentación humana.

A partir de la cosecha, definida como un acto humano y deliberado de separar de una planta la parte comestible o extraer una planta entera del suelo, con la intención de llevarla de cualquier forma al consumidor, el tiempo de conservación de la parte cosechada (raíz, tubérculo, tallo, frutas y otras), depende únicamente de sus reservas y de las condiciones de manipulación a que sea sometida. Por estas razones se debe prestar especial atención a la cosecha, para que, empleando diferentes métodos de conservación, se pueda mantener la calidad inicial durante el período requerido para la comercialización.

Por otra parte, después de cosechadas y durante su manejo posterior, las frutas y hortalizas frescas como productos perecederos o no durables tienen las características siguientes:

- Continúan vivos: respiran, transpiran y desarrollan otras funciones metabólicas utilizando las sustancias de reserva.
- Son blandos y susceptibles al daño por la manipulación.
- Tiene alto contenido de agua (63 a 96%)
- Su tamaño relativamente grande y su peso varían de unos 5g a más de 5kg por unidad.
- Su tiempo de conservación está limitado por su actividad fisiológica, el ataque de plagas y enfermedades que se manifiestan en dependencia de las condiciones de manejo y almacenamiento.

Las causas de deterioro de la calidad como atributo de valor de las frutas y hortalizas La disminución de la calidad de las frutas y hortalizas está asociada con deficiencias en las prácticas agrícolas y de manufactura, así como por factores bióticos y abióticos.

9.6.1. Factores bióticos.

Los principales factores bióticos que causan el deterioro de frutas y hortalizas frescas son: la actividad respiratoria, la producción de etileno, transpiración o pérdida de agua, crecimiento y desarrollo, las reacciones de descomposición fisiológica, así como, los ataques de insectos y microorganismos.

1) **Respiración**: En los productos hortofrutícolas, el proceso respiratorio se manifiesta con la oxidación enzimática de azúcares o carbohidratos, liberando dióxido de carbono, agua y energía en forma de calor. Como consecuencia de la respiración se produce un incremento de la temperatura, disminución del peso de los productos y la calidad final. La respiración no es igual en todos los productos, por lo general las hortalizas de hojas y de flor, el espárrago y las frutas tienen una actividad respiratoria más intensa que los tubérculos y bulbos curados (secos), que son los productos que respiran menos y tienen una vida útil mayor. La actividad respiratoria de las frutas y hortalizas frescas se incrementa por los daños mecánicos, heridas, magulladuras, fisuras, etc., cuando los productos son cosechados antes de la madurez técnica o al aumentar la temperatura de almacenamiento.

2) Maduración: Etapa del metabolismo en el cual la fruta presenta mediante una diferenciación de tejidos y la acción enzimática, una serie de cambios que le permite alcanzar el grado óptimo de sabor, color, tamaño y textura para ser aceptado por el consumidor. Las frutas presentan dos tipos de maduración: climatéricas y no climatéricas.

- **Climatéricas:** Son aquellas frutas que presentan una elevación temporal de la tasa de respiración, asociada con un incremento en la tasa de producción de etileno, acompañada con una disminución en la consistencia de sus tejidos, incremento en la concentración de azúcares, desarrollo del sabor, olor y color característicos, en la parte comestible y la piel. Las frutas climatéricas responden a la aplicación exógena de etileno con una aceleración de la maduración y una mayor uniformidad en las características externas e internas del producto. Son frutas climatéricas: el aguacate, las anonáceas, banano y plátano, mango, papaya, guayaba y zapote. Para comercializar estos productos deben cosecharse antes de alcanzar el grado de maduración para el consumo.
- **No Climatéricas:** Son aquellas que durante la maduración no presentan un aumento brusco de la tasa de respiración, solamente un cambio de coloración interna y externa, por lo general el tiempo de vida de estas frutas es mayor que el de las climatéricas y la respuesta más general a la aplicación exógena de etileno es la pérdida del color verde de la piel. Los cítricos y la piña se encuentran en este grupo de frutas.

3) **Producción de Etileno**: El etileno conocido como la hormona de la maduración y envejecimiento de las plantas, es un gas resultante del metabolismo interno de éstas, que aplicado en forma controlada tiene efectos beneficiosos como acortamiento del período de maduración de las frutas climatéricas y uniformar la coloración externa de frutas no climatéricas. Entre los efectos no deseados del etileno se encuentran; la inducción de amarillamiento en hortalizas de hojas, manchas en papa y camote, así como, el acortamiento del tiempo de vida en almacenamiento. Por estas causas no se deben mezclar en un mismo contenedor frutas climatéricas con hortalizas (Tabla 31).

Tabla 31. Frutas productoras de etileno y frutas y hortalizas sensibles a este gas.

Productoras de etileno (frutas climatéricas)	Productos sensibles al etileno
Aguacate, anonáceas, banano y plátano, melón, ciruelas, ciruela pasa, durazno, granadilla, guayaba, higo, kiwi, mango, yuplón, manzana, melocotón, papaya, pera, tomate y zapote	Acelga, alverjas verdes, berro, brócoli, coliflor, espinaca, ayote tierno, lechuga, ñame, pepino, perejil, chile dulce, repollo, sandía y otros vegetales de hojas.

4) **Transpiración**: Es la pérdida de agua en los tejidos, sus síntomas externos son: el marchitamiento y arrugamiento de los productos. La tasa de transpiración no es igual en todas las frutas y hortalizas (Tabla 32) y se puede reducir utilizando empaques protectores, aumentando la humedad relativa (rociado de vegetales), disminuyendo la temperatura y la velocidad del aire.

Tabla 32. Tasa de transpiración de diferentes frutas y hortalizas.

Gran velocidad de pérdida de agua (se marchitan o arrugan rápido)	Velocidad mediana de pérdida de agua	Pierden agua lentamente
Albaricoque, brócoli, coliflor, cebollas verdes, colinabo, fresas, guayaba, mango, papaya, perejil, vegetales de hojas y zanahoria	Aguacate, banano, camote (boniato), limón, naranja, ñame, pera, chile dulce, remolacha, tomate y toronja	Ajo, berenjena, calabaza, cebollas secas, kiwi, manzana, melones y papa

5) **Cambios en la composición de las frutas y vegetales**. Durante los períodos tempranos del desarrollo del fruto, los óvulos en desarrollo son nutridos en parte por el ovario. Una vez que el fruto crece el suministro de nutrientes es dado por las hojas. Parte de los azúcares transportados a los frutos jóvenes, son utilizados en la síntesis de compuestos pépticos y otros materiales de la pared celular, mientras que la otra parte es convertida en el producto usual de almacenaje, el almidón. Existe un grupo de cambios específicos en el período postcosecha entre los que se encuentran:

- Cambios en el color debido a procesos de síntesis, degradación o de ambos tipos, ocurriendo una degradación de la clorofila y síntesis de carotenoides (pigmentos coloreados) como en el caso de la papaya. En el plátano ocurre una degradación de la clorofila con escasa o ninguna síntesis neta de carotenoides. En el tomate se produce una marcada síntesis de licopeno y degradación de la clorofila. En general el color es el criterio que emplea el consumidor para determinar la madurez.

- Cambios en el contenido y relación almidón-azúcares solubles. Con el inicio de la maduración en las frutas como el mango y el banano, los almidones se degradan en mono y disacáridos y la máxima acumulación de estos compuestos ocurre cuando el producto está listo para consumir.
- Descomposición de las peptinas y otros polisacáridos estructurales. El ablandamiento es causado por la descomposición de las pectinas y otros polisacáridos estructurales.
- Cambios de los ácidos orgánicos, proteínas, aminoácidos, contenido de vitaminas, producción de volátiles, etc. Los ácidos orgánicos tienden a disminuir, la relación azúcares / ácidos orgánicos aumenta a medida que el fruto madura. El sabor es una percepción sutil y compleja en el que se combina el gusto (agrio, dulce, astringente o picante) el olor (sustancias volátiles) y la consistencia (suave, licuable) La madurez trae consigo un aumento de los azúcares que dan el sabor dulce, disminución de ácidos orgánicos y fenólicos para reducir la astringencia y la acidez y un aumento de las emanaciones de compuestos volátiles, para dar a la fruta su sabor y olor característicos.

6) **Crecimiento y desarrollo.** La brotación de bulbos, tubérculos y raíces almacenados, no solamente acelera el deterioro, sino que determina el fin de la vida útil del producto. En el almacenamiento de la cebolla, el ajo y la papa presentan los estadios de descanso, dormancia y brotación.
   - Descanso. Período después de la cosecha donde la actividad fisiológica es muy reducida y no hay respuesta a las condiciones ambientales. Esta condición desaparece gradualmente con el tiempo de almacenaje.
   - Dormancia. El bulbo reinicia el crecimiento si las condiciones ambientales son favorables.
   - La brotación. Crecimiento y elongación de los primordios de hojas presentes en el bulbo al momento de la cosecha.

El manejo postcosecha de ajo y cebolla consiste fundamentalmente en extender el periodo de dormancia.

7) **Desorganización de los tejidos por organismos fitopatógenos y deteriorantes.**

Las pérdidas postcosecha debido a **hongos y bacterias fitopatógenos** pueden ser severas, particularmente en climas cálidos con altas humedades relativas. El control de las enfermedades postcosecha empieza en el campo. Con un buen programa fitosanitario disminuye la fuente de inóculo y los riesgos de infecciones después de la cosecha. Además, es necesario una adecuada manipulación durante las operaciones de cosecha y beneficio, ya que los daños mecánicos producen heridas que facilitan la entrada de microorganismos.

La temperatura es el factor fundamental a controlar durante el almacenamiento por que además de disminuir el metabolismo de los productos hortícolas, también disminuye la actividad vital de los microorganismos. El control de la temperatura y de la humedad relativa así como, el almacenamiento de productos sanos y el saneamiento de las cámaras, son medidas eficaces para disminuir las pudriciones durante el almacenamiento.

Las frutas y hortalizas son afectadas por insectos que consumen parte de los productos, producen perforaciones, mordeduras e ingestión de la parte comestible y su presencia es causa de rechazo. Los roedores y babosas aunque no causan grandes daños a los productos hortifrutícolas, representan un riesgo potencial relacionado con la contaminación de los alimentos con microorganismos y parásitos patógenos al hombre. Los roedores además pueden destruir los envases.

La presencia de pudriciones, manchas, insectos y daños causados por estos, babosas, así como, pelos, excretas, orina y daños por roedores no son permitidas en las especificaciones de calidad de frutas y hortalizas frescas del Codex, por lo que se deben realizar prácticas adecuadas de manejo integrado de plagas y eliminación de productos que presenten cualquiera de estos síntomas antes de envasarlas con destino al mercado.

9.6.2. Factores abióticos.

Entre los factores abióticos se encuentran: la manipulación y los factores ambientales

1) **Manipulación.** Las frutas y hortalizas son productos blandos con alto contenido de humedad, por lo que deben someterse a una manipulación cuidadosa durante las operaciones de cosecha, selección, empaque, transportación, carga, descarga y almacenamiento para evitar rajaduras, heridas, magulladuras, daños por compresión, vibración o por rozamiento, que causan desprendimiento de las hojas, flores y frutos en los racimos, pérdida de la frescura, textura, y el desarrollo de características indeseables como: pardeamiento, manchas, deformaciones y maduración anormal y sabores extraños. El empleo de envases y embalajes apropiados combinados con una manipulación cuidadosa permiten una reducción considerable de estos daños.
2) **Factores ambientales.** Las condiciones del medio en que se mantienen las frutas y hortalizas influyen directamente sobre la actividad de los factores biológicos causantes del deterioro. Como organismos vivos,

tienen diversas respuestas fisiológicas a las condiciones ambientales, que se basan en la utilización de sus reservas y otras reacciones indeseables ante los cambios del medio. Entre los factores ambientales que influyen en la calidad de estos productos se encuentran: la temperatura, la humedad relativa, luminosidad y la composición y velocidad del aire.

Cuando ***la temperatura*** a la que se mantienen las frutas y hortalizas se reduce de 37 a 0 ºC, se produce una disminución de la actividad fisiológica del producto y de los insectos y microorganismos causantes del deterioro de la calidad, con un incremento del tiempo de vida útil, que varía entre 2 y 3 veces por cada 10 ^{o}C de disminución de la temperatura. Este principio constituye la base de la aplicación de la refrigeración en la conservación de estos productos, sin embargo, durante el almacenamiento de las frutas tropicales, a temperaturas de refrigeración de 1 a 13 °C, se producen daños por frío tales como: manchas oscuras (café o negras), depresiones en la superficie, decoloraciones interna y maduración no uniforme, además, la congelación de frutas y hortalizas en las bodegas, provoca la desorganización de los tejidos, la pérdida de líquido y la textura. En la Tabla 33 se presenta la tolerancia al frío de diferentes frutas y hortalizas.

Tabla 33. Sensibilidad al frío y a la congelación de diferentes frutas y hortalizas.

Sensibles al daño por congelación y refrigeración (menos de 13℃)	Sensibles al daño por congelación 0℃	Moderadamente sensibles al daño por congelación	Menos sensibles al daño por congelación
Aguacate, guanábana, banano, plátano, berenjena, camote, chayote, los cítricos (limón, naranja, mandarina, toronja, etc.), fruta de pan, guayaba, mango, papaya, sandía, tomate y zapote.	Ciruela, durazno, espárrago, habichuela, lechuga, papa, chile dulce, brócoli y cebolla seca.	Apio, brócoli, coliflor, espinaca, manzana, pera, rábano, repollo, y zanahoria.	Remolacha

Por otra parte, con la **disminución de la humedad relativa** y **el incremento de la velocidad del aire**, **aumentan la tasa de transpiración y las pérdidas en peso** de las frutas y hortalizas. Por esta causa, estos productos no deben almacenarse en lugares muy secos y ni con excesiva ventilación. En la Tabla 32 se presentan datos sobre la tasa de transpiración de diferentes frutas y hortalizas.

La **radiación solar** tiene como consecuencia directa el incremento de la temperatura, el desarrollo de manchas en la superficie de raíces, frutas, tubérculos y bulbos (quemaduras solares), así como la deshidratación acelerada de hortalizas de hojas y hortalizas de inflorescencias como la coliflor y el brócoli. Por estas causas la radiación solar directa incrementa la tasa de deterioro de frutas y hortalizas. Incluso la radiación luminosa indirecta puede provocar el verdeado de los tubérculos como la papa y el camote, por las causas anteriores es recomendable que las despensas se mantengan cerradas y se iluminen y sólo sean abiertas para facilitar las operaciones de extracción y entrada de productos.

En relación con **la composición del aire** debe señalarse que el empaque de frutas y hortalizas en bolsas plásticas cerradas con diferentes grados de hermeticidad, provoca efectos beneficiosos como la disminución de la transpiración y la respiración, con la consiguiente extensión del tiempo de almacenamiento, este principio es utilizado para el desarrollo de la tecnología de conservación de frutas y hortalizas en atmósferas modificadas. El empleo de esta técnica ha permitido lograr tiempos de conservación de hasta 30 días suficientes para que las frutas y hortalizas producidas en América Latina, puedan llegar con buena calidad a los mercados europeos con un tiempo de mercadeo de 10 días.

Para mayor información sobre las condiciones de almacenamiento de frutas y hortalizas frescas, consultar los sitios web citados en la bibliografía.

9.7 El Programa Nacional de Agricultura Urbana de Cuba (PNAU). Una experiencia en control y normatividad de la calidad e inocuidad de frutas y hortalizas frescas.

El PNAU tuvo sus inicios en 1994 en experiencias del INIFAT sobre la producción de hortalizas frescas realizadas a partir de los conocimientos empíricos de los agricultores emigrantes chinos, que sembraban estos productos en las periferias de las ciudades para ser comercializadas en los mercados locales.

Posteriormente a partir de la voluntad política del Estado Cubano de mejorar la calidad de la alimentación de toda la población cubana y alcanzar el consumo de no menos de 300 g diarios per cápita de frutas y hortalizas frescas a precios accesibles para la población, según las recomendaciones de algunos expertos de la FAO, se decidió establecer el PNAU, liderado por el INIFAT, que formó un Grupo Nacional integrado por investigadores, profesionales y técnicos de alto nivel pertenecientes a las instituciones del Sistema de Investigaciones Agrarias de Cuba, los Ministerios de la Agricultura, de la Industria Azucarera, Salud Pública, Educación y Educación Superior y otros Organismos de la Administración Central del Estado.

Las bases del PNAU son:

1) Para establecer cualquier unidad productiva se debe hacer un análisis de riesgo (micro-localización) que según la legislación nacional vigente tiene que estar aprobado por los Ministerios de Salud Pública y de la Agricultura, así como, por el Instituto de Planificación Física y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

2) En las áreas de cultivo debe haber no menos de 10 especies de hortalizas y condimentos convenientemente intercalados, en diferentes fases de crecimiento, desarrollo y cosecha durante todo el año.

3) Prohibición del uso de insumos externos como los plaguicidas y fertilizantes sintéticos.

4) Fertilización a base de materia orgánica producida *in situ* y microorganismos fijadores simbióticos y asimbióticos del nitrógeno del aire y en algunos casos combinados con micorrizas y bacterias solubizadoras de fósforo.

5) Producción *in situ* de semillas.

6) Empleo del Manejo Integrado de Plagas, con máxima utilización de la resistencia natural de la planta en sistemas de policultivo, los enemigos naturales, hongos y bacterias, entomopatógenas y biopesticidas de origen botánico y otros procedimientos. Para lo que la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal cumpliendo su mandato estatal puso a disposición del PNAU como parte de la agricultura cubana más de 230 biofábricas y Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos y otros subsistemas de vigilancia, monitoreo, inspección y certificación de la situación fitosanitaria.

7) Acercar los sitios de producción a los lugares de comercialización

8) Capacitación en todos los niveles.

9) Fiscalización y control de la marcha del Programa desde los niveles municipales, provinciales y nacional.

Actualmente existen más de 37 000 unidades de producción de aproximadamente 0,1 a 2 ha en 167, de los 169 municipios del país (excluidos 2 de muy alta urbanización de la Ciudad de La Habana) para un total de unas 40 000 ha cultivadas.

En el año 2002 se obtuvo una producción de hortalizas y condimentos frescos bajo este sistema de más de 3 millones de toneladas.

Desde su fundación hasta la actualidad solo se ha reportado un caso de contaminación por parásitos de hortalizas que fue resuelto cuando se tomaron las medidas correspondientes.

9.8 Conclusiones.

1) El éxito de la producción orgánica masiva de hortalizas y frutas frescas depende de la voluntad estatal de apoyar y regular esta actividad en materia de calidad e inocuidad, así como, de la capacidad de los actores de la cadena productiva de establecer alianzas estratégicas (entre los Ministerios de Salud, Agricultura y Alimentación, las instituciones agrícolas de investigación-desarrollo, los actores de la cadena productiva, las ONGs y otras organizaciones).

2) Antes de establecer cualquier sistema de producción se debe realizar el análisis de peligro y tomar las medidas para su control.

9.9 Recomendaciones

1) Establecer programas de capacitación sobre aseguramiento de la calidad y la inocuidad de frutas y hortalizas frescas.

2) Realizar actividades de investigación –desarrollo para evaluar el impacto de las prácticas de agricultura orgánica en la calidad y la inocuidad de frutas y hortalizas frescas.

Referencias bibliográficas

1. (EUREP **http://www.eurep.org**.
2. [PHLS] Public Health Laboratory System. Salmonella Newport infection in England associated with the consumption of ready to eat salad. Eurosurveillance Weekly (26), 2001.
3. [UC] University of California/Division of Agriculture and Natural Resources. 2000a. Soil management and soil quality for organic crops. Organic Vegetable Production in California Series; 7248. <http://anrcatalog.ucdavis.edu/specials.ihtml>.
4. [UC] University of California/Division of Agriculture and Natural Resources. 2000b. Soil fertility management for organic crops. Organic Vegetable Production in California Series; 7249. <http://www.anrcatalog.ucdavis.edu/specials.ihtml
5. [UC] University of California/Division of Agriculture and Natural Resources. 2000c. Weed management for organic crops. Organic Vegetable Production in California Series; 7250. <http://anrcatalog.ucdavis.edu/specials.ihtml>. .
6. [UC] University of California/Division of Agriculture and Natural Resources. 2000d. Insect management for organic crops. Organic Vegetable Production in California Series; 7251. <http:anrcatalog.ucdavis.edu/specials.ihtml>
7. [UC] University of California/Division of Agriculture and Natural Resources. 2000e. Plant disease management for organic crops. Organic Vegetable Production in California Series; 7252. <http://anrcatalog.ucdavis.edu/specials.ihtml>.
8. [UC] University of California/Division of Agriculture and Natural Resources. 2000f. Postharvest handling for organic crops. Organic Vegetable Production in California Series; 7254. <http://anrcatalog.ucdavis.edu/specials.ihtml>.
9. [USDA] U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 1999. Influence of soil type and bovine manure on fate and transport of *Cryptosporidium parvum* oocysts in soil. ARS National Programs. <http://nps.ars.usda.gov/publications/publications.htm?lognum=0000107662>.
10. Ablan, E., Políticas de Calidad en el Sistema Agroalimentario Español. Agroalimentaria, No. 10: 63-72, 2000.
11. Amador, M, (compilador). Taller Comercio justo y solidario: su papel en la integración de América Latina. Memorias. Ciudad de La Habana,16-19 de enero. Ed. Aportes para la Educación, San José, Costa Rica, 2001.
12. Bautista Zúñiga, F.: Introducción al Estudio de la Contaminación del Suelo por Metales Pesados. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México. 1999
13. Beuchat, L. R, Ryu, J H.: Produce handling and processing practices: special issue. Emerg Infect Dis 3(4):459-65, 1997.
14. Beuchat, L. R.: Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. J Food Prot 59(2):204-16, 1996
15. Beuchat, L. R.: Survival of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in bovine feces applied to lettuce and the effectiveness of chlorinated water as a disinfectant. J Food Prot 62(8):845-9., 1999
16. Bureau International du Travail : Conservation des légumes à petite échelle. Série technologique, Dossier technique n°13, Genève, 1990.
17. Bureau International du Travail. Conservation des fruits à petite échelle. Série technologique, Dossier technique n°14, Genève, 1990.
18. CAC. Anteproyecto de código de prácticas de higiene para el cultivo, la cosecha y el empacado de las frutas y hortalizas frescas. 32^{o} período de sesiones. Washington D. C., USA, 29 de noviembre al 4 de diciembre de 1999.
19. CAC/GL2. 1985. Directrices sobre Etiquetado Nutricional, 1993
20. Cañet, F. M., Gordillo M., Vega M. y C. Bernal. Agroplasticultura. Aseguramiento de la calidad y la inocuidad . de la finca a la mesa de frutas y vegetales frescos. 4to Congreso del Comité Iberoamericano de Desarrollo y aplicaciones de los plásticos en la Agricultura. Memorias, Varadero. Octubre, 2002.
21. Cañet, F. M.; Gordillo, M. y C. Bernal.: Calidad y seguridad de frutas y vegetales de la finca a la mesa. Forum Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad del Programa Alimentario en Sancti Spiritus, 2002
22. Cañet, F. M.; Vega, M.; Gordillo, M y E. Peña Importancia del aseguramiento de la calidad e inocuidad en las producciones orgánicas de frutas y vegetales. V Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF. 2003.

23. Cañet, F. M.; Vega, M.; Gordillo, M y E. Peña. La calidad higiénico-sanitaria de frutas y vegetales frescos. Un reto de la Agricultura Orgánica. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF, 2001

24. Cañet, FM, Gordillo, M., Avilés, R. Fresneda, J.; Vega, M., Zequeira, P. y González, J.A.. Curso de Poscosecha. Agencia Española de Cooperación Internacional- Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), Cuba, 199pp., 1997.

25. CEE. Reglamento CEE No. 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, 1991.

26. CIPF. Convención Internacional sobre Protección Fitosanitaria. **http://www.ippc.int** . 2003.

27. **CODEX STAN** 1 1985 Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados Rev. 1 1991 Rev2, 2001.

28. Comisión del Codex Alimentarius. Informe de la décima reunión del comité del codex sobre frutas y hortalizas frescas. Ciudad de México, México, 10-14 de junio, 2002

29. Desruelles, M.P., Devautour, H., Griffon, D. Mémorandum technique sur la transformation des fruits, CEEMAT-SIARC Montpellier, France, 1997.

30. Dhouibi, M.H., Jemmazi, A. Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale Ectomyelois ceratoniae, ravageur des dattes. Fruits 51(1), 39-46., 1996.

31. FAO- OMS Codex Alimentarius. Higiene de los alimentos. Textos básicos. Código internacional recomendado de prácticas – Principios generales de higiene de los alimentos (**CAC**/**RCP**-1 (1969), Rev. 3 (1977)) 1-43 pp. Sistema de Análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación (anexo al **CAC**/**RCP**-1 (1969), Rev. 3 (1977)) 45-59 pp. Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para alimentos. (**CAC**/**GL**-21, (1977) 61-74 pp. 1999

32. FAO Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate, Oficina Regional de la FAO América Latina y el Caribe; Santiago de Chile 413 pp. 1992.

33. FAO. Inocuidad y calidad de los alimentos en relación con la agricultura orgánica. Tema 10.1 Documento ERC/00/7. 22ª Conferencia Regional de la FAO para Europa. Oporto, Portugal, 24-28 de julio, 2000

34. FAO. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. Manual de Capacitación 183pp. Opción de la FAO, América Latina y el Caribe Santiago Chile, 1993.

35. FAO/CCI/CTA. Los Mercados Mundiales de Frutas y Verduras Orgánicas

36. FAO/ILSI. Taller sobre guías alimentarias basadas en alimentos y educación y nutrición para el público. Quito, Ecuador, 2-4 noviembre, 1998.

37. FAO/ITC/CTA. World markets for organic fruit and vegetables. Opportunities for developing countries in the production and export of organic horticultural products. Food and Agriculture Organization of the United Nations / International Trade Centre / Technical Centre for Agricultural and Rural Co-operation, 2001.

38. FAO/OMS, Preparación y uso de guías alimentarias basadas en alimentos. Informe de una consulta conjunta FAO/OMS. Nicosia, Chipre. FAO, Roma, 1998.

39. FDA CFSAN U. S. Food and Drug Administration Centre for Food Safety and Applied Nutrition, (2001) Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce. http://www.cfsan.fda.go/˜comm/ift3-a.hltm

40. FDA CFSAN U. S. Food and Drug Administration Centre for Food Safety and Applied Nutrition, 1998 Oct 26. Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables [Guidance for Industry]. <http://www.foodsafety.gov/~dms/prodguid.html>.

41. FDA/CFSAN (U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition). Food borne Pathogenic Micro organisms and Natural Toxins Handbook http://www.cfsan.fda.gov/˜mow/preface.html. 2003.

42. Geise, J.H Sanitation: The Key to Food Safety and Public Health. Food Technology 45 (12):74-80, 1991

43. González, S.; de Camargo, Natal Jatai; Castellanos, P. L.; González, G.; Perdomo, M.; Grillo Rodríguez, M.; Romero, A. Y F. Quevedo.: GUIAVETA, Guía para el establecimiento de sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos(VETAS) y las investigaciones de brotes de toxiinfecciones alimentarias. OPS, HPV/FOS/103/96, 39pp., 1996.

44. Guet, G.: Agriculture biologique méditerranéenne, guide pratique à usage professionnel. 519 pp., 1993.

45. Hardenburg, R.E., Watada A.E. and Wang C.: The commercial Storage of fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. US Department of Agriculture, agriculture Handbook (66) (revised) 136 pp., 1986.

46. IFOAM Draft Basic Standards. Second revision. **http://www.ifoam.org/standard/ibs_draft2_2002_b.html**. 2002

47. IFOAM. Statistics Central and Eastern Europe: **http://www.ifoam.de/statistics/statistics cee.htm**. 2000

48. International Institute of Refrigeration.: Manual of refrigerated storage in the warmer developing countries. 327 pp, Paris, 1990.

49. ITC. Overview of Organic Food and Beverages. Geneva **http://www.intrcen.org/mds/sectors/organic/welcome.htm**. 2002

50. ITC.: Product and Market Development. Organic Food and Beverages. World Supply and Major European Markets. Geneva, 1999

51. Kader, A. A., Kasimire, R. F., Mitchel, M. S., Reid, M. S., Sommer, N. F., Thompson, J. F.: Post harvest technology of Horticultural Crops. Univ. California Davis, Special Ser. Pub. , 3311, 1985.

52. L'ordonnance sur l'agriculture biologique et la désignation des produits végétaux et des denrées alimentaires biologiques (Ordonnance sur l'agriculture biologique), Suisse, Berne. 22nd Septembre, 1997.

53. Mc. Gregor, BM. Manual de transporte de productos tropicales Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Manual de Agricultura (668), 148 pp., 1987.

54. Niño de Zepeda A, Godoy P y Echávarri, V.: Calidad como Opción Estratégica de Desarrollo Pecuario, en De Recursos Productivos a Alimentos: Estrategias de Calidad, 1-11. Echavarri V y Godoy P. Editores. IICA/SAG.

55. Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (**CODEX STAN** 1-1985, Rev. 1-1991), 2001.

56. Obregón, M.: Manejo poscosecha de productos hortícolas Instituto Nacional de Aprendizaje, Núcleo de Formación de Servicios Tecnológicos Agropecuarios San José Costa Rica 92 pp. 1997.

57. OIE: Oficina Internacional de Epizootia. **http://www.oie.int/**

58. OIRSA Manual para el control y aseguramiento de la calidad e inocuidad de frutas y hortalizas frescas. San Salvador, El Salvador, 2001 (**http://www.oirsa.org.sv/Castellano/DIO5/DIO512/Manualparaelcontrolyaseguramiento-03.htm**

59. Parry, R.T.: Introduction. In: Parry RT, editor. Principles and applications of MAP of foods. New York, USA: Blackie Academic and Professional. pp 1-18, 1993

60. Peña, M. y V. Molina.: Guías alimentarias y promoción de la salud en América Latina. OPS/OMS, Washington, 1998

61. Petran, R.L., Sperber, W. H., Davis, A. R.: *Clostridium botulinum* toxin formation in romaine lettuce and shredded cabbage: effect of storage and packaging conditions. J Food Prot 58:624-7. 1995

62. Phillips, C. A..: Review: modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. Intl J Food Sci Technol 31:463-79, 1996.

63. Piagentini, A. M. , Pirovani, M. E., Guemes, D. R., Di Pentima, J. H., Tessi, M. A.: Survival and growth of *Salmonella hadar* on minimally processed cabbage as influenced by storage abuse conditions. J Food Sci (62):616-8, 1997.

64. Powrie, W. D., Skura, B. J.: Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. In: Ooraikul B, Stiles ME, Horwood E, editors. Modified atmosphere packaging of food. New York, USA: Publisher unknown. p 169-245, 1991

65. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Residuos de plaguicidas en los alimentos-límites máximos de residuos. Segunda Edición Revisada. 533 pp. FAO/OMS, 2000.

66. PROTRADE, Café Colombia y FAO. Producción manejo y exportación de frutas tropicales y hortalizas de América Latina. FAO, 220 pp., 1992.

67. Regulations concerning the production of animal and vegetable products by ecological methods, Republic of Turkey, Department of Planning and Projects, Ankara, July, 1995.

68. Salunke, D. and Desay, B. B.: Post harvest Biotechnology Vol. I and Vol. II CRC Press Boca Ratón, Florida.

69. Shewfelt, R. L. and Prussia, E (Editions) :Post harvest handling. A system. Approach. Academic Press, London, 358 pp., 1993.

70. Watkins, J.B., Mc Glasson, W.B., Graham, D. and E.G., Hall.: Post harvest. An introduction to the physiology and handling of fruits and vegetables. New South Wales University Press, Kensington, Australia, 1989.

Sitios Web de interés

Lista de todos los documentos MSF distribuidos desde 1995

1) http://www.wto.org/spanish/tratop_s/sps_s/sps_s.htm#doclist

Aspectos normativos y legales

2) http://www.organic-research.com/Laws&Regs/legislation.htm

3) **http://www.europa.eu.int./eur-lex/en/lif/dat/1991/en_391R2092.html,**

4) **http://www.may.go.jp/html,**

5) **http://www.blw.admin.ch//,**

6) **http://www.may.go.jp/**

7) **http://www.ams.usda.gov.nop**

HACCP

8) Generic HACCP Plans (UC Davis) http://webct.ncsu.edu/guest/

9) http://www.freecloud.com/veg/101.asp

10) http://are.berkeley.edu/library/Acqlst/jun00sgl.pdf

11) HACCP Implementation Manual (Agriculture and Agri-Food Canada)

12) HACCP- Hazard Analysis Critical Control Point (USDA)

13) http://www.infagro.com/calidad/apccc/apccc_ind.asp

14) http://www.oirsa.org.sv ,

15) http://www.asept.asso.fr/V03-98.pdf

16) http://www.foodstandards.gov.uk/pdf_files/papers/acm500.pdf

17) http://www.who.int/fsf/ehec.htm

18) http://www.cspinet.org/reports/codex/FDLWTOfn.html

19) http://commin.nic.in/doc/annual/chapter4.htm

20) Centre for Food Safety (Texas A&M)

Biología y Tecnología Postcosecha

21) ACIAR Post harvest Technology Program (Australian Centre for International Agricultural Research)

22) Horticulture Australia (formerly HRDC and AHC)

23) CASP: Post harvest Collaborative Agribusiness Support Program

24) Institute of Horticultural Development (Knox field)

25) Hort Research Server (NZ Hort Research CRI)

26) Post harvest and Food Science Division (NZ CRI)

27) Programmed Cell Death in Senescing Plants Research (NZ Crop & Food)

28) University of California - Kearney Agricultural Center

29) Horticultural Science/Kagawa University (Japan)

30) Post harvest Institute for Perishables - Uni. Idaho

31) Department of Food Science and Technology - UNSW

32) Post harvest Institute for Perishables (Idaho State University)

33) Post harvest (SARDI - South Australia Research Development Institute)

34) Silsoe College – Post harvest Technology (Cranfield University)

35) HRI Research - Crop Science Department, East Malling

36) UNSW Department of Food Science and Technology - Research

37) Post harvest Horticulture Training and Research Center (Uni. of Philippines)

38) Queensland Centre for Food Technology

39) Institute for Technology & Storage of Agricultural Products (ARO, Israel)

40) Bureau of Post harvest Research and Extension (Philippines)

41) Department of Post harvest, University of Horticulture and Food, Budapest

42) Department of Botany (University of Hong Kong)

43) Post harvest Engineering – Bio Engineering (Oregon State University)

44) Post harvest Biology and Technology Group - Horticulture Department, U. Florida

45) Information Network on Post-harvest Operations, INPhO is a FAO-databank project of the Post-harvest Management Group, AGSI http://www.fao.org/inpho/

46) The centre for Postharvest and Refrigeration Research (CPRR)Massey University (NZ) http://www-cprr.massey.ac.nz/

47) USDA, Fresno Postharvest Quality and Genetics Research Unit http://www.fresno.ars.usda.gov/hcrl/pqg.htm

48) Adelaide University Postharvest Teaching and Research http://www.maite.adelaide.edu.au/~aklieber/

49) Agri-Chem, Inc. - Postharvest Consultants http://www.agri-chem.com/

50) Food Links (International Development Research Centre) http://www.idrc.ca/report/report/read_read_article_english.cmf?article_num=148

51) Agribusiness Information Centre (India) http://www.agroindia.org/

CAPÍTULO 10. MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS ORGÁNICOS.

Prof. José Puente Nápoles

Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba.

10.1 Mercados (escenarios, perspectivas y tendencias)

En 1962 el libro de Rachel Carson “Primavera Silenciosa” dio el primer aviso de que cientos de productos químicos artificiales se habían difundido por el planeta, contaminando prácticamente a todos los seres vivos, incluso en las tierras vírgenes más lejanas, marcando una pauta y mostrando asimismo pruebas del efecto que dichas sustancias artificiales tenían sobre las aves y otros organismos de la fauna silvestre, no obstante es ahora cuando más se han visto los trastornos en cuestiones como el desarrollo sexual y la reproducción, no solo de numerosas poblaciones de animales, sino también de los seres humanos.

Entre mil y dos mil productos químicos (nuevas sustancias) se introducen cada año en Estados Unidos sin consecuencias completamente demostradas.

Empieza pues a existir preocupación por el futuro de la humanidad, de lo que respira, del medio que la rodea, de su alimentación, surge un nuevo pensamiento, preservar los recursos naturales y es indudablemente la producción y comercialización de productos orgánicos o de aquellos producidos bajo el concepto de buenas prácticas agrícolas, una perspectiva renovada para el desarrollo agrícola de los países de la Región.

Desde mediados de los años noventa, el mercado de alimentos orgánicos se ha ido expandiendo rápidamente en muchos países desarrollados.

Se calculan las ventas mundiales en el mercado minorista de alimentos orgánicos en Estados Unidos en 2001 de unos 20,000 millones de dólares, debiendo considerarse que los productos orgánicos han tenido precios superiores a los de sus equivalentes convencionales esperándose no obstante que estos en un futuro se reduzcan.

Las ventas de productos orgánicos representan una fracción pequeña del mercado global de alimentos de alrededor de un 2%.

Según el Centro de Comercio Internacional (CCI) la dimensión del mercado de productos orgánicos en Europa en 2003 varía entre 10-11,000 millones de dólares (considerando tasas de cambio euro), estando en los países de la Comunidad Económica Europea el mayor volumen de ventas, seguidos de Suiza con un mercado de alrededor de 750 millones de dólares.

Según la publicación de la FAO del 2001 “Los Mercados Mundiales de Frutas y Hortalizas de Origen Orgánico”, el mercado de la Comunidad Europea para frutas y hortalizas de origen orgánico (certificadas) se estima fue de 1300-1500 millones de dólares en el 2000 que representa entre el 15-20% de las ventas minoristas totales de productos orgánicos, siendo los frutos cítricos la categoría de frutos orgánicos más importantes con unos 70-100 millones de dólares, baste decir que la Comunidad Económica Europea consumió más de 130,000 toneladas equivalente al 37% de las 350 000 toneladas de frutos orgánicos frescos consumidos (certificados); los cítricos representan entre el 5-7% de las ventas de productos orgánicos frescos.

En América Latina los países que se destacan con las mayores áreas de producción orgánica y que de conjunto abarcan un 95% de esta producción son: Argentina, Brasil, Chile, Uruguay y México dedicadas en lo fundamental a Azúcar, Cacao, Café, Carnes (Res, Pollo, Cordero), Cereales y Granos, frutas frescas y hortalizas destinados básicamente a la exportación hacia los mercados de los Estados Unidos y los países de la Unión Europea.

Cuba y su agricultura se encuentra en estos momentos en una etapa de sustitución de insumos o de conversión horizontal (producción con menos insumos agroquímicos), técnicas para la recuperación de suelos, manejo integrado de plagas basado en el control biológico entre otros y trabaja para una agricultura ecológica y sostenible en armonía con la naturaleza y la sociedad y se apoya en los procesos biológicos sin sustituirlos, incluyendo los aspectos económico-sociales. Se dan pasos seguros en la producción y comercialización ecológica de miel, azúcar, hortalizas, vegetales y frutos, y dentro de ellos a los frutos cítricos tienen un papel preponderante.

Las producciones de alimentos orgánicos constituyen un negocio que se expande a nivel mundial, debido a que se evita el uso de fertilizantes y pesticidas químicos sintéticos, se reducen considerablemente los insumos externos y se protege el ambiente, no debe dejarse de señalar que si bien aún existen posiciones que justifican que mediante la agricultura orgánica no es factible producir las cantidades de alimentos que solicitan las regiones tropicales caracterizadas por una alta densidad poblacional y un alto grado de desnutrición, lo cierto es que la situación actual en América Latina es que carece de intercambios de información tanto prácticos como teóricos entre los interesados, faltando conocimientos sobre el tema necesidad que justifica plenamente esta obra de FAO e INIFAT.

Dentro de los principales mercados de la Comunidad Económica Europea tenemos los siguientes países:

Alemania:

El consumo alemán de frutos orgánicos llegó en el 2000 a 69000 toneladas [más del 50% (13000 t) fueron de importaciones] en el caso de los frutos cítricos su procedencia fue de Italia, España y Grecia.

Reino Unido:

Tiene un fuerte peso en las frutas y las hortalizas, valorándose en 400 millones de dólares las ventas, en el caso de los cítricos provienen de Israel (Pomelos), Sudáfrica (Naranja), Grecia (Limones) y Estados Unidos (Naranja y Pomelos).

Austria:

Las ventas de frutas y hortalizas orgánicas se estiman en alrededor de 30 millones de dólares, destacándose las importaciones de frutas cítricas en 7400 toneladas

Suecia, Dinamarca, Finlandia, Países Escandinavos:

Estos países importan básicamente las frutas orgánicas frescas que consumen.

Se destaca Dinamarca entre los mayores consumidores de productos orgánicos por habitante de la Comunidad Europea, en particular de frutas.

No menos importante son las importaciones de cítricos orgánicos de Francia procedente básicamente de España e Italia, calculadas en unas 2000 toneladas al cierre del 2000.

El peso de los cítricos orgánicos certificados frescos en el consumo de productos orgánicos es considerable, siendo entre 48-50000 toneladas anuales según la referida publicación especializada.

Otros Mercados de Productos Orgánicos:

Son los Estados Unidos el país con el mercado más importante para alimentos y bebidas orgánicas del mundo, estimándose en el caso de las frutas y hortalizas frescas en unos 1450 millones de dólares, siendo las naranjas orgánicas las frutas frescas más consumidas, siguiéndole las manzanas y bananos.

El origen en el caso de los cítricos orgánicos es la producción nacional básicamente y poco las importaciones de México (Naranjas, Limas), Honduras (Limones), también de Brasil, Guatemala, Belice y Sudáfrica, pero en menor cuantía.

Japón:

Al entrar en vigor una nueva legislación japonesa relativa a las normas agrícolas japonesas aplicadas a la agricultura (muy estrictas) hacen que la mayor parte de los productos frescos vendidos como orgánicos antes del 2001 no cumplen ahora las prescripciones de la nueva reglamentación y han perdido, en consecuencia su etiqueta de "producto orgánico", asimismo los órganos de certificación utilizados deben ser aprobados por las autoridades encargadas de las normas agrícolas japonesas.

10.2 Comercialización de productos orgánicos.

Se calculan en alrededor de 1500 productos orgánicos distintos que se comercializan en el mercado y que se extiende desde productos frescos agrícolas de origen vegetal y animal (café, té, azúcar, cítricos, frutas tropicales, hortalizas, cereales, algodón, carnes, leche, miel y condimentos) hasta productos agroindustriales e industriales propiamente vinos, salsas, galletas, productos lácteos, chocolate, algodón.

Existen además productos orgánicos que se comercializan para cosmetología y farmacopea, artículos de vestir (ropa de algodón, zapatos, pullovers de oveja o de alpaca criadas orgánicamente).

En la Comercialización de productos orgánicos, al tema "precio" debemos hacer unas consideraciones, pues en el comercio con estos productos, es muy común el término precios "Premium" (premio) que supera al de los productos convencionales por los gastos de inversión, capacitación, asesoría para mejorar la calidad, etc., lo cual se incrementa con los altos costos de certificación de estas producciones y que lógicamente paga el consumidor.

Según Nova (2003) en un estudio realizado sobre los precios de los productos orgánicos en varios países de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia, Dinamarca y el Reino Unido), indicó que el Premium (sobre precio) que paga el

consumidor por los productos orgánicos con relación a iguales productos convencionales fue mayor en las Frutas (70%), Hortalizas (61%), carnes (52%), Leche (42%), Cereales (31%) y Quesos (20%), considerándose en estos estudios que se registrará una tendencia hacia la baja que estará asociada con la introducción de mayores tecnologías que incrementarán rendimientos y reducción de los costos.

Entre los productos orgánicos más comercializados a nivel mundial están los cítricos frescos, siendo Italia el principal abastecedor de la Comunidad Europea con una producción estimada en 140 000 toneladas de naranjas, 60 000 toneladas de frutas fáciles de pelar y 100 000 toneladas de limones seguido de España con 25 000 a 30 000 toneladas (FAO, 2003).

No menos importantes son los jugos cítricos orgánicos básicamente jugo de naranja, estos se presentan en forma de concentrados congelados y no congelados, ambos son muy preferidos por los consumidores a pesar de sus precios más elevados calculados en un 30% por encima a los convencionales, la mayor parte de las ventas minoristas de jugo de naranja se realizan en forma no congelada. Los Estados Unidos son el mercado más importante de jugo de naranja en el mundo importando, incluso de México y Brasil.

Existen diversas marcas de jugo de naranja orgánica en el mercado, es importante destacar que este mercado es actualmente muy limitado, representando el 0,3% del consumo total de jugos cítricos, pero que se le plantean grandes posibilidades futuras.

Existe también una producción reducida de jugo de pomelo orgánico (Cuba, Israel y los Estados Unidos) y jugo de limón (Argentina, España, Italia).

Los niveles de venta de jugo de naranja orgánica no congelada en el año 2003 estuvieron alrededor de los 13 millones de litros dirigidos hacia el Reino Unido, Alemania, Francia e Italia, siendo Italia y Espala los principales abastecedores de las compañías europeas; Israel, Brasil, Costa Rica y los Estados Unidos figuran entre los principales abastecedores (fuera de Europa) de jugos cítricos orgánicos concentrados no congelados.

En el caso de los jugos cítricos orgánicos congelados Brasil es el mayor proveedor, también se incluyen Estados Unidos, Cuba, Costa Rica e Israel). El principal uso de los concentrados congelados es para mezclar con otros jugos de frutas.

Las perspectivas del mercado mundial de cítricos orgánicos (frescos y en jugo) se proyecta crezca en los próximos años, es importante destacar que la producción orgánica hortifrutícola en Cuba se va potenciando cada año con mayores niveles productivos y la utilización de materia orgánica, bioplaguicidas en sustitución cada vez más de sintéticos.

Constituye sin lugar a dudas una respuesta viable en su proceso de reflexión y de búsqueda de alternativas.

10.3 Certificación de productos orgánicos.

El convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP) entendiéndose este término las sustancias que por sus características tóxicas, por su persistencia en el ambiente, su bioacumulación en las cadenas alimenticias y su transportación a grandes distancias representan un peligro global que obliga a una preocupación por los gobiernos, el referido Convenio deja ver claramente los compromisos para la reducción y eliminación de plaguicidas organoclorados, de policlorobifenilos (PCB) y de dioxinas y furanos, precisando la realización de inventarios de estas sustancias y buscar alternativas para sustituirlas.

Todo esto ha motivado que la población vaya ganando conciencia y sea más exigente de lo que consume y por tal razón hay un alto sentido de la conveniencia de ingerir alimentos descontaminados de estas sustancias y de que la producción orgánica está estrechamente ligada al mantenimiento de una calidad ambiental o más aún a la mejora de la misma.

La costosa “certificación” de los productos orgánicos solamente ejecutada por laboratorios y empresas especializados constituye un bloque monolítico cuya gestión encarece el producto actuando como una limitante actual para el consumidor promedio.

Se estima entre 3 mil y 8 mil dólares /ha el costo de la certificación, hay quienes opinan que los estados deben jugar un papel más activo, debiéndose obligar a las unidades certificadoras a que lo hagan sin fin de lucro con pequeños márgenes de ganancia, partiendo de la importancia vital de esta tarea para la sociedad al incrementar los niveles de vida de sus pueblos, dándole productos más saludables, es una forma concreta de estimular a estas producciones y por su puesto a los consumidores que no tendrían que pagar tan altos precios por los productos como hoy ocurre.

Referencias bibliográficas

1. FAO: Los Mercados Mundiales de Frutas y Hortalizas de Origen Orgánico. Pág. 5-7, 2003
2. García González, J: Situación y Perspectivas de la Agricultura Orgánica con Énfasis en Latinoamérica. V Encuentro de Agricultura Orgánica., La Habana, Cuba. Resumen, Agricultura Orgánica, La Habana, Cuba, pág. 249, 2003.
3. Norberg-Hodge, Helena: Is organic enough. V Encuentro de Agricultura Orgánica. Resumen. Pág. 246-247. La Habana, Cuba, 2003.
4. Nova González, A.: El Mercado y los Precios de los productos orgánicos. Agricultura Orgánica. 8(3): 26-28, 2003.
5. Pascar, Luis: World Markets for Organic Citrus and Citrus Jiuces, FAO 13ª Reunión La Habana Cuba. Comité de Problemas de Productos Basun, Mercados Principales de Cítricos y Jugos de Cítricos Orgánicos. Pág. 2-26, 2003.