

Biotechnologías Hechas a la Medida para el desarrollo endógeno. Su aplicación en la Agricultura Urbana en Cuba.

Antonio Pérez Lezcano, Adolfo Rodríguez Nodals, Arlene Rodríguez Manzano, Bernardo Dibut, Yadira Muñoz Pérez y Jesús Estrada Ortiz.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT)
btmh.inifat@esihabana.cu

INTRODUCCIÓN

A principios de la década del 90 la producción agrícola en Cuba descendió a niveles muy bajos por la falta de recursos materiales y financieros, lo que obligó a desarrollar nuevas estrategias para resolver las necesidades de alimentos de la población. Teniendo en cuenta que en la mayoría de las ciudades existía una amplia disponibilidad de fuerza de trabajo y abundantes áreas ociosas, se comenzó su explotación, retomando métodos tradicionales e intensivos de producción de alimentos y así, consolidar diferentes modalidades productivas que contribuyeron al despegue vertiginoso de la Agricultura Urbana en Cuba.

Para el desarrollo de este tipo agricultura se requiere de tecnologías menos riesgosas y menos exigentes en insumos, energía y capital; además de ser de bajo costo, fácil aplicación y menos dependientes de los insumos externos. Estas tecnologías deben enfatizar en aquellos factores (como las semillas) que con muy bajo costo producen gran impacto en las cosechas y priorizar aquellos factores (biofertilizantes, biocontroles, entre otros) que permiten a los agricultores volverse menos dependientes de aquellos que son de alto costo (fertilizantes, plaguicidas, entre otros); Las mismas deben ser además visiblemente ventajosas y eficaces en la solución de los problemas productivos, económicos y ambientales de este tipo de agricultura.

Entre las tecnologías aplicables a escala local, las biotecnologías pudieran jugar un rol importante en el desarrollo agrícola urbano. Para ello, las técnicas biotecnológicas deben ser adaptadas a las condiciones locales y enfocadas hacia un desarrollo endógeno; por lo que las investigaciones científicas sobre biotecnologías deberían ser dirigidas hacia las innovaciones que permitan hacer estas técnicas más rentables, menos dependiente de insumos externos, integrales y por ende más asequibles a los pequeños agricultores. La capacitación es otra premisa básica en la aplicación de las mismas, a fin de que los agricultores se motiven, conozcan y absorban las biotecnologías y puedan contribuir de este modo a adaptarlas y hacerlas económicamente viables en la producción agrícola.

A fin de conocer las condiciones objetivas y factibilidad para la implementación de biotecnologías que contribuyan al desarrollo endógeno y a un incremento sustancial de la producción de alimentos en la agricultura urbana se realizó este estudio en tres municipios del país con disímiles características socioeconómicas, edafoclimáticas y desarrollo de la agricultura urbana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizó un estudio en tres municipios de diferentes regiones del país: Sagua de Tánamo de la provincia de Holguín en la región oriental, el municipio Cienfuegos de la provincia del mismo nombre en la región central y de la región occidental, el municipio Pinar del Río de la provincia del mismo nombre (tabla 1); analizándose la infraestructura y desarrollo biotecnológico en cada localidad, así como, la factibilidad de aplicación de estas técnicas en el desarrollo de la Agricultura Urbana para la producción de alimentos.

Tabla 1: Características demográficas de los municipios.

CARACTERÍSTICAS	MUNICIPIOS			TOTAL
	PINAR DEL RÍO	CIENFUEGOS	SAGUA DE TÁNAMO	
Extensión territorial (Km ² .)	489.1	340.1	702.0	1 531.2
Extensión Urbana (Km ² .)	314.0	204.0	64.0	582.0
Extensión Urbana disponible ha.)	165.8	6 734.0	245.0	7 144.8
Población Total	121 974	161 519	59 960	343 453
Población Urbana (%)	65.0	96.0	42.0	67.6
Densidad de población hab./km ²)	388.0	478.0	82.2	316.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Infraestructura biotecnológica.

Producción de biocontroles.

Los biocontroles son productos biológicos que permiten el control de plagas y enfermedades de un modo viable desde el punto de vista ambiental, social y económico (Ahmed y Stoll, 1996). La producción local de estos productos se realiza en los **Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos** (CREE), destinados a brindar servicio a las empresas estatales, cooperativas y productores privados.

En los municipios estudiados se encuentran ubicados ocho de estos centros, los que poseen toda la tecnología y experiencia para una producción eficiente y diversificada de productos biológicos capaz de satisfacer las necesidades de la agricultura urbana en estos territorios.

Entre las líneas de biopreparados que producen se encuentran *Trichoderma* sp., *Bauberia bassiana*, *Verticillium lecanii*, *Bacillus thuringensis* y *Metarhizus* los cuales complementan actualmente un plan de producción de 22,62 ton repartidos de la siguiente forma 16,0 ton en Pinar del Río, 2,9 ton en Cienfuegos y 3,72 ton en Sagua de Tánamo y que en un futuro (una vez resulta las necesidades materiales) deben incrementarse a una cifra de 61,5 ton repartidos en 43,5; 3,6 y 14,4 ton respectivamente (tabla 2), los que beneficiaran un total de 4 499 ha de cultivo en Pinar del Río, 1 000 en Cienfuegos y 2 446 en Sagua de Tánamo.

Como parte del desarrollo de biopesticidas de origen botánico se concibió el desarrollo de **Minicomplejos Agroindustriales del Nim** en los Municipios Pinar del Río y Cienfuegos. En esta acción específica se planifica como primera tarea el

establecimiento de un área de cultivo de 20 ha de Nim que producirá 100 ton /ha de frutos, equivalentes a 40 ton/ha de semilla seca. Este volumen de semilla seca constituirá la materia prima para la elaboración de los bioinsecticidas del Nim y otros derivados. Además, se planifica la construcción de una bioplantas encargadas de realizar el beneficio de los frutos del Nim (despulpado de los frutos y secado de las semillas) y la elaboración de los bioproductos a partir del descarrillado, prensado, formulación y envases de estos, así como el control de calidad.

En Sagua de Tánamo se concibió la siembra de 2000 árboles de Nim en los alrededores de huertos y organopónicos a partir de los cuales se empleará las semillas y hojas para la elaboración de los biopesticidas a partir de métodos artesanales.

Tabla 2: Producciones de productos biotecnológicos en los territorios.

CARACTERÍSTICAS	MUNICIPIOS			TOTAL
	PINAR DEL RÍO	CIENFUEGOS	SAGUA DE TÁNAMO	
Vitroplantas: Producción actual	500 000	300 000	-	800 000
Producción final	2 000 000	1 980 000		3 980 000
Biocontroles: Producción actual (ton)	16,0	2.9	3.72	22.62
Producción final	43,5	3.6	14,4	61.5
Productos del Nim: Producción actual (ton)	0	0	0	0
Producción final	40	40	1	81
Biofertilizantes: Producción actual (Kg.)	800	0	0	800
Producción final	1 300	3 000	35	4 335
Materia orgánica: Producción actual (ton)	18 000	22 300	2 520	42 300
Producción final	43 420	60 000	7 706	105 940
Vermicultura: Producción actual (ton)	5 000	6 285	0	11 285
Producción final	13 026	16 900	400	30 326

Producción de biofertilizantes

Otro elemento que puede incidir en el incremento de la producción agrícola en la agricultura urbana es la utilización de diferentes tipos de biofertilizantes y bioestimuladores vegetales de origen microbiológico que permitan sustituir en gran medida los fertilizantes químicos.

La producción de biofertilizantes se encuentra en una fase de fomento en los municipios; sólo el Municipio de Pinar del Río se encuentra en una fase de crecimiento escalonado con una producción actual de 800 Kg. anuales, con lo que se proponen abastecer en una primera etapa el 70% del área total a cubrir en el municipio, priorizando en esta etapa los principales organopónicos (de alto rendimiento) del municipio así como las áreas de la Finca Municipal de Semilla.

Las instalaciones cuentan con una base de equipamiento e insumos disponible, la cual se planifica ampliar y perfeccionar con la obtención de nuevos recursos, contando al mismo tiempo con asesoramiento técnico por parte del INIFAT. Las líneas de producción establecidas agrupan a *Rhizobium*, solubilizadores de fósforo y *Azotobacter*, los cuales se presentan en forma sólida y a dosis de aplicación reducida, lo que facilita el manejo de estos biopreparados por parte de los productores.

En Cienfuegos se plantea la construcción de una bioplanta para la elaboración de *Azotobacter*, *Rhizobium* y fosforina o fosfosol B; ya que la producción actual de estos productos se realiza en las instalaciones del Laboratorio Provincial de Suelos ubicada en Cumanayagua o en Barajagua y por su lejanía se dificulta grandemente dar respuesta a la demanda de estos biopreparados en esta zona, además de encarecer los costos de la producciones.

Se planifica también la capacitación en materia de producción y control de calidad de biofertilizantes del personal designado para realizar estas producciones; por su experiencia en manejo de biofertilizantes, esta actividad será apoyada por el Laboratorio de Sanidad Vegetal y la Estación de Barajagua.

Una vez puesta en marcha la bioplanta, se plantea cubrir, en una primera etapa, la demanda de estos productos en todos los organopónicos de alto rendimiento, así como la Finca Municipal de Semillas, hasta lograr incrementar las producciones hasta cubrir el total de hectáreas a tratar en el municipio. Igualmente, se propone la aplicación conjunta de los biofertilizantes con el biopreparado *Trichoderma* sp., teniendo en cuenta los buenos resultados obtenido sobre el rendimiento agrícola de diversos cultivos de importancia económica con la mezcla de estos microorganismos.

En el Municipio Sagua de Tánamo se planifica remodelar un área del CREE para la producción de los biofertilizantes con la asesoría técnica del INIFAT. Las líneas de producción planificadas agrupan a *Rhizobium*, solubilizadores de fósforo y *Azotobacter*, los que también se ofertarán en forma sólida y a dosis de aplicación reducida. En una primera etapa se propone abastecer un 50% del total del área a cubrir en el municipio, teniendo en cuenta el mismo criterio de prioridad que los demás municipios.

En general, con el cumplimiento de todas las tareas a ejecutar se responderá a la demanda de los biofertilizantes en los municipios como pilares básicos de una agricultura integrada con principios sostenibles de desarrollo local.

Producción de semillas.

La micropropagación acelerada de vitroplantas es una alternativa para producción de semillas en la agricultura urbana, la misma ha jugado un rol importante en el suministro de semillas de alta calidad fundamentalmente para las grandes empresas agropecuarias. Estas producciones se realizan, a través de la Empresa de Semillas, en las 11 Biofábricas del país las que cuentan con una capacidad potencial instalada de 40 millones de vitroplantas al año y sus producciones fundamentales son de plátano, piña, malanga y ñame, entre otras.

En el estudio realizado se detectaron demandas de semilla de alta calidad (vitroplantas) por parte de los productores de los municipios Pinar del Río y Cienfuegos, que ascienden por cultivo de la siguiente forma: piña (300 000), plátano (90 000) y malanga (100 000) para Pinar del Río y piña (580 000), plátano (500 000), malanga (900 000) y ornamentales para cubrir 10 ha por año para Cienfuegos (tabla 2), siempre teniendo en cuenta las variedades que mejor comportamiento tengan ante las condiciones edafoclimáticas de cada territorio, así como las variedades tradicionales más aceptadas por la población y los productores. Para acometer estas tareas ambos municipios cuentan con una biofábrica con capacidad y personal calificado en el manejo y producción de vitroplantas. También se planifica, por parte de los Grupos municipales de la Agricultura Urbanas, la creación de tres microcentros para la adaptación de las vitroplantas en cada municipio, siempre teniendo en cuenta para su ubicación la

cercanía a las áreas de producción. Esto permitirá que los productores tengan un mayor acceso a esta tecnología, abaratando su producción con el uso de los recursos locales, lo que posibilitará también un mayor conocimiento por parte de los productores de estas técnicas; así como la descentralización de esta actividad en los municipios.

En el Municipio Sagua de Tánamo la producción de semilla agámica por métodos convencionales es de alta calidad, por lo que no se justifica implementar métodos biotecnológicos (micropropagación) para la obtención de estos insumos. Además la única biofábrica dentro de la provincia se encuentra en Holguín a 150 Km. del municipio.

Producción de materia orgánica.

Como parte del estudio realizado, se analizaron también las necesidades y condiciones fundamentales para la de producción de Abonos Orgánicos, y se constató que existen la experiencia y el personal capacitado para el desarrollo de esta actividad todos los municipios, donde existen un Centro Municipal de Materia Orgánica por municipio, así como varios microcentros.

En Pinar del Río, la presencia de una Turbera es de gran importancia como fuente de insumo para la producción de abonos orgánicos, la que se recomienda utilizar a partes iguales con estiércol vacuno para la producción de abonos orgánicos; también se propone la producción de compost a partir de la turba, el humus de lombriz y carbonato de calcio.

El Centro Municipal de Materia Orgánica debe cubrir el beneficio de 520.91 ha de cultivo a partir de una producción total por año de 56 446 t diversificada en 43 420 t de compost y 13 026 t de humus de lombriz.

En Cienfuegos, la línea de abonos orgánicos se encuentra en un desarrollo prematuro dentro del municipio, por lo que se acordó ampliar el Centro Municipal de Materia Orgánica de acuerdo a las necesidades del municipio. Este centro se abastece de diferentes fuentes orgánicas (paja de arroz, paja de maíz, restos de cosecha de Organopónicos, hidropónicos y casas de cultivo y en ocasiones cachaza, entre otros sustratos); además, se propone el establecimiento de un pequeño centro productor de compost y humus de lombriz, para ello se planifica desarrollar el composteo a partir de la basura urbana, tomando como fuente abastecedora el Vertedero de Cienfuegos, y utilizar parte de las producciones obtenidas en el desarrollo de la lombricultura, actividad para la cual se plantea ampliar las capacidades de producción de humus de lombriz en al menos 40 m de criaderos con el objetivo de cubrir la demanda del municipio.

La implantación de digestores para el tratamiento de desechos orgánicos porcinos con la generación de biogás sería otra variante a desarrollar en el futuro, lo que permitiría la producción de materia orgánica, protegiendo el medio ambiente.

El Centro Municipal de materia orgánica del Municipio de Sagua de Tánamo debe cubrir el beneficio de 150 ha de cultivo, lo cual representa un volumen de producción de 7 706 ton de las cuales actualmente sólo se producen 2 520 ton. Además, se fomenta actualmente el desarrollo de la lombricultura en el territorio para lograr una producción anual de 400 ton de humus de lombriz.

Como resultado del análisis realizado en los municipios se plantearon diferentes sugerencias y recomendaciones, así como el levantamiento de las principales

necesidades en equipamiento e insumos para el perfeccionamiento de las diferentes producciones.

DISCUSIÓN

Producción de biocontroles.

En el estudio realizado se pudo constatar que el uso de los biocontroles para combatir plagas reduce considerablemente la aplicación de plaguicidas y funguicidas químicos, por lo que ha tenido una aceptación favorable y prácticamente generalizada dentro de los productores urbanos. Su uso en la producción agrícola ha permitido a los agricultores, científicos y productores el intercambio de experiencias y conocimientos, creando un nuevo sistema de conocimientos científico-empírico que permite que los agricultores sean actores activos del proceso en la lucha sanitaria de sus pequeñas parcelas, además de ayudar a eliminar la contaminación del entorno y estimular el uso de la biodiversidad autóctona. La producción local, como se realiza en los municipios, demuestra ser eficiente y nos acerca más a los criterios de sostenibilidad.

Las producciones se planifican en función de las necesidades locales y los productos se distribuyen en la misma localidad, lo que evita los costos de transportación desde largas distancias y el almacenamiento, además, las relaciones de compra-venta se establecen directamente entre los agricultores y los CREE o tienda del Agricultor quienes además, brindan recomendaciones y hacen a la vez trabajo de educación y extensión (Pérez, 1997).

Los biocontroles han permitido reducir la dependencia de insumos externos, lo que abarata los costos de las producciones agrícolas, con la consiguiente disminución de los precios de venta de las mismas, todo ello permite a los agricultores hacer más saludables y rentables sus cosechas (Pérez, 1997). En cuanto a la protección del medio ambiente, la producción local de biocontroles aporta beneficios sustanciales en comparación con el uso de plaguicidas químicos.

Las producciones están diversificadas en todos los CREEs de los municipios bajo estudio. Además de la diversidad de líneas productivas, algunas de las cepas que se han seleccionado para la reproducción son nativas, lo que toma en cuenta la necesidad de utilizar la biodiversidad local (Pérez, 1997).

Otro elemento que le da carácter endógeno a la producción de bioproductos es que para su ubicación se tiene en cuenta las necesidades locales en correspondencia con la producción en la región, por lo que se establecen en las propias áreas agrícolas o muy cerca de estas; y la flexibilidad con que se establecen las metodologías de producción que permiten el uso del sustrato más adecuado y abundante en la localidad (Pérez, 1997), lo que permite “adaptar” estas tecnologías a las condiciones de cada territorio a fin de aprovechar al máximo los recursos locales disponibles (Vries, 2002).

La producción artesanal de productos naturales derivados del Nim es otra tecnología para el manejo integrado de plagas, puesta a disposición de los agricultores de la Agricultura Urbana. Durante la última década se sembró en gran parte del país más de 300 mil árboles y en la actualidad crecen en el país alrededor de un millón de árboles, de los cuales el 45% están en producción. Más del 85% de los organopónicos visitados tienen plantado árboles del Nim a fin de producir *in situ* bioinsecticidas por medios artesanales. Estos serán utilizados como una alternativa más de control ecológico de las plagas que afectan las producciones hortícolas, a la vez que contribuye a mejorar las condiciones del entorno ambiental de los organopónicos (Estrada y col; 2002). Las producciones de estos productos cumplen también con los principios de territorialidad, así como la protección del medio ambiente y permite la producción de alimentos de forma sustentable.

En las plantaciones de Nim a desarrollar en los municipios se aplicará en los primeros tres años, como principios de la agroforestería, la siembra de cultivos intercalados con énfasis en leguminosas de granos, las cuales al ser cosechadas aportarán notables beneficios en función de amortizar durante este periodo la planta del Nim.

Tanto los CREEs como los Mini-complejos Agroindustriales constituyen también fuente de empleo local, sobre todo para las mujeres.

Producción de biofertilizantes.

En Cuba se han ejecutado profundos estudios sobre la microflora de sus suelos en los últimos 40 años. Se han organizado colecciones de especies microbianas con características de biofertilizantes, mediante aislamientos realizados en gran número de regiones y suelos del país. Las cepas cubanas son capaces de suministrar, mediante la fijación biológica, hasta el 50% de las necesidades de nitrógeno de los cultivos, lo que permite ahorros considerables de fertilizantes químicos (Dibut y col; 1992 y 1995). Esto permite reducir la contaminación ambiental, los daños a la salud humana y hace uso de la biodiversidad de la microflora autóctona del país.

En las encuestas realizadas a agricultores de las diferentes localidades visitadas con el fin de conocer el grado de aceptación de los biofertilizantes cubanos y si éstos demostraban en la práctica productiva su efecto benéfico, sólo el 5% de los encuestados declararon que no habían obtenido efectos positivos con estos bioproductos lo que demuestra la eficacia y aceptación de los biofertilizantes a partir de cepas autóctonas

A pesar del desarrollo alcanzado en la producción de biofertilizantes, los cambios en la organización económica del país han impedido en los últimos años la fabricación de estos a gran escala; ya que estas biotecnologías requieren de inversiones en moneda libremente convertible para grandes volúmenes de producción. Por lo que en estos momentos las producciones de los biofertilizantes no son suficientes y si tenemos en cuenta que las áreas urbanas destinadas a la agricultura son cada vez mayores, estos productos no pueden llegar a todos los productores.

Se hace necesario cada vez más hacer este tipo de biotecnologías altamente participativas y apropiadas desde los centros generadores, atravesando por los productores y llegando directamente a los consumidores, según las demandas de estos en cada localidad.

Es por ello que en la actualidad se ha desarrollado una tecnología artesanal para la producción de *Azotobacter* en forma sólida y que es posible implementar en cada territorio, preparando al país en el cambio de infraestructuras encaminadas hacia una agricultura cada vez más sustentable.

Por todo ello, se ha comenzado a trabajar en la creación de pequeñas plantas semiartesanales para producir biofertilizantes (*Azotobacter*, solubilizadores de fósforo, *Azospirillum*, *Rhizobium*, etc.) a escala local en tres municipios del país. Para su establecimiento se utilizarán locales disponibles o ajustado en los CREE, con vistas a aprovechar la infraestructura ya creada en los mismos para la producción y venta de los biocontrolados, así como la relaciones establecida con los agricultores e impulsar de esta forma la aplicación masiva de esta tecnología en la producción de alimento en el contexto urbano.

Producción de semillas.

El potencial productivo de esta red de biofábricas pudiera ser utilizado para apoyar la producción de semillas en la agricultura urbana. Su vinculación con los agricultores pudiera significar un cambio favorable para ambos. Por un lado las biofábricas pondrían a disposición de los agricultores una nueva tecnología que les permitiría utilizar en el rescate de variedades locales difíciles de propagar por semilla o muy afectadas por virus, así como obtener mayores producciones al utilizar semillas de alta calidad y/o libres de virus, garantizada por las biofábricas. Por otra parte, los agricultores pueden incorporar su potencial de conocimientos empíricos y experiencias al desarrollo de una nueva concepción de trabajo de las biofábricas que les permita insertarse en el desarrollo productivo de este tipo de agricultura.

Además, se trabajaría en la descentralización de los centros de adaptación de las vitroplantas, para realizar la adaptación en lugares cercanos al destino de las producciones o en las mismas fincas de los agricultores, para que de esta forma, los productores puedan manejar su propia semilla haciendo estas biotecnologías cada vez más participativas (Ruivenkamp, 1992)

Para su adaptación, las producciones de vitroplantas se pudieran relacionar con las fincas de semillas del Programa Nacional de Agricultura Urbana; y la distribución de las mismas se podría realizar por medio de las Granjas Urbanas a través de las Tiendas del Agricultor o directamente con los productores como en el caso de los biocontroles y de esta forma ir incorporando esta tecnología al desarrollo local específico de los diferentes territorios.

Producción de materia orgánica.

La agricultura urbana no hubiera podido materializarse si no contará con métodos que permitieran restituir los nutrientes extraídos del suelo en cada cosecha, Es por ello que uno de los cuatro primeros subprogramas con que contó esta agricultura fue el de Materia Orgánica.

La producción de materia orgánica y humus de lombriz, a partir de materias primas existentes en la localidad y con el uso de biotecnologías tradicionales, dio lugar, desde sus inicios, al reciclaje de nutrientes y la mejora de la fertilidad de suelos y sustratos. Con la posterior creación de los Centros para la Producción de Materia Orgánica en cada municipio y de los Microcentros en cada Consejo Popular se reforzó el carácter local de esta actividad al producir en la localidad insumos necesarios para la labor de los agricultores. En la actualidad cada municipio cuenta con un Centro Municipal de Materia Orgánica y con varios microcentros en los diferentes consejos populares para dar respuesta a las demandas que existen en todas las áreas dedicadas a la producción de hortalizas (Peña y col; 2002).

Las Granjas Urbanas también aplican las prácticas tradicionales y los resultados de la ciencia y la técnica en la elaboración y producción de compost aprovechando los desechos orgánicos, lo que le permite incorporar a los canteros la cantidad de materia orgánica que requieren después de cada cosecha. De esta forma la Granja Urbana educa en el uso de fertilizantes obtenidos por la descomposición de la materia orgánica, lo que a mediano y largo plazo promueve altas producciones con el aumento de la vida en el suelo y a su vez balances económicos favorables. Además, los materiales bases para la confección de los abonos orgánicos provienen de las propias finca,

contribuyendo esto a un efecto de reciclaje de nutrientes y a un mecanismo seguro para el mantenimiento de la fertilidad del suelo que no genera dependencia externa.

Por otra parte y teniendo en cuenta la tendencia actual de sustituir el concepto de "desecho" por el de "recurso", considerando a los contaminantes urbanos como materia prima mal ubicada, algunas granjas han establecido convenios de colaboración con las empresas de comunales de las ciudades; vinculando los carros de tracción animal de las empresas dedicados a verter los desechos vegetales de la poda y chapea de la ciudad, con los organopónicos de las granjas, con vistas a utilizar estos desechos en la producción de abonos verdes y compost.

El gran desarrollo alcanzado en la producción de materia orgánica es uno de los principales pilares para el éxito de la agricultura urbana, donde el caudal de conocimientos y experiencias de los agricultores y científicos en abonos verdes y procesamiento del compost ha sido puesto a disposición de la producción de alimentos.

Por otro lado, el cultivo de la lombriz de tierra y la producción de materia orgánica resuelve uno de los problemas más urgentes de la humanidad desde el punto de vista ambiental; si se tiene en cuenta la gran cantidad de basura, lodos, residuos de desechos agrícolas y urbanos que se acumulan y constituyen un problema interno de espacio, de salud, de contaminación y de combustible. Además, estos productos disminuyen el uso de los fertilizantes químicos, quienes son altamente contaminantes y cada vez más costosos.

Son múltiples los beneficios que ofrecen la vermicultura y la producción de materia orgánica por sus ventajas y por su bajo costo de producción. El humus ya se ha convertido por todas sus propiedades en un producto codiciado y puede ser utilizado en todos los renglones de la producción agrícola. Estas basuras que representan un potencial incalculable de material orgánico, ahora lejos de constituir una amenaza de contaminación ambiental y serios peligros para la salud humana, son tratadas y transformadas en abonos de buena calidad (Cuevas y col; 1996; González y col; 1996).

A pesar de los importantes avances alcanzados en el Movimiento de la Materia Orgánica hasta las unidades de base, aún existe un alto potencial por utilizar en cuanto al acopio, procesamiento, producción y distribución de materia orgánica en los diferentes Municipios y Consejos Populares. La vinculación de la unidad de producción con la fuente de materia orgánica es determinante para incrementar la eficiencia de la agricultura urbana. La materia orgánica se convierte en uno de los objetivos de la crianza animal en la agricultura urbana. La aplicación de la misma al cantero es convertir residuos en alimentos para la población.

En sentido general se puede plantear que estas biotecnologías contribuyen al desarrollo endógeno y sustentable de la agricultura urbana, al permitir la integración de los conocimientos científicos y la tradición popular a la solución de los problemas teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada localidad.

Las producciones de bioproductos (biocontroles y biofertilizantes) a nivel local permiten reducir la dependencia de los agricultores a los insumos externos, lo que se disminuye los costos y precios de venta de las producciones agrícolas a la vez que les permite obtener cosechas más saludables y rentables. Este sistema de producción local reporta también grandes beneficios para la salud humana y el medio ambiente en comparación con el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos; además de contribuir con el incremento de la diversidad biológica.

La micropropagación *in vitro* de plantas es otra técnica biotecnológica que puede contribuir al desarrollo agrícola local. Aprovechar el potencial productivo de la red de biofábricas con vistas a la producción de semillas pudiera significar un cambio favorable en el rescate de variedades locales difíciles de propagar por semilla o muy afectadas por virus, así como obtener mayores producciones al utilizar semillas de alta calidad y/o libres de virus. La inclusión de las biofábricas en el desarrollo productivo de este tipo de agricultura pondría a disposición de los agricultores una nueva tecnología a la que ellos incorporarían sus conocimientos y experiencias.

Las producciones de materia orgánica y humus de lombriz, a partir de las materias primas existentes en la localidad, son utilizadas en el desarrollo agrícola con vistas a producir insumos locales y la diversificar los sistemas de producción en la agricultura urbana. La creación de los Centros para la Producción de Materia Orgánica en cada municipio y de los Microcentros en cada Consejo Popular refuerza el carácter endógeno de esta actividad al producir en la localidad estos insumos necesarios para la labor de los agricultores. El cultivo de la lombriz de tierra y la producción de materia orgánica también han resuelto un problema ambiental al convertir en abonos verdes, la basura, lodos, residuos de desechos agrícolas y urbanos que se genera en las ciudades. Además, de disminuir el uso de los fertilizantes químicos más costosos y contaminantes.

CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado se puede concluir que las biotecnologías analizadas son factibles de adaptar y aplicar en el marco de la Agricultura Urbana para la producción de alimentos de forma sostenible, cumpliendo con el principio de territorialidad y de forma endógena. Para fortalecer el desarrollo y aplicación de estas biotecnologías se desarrollaran estrategias de trabajo a fin de potenciar la producción de medios biológicos en los CREEs vinculándolos a los sistemas urbanos de producción; potenciar la producción de vitroplantas de plátano, piña, malanga y otras producciones que demanden los productores; implementar Centros Municipales de Materia Orgánica que respondan a las demandas de los municipios mediante el desarrollo de técnicas de composteo y lombricultura y establecer bioplantas para impulsar la producción de biofertilizantes.

BIBLIOGRAFÍA.

- Ahmed, S y Stoll, G. (1996): Biopesticidas. **En:** Biotechnology: Building on farmers' knowledge. Bunders, Haverkort y Hiemdra eds. ISBN 0-333-67082-5. pp. 53-79.
- Bunders, J; Loeber, A; Broerse, J. E. W. y Haverkort, B. (1996): An integrated approach to biotechnology development. **En:** Biotechnology: Building on farmers' knowledge. Bunders, Haverkort y Hiemdra eds. ISBN 0-333-67082-5. pp. 201-227.
- Cuevas, J. R; Morejón, J. O; Ojeda, M. y Vale, V. (1996): La lombricultura. Una opción ecológica. *Agricultura Orgánica* 2(1): 13-15.
- Dibut Álvarez, B; Martínez Viera, R; Acosta, M.C. y González, R (1992): Respuesta de la cebolla en semilleros a la inoculación con *Azotobacter chroococcum* en diferentes suelos y regiones de Cuba. **En:** Resúmenes de biotecnología para el

Mejoramiento de Cultivos en América Latina (BIOCILA) 1-7 noviembre 1992. Caracas/Venezuela.

- Dibut Álvarez, B; Martínez Viera, R; González, R; Acosta, M. C. y Pérez, A. (1995): Biomasa vs. Biomasa. Reproducción bacteriana. Producción Vegetal. En: Memorias de Conferencia Mundial sobre Biomasa para la Energía y el Medio Ambiente. La Habana, 26 pp.
- Estrada, J; López, M. T; Castillo, B. Z. y Díaz, V. (2002): Potencialidades del uso del Nim y sus bioproductos en la producción ecológica y sostenible. *Agricultura Orgánica* 8(3): 18-21
- González, P. J; Navarro, G; Fernández, D. y Camina, F. (1996): La lombricultura. Una opción productiva. *Agricultura Orgánica* 2(1): 15-17.
- Peña, E; Carrión, M; Martínez, F; Rodríguez, A. y Companioni, N. (2002): Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. INIFAT ed. 2002, La Habana, Cuba. 106 pp.
- Pérez, N. (1997): Bioplaguicidas y Agricultura Orgánica. *Agricultura Orgánica* 3(1-2): 19-21.
- Ruivenkamp, G. (1992): Tailor made versus industrial biotechnology: The social dimension. *Prophyta* 2: 33-35
- Visser, B. (2002): Biotecnología: Una canasta de opciones. LEISA 16(2):12-14
- Vries, J. (2002): Urban agriculture and endogenous development in Cuba. Thesis from Wageningen University (WUR). Wageningen, Netherlands. 85 pp.