

entre 11 y 15 % con diferencia significativa en las variantes de riego empleadas.

Tabla 4. Influencia del Tratamiento Magnético del Agua (TMA) en los indicadores foliares y de frutos (t/ha)

Cultivo	Promedio de años	Testigo	TMA	Incremento de rendimiento (%)
Tomate	3	48,8 b	55,4 a	13,6
Ajo	2	6,6 b	7,7 a	15,4
Cebolla	2	15,7 b	17,5 a	11,3

El agua tratada magnéticamente durante su aplicación en el riego de los cultivos estudiados contribuye a disminuir las dosis en 17 % (51,5 mm) en el tomate, a 11 % (51,4 mm) en el ajo y 31 % (117,5 mm) en la cebolla y a la vez lograr incrementos en los rendimientos por encima de 13, 15 y 11 % respectivamente con niveles óptimos de calidad y sin contaminación medio ambiental.

Como conclusiones podemos plantear que el TMA como estimulador físico para el agua de riego, representa una alternativa agronómica para los ambientes con deficiencias hídricas en los cultivos de tomate, ajo y cebolla, por cuanto regula y reduce la evapotranspiración; aspecto de mayor importancia a considerar en el régimen hídrico del cultivo.

Bibliografía

- Altieri, A. M. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Clades. Tercera edición La Habana, Cuba. 249 p.
- Bansal, H. L. 1993. Magnetoterapia. *Journal Biotechnology progress*: 6:6:452-457.
- Berenguer, A. 1991. Magnetizador electroimán. Memorias técnicas. La Habana. 3 p.
- Bugarín M. R.; A. Galvis; P. Sánchez y D. García. 2002. Acumulación diaria de materia seca y de potasio en la biomasa aérea total del tomate. *TERRA Latinoamericana*. México: 20:4:401- 409.
- Calderón, A. y E. Ponce. 1997. Aplicación de *Beauveria bassiana* mediante sistema de riego localizado. *Agrotecnia de Cuba*: 27:1:77-78.
- Carbonell, M. y E. Martínez. 1998. Bioelectromagnetismo aplicado a la agricultura. *Ingeniería Agroforestal*. Madrid, España.
- Cun, R y M. León .1997. Respuesta del tomate al riego deficitario controlado con la técnica por goteo. *Agrotecnia de Cuba*. 27:2-3:158-163.
- Delgado, J. 2002. Un sueño hecho realidad: *Agricultura Orgánica*: 1:8:2-3.

- Dell'Amico, J.; M. Rodríguez; P. Torrecillas y A., Morte. 2002. Influencia de la micorrización en el crecimiento y las relaciones hídricas de plantas de tomate sometidas a un ciclo de sequía y recuperación. *Cultivos Tropicales*: 2:1:29-34.
- Doorenbos, J, A. y H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio Fao. Riego y Drenaje. Roma.
- Duarte, C. y C. Rodríguez. 2003. Efecto de dos tipos de fertilizantes líquidos en el cultivo del tomate. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*: 12:3: 5-8.
- Duarte, C. y F. González. 2009. Velocidad de acumulación de biomasa en la dosificación de la fertirrigación ecológica del tomate en organopónico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*: 18:3:9-11.
- Duarte, C.; M. León; M. Monederos; M. Pedroso y A. González. 2006. Influencia del balance nutricional del continuo agua-suelo-planta en la fertirrigación del tomate protegido. *Memorias de AgrÍng*. 15 p.
- Duarte, C. 2009. Influencia de tratamiento magnético del agua de riego en los requerimientos hídricos de tomate, ajo y cebolla, para condiciones de diferencias hídricas. Cenda. Registro: 2811-2009. 1p.
- Gonet, B. 1985. Influence stationary magnetic field on physico-chemical properties of water. *Bioelectromagnetics*: 6:2:69-75.
- Inca. 2007. EcoMic® Biofertilizante de amplio espectro para la producción agrícola. Inca. p1-1 Disponible en <[http:// Inca.edu](http://Inca.edu).
- Laíz, O.2011. Ecología acuática: un conocimiento para el futuro. V Taller: Uso y cuidado del agua. La Habana.
- Martínez, A. y J. Tarjuelo, J. 2006. Aspectos básicos para el diseño del riego por aspersión en parcelas. Universidad de Castilla-La Mancha. España. Pp. 241-246.
- Mesa, Y.; C. Duarte; N. Jiménez; E. Zamora; A. García y R. Cun. 2011. Agricultura ecológica bajo riego en un sistema de cultivo urbano. Informe final de proyecto: 22-60. *IAgric*. 12 p.
- Minag. 2008. Balance de áreas bajo riego. Dpto. mecanización: 5 p.
- Montero, L. 2008. Producción de pimiento (*Capsicum annum* L) con el uso de biofertilizantes micorrízicos y diferentes niveles de disponibilidad hídrica en organopónico. Tesis M.Cs en Nutrición de Plantas y Biofertilizantes. La Habana. 56 p.
- Montero, L.; R. Cun y C. Duarte. 2009. Factibilidad económica y ambiental del uso de biofertilizantes micorrízicos. Universidad del Valle. *Revista EIDENAR*. Ejemplar 8. Enero-diciembre. Pp. 5-7.
- Pereira, L.; J. Valero y M. Raquel. 2010. El riego localizado. En: *El riego y su tecnología*. Editora Europa-América. Lisboa. 296 pp.
- Rodríguez, L. 2002. El uso de la energía solar en la automatización del riego. *Agricultura Orgánica*. 8:1:9-11.
- Rodríguez, S.; D. Pinochet y F. Matus. 2001. Fertilización de cultivos. Lom Ediciones. Chile. 21 p.
- Ros, R. 1998. Tratamiento magnético de las aguas. Instalador Moser y Rosser: 73-81.
- Sarduy, L.2000. Bomba de agua para el ganado. *Tecnología apropiada*. 4:2:22-26.

El Cetas pertenece a la Universidad de Cienfuegos y trabaja directamente con el sector agropecuario de la provincia, mediante proyectos de investigación, innovación y capacitación, para lo cual se vincula con otros centros del país y de la provincia. Desarrolla un proceso llamado Programa de Capacitación para la Innovación y el Desarrollo Agropecuario Sostenible (PCIDAS), con el propósito de sensibilizar a los agricultores para lograr un óptimo de biodiversidad en las fincas a través de: sistemas agroforestales y otras prácticas agroecológicas, para obtener óptimos rendimientos agrícolas y pecuarios.

Para ello colabora con los proyectos de Gases de Efecto Invernadero (GEI), el Programa de Innovación Agrícola Local (Pial), que lidera nacionalmente el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca) y en alianza con todos los proyectos ramales y territoriales, desarrolla el trabajo de capacitación masiva para los agricultores.

Entre sus principales resultados se encuentran: desarrollo y diseño de fincas agroforestales (de cultivos, ganaderas o mixtas), para el incremento de la biodiversidad, riqueza de especies, incremento de la biomasa y captura de Gases de Efecto Invernadero (GEI), diversidad de las producciones, reducciones de plagas, mitigación de los efectos del cambio climático; sistemas de cultivos (asociaciones, policultivos, etc.), para el incremento de la biodiversidad, de los rendimientos agrícolas por unidad de área, diversificación de las producciones, reducciones de gastos e incremento de ganancias.

También, aseguramiento de las cosechas contra la adversidad de arvenses; sistemas silvopastoriles y manejo de vacunos; tecnologías para el manejo de los residuos de cosecha y excretas animales, fabricación de compost y lombricultura; diseños para la construcción y puesta en marcha de biodigestores; diseminación de semillas, plántulas de especies y variedades de cultivos y su caracterización, fundamentalmente de frutales escasos en la provincia para el incremento de la biodiversidad.

Asimismo, tecnologías para la propagación de frutales (viveros) y caracterización de diferentes especies existentes en Cuba; manejo agroecológico de la finca para la regulación de plagas y otros innumerables beneficios; caracterización de especies de árboles multipropósito (frutales, maderables, melíferos, medicinales, entre otros usos) y su adaptación a los diferentes diseños de fincas agroforestales. Se han capacitado miles de agricultores y técnicos, así como realizado 56 tesis de maestría y una de doctorado.

INOCULANTES MICROBIANOS Y ESTIMULANTES

Luis A. Gómez¹ y Rafael Martínez-Viera² (†)

¹Instituto de Suelos (IS), La Habana

²Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (Inifat), La Habana

La inoculación con microorganismos benéficos a cultivos de importancia económica es una práctica que se venía realizando en Cuba desde principios del pasado siglo XX, cuando se inocularon leguminosas con *Rhizobium* procedentes de los Estados Unidos en la Estación Agronómica de Santiago de las Vegas, hoy Inifat.

Sin embargo, no es hasta las décadas de los años 80 y 90 del propio siglo que esta actividad tomó un gran auge en el país, cuando grupos multidisciplinarios de investigación desarrollaron productos a partir de aislar, caracterizar, producir e inocular microorganismos nativos del suelo, fundamentalmente de los géneros bacterianos *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas* y hongos micorrízicos arbusculares de los géneros *Glomus* y *Acaulospora*, solos o combinados con efectos muy ventajosos sobre el crecimiento y la producción de las plantas (Medina 2009).

En el año 1963, el Primer Ministro Fidel Castro hizo referencia a la importancia de la fertilización de los suelos con microorganismos, para abaratar las producciones agrícolas y ahorrar fertilizantes químicos. En 1991, la producción de biofertilizantes o inoculantes microbianos se incluyen en el Programa Alimentario aprobado como programa estratégico, momento en que se inicia el Período Especial y el país estaba imposibilitado de adquirir grandes cantidades de químicos para la fertilización de los suelos y nutrición de los diferentes cultivos de importancia económica.

Es bajo esta coyuntura que se desarrollaron los inoculantes microbianos en el país, los cuales han contribuido no solo a sustituir fertilizantes químicos de importación, sino también producir alimentos más sanos para la población y proteger el medio ambiente. En la actualidad estas tecnologías se renuevan con proyectos de investigación-desarrollo que pretenden mejorar la calidad de los inoculantes existentes, introducir nuevos productos

y cubrir las demandas del país, en el marco de una agricultura más diversificada, exigente y comprometida con el futuro del medio ambiente.

Importancia de los inoculantes microbianos para el desarrollo de una agricultura agroecológica en Cuba

Los biofertilizantes o inoculantes son productos de origen microbiano, que pueden definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes como fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, potencializadoras de diversos nutrientes o productoras de sustancias activas, que se utilizan para aplicar a las semillas, al suelo o a las hojas, con el objetivo de incrementar el número de 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 (Martínez-Viera 2006).

De acuerdo con San Juan (2009) los inoculantes microbianos son productos biotecnológicos cuyo principio activo es un microorganismo vivo (bacteria u hongo) que tiene la propiedad de mejorar la nutrición, el crecimiento y el desarrollo vegetal.

La importancia del uso de este tipo de producto radica en su capacidad para suplementar o movilizar nutrientes con un mínimo de recursos no renovables, en que generan procesos microbianos rápidos, se aplican en pequeñas dosis y permiten solucionar problemas locales específicos.

El desarrollo, comercialización y aplicación de un inoculante eficaz y de calidad es un proceso largo y complejo de investigación, pruebas agrobiológicas y trabajo tecnológico, de marketing y registro, que es sin dudas, específico de cada producto y asimismo, del fin que se persiga. En este proceso se ven involucrados muchos y muy diversos especialistas, los que comprenden entre otros: microbiólogos, fisiólogos vegetales, ingenieros agrónomos e industriales, extensionistas, economistas, agencias fiscalizadoras, legisladores, entre otros (San Juan 2009).

La utilización de los inoculantes microbianos en Cuba no es una consecuencia del Período Especial sino el resultado de un

largo proceso de investigaciones y la incorporación progresiva de distintas instituciones, con el convencimiento pleno de la gran utilidad que podía recibir el país mediante la manipulación de los microorganismos del suelo, después de profundos estudios encaminados a obtener los conocimientos básicos sobre la microflora de los suelos cubanos y con el objetivo básico en un principio de sustituir fertilizantes minerales de importación, alcanzando altos rendimientos agrícolas sin la afectación del medio ambiente

Se ha demostrado que el empleo de la inoculación con microorganismos benéficos en los cultivos permite ahorrar fertilizantes químicos a niveles que oscilan entre 25 y 50 %, además que, con el uso de esta tecnología se realiza una importante contribución a la protección del medio ambiente, el establecimiento de los cultivos, protegiéndolos contra el estrés, en tanto se incrementan los rendimientos agrícolas entre 10 y 20 %. Este aspecto será tratado con mayor profundidad en otros capítulos.

Situación actual de la producción de inoculantes microbianos en Cuba

Durante varios años, las instituciones científicas del país han desarrollado una amplia gama de productos biofertilizantes de uso agrícola. De los 22 productos (BIOFER[®], AZOFERT[®], NITROFIX[®], FOSFORINA[®], FOSFORINA plus A, FOSFORINA plus R, EcoMic[®], LicoMic, Pectimorf, Quitosanas AZOMEG, BIOFOSOL-H, BIOFOSOL-B, DIMABAC, ACESTIM, DIMAZOS, BIOBAC, MicoFert, Rhtp1, 2, 3 y 4) biofertilizantes de uso agrícola desarrollados por las instituciones científicas del país, la comisión de productos priorizados de la biotecnología agrícola, que preside el Ministerio de la Agricultura (Minag), reconoce que han tenido un mayor impacto en la producción alimentaria en el país seis de ellos: BIOFER[®], AZOFERT[®], NITROFIX[®], FOSFORINA[®], DIMARGON[®] y EcoMic[®] (tabla 1), en relación con la demanda por parte de los productores, su nivel de acabado y la sustitución de fertilizantes químicos que permite su utilización.

En los primeros años de la década del 90, durante pleno Período Especial, se estableció en el país una red para la fabricación de biofertilizantes utilizándose instalaciones de algunos Complejos Agroindustriales (Cai) azucareros, fábricas de torula, roneras, así como otras instalaciones, lo que permitió obtener significativos

Tabla 1. Productos biofertilizantes definidos como priorizados en el 2009 por la Comisión de Biotecnología Agrícola del Minag (Minag 2010)

Producto	Principio activo y uso	Sustitución de nutrientes	Institución responsable
BIOFER®	Bacteria del género <i>Rhizobium</i> , para inocular leguminosas de grano.	Sustituye entre el 30 y 50 % de la fertilización nitrogenada.	IS
AZOFERT®	Bacterias (género <i>Bradyrhizobium</i>), para inocular leguminosas de grano, forrajeras y de pastos.	Sustituye entre 30 y 50 % de la fertilización nitrogenada.	Inca
NITROFIX®	Bacteria: <i>Azospirillum</i> sp., para la inoculación líquida de caña de azúcar y otras gramíneas.	Sustituye entre el 50 y 70 % de la fertilización nitrogenada y estimula el crecimiento vegetal.	Icidca
FOSFORINA®	Bacteria: <i>Pseudomonas fluorescens</i> . Se emplea en una amplia gama de cultivos.	Sustituye entre el 15 y 30 % de la fertilización fosfórica, estimula crecimiento y confiere protección contra patógenos.	IS
DIMARGON®	Bacteria: <i>Azotobacter</i> . Se emplea en una amplia gama de cultivos.	Estimula el crecimiento vegetal y sustituye hasta un 35 % del fertilizante nitrogenado.	Inifat
EcoMic®	Cepas de hongos Micorrizógenos, se emplea en una amplia gama de cultivos.	Sustituye dosis de N, P y K hasta en un 30 % y confiere resistencia a estrés y ataques de patógenos.	Inca

Leyenda:

IS (Instituto de Suelos), **Inca** (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas), **Icidca** (Instituto Cubano de Derivados de la Caña de Azúcar), **Inifat** (Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt).

volúmenes de productos que fueron aplicados a una amplia gama de cultivos y tipos de suelos, lo cual contribuyó a atenuar la falta de fertilizantes en esos momentos y facilitó la introducción y generalización de los mismos en la agricultura cubana.

Vale señalar, que aun cuando los sistemas de envases y transporte de los inoculantes no cumplían las normas requeridas para este tipo de producto, los resultados obtenidos garantizaron la trascendencia de su uso en la agricultura de Cuba y otros países.

A partir del año 1998 en que se llegó a producir 337 000 L de inoculantes bacterianos en el país (figura 1), ocurrió una disminución considerable en la producción y aplicación de estos, funda-

mentalmente de DIMARGON®, BIOFER® y FOSFORINA®, debido al cierre de algunas de estas instalaciones por falta de energía, rotura de fermentadores y agotamiento de materia prima, entre otras causas.

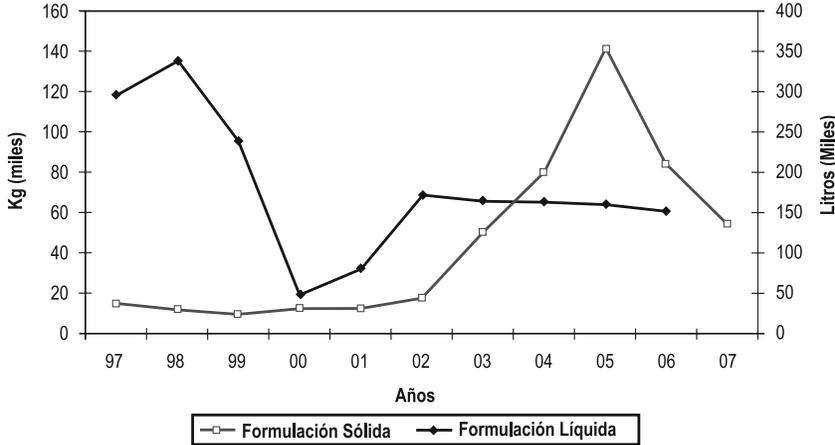


Figura 1. Producción nacional de inoculantes bacterianos (1997-2007) reportado por el Programa Nacional de Producción de Abonos Orgánicos y Biofertilizantes-PNAO y B (IS 2008).

Desde el 2002, se organizó el Programa Nacional de Producción de Abonos Orgánicos y Biofertilizantes (PNAO y B) a fin de apoyar y sustentar el desarrollo de la agricultura y otros sistemas alimentarios, mediante la producción de biofertilizantes, en el que se llegó a producir 140 t de biofertilizantes (figura 1), ello conllevó a que el área de aplicación de los bioproductos se incrementara considerablemente para cubrir más de 100 000 ha en una campaña agrícola (figura 2).

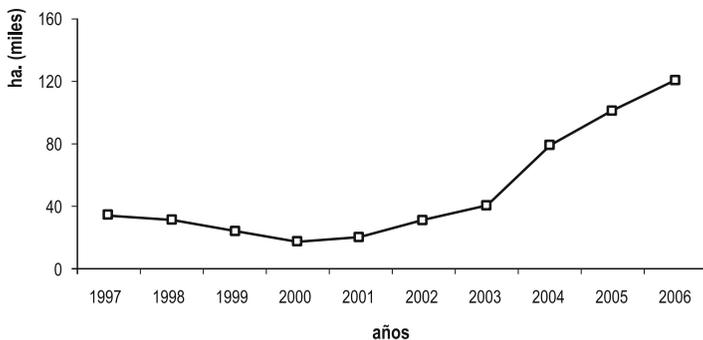


Figura 2. Área beneficiada con inoculantes bacterianos (1997-2006) reportado por el PNAO y B (IS 2008).

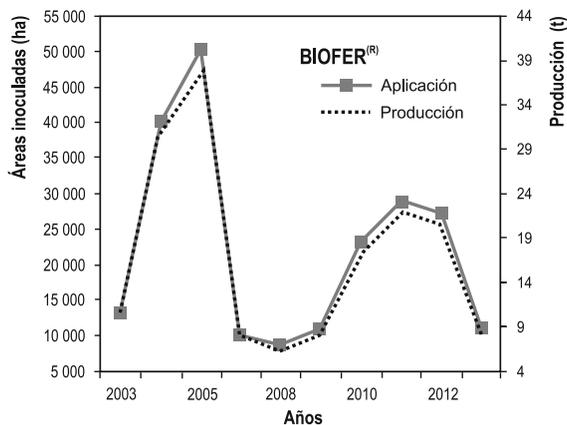
Las producciones actuales de biofertilizantes en Cuba se realizan principalmente en plantas de producciones del Instituto de Suelos y de forma demostrativa en el proyecto Cuba 10 del Icidca, condiciones que por ser artesanales, no permiten garantizar un producto de calidad aceptable. El resto de las producciones corresponden a la elaboración de los biofertilizantes AZOFERT® y EcoMic® que se concentran en la planta de producciones del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca).

Sin embargo la producción de biofertilizantes sufre en la actualidad una transformación positiva, pues entre los años 2012-13, se completaron las pruebas toxicológicas, los expedientes para registro y se registraron cinco productos. Se transforman instalaciones de producción para cumplir las exigencias de seguridad biológica y se construyen nuevas fábricas con los más altos estándares tecnológicos.

Contribución de los inoculantes microbianos a la producción agrícola del país

Entre los años 2003 y el 2013 en el que el país estuvo limitado en la disponibilidad de fertilizantes químicos para la producción agrícola, las plantas de producción de inoculantes del país produjeron entre 6,2 - 37,6 t por año de BIOFER®; entre 11 800 - 93 600 L por año de FOSFORINA® (figura 3); y entre 2 850 - 82 500 L por año de DIMARGON® y de 12 a 42 t por año de EcoMic® (figura 4), lo que permitió beneficiar cerca de 76 239 ha anuales con estos productos.

Las fluctuaciones se debieron a las diferencias en demanda de estos inoculantes por parte de los productores.



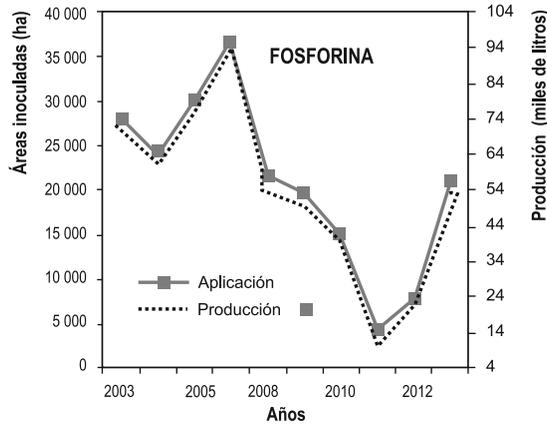


Figura 3. Producción y área inoculada de BIOFER y FOSFORINA entre los años 2003 - 2013. Fuente: Instituto de Suelos.

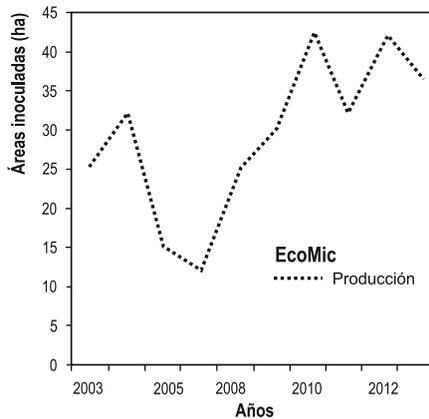
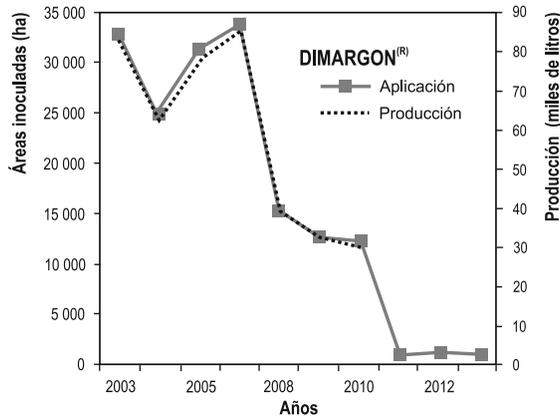


Figura 4. Producción de DIMARGON® y EcoMic® entre los años 2003 - 2013. Fuente: Instituto de Suelos.

Una reciente evaluación de la Dirección de Economía del Minag (tabla 2), consideró que el empleo de los productos BIOFERT[®], AZOFERT[®], NITROFIX[®], FOSFORINA[®], DIMARGON[®] y EcoMic[®] sustituyen considerables cantidades de fertilizantes químicos en los diferentes cultivos en que se emplean.

Tabla 2. Dosis de empleo, producto que sustituye y valor de la sustitución del empleo de seis importantes inoculantes microbianos
(Fuente: Minag 2010)

Inoculante	Dosis/ha	Producto que sustituye (en %)	Valor de sustitución (USD/ha)
BIOFERT [®]	0,75 kg	Urea (50 %)	111,41
AZOFERT [®]	0,4 kg	Urea (50 %)	111,33
NITROFIX [®]	100 L	Urea (50 %)	16,74
FOSFORINA [®]	0,75 kg	Superfosfato (30 %)	3,49
DIMARGON [®]	0,75 kg	Urea (25 %)	55,56
EcoMic [®]	4 kg	NPK (30 %)	86,06

El número total de áreas cubiertas con biofertilizantes entre los años 2003 y 2013 fue de 762 387 ha.

El uso de BIOFER[®] en leguminosas de grano permitió ahorrar al país por concepto de importación de fertilizantes 2,48 millones de USD/año (24,8 millones de USD/10 años), el uso de FOSFORINA[®] en diversos cultivos cerca de 91 842 USD/año (918 428 USD/10 años), el empleo de DIMARGON[®] en una amplia gama de cultivos alrededor de 1,13 millones USD/año (11,31 millones en 10 años) y la inoculación con el producto a base de hongos micorrízicos EcoMic[®] 626 086 USD/año (6,26 millones en 10 años).

Todo ello contribuyó no solo con la sostenibilidad de las producciones agrícolas; sino también con la disminución de la contaminación ambiental, debido a la reducción en el uso de los fertilizantes químicos.

Específicamente en el año 2013 la producción de inoculantes bacterianos en las plantas de producciones artesanales del Instituto de Suelos fue de 18 830 kg de BIOFER[®]; 5 080 kg de FOSFORINA[®]; 6 450 kg de DIMARGON[®]; 0,96 miles de kg de FOSFORINA plus R (*Pseudomonas* + *Rhizobium*) y 12,33 miles de kg de FOSFORINA plus A (*Pseudomonas* + *Azotobacter*), que permitieron inocular 57 707 ha de diferentes cultivos, lo que representó un ahorro de 4,33 millones de CUC por concepto de sustitución de fertilizantes químicos de importación.

Por su parte en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas produjo 1 600 dosis de AZOFERT® y 36 t de EcoMic®, lo que permitió inocular 10 600 ha de diferentes cultivos, que representó 951 796 USD de ahorro por concepto de sustitución de fertilizantes químicos de importación. En la campaña de producción 2013 se tuvo un especial cuidado en la calidad del producto ofertado a los productores.

Perspectivas del empleo de los inoculantes microbianos en la agricultura cubana

En el país se siembra anualmente más de un millón de hectáreas de viandas, hortalizas, granos, frutas, y caña de azúcar en una campaña agrícola, lo que demanda más de 200 millones de dólares (USD) solo por concepto del uso de fertilizantes químicos, de cumplirse con lo establecido en las tecnologías de cada cultivo.

Debido a las dificultades económicas, actualmente la agricultura cubana “protege” con estos agroquímicos alrededor de un 20 % de las áreas de siembra (Minag 2010), el resto de las producciones se realiza a partir de la utilización de las reservas de nutrientes del suelo, fenómeno que provoca sin dudas, pérdida paulatina de la fertilidad de los mismos y una disminución de las rendimientos agrícolas.

Esta situación, se tornará aún más crítica si se tiene en cuenta que los niveles de siembra, en los próximos años, se incrementarán en más de un millón de hectáreas con la entrega de tierras en calidad de usufructo.

Sin embargo, las instituciones de producción de inoculantes microbianos en Cuba, trabajan por lograr la elaboración de productos terminados con calidad competitiva para un mercado nacional e internacional. Países de nuestra área latinoamericana, como Brasil y Argentina, han obtenido productos muy competitivos.

Obtener formulaciones económicas y socialmente viables, establecer un sistema de calidad que permita disponer de productos competitivos, implantar un sistema de distribución adecuado a las necesidades del país y diversificar las producciones son algunas de las acciones que se llevan a cabo para elevar la efectividad del uso de los biopreparados de uso agrícola en el país.

Teniendo en cuenta esta situación, en el año 2009 el Grupo de Biotecnología Agrícola del Minag formado por investigadores y

especialistas de las instituciones científicas del país, directivos del ministerio, el gobierno y todas las entidades involucradas se propusieron impulsar el desarrollo de los inoculantes microbianos en el país, teniendo como objetivos principales: cubrir las demandas nacionales; elevar la calidad de los productos existentes; potenciar el desarrollo de nuevos productos y apoyar el registro de todos los productos existentes.

Esta propuesta se recogió en el Programa para la Recuperación y Desarrollo de los Bioproductos para sustituir importaciones en la producción agroalimentaria y constituye en la actualidad la plataforma de trabajo de todas las entidades involucradas.

El nuevo reto de la industria de los biofertilizantes en el país y de los institutos de investigación científica asociados, será lograr insertar estos productos en un nuevo tipo de agricultura, matizada por una amplia diversidad de sistemas productivos, que incluyen sistemas convencionales con una elevada disponibilidad de recursos, parceleros que cultivan en huertos y patios con muy pocos recursos, así como usufructuarios sin experiencia agrícola anterior, los cuales se organizan en un nuevo sistema productivo denominado Programa de Agricultura Urbana y Suburbana, que está cada vez más comprometido en contribuir a satisfacer las demandas locales de productos agrícolas.

Otro de los desafíos a enfrentar en el futuro será elevar la eficacia con el uso de estas tecnologías, a la vez que se mejore también el balance de nutrientes dentro de los diferentes sistemas agrícolas, se disminuyan las pérdidas post cosechas, lo que permitirá estabilizar y mejorar paulatinamente la fertilidad de los suelos, principal recurso natural con el que cuenta nuestro país.

Un análisis, de los resultados de las investigaciones científicas realizadas en el país, empleando técnicas isotópicas, mostró que en interacciones Leguminosa-*Rhizobium*, consideradas muy eficientes en aporte de nitrógeno al suelo, detectó que la mayor parte de las ocasiones lejos de aportar N, contribuían a su disminución (Gómez y Dueñas 2006). Sin embargo, en otros estudios (Muñiz *et al.* 2001), verificaron que en ciertas interacciones el aporte de nitrógeno podría ser sustancial.

Por lo tanto los inoculantes microbianos adquirirán una mayor importancia en el contexto de la agricultura cubana de los próximos años dado que son imprescindibles para garantizar rendimientos agrícolas estables, y asegurar un balance de nutrientes más positivo (N y P principalmente), en los sistemas agrícolas, lo que permitirá

proteger la fertilidad actual de los suelos y el medio ambiente en el país, sin dejar de producir alimentos para la población.

Importancia del empleo de productos estimulantes y bioestimulantes en la producción de alimentos en Cuba

Los estimulantes y/o bioestimulantes pueden ser considerados bioproductos que aplicados a los diferentes cultivos estimulan y aceleran el crecimiento vegetal, potencian la toma más eficiente de nutrientes desde el suelo, protegen contra el estrés y el ataque de patógenos a la vez que incrementan los rendimientos agrícolas entre 10 y 25 %. En el año 2009 el Grupo de Biotecnología Agrícola del Minag definió que cuatro de estos productos son los de mayor interés para el país (tabla 3).

Los estimulantes Fitomas-E[®], TOMATICID[®] y BIOBRAS-16[®] y el bioestimulante BIOENRAIZ[®] tienen en la actualidad, una amplia demanda de los productores, pero no han sido aprovechadas todas sus potencialidades. A excepción del Fitomas-E[®], sus producciones a nivel nacional se ven limitadas por la falta de financiamiento para insumos, materiales y equipos.

En la actualidad el país tiene perspectiva de potenciar la producción de estos bioproductos, de acuerdo a las demandas actuales, este interés está protegido por proyectos con financiamiento gubernamental, dado el positivo impacto que ha tenido el uso de los mismos.

Es de destacar que el uso de los estimulantes se complementa positivamente con la aplicación de inoculantes microbianos. Ejemplos fehacientes de esta práctica son la aplicación conjunta del estimulante BIOBRAS[®]-16, con los inoculantes microbianos AZOFERT[®] y EcoMic[®] en el cultivo de la soya (*Glycine max*) (Corbera y Nápoles 2010), y en el cultivo del arroz (Escalona *et al.* 2009), prácticas que han permitido incrementar los rendimientos en más de un 35 %.

En un futuro inmediato la introducción de nuevos estimulantes, o inoculantes microbianos tendrá que considerar no solo el impacto individual de cada uno de estos bioproductos, sino también la complementariedad y la compatibilidad con otros que se empleen como alternativa para potenciar otros efectos positivos sobre los rendimientos agrícolas.

Tabla 3. Productos Estimulantes y Bioestimulantes definidos como priorizados (Minag 2010)

Inoculante	Principio activo y uso	Efecto que produce en los cultivos	Situación en el registro	Institución
Fitomas-E®	Producto de origen natural cuyo principio activo son sales minerales y extractos naturales (aminoácidos, bases nitrogenadas, oligosacáridos bioactivos y polisacáridos), es un estimulante, antiestrés potenciador de nutrientes. Se emplea en una amplia gama de cultivos.	Acelera germinación, enraizamiento, crecimiento, floración, fructificación y acorta el ciclo de los cultivos. Acelera el compostaje de la materia orgánica.	Registro Nacional de Plaguicidas No. REF. 03207	Icidca
TOMATICID®	Es una fitohormona sintética cuyo principio activo es el ácido p-clorofenoxiacético. Es un inductor y favorecedor del cuajado de los frutos. Se ha empleado con éxito en tomate, piña, berenjena y otros cultivos.	Aumenta la floración, la fructificación, la productividad y la calidad de los frutos.	Registro Nacional de Plaguicidas Tomo 4 Folio 995	Icidca
BIOBRAS-16®	Es un estimulante cuyo principio activo es una hormona sintética análogo de brasinoesteroide. Se emplea con éxito en una amplia gama de cultivos especialmente en gramíneas y hortalizas.	Estimula el crecimiento vegetal, incrementa la calidad de los productos y favorece la resistencia a condiciones de estrés, incrementa el rendimiento en un 25 %.	Esta registrado	Universidad de La Habana
BIOENRAIZ®	Ácido indolacético producido a partir de la fermentación de <i>Rhizobium</i> , se emplea en una amplia gama de cultivos, fundamentalmente en guayaba enana.	Estimula el crecimiento vegetal, e incrementa la producción de raíces.	Registro de Fertilizantes No. REF 001/06	Icidca

Teniendo en cuenta el potencial que aún existe en el uso de estos bioproductos y considerando que su impacto no es únicamente económico, no cabe dudas que cada vez más estos bioproductos ganaran un mayor espacio en la agricultura cubana del futuro.

Bibliografía

- Corbera J. y M. C. Nápoles. 2010. Evaluación de la inoculación conjunta *Bradyrhizobium japonicum* – Hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya cultivada en época de verano. Memorias del XVII Congreso Científico Internacional Inca. La Habana. CDRom. ISBN 978-858-7023-48-7.
- Escalona, C. N.; L. Betancourt y J.C. Torres. 2009. Manejo de Interacciones Beneficiosas en el cultivo del Arroz (*Oryza sativa*) en la provincia de Holguín. En Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. La Habana.
- Gómez, L.A. y G. Dueñas. 2006. Potencial de la Fijación Simbiótica del Nitrógeno de Leguminosas de Importancia Agrícola en Cuba. Publicación Integra en soporte magnético. Congreso Científico del Inca, San José de Las Lajas, La Habana. Memorias CD-ROM Inca, 2006, ISBN 959 - 7023 - 36 - 9.
- IS. 2008. Desarrollo de un Programa de Conservación de Suelos con énfasis en contrarrestar la erosión hídrica. Instituto de Suelos. Memorias I Seminario Nacional de Manejo Ecológico de Suelos. SCCS-Actaf, La Habana.
- IS. 2014. Información brindada por la Dirección de Servicios Técnicos del Instituto de Suelos, Minag, La Habana.
- Martínez Viera, R. 2006. Los biofertilizantes y bioestimulantes bacterianos como pilares básicos de la agroecología. Eds. SIARA, Caracas. Versión en CD. 35 p.
- Medina, N. 2009. Presente y Futuro de los Biofertilizantes en Iberoamérica: Cuba. Biofertilizantes para la Agricultura de Iberoamérica en el Siglo XXI. Resúmenes Taller BIOFAG: Fertilizantes Biológicos para la Agricultura Iberoamericana del Siglo XXI. La Habana: 13 p.
- Minag. 2010. Programa para la Recuperación y Desarrollo de los Biofertilizantes Documento presentado al MEP. 15 p.
- Muñiz, O.; G. Dueñas; L. A. Gómez y T. López. 2001. Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina (ARCAL XXII). Informe Final de Proyecto. 121 p.
- San Juan 2009. BIOFAG. Fertilizantes Biológicos para la Agricultura y el Medio Ambiente. Resúmenes Taller BIOFAG: Fertilizantes Biológicos para la Agricultura Iberoamericana en el Siglo XXI. La Habana: 3.

La idea se inició para crear capacidades y enfrentar el efecto del cambio climático, aplicando tecnologías para la conservación y mejoramiento de los suelos, los bosques y las aguas. Se iniciaron los trabajos en un polígono nacional en abril de 2010 y en la actualidad se mantienen 34 y cuatro extensiones, en un área de 12 380 ha, en 845 fincas en todo el país (9 CPA; 12 CCS; 11 UBPC y 6 granjas estatales), en diferentes regiones edafoclimáticas, en los cultivos y programas más importantes del Minag.

Se han implementado medidas de conservación y mejoramiento en 643 fincas, impactando un área de 10 852 ha, concluyendo todas las acciones en 392 fincas. Creció la superficie reforestada de 2,8 a 175,6 ha y se incrementaron 99 km de cercas vivas; se introdujeron por primera vez en los polígonos 87 especies, de ellas 34 frutales, 20 forestales y 33 entre viandas, hortalizas, leguminosas y otras.

En las 40 fincas de 10 provincias estudiadas, se plantaron 111 000 plántulas de 41 especies forestales y 37 mil 894 de 26 especies frutales. Continuó el incremento en la producción y uso de abonos orgánicos, destacándose el humus de lombriz con respecto al incremento en la producción y aplicación de compost, el cual incrementa en un 197 % el aplicado el pasado año.

Como resultado de la adopción de prácticas de conservación y mejoramiento de los suelos, se lograron incrementos productivos en tres cultivos de cereales y frijol, cinco de frutales y cinco de viandas y hortalizas.

Se utilizan los polígonos como área de entrenamiento y aprendizaje de todos los niveles de enseñanza, apreciándose crecimiento con relación al período anterior, en la incorporación de los centros y del número de estudiantes, resumiéndose en las acciones siguientes: vinculación de 650 estudiantes de 13 Institutos Politécnicos; participación de 454 estudiantes de 13 universidades; 472 estudiantes de escuelas primarias locales y continuó la ampliación de los círculos de interés; la ejecución de 26 tesis de pregrado y 18 de posgrado, además se inició el primer doctorado y se comenzaron tres proyectos de investigación-desarrollo.

Se mantienen e incrementan las tendencias positivas de los indicadores de impacto: aceptación y consolidación de la idea por los agricultores y su influencia en áreas aledañas; integración entre las instituciones que gestionan el suelo, el agua, los bosques y su vinculación directa con los productores; e incremento del reconocimiento de organismos nacionales e internacionales afines a esta iniciativa de Cuba. Considerando los resultados e impactos obtenidos, se aprobó por la dirección del Minag, crear un nuevo polígono en cada municipio del país, integrando más instituciones a ese nivel.

CAPÍTULO 9

BIODIGESTORES Y MICROORGANISMOS NATIVOS

Dairom Blanco¹, Jesús Suárez¹, Fernando Donis² y Omar González³

¹ *Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas*

² *Finca Cayo Piedra, CCSf José Martí, Matanzas*

³ *Finca Plácido, CCS José Machado, Matanzas*

En la agricultura cubana, con énfasis en el sector cooperativo y campesino, se han difundido diversas tecnologías de producción sostenible; dos de ellas, con gran éxito, han sido los biodigestores y los microorganismos nativos

La tecnología del biogás o los biodigestores ha trascendido a los años, por ser una alternativa eficiente para tratar los residuos que se generan en los sistemas productivos, además de tener como coproducto, tanto un gas con excelentes cualidades como combustible, el cual contribuye de manera positiva en el balance energético de sistema, como los efluentes que constituyen un apropiado bioabono.

En la actualidad, en Cuba existen más de 800 plantas de biogás o biodigestores, instaladas principalmente para tratar residuales en la producción porcina del sector campesino. En este sentido en el 2014, fueron construidos 14 biodigestores de 70 m³ y 1 000 más pequeños por productores individuales. Asimismo se montaron en los últimos tres años 170 biodigestores de PVC con apoyo del Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo Mundial de Medioambiente (PPD-GEF) y el Ministerio de la Agricultura (Minag) evalúa la probable instalación de 36 plantas industriales en granjas porcinas estatales con más de 3 500 animales cada una.

Por su parte, los microorganismos nativos surgen del concepto y la tecnología de los EM® (Effective Microorganisms), desarrollados por el profesor Dr. Teruo Higa, en la Universidad de Ryukyu, Okinawa, en Japón. Su principio es introducir un grupo de microorganismos benéficos para mejorar la condición de los suelos, suprimir microorganismos putrefactivos (inductores de enfermedades), y mejorar la eficacia en la utilización de la materia orgánica en los suelos (Higa y Wididana 1991; Higa 2004).

La aplicación de esta tecnología en Cuba fue comenzada por la Estación Experimental Indio Hatuey, y su amplia extensión ha

estado muy apoyada por los proyectos internacionales BIOMAS-CUBA y PIAL, financiados por COSUDE.

En este sentido, el objetivo del capítulo es brindar algunas experiencias resumidas de la utilización de los biodigestores y los microorganismos nativos en la agricultura cubana.

Biodigestores

Plantas de biogás de cúpula móvil

Este sistema de biogás fue desarrollado por la Comisión de Industria Rural y Khadi de la India (KVIC), su contenedor de gas es una cubierta con forma de una caja tapada directamente sobre el líquido o a una junta de agua alrededor de la boca del estanque.

El gas producido en el estanque es recolectado y almacenado en la cúpula, a expensas de la flotación de esta, cuanto más gas contiene, más se eleva. El peso de la cúpula crea una presión sobre el gas contenido adentro, cuando se consume el gas, la tapa se hunde hacia abajo. En cuanto a la hidráulica, la introducción de nuevo material para descomponer por el tubo de entrada, crea una presión que impulsa el residuo o material ya descompuesto hacia afuera por el tubo de salida (figura 1).

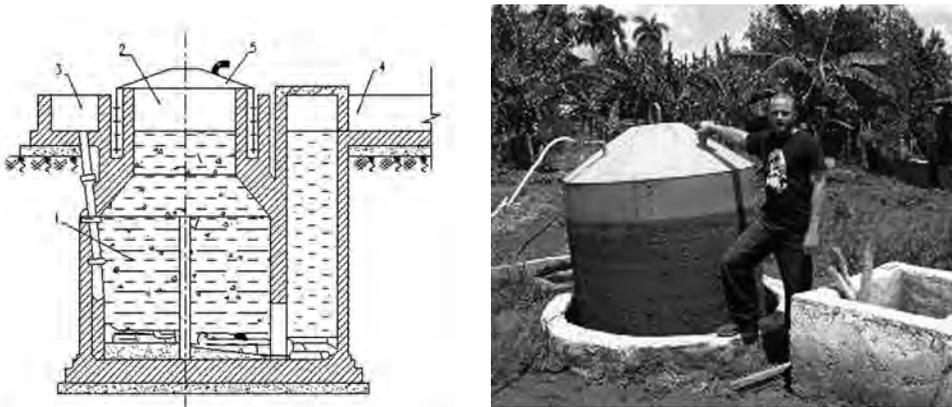


Figura 1. Planta de biogás de cúpula móvil.

Las cúpulas de estos equipos son hechas de laminado de acero o de hormigón armado con acero (figura 1). El peso de la tapa influye mucho en la presión por dentro del estanque, y es un factor que en el momento del diseño hay que prestarle atención. La tapa de hierro genera un alto precio (ocupa 30-40 % de todo el gasto de la obra).

En Cuba esta tecnología es extremadamente interesante ya que producto del desmantelamiento de parte de la industria azucarera, en muchas regiones del país los productores de diversas formas han adquirido pailas, tanques de hierro y otros recipientes, los cuales con una pequeña adecuación son fácilmente adaptados como cúpula móvil para digestores de este tipo.

Digestor de cúpula fija

Este equipo fue diseñado en China. El contenedor de gas y la laguna de compensación forman un conjunto hermético. El gas generado se almacena en la parte superior de la cúpula y por la parte inferior está el líquido en fermentación, el cual compensa las presiones que se generan en el interior del digestor. La piscina de compensación puede ser construida sobre el tanque de regulación de presión (figura 2).

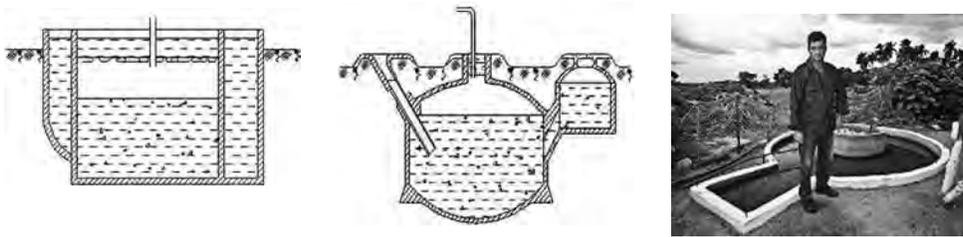


Figura 2. Planta de biogás de cúpula fija.

Los dispositivos de cúpula fija son construidos de ladrillo, cemento, arena y algunas cabillas corrugadas de acero; lo que en muchos países lo hace más económico que el de cúpula móvil. Otro elemento que lo hace una alternativa popular es que es relativamente sencillo y el propio beneficiario lo puede construir. El digestor de cúpula fija es construido debajo de la tierra por lo que no ocupa espacio, mantiene temperatura estable en el invierno y su impacto visual al paisaje es casi nulo.

Planta de biogás de bolsa de nylon

Es una forma de equipo de biogás con tapa fija. El gas es contenido en la bolsa debido al carácter elástico de la misma y no es necesario el tanque de regulación de la presión, pero necesita peso sobre la bolsa para crear presión. Este equipo es fácil de montar, y barato, aunque su duración no es muy grande – inferior a un 25 % de la vida útil de un biodigestor de cúpula fija – (figura 3).

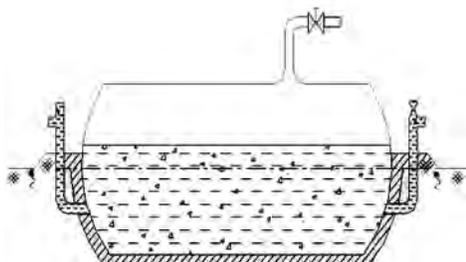


Figura 3. Digestor de manga de polietileno o bolsa de nylon.

Esta alternativa no ha sido muy popular en Cuba, producto de la indisciplina tecnológica con que fue montada la primera generación que fue instalada en el país. En la actualidad varias agencias de cooperación y la industria cubana de la goma, están haciendo grandes esfuerzos por desarrollar un prototipo cubano, con materiales más resistentes y un precio más económico, lo que se debe convertir en una buena alternativa para los productores porcinos.

Cualquiera de estas alternativas son igualmente útiles en cuanto al tratamiento de residuales, lo importante en todas es lograr la mayor hermeticidad, una adecuada colección del gas y una caída de la carga orgánica en la corriente de aguas contaminadas. Un elemento que hace a estos sistemas extremadamente importantes, son las características del efluente que se genera en el digestor, el cual es considerado entre los mejores abonos orgánicos utilizados.

Los principales usos que la familia campesina le ha dado el biogás en la finca (Cepero *et al.* 2012) son:

- Cocción de alimentos: tanto para la familia como para los animales, en especial los cerdos.
- Calefacción: se destacan en este tema la calefacción de lechones y pollitos, los cuales necesitan una temperatura estable a lo largo del día y sobre todo en las noches de invierno.
- Iluminación: utilizando lámparas de camiseta es una alternativa para los lugares que no tienen acceso a la luz eléctrica. También son utilizados faroles chinos adaptados.
- Refrigeración: es un tema más novedoso, pero ya existen campesinos utilizando refrigeradores que funcionan a gas

(refrigeración por absorción), que a partir del biogás enfrían sus alimentos.

- Generación eléctrica: con la adaptación de motores de gasolina a biogás y con la importación de grupos electrógenos, en varias fincas campesinas se utiliza el gas generado por las excretas, para que funcionen pequeños grupos electrógenos que cubren la demanda energética de la vivienda en algunas horas del día.

En el marco del proyecto internacional BIOMAS-CUBA, liderado por la Estación Experimental Indio Hatuey y financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude), desde 2009 se han construido y puesto en operación 101 biodigestores de diversas tecnologías: 89 de cúpula fija, uno de cúpula móvil, 10 tubulares plásticos, así como una laguna tapada de 400 m³, una nueva tecnología que se ha incorporado recientemente y que es apropiada para tratar residuales en unidades productivas con alta concentración de animales.

El biogás producido en estos biodigestores se utiliza principalmente en la cocción de alimento humano y animal, así como en alumbrado, refrigeración y generación de electricidad.

Microorganismos Nativos (MN) y su papel en el movimiento de agricultura ecológica en Cuba

Estos microorganismos son una mezcla de bacterias fotosintéticas o fototróficas (*Rhodopseudomonas spp.*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*) y levaduras (*Saccharomyces spp.*) en concentraciones superiores a 10⁵ unidades formadoras de colonias/ml.

En Cuba a partir del trabajo realizado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, ha ocurrido una amplia extensión de esta tecnología, generada principalmente por el trabajo realizado por los proyectos internacionales BIOMAS-CUBA y PIAL, financiados por Cosude. Entre los principales usos que le dan los campesinos a estos bioproductos en el sector agrario se destacan los siguientes:

- Tratamiento de enfermedades digestivas en animales y uso como probiótico.
- Control de olores en instalaciones productivas.
- Tratamiento de residuales (sólidos y líquidos).
- Control de plagas.
- Producción de biofertilizantes.

Tratamiento de enfermedades digestivas y probiótico

En una evaluación inicial en 2008, en condiciones de producción, realizada en una unidad porcina en Jagüey Grande, Matanzas, en cerdos de pre-ceba (Blanco y Ojeda 2008), se lograron ganancias de peso al incorporar IHplus® (bioproducto a partir de microorganismos nativos) en la dieta (tabla 1).

Tabla 1. Ganancia de peso en pre-cebas porcinas (kg)
Unidad Porcina, Jagüey Grande, Matanzas

Indicadores	Con IHplus®	Control	Nivel de significación
Peso inicial (kg)	7,27	7,34	NS
Peso final (kg)	16,91 ^a	14,67 ^b	–
±ES	0,34	0,34	–

a,b Valores con superíndices no comunes en la misma fila difieren significativamente para ($P < 0.001$).

Tratamiento de residuales (sólidos y líquidos)

De los beneficios que brindan el pool de microorganismos, quizás el más difundido y utilizado a nivel internacional, es su propiedad de tratar diferentes niveles de contaminación en el medio ambiente.

Dentro de los efectos más notables de estos productos en el tratamiento de residuales se encuentran:

- Convertir los desechos en abonos orgánicos inofensivos, útiles y de muy buena calidad.
- Incrementar la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- Eliminar rápidamente el mal olor de los desechos y evitar la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- Disminuir el tiempo necesario para el reciclaje de los materiales biodegradables tardando sólo entre 8 a 10 semanas, según el ambiente y las influencias climatológicas.

Un importante resultado de la tecnología fue obtenido en el retiro Parque Josones de la playa de Varadero, en Matanzas, cuando a solicitud de la dirección del parque, a finales de 2009, un equipo de trabajo de Indio Hatuey, comenzó la aplicación de

IHplus®, con una dosificación de 2 000 L/semana (1:10 000), durante un período de dos meses con un monitoreo constante hasta seis meses después de la primera aplicación (Blanco *et al.* 2012).

Se apreció la favorable evolución del color de las aguas del lago, desde un color verde intenso, con proliferación y acumulación de algas, hasta un color claro y limpio en la etapa final del tratamiento.

Por otra parte, indicadores como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) también experimentaron una marcada disminución después de la aplicación del bioproducto; descendiendo desde 18.4 hasta 7.5 mg/l de DBO (reducción del 59.0 %) y de 64.00 hasta 35.7 mg/l de DQO (reducción de 44.1 %)

Tratamiento de residuales de los sistemas de producción a partir del biogás

La producción de biogás es una importante alternativa para el reciclaje de los residuos generados en los sistemas agropecuarios, además de ser una eficiente forma de obtener energía, y los productos obtenidos a partir de los microorganismos nativos pueden constituir un aditivo que ayude a optimizar los procesos microbianos que ocurren en el interior de los reactores.

Para demostrar este postulado se desarrolló una experiencia donde se crearon tres grupos experimentales, los cuales se describen a continuación:

- Control: 500 g excretas.
- Tratamiento 1: 5 g IHplus®/500 g excretas.
- Tratamiento 2: 10 g IHplus®/500 g excretas.

Como resultado se obtuvo que la introducción de IHplus® en los reactores de biogás, si bien no aumentaba de forma significativa la cantidad de gas producido por un volumen fijo de excreta, si disminuía de forma sensible los días de fermentación, factor que determina el tiempo de retención de la excreta dentro de los digestores (tabla 2).

El beneficio de esta tecnología es que para un mismo volumen de capacidad en los digestores, se puede tratar casi el doble de residual en igual período de tiempo (Blanco *et al.* 2012), lo que permitirá construir digestores más pequeños que los utilizados actualmente, con una elevada eficiencia.

Tabla 2. Comportamiento de minireactores inoculados con IHplus® (Blanco *et al.* 2012).

Inicio de fermentación (horas)	Producción de gas (mL)	Días de fermentación
24	120	8
8	126	6
4	146	5

Resultados similares fueron encontrados en Estados Unidos, donde la agencia responsable de la comercialización de estos productos, promueven su utilización con el fin de aumentar la cantidad y la calidad del biogás, atribuyendo a estos microorganismos la propiedad de disminuir hasta en un 30 % las concentraciones de ácido sulfhídrico (H₂S), que es el elemento responsable de la propiedad corrosiva.

Todas estas experiencias de éxito han permitido alcanzar una madurez empírica de la tecnología en manos de los agricultores cubanos, los cuales replican e innovan en sus fincas alcanzando importantes resultados productivos y aportando a los investigadores valiosas pistas en la investigación y divulgación de este versátil producto.

Resultados en fincas de producción

Diversas fincas en la provincia de Matanzas, comenzaron a producir y emplear MN, aplicando los resultados favorables obtenidos por la Estación Experimental Indio Hatuey y hoy día éstas experiencias se han extendido a través de todo el país. A continuación ofrecemos algunos resultados conseguidos en fincas pioneras en la aplicación de esta tecnología.

Finca Cayo Piedra, agricultor Ing. Fernando Donis Infante, Perico, Matanzas

Finca agroecológica de 40 ha, que tiene una alta población de cocoteros (*Cocos nucifera*), y cuyo cultivo principal es el plátano fruta o banano (*Musa spp*), y además se siembra boniato (*Ipomoea batatas*), ají (*Capsicum annum*), col (*Brassica oleracea*), guayaba (*Psidium guajava*), fruta bomba o papaya (*Carica papaya*), garbanzo (*Cicer arietinum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y otros.

La finca desarrolla la lombricultura basada en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cuenta con un biodigestor para producir energía, especialmente para la cocción de alimentos, genera el lodo fertilizante para aplicar a los cultivos y sus efluentes se emplean tanto como biofertilizante así como sustituto de parte del agua en la fase líquida en la preparación de los MN.

La producción y aplicación de MN, es la más importante innovación que se viene aplicando desde hace algunos años, a partir de la transferencia de la Estación Experimental Indio Hatuey y cuyos principales atributos son:

- Se amplía la gama de microorganismos en el suelo, con excelentes resultados en la producción y calidad de los cultivos.
- Los microorganismos suprimen o controlan las plagas en los cultivos.
- Se disminuyen los costos al no emplear fertilizantes químicos y obtener altos rendimientos.
- Se reducen importaciones en insumos para la finca.
- Se beneficia la salud de los consumidores al obtener productos limpios y sanos.
- Su empleo combinado con otros abonos orgánicos como compost, humus de lombriz sólido o líquido y otros biofertilizantes o bioestimulantes aporta resultados beneficiosos en la producción y sanidad de los cultivos (tabla 3).
- Se rediseñó y desarrolló un equipo para asperjar el plátano, a baja presión, para no dañar los microorganismos.

Tabla 3. Promedio por unidad y rendimiento por hectárea empleando MN en algunos cultivos, en la finca Cayo Piedra

Cultivo	Peso medio/fruto	Rendimiento t/ha	Observaciones
Col (<i>Brassica oleracea</i>)	6 - 7 kg	20 t/ha	Completamente sano
Boniato (<i>Ipomoea batatas</i>)	-	40 - 50 t/ha	Total salud, libre de tetuán
Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)	2,25 kg	3,7 t/ha	Completamente sano
Plátano fruta (<i>Musa paradisiaca</i>)	-	80 - 100 t/ha	7 - 8 manos / racimo
Maíz (<i>Zea mays</i>)	-	4 - 5 t/ha	Obtenido con semilla criolla, no mejorada. Sano
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	-	3 t/ha	Completamente sano

Preparación de los microorganismos nativos en la finca Cayo Piedra.

- Recoger hojarasca en descomposición de la capa u horizonte superior del suelo (pero no demasiado superficial), en un monte o área virgen, donde no exista un suelo degradado. Se ha observado que en áreas de bambú o caña brava (*Bambusa vulgaris*), o de marabú (*Dyckrostrachis cinerea*) existe una buena presencia y población de microorganismos.
- Fase sólida, para activar los MN, primero se desarrolla una fase sólida o “madre”, bajo condiciones anaeróbicas. Para ello, se llevan 20 kg de hojarasca a una manta o piso donde se unen íntimamente con unos 20-23 kg de polvo (sémola o semolina) de arroz, afrecho o salvado de trigo, o granos de maíz o sorgo finamente molidos, u otro grano, hasta alcanzar 46 kg, que se mezclan con 5-6 kg de miel (melaza de caña) y un litro de leche, yogurt o suero de leche como fuente de bacterias lácticas. Se pueden añadir 8-10 litros de líquido de microorganismos activados o se añade todo de agua y se homogeniza bien, hasta que la mezcla tenga una consistencia que al apretarse con el puño, no filtre líquido, sino que forme una masa compacta como una pelota y humedezca los nudillos de la mano (prueba del puño). Se pasa a un tanque plástico de 50 litros, hasta llenarlo, se apisona con fuerza y se tapa herméticamente (para el buen sellado, poner un saco de nylon entre el borde superior y la tapa) y se deja así por 21 días aproximadamente, para contar con un adecuado desarrollo de los MN bajo condiciones anaeróbicas.
- Fase líquida, posteriormente se pasa a la fase líquida en un tanque grande, en una proporción de 10 kg de la “madre”, más 5 kg de melaza o 40 litros de guarapo (jugo de caña de azúcar), más agua restante para activar 200 L de MN. El agua puede ser sustituida en todo o en parte por humus líquido de lombriz, o efluente del biodigestor, lo cual incrementa el pool de microorganismos. Aclaremos que el agua no puede ser clorada y que el pH debe estar por debajo de 3-3,5 para su eficiente empleo y efecto rápido.
- Aplicación, a partir de cinco días de activados, los MN pueden comenzar a aplicarse a los cultivos siempre a baja presión, con asperjadora manual o la mecanizada desarrollada en la finca (figura 4).

- De la manera descrita se logra un poderoso biofertilizante que además de proporcionar un alto rendimiento, favorece la sanidad de los cultivos y un acentuado mejoramiento de las características del suelo.



Figura 4. MN fase líquida y su aplicación en boniato y banano.

Finca Plácido, agricultor Lic. Omar González Santamaría; Cantel, Cárdenas, Matanzas

Finca agroecológica que combina la producción animal (ganado vacuno, porcino, cunícola, caprino) y la vegetal (plantas ornamentales, diversos cultivos hortícolas y frutícolas como: guayaba, mango (*Mangifera indica*), y otros. Se destaca su trabajo desarrollado en la producción de plantas anteriormente no convencionales, de empleo en animales y humanos, como la moringa (*Moringa oleifera*), Sacha Inchi (*Pulchenetia volubilis*) y otras.

Desarrolla la lombricultura y tiene un biodigestor para producir energía en la finca y usar el producto fertilizante. En la actividad pecuaria vacuna trabaja con áreas de silvopastoreo basadas en gramíneas de pastoreo y king grass (*Cenchrus purpureus*) con la leguminosa arbustiva leucaena (*Leucaena leucocephala*). Utiliza ampliamente los MN en cultivos y animales, empleando básicamente los principios tecnológicos anteriormente descritos.

Innovación en la preparación de los MN en la finca

Teniendo en cuenta que no a todos los campesinos les son accesibles algunos productos empleados en la formulación, como la melaza y el polvo de cereales, Omar los ha sustituido en el proceso por caña de azúcar molida, más otras plantas que también potencian y mejoran la efectividad de los MN. Por otra parte, ya se conocía bastante el efecto en los cultivos, pero la experiencia práctica era menor en la ganadería y en esta finca se han comprobado sus bondades en el control de ectoparásitos, las diarreas, la mastitis y en el mejoramiento de la salud animal en general (González 2014).

El cambio consistió en emplear 25 kg de caña de azúcar (finamente molida con máquina troceadora de forrajes), en la preparación de la fase sólida o “madre”. El producto obtenido se analizó en el Instituto Carlos J. Finlay de La Habana y los parámetros fueron muy similares a los de los MN obtenidos mediante el método tradicional, aunque el pH de éste último fue de 3,5 a 4, mientras con la innovación practicada fue entre 3 a 3,5, cifra más deseable que incrementa la efectividad del producto.

Potenciación

En la fase líquida de potenciación los MN mejoraron su efectividad, en su empleo en la agricultura, con la adición de macerados de hojas de plantas como la moringa, el orégano (*Plectranthus amboinicus*), el nim (*Azadirachta indica*), ají picante (*Capsicum annuum* var. *annuum*), hojas de guanábana (*Annona muricata*), flor de muerto o marigol (*Tagetes erecta*). El procedimiento es el siguiente:

En un tanque plástico de 20 L, se mezclan 1 L de melaza, 1 kg de madre sólida de MN, 1 L de leche de vaca, 1 kg del macerado de hojas (ej. moringa), y se completa el resto con agua. Se tapa el recipiente de manera que salgan los gases a través de una trampa, para crear condiciones anaeróbicas. A los siete días el producto está listo (González 2014).

Resultados en producción y salud animal (conejos y cerdos)

Las mejores ganancias se consiguieron con el nivel más alto de MN (50 g/animal/día), tanto en estado sólido como líquido (tabla 4).

Tabla 4. Ganancia de peso en dos grupos de conejos con dos niveles de MN (sólido y líquido)

Cultivo	Número de animales	Peso medio inicial (kg)	Edad al sacrificio (días)	Peso medio final (kg)	Ganacia diaria (g PV)
Grupo control (C+F)	10	8,5	40	1,42	19,0
C+F+50 g MNS	10	8,5	40	1,65	28,3
C+F+50 cc MNL	10	8,5	40	1,74	27,0
Grupo control (C+F)	5	8,5	90	2,4	23,3
C+F+25 g MNS	5	8,5	90	2,4	23,3
C+F+25 cc MNL	5	7,5	90	2,1	20,0

Leyenda: C= control F= forraje MNS = MN Sólidos MNL = MN Líquidos

En cuanto a porcinos, los MN se emplearon en reproductoras, suministrándole 50 g de MNS, a los 3-4 días antes y después del parto. Las cerdas madres no presentaron síntomas de mastitis ni de otras infecciones vaginales, en ningún caso. En los cerditos, que normalmente presentan diarreas a los seis días de nacidos, al recibir sus madres los MN, a partir de los dos días, desaparecieron. Al dejarse de aplicar, las mismas retornaron, por lo cual el tratamiento debe prolongarse por más de una semana, o hacerlo sistemático. Cuando los cerditos comienzan a comer se les debe suministrar de 5 a 10 cc de MNL en su dieta y al ser destetados, 20 cc por cerdito.

Se aumentó la ganancia de peso con el uso sistemático de MN sólidos, el peso promedio a las ocho semanas fue de 22,5 kg, y sin su empleo fue solo de 16,0 kg. La aspersion de MN en porcinos, eliminó las moscas y malos olores y controló las garrapatas en vacunos, aplicando el producto puro en animales con alta infestación que en cuatro días estaban totalmente limpios, manteniéndose el efecto durante tres meses.

Colaboradores:

Giraldo Martín, Fredyc García, Evelyn Cabeza, Luis M. Álvarez, Joyssel Verde y Fernando Funes Aguilar
 EEPF Indio Hatuey, Matanzas

Bibliografía

- Blanco, D. y F. Ojeda. 2008. Principios para la preparación de los microorganismos benéficos y sus potencialidades para la producción animal. Presentación. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. 18 p.
- Blanco, D.; L. Cepero; F. Donis; O. González; Y. García; G. Martín; J. Suárez; F. Ojeda; R. Catalá; R. Medina; M. Díaz; L. Fonte; I. Ramírez; S. Sánchez y T. Miranda. 2012. IHplus®, un bioproducto de amplio uso agropecuario basado en MN. Su contribución a la sostenibilidad de los sistemas productivos integrados. En: J. Suárez y G. Martín (Eds.): La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Pp. 150-180.
- Cepero, L.; V. Savran; D. Blanco; M. Díaz Piñón; J. Suárez y A. Palacios. 2012. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. En: J. Suárez y G. Martín (Eds.): La biomasa como fuente renovable de energía en el medio rural. Proyecto internacional BIOMAS-CUBA. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Pp.131-142.
- Donis, F. 2009. Prácticas agroecológicas en la producción. Ciencia e Innovación Tecnológica, Video. CITATENAS, TV Yumurí, Matanzas.
- Ecorgánica.2007. Los microorganismos benéficos [En Línea] Disponible en:<http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd> Consultado: 28/12/2014.
- González, O. 2014. Los ME. Nuevos métodos de preparación y potenciación. Experiencias de su uso en la ganadería y agricultura de Cuba. Fórum Nacional de Ciencia y Técnica. Anap, La Habana.35 p.
- Higa, T. 2004. La tecnología de los microorganismos efectivos EM. Conferencia dictada por el Profesor Teruo Higa en el Colegio de Agricultura, Cirencester, Inglaterra.
- Higa, T. y G. N. Wididana. 1991. The concept and theories of effective microorganisms. In: Parr, S.; B. Hornick and C. Whitman (Eds.): Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., USA. Pp. 118.

CAPÍTULO 10

CONTROL BIOLÓGICO

Luis L. Vázquez¹ y Nilda Pérez²

¹ Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (Inisav), La Habana

² Universidad Agraria de La Habana (Unah), Mayabeque

La adopción del control biológico por los agricultores constituye un proceso complejo y prolongado, que requiere de esfuerzos constantes e integrales de personas preparadas para su facilitación, así como de políticas agrarias que lo favorezcan, ya que para su integración al manejo de las plagas debe competir con la utilización de los plaguicidas sintéticos y su tecnología de aplicación, que es el viejo paradigma que durante los últimos sesenta años se ha arraigado en la mente de las personas del sector agrario.

Por ello en muchos lugares el uso de estos bioproductos se realiza como una simple sustitución de insumos químicos por biológicos, lo que ha traído como consecuencia el fracaso de algunos programas en diversos países.

En Cuba el control biológico es una tecnología tradicional en la producción agropecuaria, pues los primeros estudios y aplicaciones prácticas comenzaron en el siglo pasado, con momentos importantes en los años 20-30, 40-60 y 80-90 (Vázquez *et al.* 2011), en que se generalizó el uso de agentes de control biológico efectivos en la práctica agrícola (Scaramuzza 1945; Fuentes 1994; Stefanova 1997; Fuentes *et al.* 1998; Massó 2007; Fernández-Larrea 2007) los que se han mantenido hasta la actualidad, constituyendo una tecnología exitosa y reconocida socialmente (Rosset 1999; Pérez y Vázquez 2001).

Desde luego, esta masividad en la producción y utilización de controladores biológicos es el resultado de procesos de investigación e innovación, que se iniciaron desde los años setenta del siglo pasado, y se ha consolidado en la práctica a través de la red de laboratorios y estaciones del servicio de sanidad vegetal, los que de conjunto con los centros de producción contribuyen a su utilización en la producción agropecuaria del país, todo lo cual se ha enriquecido con la experiencia de investigadores de diferentes instituciones científicas y universidades, especialistas del servicio estatal de sanidad vegetal, técnicos de las unidades de producción agropecuaria y agricultores.

Precisamente en el presente capítulo se documentan algunos aspectos esenciales del proceso de adopción del control biológico por los agricultores en Cuba, ya que la información sobre investigación, producción y utilización de estos es profusa, además de la experiencia de los técnicos y agricultores.

Etapas por las que ha transitado el control biológico en Cuba

Las investigaciones en control biológico de plagas en Cuba se iniciaron a principios del siglo pasado, en la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de Las Vegas en La Habana, las que continuaron posteriormente en las universidades y centros de investigación, entre otras entidades.

Desde los años 70 las investigaciones en esta área recibieron un gran impulso, prioridad que se mantiene hasta la actualidad, por lo que se puede afirmar que el control biológico en Cuba es una práctica tradicional, no solamente porque su origen data de 100 años, sino porque se ha mantenido estable y en ascenso hasta el presente, como se puede apreciar cuando se hace un análisis de las diferentes etapas por las que ha transitado en la práctica agrícola, las que son fundamentales para entender el alcance de estas tecnologías en la Isla (Vázquez *et al.* 2011).

Etapas 1. *Control biológico clásico*. Alrededor de 1930 se introdujo el parasitoide *Eretmocerus serius* (avispa amarilla de la India) para el control de la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi*) y la cotorrita depredadora (*Rodolia cardinalis*) para la lucha contra la guagua acanalada (*Icerya purchasi*), ambas plagas importantes de los cítricos (*Citrus* spp.), lográndose el establecimiento de estos entomófagos y su actuación efectiva en la regulación de las poblaciones de estos organismos nocivos.

Ambos casos se consideran como ejemplos exitosos de control biológico clásico en la región, ya que desde su introducción en las áreas cítricas no se han presentado afectaciones de importancia, incluyendo las grandes empresas productoras de cítricos que se crearon con posterioridad (Martínez *et al.* 2000). Se han realizado varias introducciones de entomófagos, pero con menor éxito (Vázquez *et al.* 2005).

Etapa 2. Control biológico por aumento con entomófagos. Es importante resaltar que el inicio del uso del control biológico aumentativo en Cuba ocurrió entre 1945 y 1960, como resultado de las investigaciones realizadas por Luis C. Scaramuzza acerca de la biología, ecología y cría masiva de la mosca parasítica *Lixophaga diatraeae*.

Los resultados obtenidos con este parasitoide favorecieron la creación de laboratorios para su cría en varios centrales azucareros (Scaramuzza 1945; Fernández 2002) lo que se consideró un programa de control biológico efectivo (Rego *et al.* 1986) y uno de los casos más exitosos y duraderos a nivel regional, que sentó las bases del control biológico en Cuba.

En 1995 se contaba con 50 centros reproductores del entomófago, que lograban liberaciones anuales de 78 millones de moscas en 1,6 millones de hectáreas. La reproducción masiva de este agente de control biológico se ha mantenido hasta hoy, como lo demuestran los resultados sostenidos en la provincia de Matanzas, donde surgió esta tecnología (figura 1).

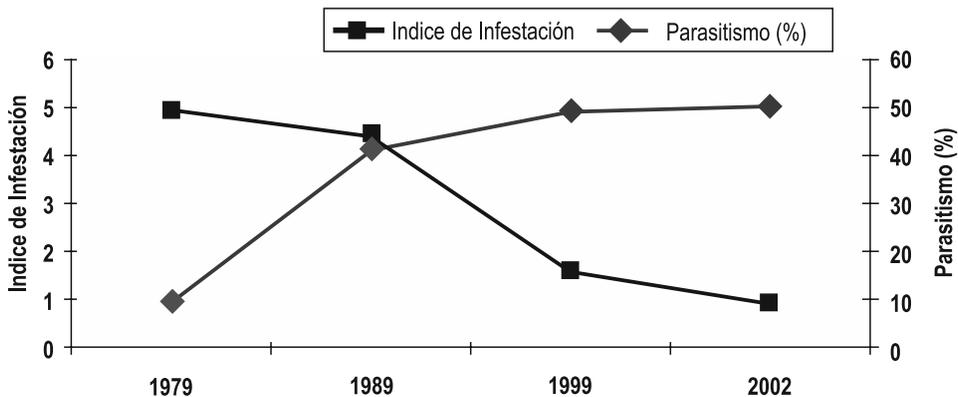


Figura 1. Resultados del programa de liberaciones del parasitoide *Lixophaga diatraeae* para el control del bórer (*Diatraea saccharalis*) en el cultivo de la caña de azúcar. Provincia Matanzas. 1979-2002 (Naranjo *et al.* 2003).

Posteriormente, las investigaciones con *Trichogramma* spp., parasitoide de huevos de lepidópteros, permitieron generalizar la producción y utilización de este efectivo entomófago, principalmente para la caña de azúcar, los pastos (*Digitaria decumbens*, *Cynodon dactylon* y otros), la yuca (*Manihot esculenta*), la col (*Brassica oleracea capitata*) y las cucurbitáceas, entre otros cultivos, tecnología que se mantiene en la actualidad (figura 2).

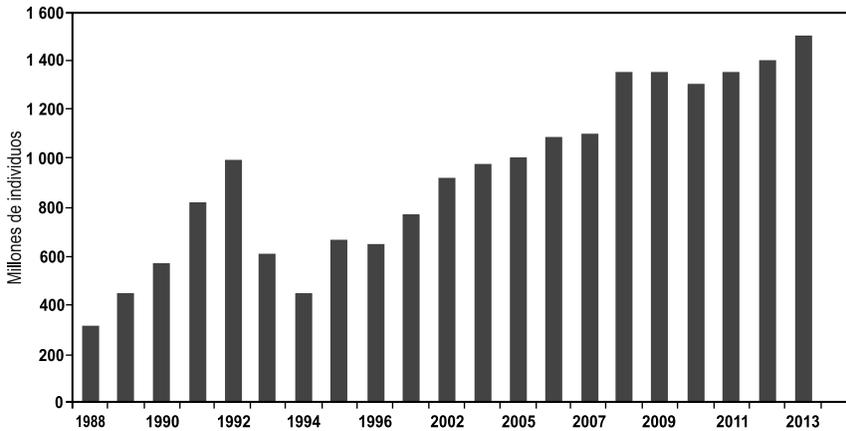


Figura 2. Producción de *Trichogramma* para la lucha contra plagas de lepidópteros en el sector agropecuario (CNSV).

Etapa 3. Control biológico por aumento con bioplaguicidas. La entrada en Cuba de las primeras formulaciones comerciales de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* desde los años 60 del pasado siglo y el éxito que se logró durante las primeras pruebas en el control del cogollero del tabaco (*Heliothis virescens*) y del gusano falso medidor de los pastos (*Remigia latipes*), estimuló el interés en la búsqueda de cepas nativas y la investigación en tecnologías de producción masiva de entomopatógenos (Jiménez 1974; Fernández-Larrea 1999), lo que condujo a la generalización de tecnologías de producción artesanal e industrial (figura 3).



Figura 3. Muestra de las tecnologías artesanales de producción de hongos y bacterias entomopatógenas y vista exterior de un CREE.

Entre los microorganismos desarrollados como agentes de control biológico se encuentran la bacteria *Bacillus thuringiensis*; los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus*; los nematodos entomopatógenos, principalmente *Heterorhabditis* spp., y el hongo *Trichoderma* spp., antagonista de fitopatógenos (Stefanova 1997), éste último es el más demandado por los agricultores, cuya utilización asciende a más de 500 000 ha anualmente.

Etapa 4. Programas nacionales de control biológico. A partir de los avances logrados con el uso de los bioplaguicidas a gran escala, además de las ventajas que se avizoraban con el manejo integrado (entonces lucha integrada) como estrategia que facilitaba la integración (Faz 1983) de los entomófagos y entomopatógenos, fueron factores que contribuyeron a que el Ministerio del Azúcar (Minaz) creara el Programa Nacional de Lucha Biológica en 1980 y el Ministerio de la Agricultura (Minag) el Programa Nacional de Producción de Medios Biológicos en 1988.

Ambos programas tuvieron como pilares fundamentales la creación de una red de laboratorios, denominados Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (Cree) y de Plantas de Bioplaguicidas, los que fueron reforzados por la máxima dirección del gobierno a principios de los años noventa, lo que ha permitido un alto nivel de participación de estos agentes en la lucha contra las plagas en la agricultura (Jiménez 1974; Fuentes *et al.* 1998; Rosset 1999; Fernández-Larrea 1999, 2007; Pérez y Vázquez 2001; Vázquez 2004; Massó 2007).

Para garantizar la efectividad de estos agentes de control biológico existe un sistema nacional de control de la calidad y bioseguridad, que es rectorado por el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (Inisav) y que involucra a una red de 14 Laboratorios Provinciales de Sanidad Vegetal (Laprosav) y de 76 Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP), cuyos componentes son: cepas (microorganismos) y ecotipos (entomófagos) certificados; calidad del proceso de producción o multiplicación; calidad del producto y calidad de la aplicación.

Actualmente se producen medios biológicos en 208 Cree y cuatro Plantas de Bioplaguicidas, ubicados en los sistemas agrícolas, cuyas producciones se destinan a los cultivos de mayor importancia económica.

Etapa 5. Control biológico por conservación de enemigos naturales. La creación de las unidades del servicio de sanidad vegetal (laboratorios provinciales y estaciones territoriales) en 1974, la diversificación de la agricultura, el alcance del control biológico y la adopción del manejo integrado de plagas desde los años noventa del pasado siglo, entre otras estrategias nacionales que contribuyeron a reducir en más de 50 % el uso de plaguicidas químicos, fueron creando condiciones para el incremento de la diversidad y poblaciones de enemigos naturales de plagas en los sistemas de producción.

Además, el alcance y la efectividad del manejo de reservorios de la hormiga leona (*Pheidole megacephala*) para el control biológico del tetúan del boniato (*Cylas formicarius*) (figura 4), unido a procesos de educación e innovación agroecológica con los agricultores, ha conducido paulatinamente a la adopción de la estrategia de conservación de enemigos naturales de plagas, principalmente en los sistemas campesinos, en la agricultura urbana y en la agricultura de montaña, donde estos organismos benéficos son protegidos y manejados por los propios agricultores en sus fincas (Vázquez *et al.* 2008).

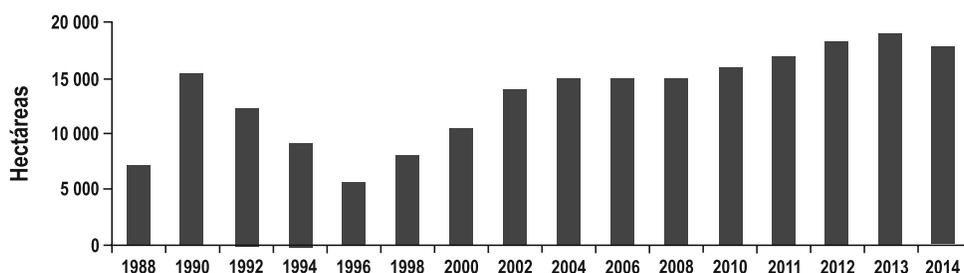


Figura 4. Superficie (ha) cultivada de boniato en que se utiliza la hormiga *Pheidole megacephala* a partir de reservorios fomentados en las fincas por los agricultores (CNSV).

En la agricultura urbana se están adoptando tecnologías para la cría rústica de depredadores, principalmente coccinélidos, a partir de poblaciones capturadas en las unidades de producción (Milán *et al.* 2006) y que son manejadas por los propios agricultores.

Proceso de adopción del control biológico

Las investigaciones previas permitieron que desde el inicio de la implementación del programa de control biológico del Minag (1985-1995) se obtuvieran productos con buenas características, y se realizarán ensayos de escalado, tanto de producción (Cree) como de utilización en cultivos de importancia, lo que constituyó un proceso de innovación que se realizó directamente por investigadores del Inisav y especialistas del Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV).

Todo ello con la colaboración de técnicos de sanidad vegetal de las provincias (dirección provincial y laboratorio provincial) y las ETPP, así como de los técnicos fitosanitarios de las unidades de producción (empresas, cooperativas) y algunos agricultores, principalmente los del sector campesino, mediante un proceso que combinaba ensayos de validación con la demostración del producto y la capacitación, que se caracterizó por ser muy provechoso en intercambios y valor colectivo agregado, que contribuyó a la adopción de diversos agentes de control biológico (tabla 1).

De esta forma los agricultores que participaban adoptaban rápidamente el control biológico y contribuían a que el resto de la zona también lo utilizara, no solamente mediante el trabajo de los activistas y los técnicos fitosanitarios, sino porque se trataba de nuevos productos para el control de plagas, con características muy diferentes y con las ventajas de que no eran dañinos a las personas y se producían localmente.

A esto contribuyó de manera significativa el modelo de educación para la Sanidad Vegetal (Rodríguez y González 1987), que existía desde los años setenta y que propiciaba un intercambio constante entre agricultores a niveles de cooperativas, provincial y nacional.

Un aspecto importante que se logró con este programa es que los centros de producción, sean Cree o Plantas de Bioplaguicidas, pertenecen al sector productivo, es decir, a las empresas y cooperativas agropecuarias, por lo que son gerenciados por dichas entidades; sin embargo, para su funcionamiento el sistema de sanidad vegetal del Minag le ofrece varios servicios de apoyo.

Por supuesto, este programa se ha enriquecido constantemente mediante la ejecución de proyectos de investigación, tanto en el perfeccionamiento como en la generación de nuevas tecnologías de producción, así como en los estudios para su utilización e inserción

Tabla 1. Controladores biológicos que se utilizaron masivamente en la producción agropecuaria en Cuba durante los años iniciales de los programas de control biológico

Tipos CB	Especies	Plagas	Cultivo	Periodo
Parasitoides	<i>Lixophaga diatraeae</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>	Caña de azúcar	1945-1950
	<i>Trichogramma spp.</i>	<i>Erinyis ello</i>	Yuca	1960-1970
		<i>Plutella xylostella</i>	Col o repollo	
Depredadores	<i>Pheidole megagephala</i>	<i>Cylas formicarius</i>	Boniato	1980
Bacteria entomopatógena	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Heliothis virescens</i>	Tabaco	1960-1970
		<i>Remigia latipes</i>	Pastos	
		<i>Plutella xylostella</i>	Col	
		<i>Cosmopolites sordidus</i>	Plátano	
Hongos entomopatógenos	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Pachnaeus litus</i>	Citricos	1970
		<i>Cylas formicarius</i>	Boniato	
		<i>Tagosodes oryzae</i>	Arroz	
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Lissorhopterus oryzaephilus</i>	Tomate, frijol, pepino	1990
		<i>Bemisia tabaci</i>		
		<i>Meloidogyne spp.</i>		
Hongo nematopatógeno	<i>Paeclomyces lilacinus</i>	Plátano, guayaba	1990	
Hongo antagonista	<i>Trichoderma spp.</i>	Tabaco, Hortalizas	1990	

en los programas de manejo de plagas, procesos en que se han integrado diferentes centros científicos y universidades, que ha tenido la contribución de los técnicos y los agricultores, quienes han realizado innovaciones para su adopción y la diversificación de su utilización.

Para entender el proceso de adopción del control biológico por los agricultores en Cuba, es importante conocer que, desde el inicio del programa en 1988, el enfoque fue integrarlo al manejo de plagas, ya que desde entonces se sabía que estos agentes no podían actuar solos y por tanto se necesitaba que fueran utilizados de manera correcta.

La integración del control biológico al manejo de plagas significaba además que se aprovecharan los resultados alcanzados en el sistema de señalización de plagas (Murguido 1997), que abarca más de 90 % de las áreas cultivadas, lo que permitía además integrar el control biológico sin dejar de utilizar los plaguicidas sintéticos, para de esta forma ir reduciendo estos últimos en la medida en que los agricultores entendían la actuación de estos bioproductos.

Una gran contribución a la integración del control biológico fue la implementación de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en los cultivos de arroz (*Oryza sativa*), banano y plátano (*Musa spp.*), boniato (*Ipomoea batatas*), cafeto (*Coffea spp.*), caña de azúcar (*Saccharum spp.*), cítricos (*Citrus spp.*), col, frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), pastos, tabaco (*Nicotiana tabacum*), tomate (*Solanum lycopersicum*), yuca, entre otros (Pérez y Vázquez 2001; Vázquez 2006).

Por otra parte, desde principios de los años 90, el control biológico adquirió un mayor protagonismo como método de control, debido a las limitaciones para adquirir los plaguicidas sintéticos, lo que obligó durante algunos años, específicamente en las áreas de la agricultura convencional, a la utilización del control biológico como sustitución de insumos.

Desde luego, esta situación cambió en la medida en que la agricultura cubana se diversificó desde mediados de los noventa, en que los agricultores comenzaron a adoptar las prácticas agroecológicas, principalmente en los sistemas de montaña, en la agricultura urbana y periurbana y en los sistemas campesinos; estos incrementaron la utilización de prácticas tradicionales y adoptaron la agroecología como enfoque tecnológico, debido al establecimiento del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACaC)

de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (Anap), entre otros factores.

Un elemento importante que ha sido identificado es la percepción de las personas que se relacionan de manera directa con el control biológico, lo que ha permitido identificar tres tipos de actores:

Convencidos: los que han entendido y adoptado el control biológico como un componente importante del manejo de plagas.

Obligados: los que han adoptado el control biológico por necesidad ante la carencia de plaguicidas sintéticos, pero no están de acuerdo con su utilización.

Fanáticos: los que han adoptado el control biológico sin haber profundizado y entendido sus ventajas y desventajas, que actúan como fanáticos y por tanto son vulnerables a otras propuestas.

Desde luego, los dos últimos son los más susceptibles de retornar al uso de los plaguicidas sintéticos, si estos estuviesen disponibles con facilidad, todo lo cual se considera un riesgo para la agricultura sostenible, ya que el control biológico es una tecnología estratégica para Cuba, pues a pesar de las limitaciones económicas para la producción de agentes de control biológico (instalaciones, equipamientos, insumos), con estas se tratan más de un millón doscientas mil hectáreas anualmente (figura 5).

Precisamente, como resultado de un diagnóstico realizado recientemente (Vázquez *et al.* 2010) se determinó que en Cuba se utilizan o han utilizado 30 especies de controladores biológicos de plagas de insectos para liberaciones o aplicaciones aumentativas contra 175 combinaciones de plagas-cultivos, representados mayoritariamente por los parasitoides de inmaduros respecto al número de especies utilizadas (46,7 %) y los hongos entomopatógenos en relación al total de plagas-cultivos a controlar (29,7 %), siendo el controlador biológico de mayor diversidad de uso *B. thuringiensis* contra 25 plagas-cultivos.

Principales impactos del control biológico en la agricultura cubana

Los principales impactos del control biológico en la producción agropecuaria, las comunidades agrícolas, la biodiversidad y el ambiente en los sistemas agrícolas se pueden resumir en los siguientes:

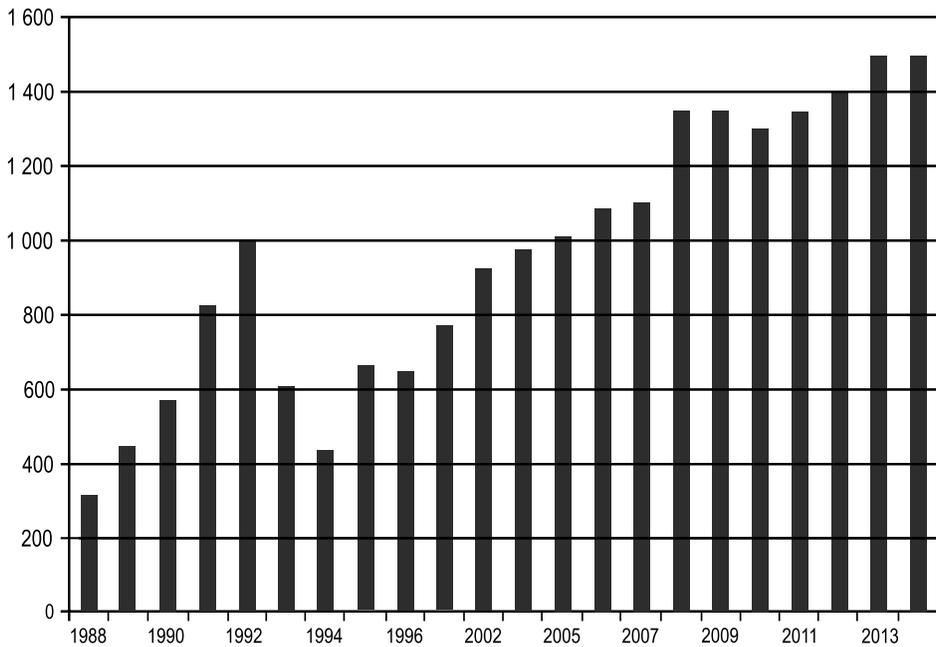


Figura 5. Superficie atendida (miles de hectáreas) con controladores biológicos desde que se creó el Programa Nacional del Minag (Fuente: CNSV).

- Sustitución significativa de plaguicidas químicos importados (más de 60 %), lo que representa un ahorro económico considerable.
- Autosuficiencia local en productos para el control de plagas de insectos y ácaros, así como de patógenos fúngicos (red de Cree y plantas de bioplaguicidas).
- Disminución de la carga tóxica sobre los agroecosistemas, el suelo y las aguas subterráneas.
- Reducción de los riesgos por plaguicidas químicos a las personas y los animales por manipulación o efectos tóxicos.
- Cambios en la percepción tecnológica de directivos, técnicos y agricultores, al disponer de tecnologías más complejas y sostenibles.
- Nuevas fuentes de empleo local en los Cree y plantas de bioplaguicidas, principalmente para las mujeres.
- Desarrollo de la percepción acerca de los procesos biológicos, de niños, jóvenes y población en general.

Los resultados de este programa no solo se aprecian en el nivel de sustitución de insumos, pues en muchos cultivos más de la

tercera parte de las aplicaciones se realizan con medios biológicos o el uso de éstos durante más de diez años ha contribuido a reducir el número de aplicaciones anuales, sino que en varios cultivos no se emplean plaguicidas sintéticos o su utilización es limitada o de manera excepcional, como la yuca, huertos urbanos, plantaciones forestales y cacao (*Theobroma cacao*).

Desde luego, son diversos los factores que han contribuido a la adopción del control biológico por los agricultores, principalmente los siguientes:

- La voluntad política, expresada en las estrategias de educación, de ciencia, tecnología y medio ambiente, así como de agricultura sostenible.
- El nivel cultural y técnico alcanzado por los agricultores, que se manifiesta de manera más evidente en la nueva generación.
- Existencia de técnicos que trabajan directamente con los agricultores y que constituyen una interface básica para la aplicación del control biológico, pues han actuado como extensionistas en los municipios, consejos populares y las unidades de producción a través de las empresas y granjas estatales, Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA), Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC).
- Consolidación de los resultados alcanzados por la red de ETPP, las que están ubicadas en los sistemas agrícolas y realizan un proceso permanente de asesoría técnica y educación con los técnicos y agricultores del territorio, lo que ha permitido que el control biológico esté insertado como un componente en los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la producción convencional y de Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) en los sistemas diversificados.
- Los cambios que han sucedido en los sistemas agrícolas al transitar del monocultivo de las grandes empresas especializadas (década de los sesenta) a las cooperativas de diferentes tipos (desde los años ochenta), todo lo cual ha favorecido la diversificación de la agricultura a favor de la conservación de la biodiversidad en los sistemas de producción, entre otras ventajas.
- La reducción paulatina en el uso de plaguicidas sintéticos, principalmente en tres momentos importantes: desde mediados de los setenta con la creación del servicio estatal de sanidad vegetal (más de 50 %); desde finales de los ochenta con la aplicación del

MIP y el inicio del control biológico como programa nacional, y desde mediados de los noventa, por los efectos económicos del Período Especial.

- El incremento del paradigma de la agricultura sostenible y de la soberanía alimentaria a nivel mundial, nacional e individual, en contraposición a los efectos negativos de la globalización de las tecnologías de agricultura intensiva o productivista.

Bibliografía

- Faz, A. 1983. Principios de protección de plantas. Ed. Científico-Técnica. La Habana. 601 p.
- Fernández, M. N. 2002. Scaramuza Pandini: una personalidad en la historia de la Sanidad Vegetal, Fitosanidad: 6:2:51-61.
- Fernandez-Larrea, O. 1999. A review of *Bacillus thuringiensis* (Bt) production and use in Cuba. Biocontrol News and Information 20:1:47N-48N.
- Fernández-Larrea, O. 2007. Pasado, presente y futuro del control biológico en Cuba. Fitosanidad.11:3: 61-66.
- Fuentes, F. 1994. Producción y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas. Lima: RAA.194 p.
- Jiménez, J. 1974. Integración del control biológico de *Heliothis virescens* (F.) en el cultivo del tabaco. Agrotecnia de Cuba. 6:2:25-31.
- Martínez, R.; N. Blanco y C. de la Torre. 2000. Bosquejo histórico de los trabajos realizados para el establecimiento del control biológico de la mosca prieta de los cítricos en Cuba. Fitosanidad. 4:3-4:99-105.
- Massó, E. 2007. Producción y uso de entomófagos en Cuba. Fitosanidad:11:3:67-73.
- Milán, O.; N. Cueto; J. Larrinaga; E. Massó; N. Hernández; M. Pineda; S. Caballero; M. Peña; L. A. Rodríguez; I. Esson; J. L. de Armas y L. Ordaz. 2006. Informe científico-técnico para la reproducción y uso de coccinélidos: insectos benéficos para el combate de fitófagos en los agroecosistemas sostenibles en Cuba. Registro 2139-2006, Centro Nacional de Derecho de Autor (CENDA) (<http://www.cenda.cu>), La Habana.
- Murguido, C. 1997. Sistema de monitoreo y pronóstico de plagas en cultivos económicos. Boletín Técnico No. 1, Inisav. La Habana: 51-70.
- Naranjo, F.; J. Álvarez, J. O'Reilly; C. Noda y M. Rodríguez. 2003. Utilización de la mosca cubana *Lixophaga diatraeae* (Townsend) en la lucha contra *Diatraea saccharalis* (F.) en Matanzas. Experiencias para las nuevas empresas azucareras.7 p.
- Pérez, N. y L. Vázquez. 2001. Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Eds. Funes, F.; L. Garcia: N. Perez; M. Bourque y P. Rosset, Actaf. La Habana: 191-223.

- Rego, G.; D. Collazo y A. Borges. 1986. Eficacia técnico-económica de *Lixophaga diatraeae* basada en el índice poblacional de *Diatraea saccharalis*. *Protección Vegetal*: 1:3:255-260.
- Rodríguez, A. y F. González. 1987. La educación para la sanidad vegetal en el sector campesino. En: *Memorias, Primer Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal*. La Habana:153-183.
- Rosset, P. 1999. Agricultura alternativa durante la crisis cubana. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*:52:16-24.
- Scaramuzza, L. C. 1945. Control biológico del borer o perforador de la caña de azúcar en Cuba por medio de la mosca *Lixophaga*. *Memoria XIX Conferencia Atac*.
- Stefanova, M. 1997. Biopreparados de *Trichoderma*: una forma de lucha efectiva contra patógenos fúngicos de suelo. *Agricultura Orgánica*. 3:2-3:22-24.
- Torre, S. L. de la. 1993. *Trichogramma*. *Biología. Aplicación y Sistemática*. Editorial Científico Técnica. La Habana. Primera Edición: 29-30.
- Vázquez, L. 2004. Experiencia de Cuba en la inserción del control biológico al Manejo Integrado de Plagas. En: *Manejo Integrado de Plagas en una Agricultura Sostenible*. Eds.: A. Lizzarraga, M.C. Castellón y D. Mallqui. RAAA Lima, Perú:167-187.
- Vázquez, L. 2006. La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. *Fitosanidad*:10:3:221-241.
- Vázquez, L.; O. Fernández-Larrea; E. Rijo y T. Pérez. 2011. Integración del control biológico de plagas a la producción agropecuaria en Cuba. *Suplemento de Agroecología No. 3*. España:20-22.
- Vázquez, L.; S. Caballero; A. Carr; J. Gil; J.L. Armas; A. Rodríguez; M. Becerra; L.A. Rodríguez; R. Granda; T. Corona; M. Fumero; M. Peña; I. Essen; L. Leyva; E. Concepción; T. Ramos y O. Corbea. 2010. Diagnóstico de la utilización de entomófagos y entomopatógenos para el control biológico de insectos por los agricultores en Cuba. *Fitosanidad*:14:3:159-169.
- Vázquez, L.; Y. Matienzo; M. Veitia y J. Alfonso. 2008. Manejo y conservación de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. Ed. CIDISAV. ISBN: 978-959-7194-17-0. 202 p.
- Vázquez, L.; H. Medina y J. A. Castellanos. 2005. Notas sobre la introducción de insectos entomófagos en Cuba. *Fitosanidad*:9:4.

FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO E INNOVACIÓN LOCAL

Humberto Ríos-Labrada.

Agroecólogo. Finca La Fé. La Habana

*Centro Internacional de Investigaciones Aplicadas
al Desarrollo Agropecuario (ICRA), Holanda*

El modelo de innovación y transferencia tecnológica, dirigido por los científicos, prevaleció en las instituciones relacionadas con el desarrollo agropecuario cubano antes de que colapsara el principal sustento económico de la agricultura cubana hasta 1989: el campo socialista de la Europa del Este.

El presente capítulo narra la historia de un proyecto que comenzó con el mejoramiento de semillas por un reducido grupo de campesinos y campesinas, el cual generó un movimiento nacional a favor de la innovación local e intenta demostrar la fuerza de la participación y el empoderamiento de las comunidades participantes en la producción de más alimentos en términos de cantidad y diversidad.

La construcción de tecnologías participativas, que se manifiesta como el proceso de ceder espacio a los productores para el diseño, implementación y evaluación de las ciencias, ha dado pistas interesantes para la generación de beneficios múltiples en el sector rural y ha hecho posible en repensar sobre nuevas alternativas de conducir las ciencias agropecuarias en Cuba.

La participación de los agricultores en la selección y experimentación con semillas, ha facilitado la revalorización del conocimiento de los productores induciendo reformas en el sector de la investigación y la educación superior en Cuba.

Un modelo en crisis

Usualmente para mejorar una finca, los científicos y científicas cubanas en la década de los ochenta, experimentaban con diversidad de semillas o tecnologías en las estaciones experimentales.

Posteriormente, las mejores variedades de cultivos, seleccionadas y aprobadas por un grupo de personas expertas nacionales, eran diseminadas en las empresas de producción para ser cultivadas siguiendo las directivas centralizadas. Los principales beneficiarios de este

modelo se concentraban en inmensas unidades de producción, con enormes áreas de monocultivo, alta mecanización e insumos donde las decisiones eran tomadas por un reducido número de personas.

Este enfoque de innovación y transferencia de tecnología, que fue ampliamente diseminado en Cuba asociado con el concepto de ciencia, emerge del modelo de la Revolución Verde. Esta manera de “hacer ciencia” de forma centralizada en agricultura, presupone que los investigadores profesionales conocen las prioridades de los agricultores y que adaptan las tecnologías diseñadas en las instituciones públicas o privadas de investigación.

La propia división de las disciplinas y la especialización del conocimiento, excluían la posibilidad que los agricultores o clientes de la innovación pudieran liderar el diseño, la implementación y la diseminación de una nueva variedad, cultivo o tecnología.

La idea de innovar, transferir y adoptar de forma centralizada, fue muy exitosa en términos del incremento del rendimiento, al costo del uso indiscriminado de fertilizantes químicos, plaguicidas y combustible fósil, lo que redundó en un deterioro gradual del ambiente. En términos generales, el modelo de innovación y transferencia tecnológica anteriormente descrito, fue el que prevaleció en las instituciones relacionadas con el desarrollo agropecuario del país.

El déficit de insumos para mantener los niveles de producción, forzó a que ocurrieran significativos cambios en las maneras de producir alimentos y las formas de controlar y decidir sobre los mismos. A raíz de la crisis económica, Cuba pasó en tres años de ser una de las regiones de América Latina de mayor consumo de fertilizantes químicos y presencia de tractores por hectárea, a una de las experiencias más masivas de agricultura orgánica del mundo (Rosset y Benjamín 1993).

Las formas de producción de alimentos y el estatus de vida de los investigadores vinculados al sector disminuyeron drásticamente. La devaluación de la moneda nacional y la legalización del uso del dólar en el país afianzaron la bancarrota de la economía familiar de los profesionales de la innovación y transferencia tecnológica, lo que provocó un éxodo de profesionales al extranjero para emprender una nueva vida, o a las áreas rurales de Cuba, en la producción de alimentos como forma de subsistencia.

Aún cuando la voluntad política del país era la del incremento de la producción usando métodos alternativos, la capacidad de establecer un suministro constante de nuevas ideas en las fincas cubanas se hacia difícil. El propio déficit de combustible y la

carencia de vehículos para trasladar a las empresas agropecuarias los resultados de la ciencia y la técnica, la carencia de incentivos económicos de los profesionales de la innovación y la propia lógica de investigadores/as de ser los únicos autorizados a inventar y diseminar los resultados científicos al campo cubano, comienzan a chocar con la cruda realidad de carencias materiales que se sufría en la década de los noventa.

En la práctica aparece un mosaico de tradicionales y nuevas formas de asociar los cultivos, los agricultores comienzan nuevamente a producir sus semillas, emergen nuevas maneras de mercado. En este período se produce una explosión de organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales, trabajando en mitigar los efectos de la deteriorada economía cubana. En el mundo de las instituciones de investigación agropecuaria, algunos científicos se dedicaron a producir alimentos y otros consideran la alternativa de involucrarse con los agricultores para de conjunto salir adelante.

Se cambió la historia: “empezando al revés”

Ante el nuevo panorama socioeconómico ocasionado por la crisis de los insumos químicos y el déficit de combustible fósil, algunas iniciativas, como la del Fitomejoramiento Participativo (FP), encuentran un espacio. *¿En qué consistió la experiencia?*

A finales del siglo veinte se colectan semillas de maíz en varias comunidades cubanas que habían conservado la capacidad de producir sus propias semillas criollas. Estas semillas, junto con algunas variedades comerciales, fueron sembradas en una de las estaciones experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca), ubicado en el municipio San José de Las Lajas, provincia de Mayabeque.

Con el propósito de estudiar la diversidad de semillas colectadas para su posible inclusión en un programa de mejoramiento genético de la institución, se siembra la diversidad de semillas en una de las parcelas experimentales de la prestigiosa institución.

Debido a las condiciones de crisis que afrontaba el país, esta colección de variedades criollas y mejoradas por nuestras instituciones no se pudo fertilizar, ni regar artificialmente por la carencia de fertilizantes, tuberías y combustible para bombear agua, hasta el punto de que los promotores de dicha iniciativa ya casi daban por perdido el experimento.

Sin embargo, y para sorpresa de todo el equipo esta diversidad de semillas comienza a producir plantas de diferentes alturas, colores, mazorcas de diferentes tipos lo que le daba al campo un panorama esperanzador. De este modo se decide que productores visiten la institución y seleccionen aquellas semillas que les interesaban. Los investigadores se dan cuenta que algunos agricultores tenían criterios de selección de semillas iguales a ellos y otros diferentes (figura 1).



Figura 1. Participación de agricultores en la evaluación de variedades.

Una vez que los productores seleccionaron las mejores mazorcas atendiendo a su propio conocimiento, se les entregan las semillas para que estos la siembren. Este hecho de sembrar en un campo diversidad de semillas de un cultivo, invitar a los productores para que las seleccionen atendiendo a sus prioridades y que posteriormente estos se lleven las semillas seleccionadas para ser sembradas en sus fincas, se le denominó feria de diversidad (Ríos y Wright 2000, De La Fé *et al.* 2003).

Algunos de los productores participantes en la primera feria de diversidad de maíz no pudieron conservar las semillas, por la falta de envases para la conservación y el ataque de plagas, entre otros factores que influyeron en el fracaso. Se evidenció claramente en este grupo de campesinos como se había erosionado el conocimiento tradicional de conservar sus semillas.

Sin embargo, otro grupo pudo conservar las semillas que seleccionaron el día de campo del Inca, multiplicarlas y diseminarlas como semillas de agricultores que les permitió obtener resultados

económicos y culturales impresionantes: nuevas semillas que combinaban rasgos de los maíces provenientes de los sistemas formales e informales de innovación que pudieron recuperar el sabor de los tamales y producir maíz con rendimientos aceptables sin alto régimen de riego y fertilización química.

Posteriormente, el elemental acto de facilitarles diversidad de opciones a productores y productoras, estimular la experimentación en finca y la disseminación de los resultados motivó que estos principios practicados con el maíz se aplicaran a otros cultivos. De este modo, y como parte de la estrategia del equipo de investigadores y productores pioneros de esta iniciativa denominada FP, facilita que esta práctica de involucrar a productores en la selección de variedades fuera acogida por organizaciones no gubernamentales, así como por otras instituciones gubernamentales de investigación-desarrollo.

Este naciente movimiento de involucrar a los productores en la conformación de la estrategia de variedades de cultivos de interés económico provocó comentarios favorables, y un racimo de cuestionamientos que se centraban en la duda si la mejora participativa de semillas era ciencia o un “elemental” acto de difusión tecnológica, extensión rural o vulgarización de la ciencia.

Un hecho que sorprendió al equipo pionero del proyecto de mejoramiento participativo, fue que los resultados de la participación de los productores en la innovación tecnológica fue pasando de boca en boca a través de su aplicación en los cultivos hortícolas, granos, raíces y tubérculos e incluso en frutales por diferentes actores. Todo lo anterior facilitó que la participación de los productores en la selección de variedades se fuera introduciendo como método de trabajo en organizaciones cubanas e incluso trasciende las fronteras nacionales, así aparecen reportes de experiencias similares en China, Siria, Honduras, Colombia y México (Vernooy 2003 y Ríos *et al.* 2006).

El punto de partida del Fitomejoramiento Participativo en Cuba

Uno de los lugares en que se había colectado para realizar la primera feria de diversidad de semillas de maíz que se llevo a cabo en el Inca, fué el municipio La Palma, provincia de Pinar del Río, y para más precisión, las bolsas de semillas que fueron sembradas

venían membreadas con los nombres de las comunidades de origen: El Tejar y La Jocuma.

En éstas comunidades, ubicadas en ese municipio al norte de la provincia e insertadas en la Cordillera de los Órganos, con aproximadamente 15 000 habitantes, se estima que existen 3 000 pequeños agricultores con áreas promedio de 20-25 ha. Estos productores siembran frijol, maíz, malanga, yuca, boniato, tomate, plátano, arroz, tabaco entre otros productos. En sentido general, sus fincas se caracterizan por tener suelos erosionados por la topografía montañosa del terreno y las limitadas medidas antierosivas, lo que había provocado el poco interés de la agricultura convencional de los años 80 en diseminar los paquetes tecnológicos en esta zona.

A diferencia de comunidades que aplicaban una agricultura de altos insumos, en El Tejar-La Jocuma cuando colapsa el campo socialista y el subsiguiente paro del suministro de combustibles y agroquímicos, no se sintieron afectadas, más bien todo lo contrario; el hecho de haber aprendido a producir alimentos con el mínimo de insumos, hizo que los agricultores alcanzaran mayor solvencia económica y reconocimiento social.

Lo anterior fue un fuerte argumento para que los científicos, que históricamente se habían centrado en el fortalecimiento de los sistemas industriales de cultivos, le prestaran cierta atención a las prácticas de los agricultores, hasta cierto punto marginados por la modernidad agrícola.

Entre los hallazgos más relevantes del equipo de científicos, aparece que los productores de las comunidades estudiadas tenían como base el intercambio de semillas entre los diferentes campesinos, que año tras año seleccionaban las mejores mazorcas o plantas, y que sembraban cualquier semilla que caía en sus manos y valoraban en qué medida estas se adaptaban a sus fincas (vegas, en el argot local).

En fin, era bastante común la continua experimentación con las nuevas semillas y muy raro encontrarse productores de la zona que sustituyeran algunas nuevas semillas por las existentes. Siempre trataban de convivir con la diversidad de estas.

Considerando los resultados anteriores y en discusión con la comunidad el equipo de investigadores acordó implementar un proyecto de FP el cual contenía tres etapas: diagnóstico, experimentación campesina y diseminación de los resultados. Al inicio del proyecto, en la fase de diagnóstico, los agricultores mostraban

desconfianza con el equipo de investigadores y llegó hasta el punto que algunos productores no dejaron entrar a sus fincas a miembros del equipo de investigación.

Posteriormente, cuando los agricultores tuvieron más confianza, y ya sintiéndose líderes del proceso de innovación en la región, manifestaron que sentían la presencia del equipo y lo asociaban a un *“cuento más que los técnicos querían desarrollar pa’ ganarse puntos”*.

El cambio en la actitud de los productores en las comunidades hacia formas más colaborativas estuvo centrado en tres factores básicos, uno se relacionó con que los miembros del equipo que comenzaron a trabajar en la región eran jóvenes recién graduados y mostraron un comportamiento de continuo aprendizaje.

Otro elemento fue que los agricultores y agricultoras se sintieron identificados con el diálogo que se estableció, el cual pretendía identificar y reconocer su liderazgo en el conocimiento de la producción de alimentos con mínimos insumos externos, ellos aparentemente no veían en la conversación con los investigadores intenciones de establecimiento de nuevos controles de su producción y de su vida.

Y el tercero, y no menos importante, fue la invitación que se les hizo a estas comunidades a la feria de diversidad de frijoles en Inca, donde se mostraron más de ochenta variedades en la etapa de madurez y que los productores que asistieron tuvieron el derecho de seleccionar los tipos más interesantes, cuyas semillas una vez cosechadas fueron distribuidas en la comunidad.

Lo impresionante del caso de El Tejar-La Jocuma es que cuando se comenzaron a distribuir las semillas de frijol que previamente cada cual había elegido en la feria de diversidad de frijol, fue que un productor conocido como *“Coco”* propone sembrar una gran colección de frijoles en su finca y convocar al municipio a hacer la feria de diversidad del frijol, o lo que es lo mismo, movilizar a los productores y productoras del municipio La Palma para que vinieran a su finca a seleccionar semillas y hablar de agricultura durante todo el día.

Llegó el día y *“Coco”* con su familia y algunos miembros de la comunidad habían preparado el campo de frijoles impecablemente. Las variedades de frijoles perfectamente identificadas y organizadas en pequeñas parcelas en una de las áreas de su finca, facilitó que decenas de personas se reunieran a seleccionar y a conversar

sobre “guajiradas”, a pesar de que la noche anterior había caído un torrencial aguacero y el lodo entorpeciera el acceso a la remota finca. Posteriormente, sucesivas visitas y talleres se organizaron con el propósito de escuchar los resultados de los experimentos de los productores, sus fracasos y éxitos.

Entre los elementos positivos de esta primera feria de diversidad organizada por un campesino en La Palma fue, sin dudas, el detonante de un creciente embullo municipal de intercambiar y sembrar nuevas semillas. Resultó asombroso ver cómo los productores y productoras sin recibir formalmente ninguna lección de capacitación convencional, comenzaron a cambiar su léxico (quizá con el afán de mostrar lo que descubrían a través de sus experimentos con diferentes variedades) y el intenso intercambio con investigadores/as que reforzó su vocabulario científico.

Los dirigentes de la región se quedaron estupefactos de que en menos de un año los hombres y mujeres del campo que se asociaron a la idea del proyecto ya hablaban como científicos y más que eso, que producían más y sus fincas estaban más diversificadas que antes.

Era como “si se aterrizará” algo concreto en el municipio La Palma: no era el discurso de “hacer ciencia”, era “hacer frijoles” y establecer un ambiente de innovación que favoreciera que agricultores e investigadores estuvieran continuamente construyendo explicaciones que surgían al visualizar las variaciones de las plantas que era inducidas por la experimentación campesina.

En este intervalo de explosión de la experimentación campesina en El Tejar-La Jocuma, la Universidad de Montaña ubicada en el municipio La Palma, con mucho interés en todo el proceso de experimentación campesina iniciada por los agricultores del Tejar-La Jocuma, decide involucrarse al proceso y organiza la primera Universidad Campesina, en la cual los agricultores y profesores elaboran el currículo que necesitaban para seguir avanzando en la idea de selección participativa de variedades y comienzan a discutir los principios de la genética y mejoramiento de los cultivos sobre la base de los experimentos campesinos.

El carácter ambulatorio de los encuentros, ya que cada reunión se organizaba en lugares diferentes donde se pudiera aprender de la experiencia de los agricultores, la propia libertad de participación de hombres y mujeres favoreció que esta primera Universidad Campesina reforzara el entusiasmo de los pobladores de la comunidad y el proyecto de FP ganara en credibilidad.

Unido a lo anterior y en plena efervescencia de la experimentación campesina surge la oportunidad de un viaje de intercambio de experiencias de campesinos sobre mejoramiento de semillas en Nicaragua. Al evento acuden campesinos, campesinas y el delegado de agricultura del municipio y con una mezcla de orgullo y temor, visitan la experiencia nicaragüense, lo que les permite tener algunas referencias para evaluar su trabajo.

La delegación del municipio que visitó Nicaragua, regresa cargada de emociones y regalos para la familia y amigos, y con una “contentura” inusual reafirman su interés de continuar sus prácticas experimentales. Este hecho de validar su experiencia en un contexto internacional, sin lugar a dudas, constituyó un fuerte apoyo en el proceso de “abajo hacia arriba” que se venía operando en La Palma.

El apoyo político del comité municipal del PCC fue también un factor muy importante en el desarrollo de este movimiento. Desde el inicio se permitió y alentó el desarrollo de la experiencia, lo que facilitó que el resto de los actores comenzaran a formar parte del proceso. Por fortuna, la prensa nacional le dió amplio espacio a realzar la capacidad de los productores de experimentar, conservar y diseminar semillas con resultados impactantes en términos de rendimiento, incremento de los ingresos familiares y sobre todo el fortalecimiento de las y los agricultores como genuinos experimentadores/as.

En aquellos días, el interés por la experiencia en el municipio de La Palma siguió creciendo y se organizó un curso sobre Fortalecimiento de Sistemas Locales de Semillas. Participantes nacionales e internacionales de formación técnica conviven en las casas de la comunidad a la vez que se organizan las secciones de intercambio de experiencia. El método básico que siguió el curso fue el de analizar las percepciones de los actores respecto a como fortalecer un sistema local de semillas que tenía tan grandes diferencias con los sistemas industriales.

Para facilitar esto se llevaron a cabo varios ejercicios participativos que promovieron el estudio de experiencias prácticas que se desarrollaban en la zona y el debate sobre su mejoramiento. El entrenamiento contaba con pequeños fondos financieros, para que permitieran apoyar propuestas que salieran de la iniciativa de los participantes para apoyar el desarrollo de los sistemas de semillas del municipio de La Palma. Las propuestas fueron evaluadas por los decisores locales de políticas y finalmente se ejecutaron.

Los participantes en el entrenamiento desarrollaron iniciativas de apoyo a la producción de concentrados locales, introducción del cultivo de la papa y fomento de viveros de frutales, así como la ampliación del núcleo de diversidad inicial de El Tejar-La Jocuma hacia otras zonas del municipio. Este entrenamiento al cabo de los años, se convirtió en una de las “células madre” de los promotores del mejoramiento participativo en Cuba, México y Nicaragua y en una de las referencias del equipo pionero de FP que ha sido aplicado a otros contextos.

En paralelo, un grupo de jóvenes comienza a sistematizar las enseñanzas del proceso y conforman sus tesis de doctorado a partir de una mezcla de la denominada “Ciencia Dura” con la “Ciencia Blanda” lo que le aportó mayor credibilidad por la comunidad científica nacional e internacional al FP.

Es de destacar las diferentes dudas y obstáculos académicos que se le plantean al equipo desde los círculos convencionales de innovación, sobre todo cuestionando la calidad de la ciencia que se estaba haciendo por los miembros del equipo de trabajo hasta el punto de ser llamados “psicomejoramiento participativo” refiriéndose a la aparente locura del procedimiento de ceder decisiones a los agricultores para que estos conformaran la política de variedades y cultivos de su territorio en un contexto donde las instituciones científicas nacionales decidían lo que se debía hacer. Aún así, la dirección del Inca a inicio del 2000 fue lo suficientemente valiente por permitir y promover esta idea.

Posterior a los cinco primeros años del inicio de la iniciativa, el proyecto de FP fue condecorado con uno de los premios anuales la Academia de Ciencias de Cuba (ACC). Por su parte los pequeños productores pioneros del FP del municipio La Palma suministraban diversidad de semillas a las cooperativas con mayores áreas para su multiplicación masiva.

Junto con la experiencia de La Palma, y con el propósito de entender los factores que podían influir en un sistema participativo de mejoramiento de los cultivos, se trabajó en paralelo en dos cooperativas de San Antonio de los Baños y una en Batabanó que habían sido Faros Agroecológicos en un proyecto anterior vinculado a la agricultura orgánica.

Estas cooperativas se diferenciaban de la experiencia de las comunidades del municipio de La Palma por estar situadas en zonas llanas con facilidad para la mecanización y el mercado y por

ello habían tenido una fuerte tradición de empleo de agroquímicos y semillas mejoradas durante los años ochenta y cayeron en bancarrota una vez que el campo socialista de la Europa del Este dejó de suministrar insumos y combustible a Cuba.

La respuesta inicial de los agricultores y de los directivos de la cooperativa fue muy interesante. Los agricultores conformaron sus bancos de semillas de cultivos locales y provenientes de los programas de las instituciones de investigación nacionales e internacionales.

A través de la continuada experimentación, lograron descubrir variedades y cultivos de mayor producción y calidad, a la par que diversificaran sus sistemas productivos y usos de las nuevas y tradicionales especies cultivadas.

Los casos de mayor éxito se registraron en Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) que estaban subdivididas por fincas y en las que la finca que se dedicaba a la experimentación, podía decidir cuáles eran las mejores variedades para ser multiplicadas. Sin embargo, aún cuando las semillas seleccionadas por los agricultores presentaban superior calidad, el marco legal (especialmente la certificación de las variedades y los precios no estimulantes fijados desde el nivel central) impedía que se multiplicara la iniciativa en esta región que a diferencia del municipio La Palma, tenía una significativa orientación de mercado.

Las comunidades pioneras del municipio La Palma, junto con los municipios de la Provincia Habana (actual Mayabeque), que iniciaron el proyecto de FP, demostraron la alta capacidad de experimentación con semillas que tienen los pequeños productores, que pudieran representar una de las alternativas para aliviar el déficit de semillas de calidad en Cuba.

El Fitomejoramiento Participativo se expande en Cuba

El impacto del FP en los municipios de La Palma, Batabanó y San Antonio de los Baños desmitificó el mejoramiento de plantas como rama de la ciencia manejado exclusivamente por científicos, de igual manera se demostró que el fomento de la participación y la descentralización en el manejo de las semillas no era una amenaza ni política, ni ambiental, sino todo lo contrario: podía constituir una fortaleza que los propios políticos locales podían compartir.

De igual modo, el aumento de la agrobiodiversidad influyó significativamente en la disminución de plagas, aumento de la producción de alimentos, disminución de los costos y por ende mayores ingresos (Ortiz *et al.* 2011). Esto motivó la visita de productores y jóvenes investigadores de otros lugares a los primeros escenarios de FP, que junto al sostenido apoyo del Inca y de donantes internacionales hicieran posible la diseminación en el resto de Cuba.

La Universidad Central de Las Villas (UCLV), situada en el centro del país, con una fuerte tradición académica en agricultura y la Estación Territorial de Investigación Agropecuaria de Holguín (Etiah), actualmente renombrada Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación de Holguín (Ueica) situada en el noreste de la Isla y con alguna experiencia en trabajo participativo, fueron los nuevos actores que recrearan el FP en sus regiones (figura 2).



Figura 2. Feria de Biodiversidad.

En ambos escenarios se continúan promoviendo las ferias de diversidad en los cultivos tradicionales como: frijoles, arroz, maíz. Investigadores/as y profesorado de la UCLV introducen diferentes tipos de trigo, garbanzo, chícharos y sorgo entre otros cultivos completamente nuevos para la región. Organizan, además, el acceso a distintos tipos de semillas de maíz a partir de las denominadas ferias ambulantes que consistió en llevar diversidad de mazorcas de maíz a diferentes territorios para que los productores escogieran y experimentaran en sus fincas y adoptaran las semillas de mayor adaptación y aceptación.

Por su parte, los extensionistas de Holguín, que ya tenían experiencias en metodologías participativas, retomaron las ferias

de diversidad e introdujeron las ferias de diversidad tecnológica. Estas nuevas ferias consistieron en facilitar el acceso a productores y productoras de toda la tecnología disponible de las instituciones de investigación, para que estos hicieran sus propios arreglos.

La propia organización de los extensionistas y su conocimiento acerca de metodologías participativas, así como la conexión de la institución con programas internacionales de investigación, que le iban suministrando un flujo continuo y diverso de nuevos tipos de frijoles, condicionó que se produjera en el territorio holguinero la diseminación a una gran velocidad.

Es precisamente en esta etapa, en la que se discute la necesidad de pasar de la fase de Fitomejoramiento Participativo (nombrado como FP) a la implementación de un Programa de Innovación Agraria Local (Pial) que fuera más allá del mejoramiento de las semillas.

Es así que instituciones de enseñanza, investigación, representantes de agricultores, investigadores y técnicos facilitan el acceso a la diversidad de semillas y tecnologías en 11 provincias cubanas.

En esta nueva fase se evidencia que las ferias de diversidad, talleres para la discusión de los resultados experimentales y la discusión sobre las estrategias comunitarias de desarrollo son cada día más frecuentadas por mujeres, estas día a día ganan mayores espacios en la conducción del proyecto y se destaca su capacidad de desarrollar iniciativas que favorecen el tejido socioeconómico comunitario.

El tejido informal que trazaron las mujeres cubanas en la época de la crisis de los noventa esta siendo reenfocado al fenómeno de innovación agropecuaria, la elaboración de artesanías, conservas, producciones hortícolas, descubrimiento de nuevas pistas de mercado entre otros elementos, proporcionan un nuevo aire a la idea de construir soluciones locales para la producción de alimentos.

Así, comienza en paralelo un programa para reforzar el rol de las mujeres, como vía de acelerar el cambio de paradigma en la agricultura cubana, y reconocer con mayor énfasis el papel de estas en la innovación. La nueva idea que los agricultores y agricultoras formen parte del sistema nacional de innovación agropecuaria en Cuba comienza a tejerse paso a paso.

Por supuesto que en todo este proceso de cambio de paradigma, donde el poder de las decisiones agropecuarias ya no son tomadas por un reducido número de individuos, han provocado un conjunto

de dudas y hasta celos por el ansia de protagonismo, pero una vez más, la realidad ha sido un elemento lo bastante poderoso para mitigar estos estados de ánimo e ir sumando interesados a la vez de promover un cambio de actitud en científicos, técnicos, campesinos, políticos, funcionarios a favor de la participación de los actores locales en el diseño, implementación y evaluación de variantes tecnológicas y nuevos arreglos entre los sistemas formales e informales de innovación.

Una vez que se comenzaron a recrear los impactos en algunos municipios de Pinar del Río, La Habana, Villa Clara y Holguín, nuevas provincias como Cienfuegos, Sancti Spíritus, Camagüey Las Tunas y Granma realizan las primeras actividades de acceso a la diversidad genética y tecnológica de los productores y productoras, así como el debate sobre el papel de las instituciones públicas (como institutos de investigación y universidades) en la innovación local.

En la práctica, la realidad era superior a las ideas convencionales de hacer innovación en las instituciones especializadas. El FP demostró que la innovación no era un fenómeno exclusivo de las instituciones especializadas de investigación, que se podía fortalecer el conocimiento local a través del fomento de las capacidades de innovación en sus ciudadanos/as y que la participación de estos y estas en las decisiones sobre qué, cómo, cuándo y dónde se innova, era un elemento poco desarrollado en la sociedad cubana.

Hoy día, a más de diez años de la primera experiencia, se intenta integrar los principios del mejoramiento participativo de semillas en otras disciplinas e instituciones en lo que se conoce como el PIAL, con un refuerzo de la participación femenina en las decisiones coyunturales de la política agropecuaria local y nacional.

La crisis de los noventa en Cuba, flexibilizó los conceptos: en qué, dónde, quiénes y cuándo se puede innovar, observándose nuevos arreglos tecnológicos, institucionales y financieros desarrollado por los ciudadanos/as con la urgencia de cambiar sus prácticas ante la situación de crisis del sistema convencional de agricultura.

La interacción horizontal de los agricultores con investigadores y técnicos, como socios de la innovación es una alternativa de generar mayores beneficios. La experiencia sobre el FP y su continuación en PIAL, constituye uno de los ejemplos de cómo se puede apoyar un sistema de innovación en que los protagonistas sean los productores.

Sin lugar a dudas esta iniciativa emerge sobre bases genuinamente agroecológica de buscar aquellas semillas y tecnologías con adaptación específica que permitan obtener el máximo de salidas energéticas con el mínimo de consumo. El impacto de estos programas aporta evidencias sobre maneras concretas de apoyar la innovación con la gente y para la gente (Guevara *et al.* 2011).

Cuba navega en la paradoja de ser una de las experiencias agroecológicas de mayor masividad mundial, al mismo tiempo aún no está lo suficientemente claro cómo esta puede ser recompensada y sostenida.

Las experiencias vividas a través de FP y PIAL hace pensar que el sistema de innovación agropecuario cubano necesita ser repensado, la creación de cientos de alianzas entre los actores formales e informales que se crearon a raíz de la crisis de los noventa deben ser legitimadas y apoyadas.

El período de limitado acceso a los insumos del mundo convencional de agricultura, ha constituido un escenario de aprendizaje que ha generado un profundo conocimiento de producir alimentos con el mínimo de insumos energéticos (Funes-Monzote 2008). El fomento de la agrobiodiversidad y la participación de los agricultores han sido extremadamente relevantes en conseguir esto.

Nuevas formas más participativas de organización de la investigación, producción y docencia que faciliten la interacción con la demanda de los productores y consumidores necesitan tener más espacio.

En el contexto socioeconómico cubano hay cientos de desafíos que enfrentar, pero si se tuviera que priorizar, sería muy provechoso pensar en las positivas implicaciones que tuviera para la sociedad si reconocieramos y recompensáramos las ingeniosas maneras que los cubanos y cubanas encontraron para producir más y mejores alimentos en medio del déficit de combustible fósil y la carencia de agroquímicos.

Bibliografía

- De La Fé, C.; H. Ríos; R. Ortiz; M. Martínez; R. Acosta; M. Ponce; S. Miranda; I. Moreno y L. Martín. 2003. Las ferias de agrobiodiversidad. Guía metodológica para su organización y desarrollo en Cuba. *Cultivos Tropicales*. 24:4:95-106.
- Funes-Monzote F. 2008. Farming like we're here to stay: The mixed farming alternative for Cuba. Tesis de doctorado. Wageningen, Holanda. 211 p.

- Guevara, F.; R. Ortíz; H. Ríos; L. Angarica; L. Martín; D. Planas; A. Crespo; L. Barranco; Z. Salquero; I. Cánovas; R. Alemán y C. Proveyer. 2011. Cerrando ciclos de aprendizaje: impactos del programa de innovación agropecuaria local de Cuba. Ed. Inca. La Habana, Cuba. 93 p.
- Ortiz, R., L. Angarica y M. Misteli Schmid. 2011. Diseño y evaluación participativa de efectos directos (cambio de actitud) en proyectos de innovación agropecuaria local. *Cultivos Tropicales*. 31:4: 12-19.
- Ríos H. 2009. Participatory seed diffusion in Cuba. Experiences from the field. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Ríos H. y J. Wright. 2000. Primeros intentos para estimular los flujos de semillas en Cuba. *LEISA*. 15: 3-4:37-38.
- Ríos H.; M. Hernández y J.C. Rosas. 2006. Agricultores mejoran cultivos. Ed. Inca. La Habana. 300 p.
- Rosset P. y M. Benjamin. 1993. The greening of the revolution. Cuba's experiment with organic farming. Melbourne. Ocean Press. 188 p.
- Vernooy R. 2003. Seed that give. Participatory plant breeding. Ed. International Development Research Centre. Ottawa. 93 p.

CAPÍTULO 12

LABORES MANUALES, TRACCIÓN ANIMAL Y MOTORIZACIÓN

Arcadio Ríos

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric)

La Habana

En Cuba la utilización del potencial de trabajo de los animales, en sustitución o auxiliando el trabajo manual, es decisivo en el desarrollo de la producción de alimentos. Para el pequeño y mediano productor, la tracción animal es la forma más factible de introducir la mecanización, pues es una tecnología de bajos insumos. En la agricultura sustentable el uso de animales de trabajo se complementa con el empleo de tractores, en dependencia del tamaño de las unidades productivas.

En su sentido más amplio el término mecanización agrícola abarca todo tipo de máquinas, implementos e instalaciones usadas en la producción agrícola o en apoyo de esta. Una máquina es una pieza o conjunto de piezas que, accionada por una fuente energética, realiza un trabajo, por ello una guataca, un arado o un tractor, son máquinas. El hombre según este concepto también es una máquina... la más importante (Ríos 2009).

En la agricultura se utilizan tres tipos de mecanización: manual, con tracción animal y motorizada. La mecanización con herramientas manuales es la forma más antigua de mecanización y en la actualidad, sigue siendo la forma más empleada en el mundo. En la mecanización con tracción animal se emplean generalmente como fuentes energéticas los vacunos (bueyes) y los équidos (caballos, mulos y burros). En la mecanización motorizada predomina el uso de tractores, combinadas e implementos y otras máquinas complejas.

Las estructuras productivas y la mecanización agrícola

Las tecnologías de producción agrícola dependen fundamentalmente de cuatro factores: del tipo o modelo de agricultura que se practique, del cultivo o cultivos a sembrar o plantar, de las condiciones en que se producen y de los implementos y otros medios que se utilicen.

La agricultura convencional, también denominada producción agropecuaria “moderna” para diferenciarla de la agricultura “tradicional”, es realizada generalmente con el uso amplio e indiscriminado de medios energéticos móviles (tractores, cosechadoras) y productos agroquímicos para fertilización y protección fitosanitaria, predominando el monocultivo. Estos factores a la larga producen un daño irreversible a dos de los recursos más importantes de la humanidad: el suelo y el agua. La utilización de la tracción animal en la agricultura convencional de los países más industrializados es mínima.

La agricultura ecológica sostenible (agroecología), es una respuesta relativamente reciente a la declinación de la calidad de los recursos naturales asociada con la agricultura convencional intensiva-industrial. Se basa en el policultivo y la reducción o eliminación de los agroquímicos y la maquinaria motorizada, garantizando una adecuada nutrición y protección de las plantas mediante el empleo de fuentes de nutrientes orgánicos y un manejo integrado o ecológico de las plagas y otros principios.

En los últimos años se ha establecido el concepto de agricultura urbana y suburbana, para diferenciarlas de la agricultura practicada en unidades productivas alejadas de los centros de población. En el país la agricultura urbana y suburbana se realiza en lo fundamental con tracción animal y labores manuales, solo se emplean medios motorizados en los casos estrictamente necesarios.

En Cuba, a partir del triunfo revolucionario la mecanización agropecuaria se caracterizó por un proceso activo e intenso de asimilación de las tecnologías transferidas de los países del área socialista, adquiriéndose no solo los equipos, instalaciones y el paquete de conocimientos aplicados, sino además se creó la infraestructura técnica y científica que permitió encajar adecuadamente lo transferido en el contexto nacional.

Pero el paradigma del desarrollo agropecuario que se implantó en el país a partir de la década del 70 del pasado siglo, fue el modelo de la agricultura moderna llamado Revolución Verde, caracterizado por la especialización productiva empresarial o monocultivos en grandes extensiones, el uso intensivo de la mecanización, de los pesticidas, fertilizantes químicos así como de otras tecnologías importadas.

La desaparición del modelo de producción socialista en la Unión Soviética y demás países europeos integrados en el Consejo de Ayuda Mutua Económica (Come), trajo consigo para nuestro país

una súbita y aguda escasez de recursos energéticos, maquinarias, piezas y productos agrícolas e insumos importados.

Con vistas a superar esta crisis, y bajo los principios planteados por el Presidente cubano Fidel Castro Ruz en la Cumbre de Río (Castro 1992), el gobierno comenzó a implementar cambios dirigidos a lograr una agricultura de menos insumos, más racional y acorde a nuestra realidad. Para contribuir a ello los centros de investigación reorientaron sus objetivos y estrategias de trabajo a la obtención de resultados para satisfacer esta demanda.

Uso inadecuado de tecnologías mecanizadas y de altos insumos

Entre los principales daños que se producen por el empleo excesivo o inadecuado de tecnologías mecanizadas y de altos insumos se encuentran: la compactación excesiva de los suelos, erosión, contaminación química, salinización, y el aumento en el gasto de recursos energéticos y humanos.

La compactación subsuperficial ocurre principalmente por la utilización de arados, gradas y otros implementos de discos, así como el paso sucesivo de tractores, cosechadoras y otros medios. La compactación superficial se debe por lo general al efecto de las lluvias y el riego por aspersión. Sus efectos más nocivos se manifiestan en el deficiente desarrollo de las plantas, la reducción de la infiltración del agua y el aumento del consumo energético de los equipos. En Cuba hay 1,6 millones de ha con diversos grados de compactación (MEP 2010).

La erosión se produce debido a técnicas no apropiadas de roturación y cultivo, especialmente por el excesivo número de labores en el suelo, el laboreo con inversión de la capa (o prisma) de suelo, la no existencia de una cubierta protectora de hierbas o cultivos, el arrastre de la capa vegetal. En la producción agrícola a veces se realizan sucesivas operaciones de roturación, cruce, gradeo, y otras, para mantener el suelo mullido en espera de condiciones más favorables para la siembra, pero en la mayoría de los casos por atrasos provocados por otras causas.

El laboreo mínimo y la cero labranza son tecnologías de avanzada que prácticamente no se usan en nuestro país, a pesar de su demostrada eficacia. De un total de 8,7 millones de ha de suelos agrícolas existen 2,9 millones de ha erosionadas. Por esta y otras causas, hay 4,1 millones de ha de suelos muy poco productivos.

La contaminación química en los suelos y las aguas se debe al empleo excesivo de productos fitosanitarios, herbicidas, fertilizantes industriales y otros. Actualmente, se han tenido grandes logros en el desarrollo y empleo de medios de control biológico y de fertilizantes orgánicos, cuya producción y aplicación se puede realizar con equipos mecanizados o con labores manuales.

Ha ocurrido una salinización acelerada de gran parte de las tierras productivas por el sobreuso de las aguas y otros factores. Aunque se han investigado equipos y tecnologías para la recuperación de las áreas salinas, puede decirse que esta es una tarea por desarrollar en gran escala, pues son factibles de recuperar un millón de hectáreas salinizadas. Con el drenaje se ha tenido más éxito, pero aún hay 2,7 millones de hectáreas afectadas.

Labores e implementos manuales

Todas las labores agrícolas se pueden realizar, y muchas de ellas se realizan, solo con fuerza de trabajo humana, con el uso de las manos o el empleo de implementos y herramientas manuales.

Los implementos manuales más comunes son: el machete y la mocha para el corte y desbroce de malezas; el hacha para el corte y troceado de árboles y arbustos de tallo grueso; la hoz para el corte de plantas o espigas de granos; la azuela para emparejar o rebajar bolos de madera; la sierra para cortar madera; tijeras para podar y cortar frutos, cuchillas para injertos y otros trabajos.

La piocha y el pico se emplean para romper la tierra; el tridente para remover la tierra, el ahoyador para abrir hoyos para el trasplante de plántulas y postes de cerca; la azada o guataca para el desyerbe, aporque, construcción de zanjas y zanjillos y otras labores; los rastrillos para desmenuzar y nivelar el terreno; la pala para mover tierra y otros materiales. La coa se utiliza para apertura de hoyos pequeños; la barreta para apertura de hoyos grandes y pozos; la mandarria o el mazo para golpear. A ellos se agregan todo tipo de herramientas de taller, de mecánica y de carpintería.

En la agricultura a pequeña escala se utilizan también una serie de equipos de acción manual que por su complejidad no pueden llamarse implementos, sino que constituyen máquinas. Entre ellas se encuentran diversos tipos de sembradoras, fertilizadoras, asperjadoras, moledoras, desgranadoras y bombas de agua (figuras 1a-1b).



Figura 1a. Sembradora de arroz de tracción manual.



Figura 1 b. Trasplantadora.

Tracción animal y agricultura sostenible

La mecanización con tracción animal como tecnología sustentable ha adquirido gran importancia en el país, por cuanto se ha demostrado su eficiencia en un número o grupo de labores, empleando técnicas y tecnologías novedosas, combinadas adecuadamente con las tradicionales. La eficiencia de la mecanización con tracción animal es mayor cuando se conocen a cabalidad las características técnicas de los equipos, sus posibilidades de empleo, y el modo de regularlos para hacer un trabajo agrotécnicamente más adecuado.

El pequeño productor depende de implementos ligeros y sabe combinar el uso de las tres fuentes energéticas fundamentales: la humana, la animal y la motorizada (Ruiz 1998). Con la producción en pequeña escala el productor se vincula más directamente al área y puede lograr una producción sustentable con menos recursos de maquinaria.

En Cuba, el uso de los animales como fuente energética se remonta a los tiempos de la colonia, en que se usaban para la labranza del suelo y el tiro de productos en plantaciones cañeras y cafetaleras y su incremento se mantuvo aparejado al desarrollo de esas ramas. Tras el triunfo revolucionario de 1959 las medidas aplicadas en Cuba de apoyo al sector campesino produjeron un aumento de la cantidad de bueyes de trabajo hasta 1975.

Por otra parte, la concentración de la agricultura en grandes empresas agropecuarias y el incremento de la cantidad y potencia de los tractores hizo que disminuyera el uso de los bueyes hasta casi

desaparecer en el sector estatal, alcanzando en 1990 la cifra más baja de los últimos 45 años. En la tabla 1 se muestra la variación en la existencia de animales de trabajo y de tractores en Cuba.

Tabla 1. Existencia de tractores y animales de trabajo (miles de unidades)

Fuente energética	1945	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014
Tractores	3	9	52	68	85	70	64	63
Bueyes	577	500	490	338	163	396	320	296
Caballos	900	800	741	811	235	303	300	179
Mulos	32	30	29	25	30	20	8	21

El balance reciente de los medios mecanizados arroja que existen en la agricultura no cañera 539 230 implementos de tracción animal. La relación en este sector es de cuatro implementos por yunta.

Para el pequeño agricultor, la tracción animal reporta una serie de ventajas:

- Comparado con el trabajo manual su uso incrementa considerablemente la productividad por hombre.
- La inversión en la compra de implementos es mucho menor que en el sistema motorizado.
- Se minimizan los gastos por insumos, reparaciones corrientes y mantenimientos.
- Su manejo es sencillo y tiene bajo costo de operación.
- Los animales de trabajo pueden alimentarse con residuos y subproductos de cosechas.
- Agrotécnicamente los daños son menores (menos daños a los cultivos y menor compactación del suelo).
- Al concluir su vida útil el valor final de los animales es mayor que el inicial.

Se ha comprobado, por ejemplo, que plantaciones cañeras atendidas únicamente con tracción animal pueden durar 10 o más años, mientras que otras similares en que se emplean tractores, es necesario demolerlas al cuarto año como máximo. En otros cultivos como el tabaco, los rendimientos son mayores y la calidad es superior cuando se usan animales de trabajo. Para el desarrollo sostenible de la agricultura se debe emplear adecuadamente la tracción animal, lo cual incluye el empleo correcto de los implementos ya sean tradicionales, nuevos o mejorados (Ríos 2009).

Como respuesta a la situación generada por la desaparición del campo socialista, a partir de 1990 se inició un amplio programa para el uso de la tracción animal en todas las labores donde esta tecnología fuera posible o económicamente justificada. La tracción animal tiene en la actualidad en el país una gran importancia tanto en lo económico, como en lo socio-político y cultural. Se ha colocado al boyero en un lugar cimero de la producción agropecuaria.

En el Forum de Ciencia y Técnica se calificó a los boyeros de “nuevos científicos”, por la forma en que han luchado por rescatar esta tradición; por el modo en que enseñan a sus animales y crean sus propios implementos. Se plantea como uno de los objetivos de trabajo de los innovadores la preservación de los suelos, evitando el laboreo indiscriminado y la compactación, mediante la combinación eficiente de las máquinas motorizadas y la tracción animal, y elevar la fertilidad de los suelos con modelos de producción sostenibles, orgánicos y ecológicos, donde la tracción animal es una alternativa complementaria con la tracción motorizada (Suárez 2006).

Con el objetivo de generalizar las nuevas tecnologías y los implementos de avanzada, así como aplicar conceptos más racionales y eficientes en el trabajo agrícola que permitan elevar la productividad de la tierra y de los hombres, se creó el Frente Nacional de Tracción Animal, que agrupa a todos los trabajadores que emplean, desarrollan o dirigen esta actividad en el país, independientemente del ministerio o institución a que pertenezcan, el cual es auspiciado por el movimiento del Forum de Ciencia y Técnica. El Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) es el centro coordinador del Frente.

Muy importantes han sido los trabajos para la creación y fabricación de implementos y piezas por parte de los innovadores y racionalizadores de todo el país, el intercambio de experiencia, la promoción de técnicas novedosas y la promoción del uso de la tracción animal. Semejante trabajo han realizado también los innovadores para superar la escasez de piezas e implementos de tracción motorizada y mantener en alta los tractores y demás equipos.

El Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), que hoy se ha integrado como parte del IAgric ha trabajado intensamente en mejorar las tecnologías con el uso de animales de trabajo, desarrollando una familia de nuevos implementos tirados por bueyes como multiarados, sembradoras, gradas, cultivadores, asperjadoras, barras portaimplementos, arreos y otros medios.

También se han obtenido resultados importantes en el desarrollo de nuevos esquemas de organización de la explotación de la maquinaria con vistas al ahorro de combustibles y al aprovechamiento más racional de los tractores, implementos, animales y obreros (figuras 2a y 2b).



Figura 2a. Asperjadora.



Figura 2b. Multicultor.

La tractorización

En fincas pequeñas la mayoría de las labores se realizan con tracción animal y energía humana, pero en muchos casos se requiere efectuar determinadas labores con tractores; los cuales pueden agruparse en tres tipos: tractores (pesados, medios y ligeros), minittractores y motocultores.

Los motocultores tienen un solo eje motriz, por lo cual su tercer punto de apoyo es la máquina o implemento agrícola que mueven. El operador puede ir caminando detrás de él o a veces sentado sobre el mismo. Los minittractores son, como su nombre indica, tractores pequeños de dos ejes, equipados con toma de fuerza, sistema de levante de tres puntos, y otras características de los tractores mayores.

Los motocultores y minittractores se destinan a trabajos en huertos, fincas pequeñas y labores bajo instalaciones de cultivos protegidos o semiprottegidos. Se les pueden agregar una amplia gama de implementos y máquinas sencillas, y sus ventajas principales son: bajo costo, maniobrabilidad, bajo consumo de combustible y versatilidad.

La mecanización agrícola en Cuba antes del triunfo revolucionario de 1959 estuvo limitada por las trabas establecidas por el sistema de producción extensivo, monopolista y anárquico de la

propiedad privada de la tierra, y por la existencia de una abundante fuerza de trabajo manual (producto del desempleo), que resultaba barata por los salarios que se pagaban y que no generaban gastos adicionales como la maquinaria, que requería grandes inversiones, combustible, reparación, conservación y mantenimiento.

A partir del triunfo de la Revolución, con la aplicación de la Reforma Agraria, la socialización de las tierras y otros recursos, entre ellos la propia maquinaria, se acometieron amplios planes de desarrollo en otras ramas de la economía (industria, construcción, ganadería, minería y otras), lo que produjo un déficit sustancial de la fuerza de trabajo, y se hizo necesario un incremento importante en la productividad del trabajo del hombre.

Para resolver esta situación, una de las vías fundamentales que se utilizó fue el incremento del trabajo mecanizado, mediante la importación de máquinas y la construcción de algunas de ellas.

En los últimos 30 años de transformaciones revolucionarias de la agricultura, el número de tractores se incrementó en 8,5 veces, las combinadas en 100 veces y la existencia de implementos y remolques agregados al tractor en 10 veces. De unos 9 000 tractores en 1959 se pasó a 85 000 en 1990, significándose que el aumento no fue solo en cantidad, sino también en su capacidad energética, ya que la potencia media por tractor creció de 40 a 75 hp (Ríos 2004).

De una producción basada esencialmente en el trabajo manual y fuerza de tiro animal, se pasó a disponer de tecnologías mecanizadas para prácticamente todos los procesos agrícolas y pecuarios y gran parte de los silviculturales, aunque junto con ello se mantuvo un importante nivel de trabajo manual y con tracción animal.

La creciente adopción de las tecnologías tractorizadas fue fomentada también por la concentración de la agricultura en grandes empresas estatales con alto nivel de mecanización, lo que permitió el incremento de los rendimientos de los cultivos y la producción agrícola.

El aumento del número de tractores, combinadas y demás máquinas agrícolas requirió la creación de una red nacional de talleres de mantenimiento, reparaciones ligeras, medias y general de máquinas, motores y agregados, así como de empresas especializadas en la construcción o recuperación de piezas e implementos. El incremento de la mecanización de la agricultura se posibilitó también por las ventajosas condiciones para la adquisición de maquinaria en los países del área socialista, especialmente en la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas – URSS (Ríos 2004).

Un factor importante para obtener los elevados ritmos de desarrollo en la esfera agrícola ha sido la ejecución de un ingente trabajo encaminado a la elevación del nivel educacional, técnico y profesional de nuestros trabajadores agrícolas.

El nivel alcanzado por la mecanización agrícola en Cuba, se pone de manifiesto al analizar la cantidad de tractores por unidad de área, que es considerado internacionalmente como importante indicador de desarrollo tecnológico en la esfera agropecuaria. En la década del 70 se reportaban 10,9 tractores/1 000 ha (Campos y Suárez 2005). Cuba llegó a poseer el lugar 12 en el mundo por la cantidad de tractores por cada 100 ha, con un alto nivel de unidad de potencia por superficie cultivable.

Durante toda la etapa desde el triunfo de la Revolución se fomentó la creación de grandes empresas agrícolas estatales con una alta mecanización. En función de ello el país llegó a mantener ritmos de importaciones anuales de 8 000 tractores y 15 000 implementos agrícolas para mantener altos ritmos de mecanización agrícola y llegó a tener una gran infraestructura para el aseguramiento de la asistenta técnica.

La producción agropecuaria en Cuba experimentó cambios significativos en su estructura y en las tecnologías de producción, convirtiéndose en un sistema de producción agropecuario al estilo de los países desarrollados, ocupando un lugar relevante en la mecanización de los cultivos con tracción motorizada y altos consumos de energía fósil.

En el período inmediato a la caída del campo socialista, la maquinaria en general sufrió una gran depauperación, producto de la dificultad para obtener piezas de repuestos e insumos que garantizaban su óptimo estado técnico, por lo que el parque de tractores e implementos disminuyó considerablemente producto del deterioro y el mal estado técnico que la caracterizaba, lo que provocó un gran número de bajas.

La infraestructura para el aseguramiento de la asistencia técnica no quedó fuera de estas afectaciones, a lo que se le suma el resquebrajamiento de la disciplina técnica en muchos casos por la escasez de recursos y el tener que garantizar la producción con los medios existentes, violando lo establecido en cuanto a mantenimiento, uso de lubricantes así como la disminución de personal calificado que dejó de trabajar en el sector agrario (Sotto 2006).

Además de ello, la aguda escasez de combustible hizo que se paralizara una parte sustancial del parque de tractores disponibles, contribuyendo a su deterioro a pesar de diversas medidas tomadas para su conservación. Como consecuencia de las limitaciones producidas por el llamado Período Especial se produjo una disminución considerable en el parque de tractores, llegándose a unos 4,1 tractores/1 000 ha.

Desde el comienzo del Período Especial, la disponibilidad de tractores, máquinas e implementos se ha visto afectada aún más por la obsolescencia del parque, producto de las limitaciones en moneda convertible que ha imposibilitado su renovación y adecuada reparación. La nueva estructura de las unidades productivas en superficies más pequeñas permite la adopción de tecnologías de bajos insumos, el empleo de implementos de menor consumo energético y un manejo adecuado de los suelos para su conservación y recuperación.

Otras actividades de la ingeniería agrícola

El riego es una de las actividades que resulta generalmente imprescindible en cualquier explotación agrícola. Las bombas de agua se utilizan para la extracción de agua, el riego, el abastecimiento a las instalaciones y el uso doméstico. En Cuba se producen varios modelos de bombas accionadas manualmente y de motobombas o turbinas para abastecimiento de agua y para el riego. El molino de viento es una máquina que aprovecha la energía del viento (eólica), para la extracción de agua o producción de electricidad.

Entre sus ventajas se encuentran que produce trabajo sin consumo de energía convencional y por ello puede instalarse en zonas a las cuales no llegan las instalaciones eléctricas y su costo de operación y mantenimiento es mínimo. Un molino de viento típico tiene un volumen de entrega de hasta 260 litros por minuto y la altura máxima de bombeo es de hasta 6 m, aunque estos datos varían según la marca y características. Los pozos para usos agrícolas o domésticos se construyen cavando a mano con barreta, pico y pala, o por medio de máquinas.

Las instalaciones de biogás se emplean para convertir los desechos orgánicos, especialmente las excretas del ganado vacuno y porcino en un gas combustible producido por fermentación natural de residuos orgánicos, que se usa para cocinar alimentos, calentar agua y otros líquidos.

La tecnología consiste en depositar las excretas líquidas o humedecidas en un tanque cerrado denominado digestor, construido generalmente de acero o ladrillos, donde se produce la fermentación de los desechos, produciendo gas; el mismo se acumula en un depósito denominado campana, de donde se conduce por tuberías hasta la cocina o quemador. Después de la digestión de las excretas, el lodo remanente que queda en el digestor constituye un excelente fertilizante.

Otra rama importante de la mecanización agrícola es la minindustria agropecuaria. Tradicionalmente los campesinos individuales y las diferentes entidades agropecuarias realizan numerosas producciones a escala artesanal o semindustrial, conocidas como pequeñas industrias o minindustrias.

De este modo se producen conservas, derivados cárnicos, dulces, granos molidos, piensos, artículos de uso personal, y muchos otros productos que contribuyen a facilitar la producción agropecuaria, darle un valor agregado a los productos y a diversificar las ofertas a la población. En la actualidad para las producciones minindustriales se utiliza una gran variedad de equipos, que casi en su totalidad son de construcciones artesanales o adquiridos por compra. En la tabla 2 aparecen los principales tipos de producciones minindustriales del Minag.

Los procesos de conservación permiten que las carnes, dulces, vegetales y otros productos comestibles, puedan por lo general mantenerse largo tiempo almacenados sin perder sus cualidades, lo que los convierte en una importante reserva alimenticia para períodos de escasez por motivos climáticos o de otro tipo.

La fabricación de sogas, yugos, frontiles, bastos, monturas y otros arreos para bueyes y equinos, así como la construcción de carretas, carretones y coches son labores artesanales. Para ello se utilizan insumos tales como madera, cueros, henequén y algunas piezas de metal. A diferencia del herrero, generalmente cada uno de estos medios se fabrica por un artesano diferente, especializado en la construcción de yugos o en el torcido de sogas.

La labor de curtido de pieles es también una labor artesanal que se realiza muchas veces por los mismos campesinos. Entre los talleres artesanales vinculados con el uso de la tracción animal, se encuentran los que se ocupan de la confección de sombreros, guantes, polainas, machetes, vainas, ropa de trabajo y otros útiles personales.

Tabla 2. Ejemplos de producciones minindustriales

Productos alimenticios	Materiales	Medios de trabajo	Implementos y piezas	Fertilizantes y productos biológicos
Dulces	Ladrillos	Yugos	Machetes	Abono orgánico
Encurtidos	Bloques	Aparejos	Azadas o guatacas	Humus de lombriz
Conservas	Tubos de barro	Sogas	Rastrillos	Biofertilizantes
Vinos	Tejas	Cinchas y frenos	Hachas	Bioplaguicidas
Miel y cera	Cal viva	Herraduras y clavos	Coas	
Raspaduras	Porrones	Frontiles	Carretas	
Derivados de la leche	Piedras de amolar	Talabartería	Carretones	
Derivados de la carne	Carbón vegetal	Botas y zapatos	Rastras criollas	
Aceites	Postes	Guantes	Implementos varios	
Piensos	Carpintería	Monturas	Piezas de repuesto	
Harina	Curtido de pieles	Grampas		
Trillado		Ropa de trabajo		
Molinado		Sombreros		

En la lombricultura la producción de humus puede simplificarse y obtener una composición uniforme de las partículas con un tamizador rotativo accionado por motor.

También las herrerías y los talleres de reparación de implementos pueden considerarse dentro de las minindustrias. El agricultor necesita disponer en cada momento de facilidades para realizar por si mismo o contratar la reparación, construcción o modificación de una pieza de máquina, o para fabricar o reparar herramientas manuales.

Un herrero experimentado, dotado de una fragua, un yunque y algunas herramientas sencillas, puede dar servicio de corte de metales, conformación, taladrado e incluso soldadura, suficiente la mayoría de las veces para satisfacer las necesidades de mantenimiento y reparación de las máquinas sencillas. También los herreros están generalmente responsabilizados con la confección de herraduras y clavos de herrar caballos y mulos, así como con el herrado de estos animales.

En resumen, con el empleo de los medios mecanizados se humaniza el trabajo, se incrementa la productividad del hombre

y los rendimientos de los cultivos, lo que produce un aumento de las ofertas de productos a la población. Pero se debe entender la mecanización agrícola en toda su amplitud, desde el trabajo manual hasta los medios mecanizados más complejos, todos ellos empleados con tecnologías productivas que contribuyan a la protección de nuestros recursos naturales, humanos y materiales.

El desarrollo de la mecanización como elemento decisivo en la producción agrícola solo es posible con la introducción del desarrollo científico técnico, para lo cual se debe contar con un parque de maquinaria, obreros y animales de trabajo cuya eficiencia y durabilidad depende sobre todo del modo en que se empleen.

Bibliografía

- Campos, R. y J. Suárez. 2005. Estrategia para la renovación paulatina del parque de tractores en el Minag. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. RCTA, vol. 14:4.
- Castro, F. 1992. Informe de Cuba a la Cumbre de Río sobre Economía y Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil.
- MEP. 2010. Anuario Estadístico de Cuba. Ministerio de Economía y Planificación: 520 p.
- Ríos, A. 2004. Mecanización con tracción animal. Actaf, Filial La Habana. La Habana, Cuba. 60 p. ISBN: 959-246-129-5.
- Ríos, A. 2009. Manual de tracción animal e implementos manuales para áreas suburbanas. IIMA. La Habana, Cuba. 120 p. ISBN 978-959-285-008-8.
- Ruiz, A. 1998. La agricultura de pequeña escala y su inclusión en el desarrollo general. Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural. Ciudad México: 50 p.
- Sotto, P. *et al.* 2006. Maquinaria agrícola, planificación y control de su explotación. IIMA, La Habana: 50 p.
- Suárez, J., A. Ríos y R. Campos. 2006. Política de mecanización Agrícola en Cuba. Informe de Investigación. IIMA: 15 p.

ROTACIÓN Y POLICULTIVOS

Ángel Leyva¹, Egidio Páez² y Antonio Casanova³

¹ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca), Mayabeque

*² Asociación Nacional de Técnicos Agrícolas y Forestales (Actaf),
La Habana*

*³ Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliانا Dimitrova
(IIHLD), Artemisa*

Aunque la rotación y los policultivos, definidos también como cultivos múltiples, están lejos de constituir sistemas productivos de prioridad en el contexto de la agricultura mundial actual globalizada, los defensores de la agricultura agroecológica los sitúan en un sitio de altísimo valor, como alternativas tecnológicas para la sostenibilidad y equilibrio ecológico de los agroecosistemas.

Mientras los cultivos en rotación o producción en secuencia de dos o más cultivos en la misma superficie de suelo en el tiempo, constituyen diseños que hacen un uso eficiente de la luz, el agua, nutrientes y del espacio en el tiempo, los policultivos son sistemas simultáneos de dos o más cultivos en la misma superficie de suelo y aprovechadores del espacio agrícola para un mayor equilibrio del agroecosistema; ambos sistemas, prevén diversificar e incrementar la producción agrícola, sin deteriorar de forma irreparable el recurso natural suelo.

En Cuba se ha demostrado su eficiencia económica, importancia social y su valor a favor del cuidado de los recursos naturales.

Rotación de cultivos

La rotación de los cultivos es para la agricultura moderna una técnica “fuera de moda”. Fue abandonada paulatinamente después que se lograra contrarrestar a través de los insumos externos, las irregularidades visibles que provoca el monocultivo; por lo cual, se recuerda solo por su carácter histórico y no es reconocida en la actualidad por sus bondades.

La rotación de los cultivos es sin embargo, el eje fundamental del desarrollo agrario diversificado y armónico con el medio natural, y refleja el arte de manejar los cultivos y los animales, sin deteriorar de forma insalvable la diversidad biológica, con especial influencia en el equilibrio edáfico. Esta técnica ha sido definida

por un clásico conocedor de la agricultura tropical (Franke 1995) como el uso conveniente, consecuente y oportuno de diferentes cultivos sobre una misma superficie de suelo, expresión conceptual abarcadora, que a diferencia de la académica tradicional, tiene en cuenta además de su importancia económica, el valor ecológico y sociocultural, dimensiones imprescindibles para los análisis integrales de los agroecosistemas.

Bases históricas de la rotación de cultivos

Documentos históricos revelan que la rotación de cultivos fue practicada en China tres mil años antes de Cristo, así como también en Roma y en la antigua Grecia. Norteamérica recibió su mayor influencia de los emigrantes ingleses y escoceses y hasta el siglo XIX, en que dominaron las rotaciones de cuatro y tres años, utilizándose cultivos de ciclo corto (Puentes *et al.* 1980).

Para la región sudamericana y caribeña, durante ese período, predominó el Sistema Roza¹, técnica productiva que cierra su ciclo con la destrucción irreparable de los suelos y por razones históricas, aún subsiste en algunas zonas, donde se realiza la tala de la escasa superficie boscosa existente.

Fundamentación científica de la rotación de cultivos

Existen evidencias crecientes de que el efecto positivo rotacional es debido a los incrementos de la biomasa microbial y actividades enzimáticas en el suelo, que no ocurren en las producciones en monocultivo; en general las bacterias aumentan, aunque según Venegas (1998) los hongos tienden a disminuir, sobre todo del género *Fusarium*.

La reducción de los rendimientos en condiciones de monocultivo, está ligada también al agotamiento de los niveles nutricionales en determinadas capas de suelo, según las exigencias de cada cultivo y alcance de sus raíces, sin descartar posibles efectos deletéreos, a causa de las excreciones de metabolitos secundarios emanados por las raíces y hojas de las plantas durante su ciclo biológico,

¹ Consiste en la tumba y quema del bosque, siembras de maíz, yuca y plátano, hasta agotar la fertilidad natural del suelo; luego un barbecho de dos a tres años, para volver con los mismos cultivos, hasta el agotamiento total de su fertilidad, entonces se siembra pastos principalmente *Brachiaria* spp. para la ganadería vacuna.

que afectan al propio cultivo en mayor o menor medida según sus características.

Con la rotación de los cultivos, se interrumpen los ciclos biológicos de plagas y arvenses, por tanto las afectaciones de los monocultivos no responden a un fenómeno en particular, sino a un complejo de interacciones bióticas y abióticas, que finalmente trascienden de forma negativa sobre el agroecosistema, ya sean visibles o no (Leyva y Pohlan 2005).

Uso de la rotación de cultivos

Las primeras propuestas de rotación de cultivo en Cuba al estilo Inglés, surgen a principios del siglo XX (García 1909; Calvino 1918) según se refleja en los archivos del Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (Inifat)², donde se comprobó la conveniencia de utilizar la papa (*Solanum tuberosum*) como cultivo principal e inclusión al sistema de inter cosechas en cultivos como el maíz (*Zea mays*) y la soya (*Glycine max*) o canavalia (*Canavalia ensiformis*) como abono verde, mejora las propiedades del suelo.

Estas recomendaciones fueron marginadas por la apertura económica hacia la siembra monocultural de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y el acceso a los insumos externos para los cultivos económicos; de manera que sólo perduraron escasos ejemplos de rotaciones entre campesinos productores de tabaco en Pinar del Río.

Después de los cambios socioeconómicos ocurridos en 1959 en Cuba, uno de los primeros centros científicos en emprender un programa de investigación para evaluar la fertilidad de los suelos y los cambios que provocaban la utilización de sistemas rotacionales utilizando cultivos de ciclo corto como maíz, frijol y sorgo fue el Instituto de Suelos (Hernández 2012).

Simultáneamente para evaluar los efectos sobre las plagas y arvenses en cultivos varios, así como sus efectos sobre nemátodos en el cultivo de tabaco se responsabilizó a los Institutos de Investigaciones de Sanidad Vegetal – Inisav (Paredes 2011) y al Inifat (Fernández 1990). Por otra parte, al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca) le correspondió el estudio de la influencia de la soya sobre los cambios en la composición florística de las arvenses (tabla 1) como precedente a las nuevas plantaciones de caña de azúcar, en suelos Ferralíticos (Leyva 1986).

² Antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de Las Vegas, 1903, hoy (Inifat).

Tabla 1. Cambios estructurales transitorios en la dominancia de las arvenses en caña de azúcar, utilizando soya en pos demolición, o precedente a la nueva plantación (Leyva, 1986)

Caña de azúcar pre demolición	Soya después de la demolición	Caña nueva (planta)	Caña nueva (retoño)
<i>Sorghum halepense</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus rotundus</i>	<i>Cassia occidentalis</i> <i>Amaranthus</i> spp <i>Richardia scabra</i>	<i>Cassia occidentalis</i> <i>Amaranthus</i> spp <i>Richardia scabra</i>	<i>Sorghum halepense</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus rotundus</i>

Algunos campesinos conservacionistas han mantenido sistemas rotacionales muy interesantes, como en la actual provincia de Mayabeque, otrora provincia La Habana, donde se conservan esquemas rotacionales de cinco cuadrantes o amelgas y un quinto de la superficie cañera es dejada en descanso (barbecho transitorio), para mantener los animales durante un tiempo dado (trilogía suelo-planta-animal) y cuya permanencia varía en función de las necesidades económicas (García 1996).

Un sistema rotacional quizás único en Cuba, muy eficiente e interesante lo conserva el productor Mario Fiandol, un agricultor de Güira de Melena, provincia de Artemisa, quien mantiene por tradición familiar en su finca de 13,4 ha, un sistema de rotación por más de 80 años (figura 1).

La finca cuenta con cuatro cuadrantes donde se prioriza por cada uno, un cultivo principal: (1) papa (*Solanum tuberosum*); (2) maíz (*Zea mays*) o boniato (*Ipomoea batatas*) (3) Ajo (*Allium sativum*) y (4) malanga (*Xanthosoma* spp o *Colocasia* spp). En este sistema, cada cuadrante aporta en promedio, dos cosechas/por año, a excepción de la malanga con ciclos que superan los 10 meses.

Sistemas rotacionales a escala estatal, han sido empleados con éxito en la ganadería vacuna después de la cosecha del arroz en Los Palacios, provincia de Pinar del Río, con el inconveniente que ofrece la multiplicación de arvenses a través de las excretas; también se ha empleado la rotación del arroz con frijoles (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Solanum lycopersicum*) o ambos, pero siempre para la obtención de dos cosechas/año.

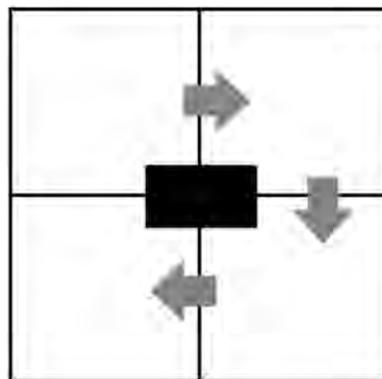


Figura 1. Rotación anual por cuadrantes (finca de Mario Fiandol).

Una propuesta muy atractiva ha sido la utilización de la soya como una alternativa dentro de los sistemas, por las ventajas que ha ofrecido en lo que se refiere a la producción de granos y mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Díaz 1989); sin embargo, falta infraestructura para su producción y programas para su desarrollo socioeconómico.

La siembra de sesbania (*Sesbania rostrata*) como abono verde y precedente al arroz (*Oryza sativa*), ha sido una alternativa viable (Cabello *et al.* 1995) aunque ha faltado seguimiento a la solución de algunos obstáculos en el orden práctico, para su puesta en marcha de forma sostenible.

La mayoría de las investigaciones realizadas para buscar efectos económicos viables a través de la rotación de los cultivos ha demostrado además, su eficiencia contra plagas, por tanto de beneficio para el agroecosistema (Leyva y Pohlan 2005) (tabla 2).

Tabla 2. Disminución de los niveles de plagas por efecto de cultivos precedentes

Cultivo principal	Cultivo precedente	Efectos contra:	Referencias
Caña de azúcar	Soya	Gramíneas arvenses	Leyva 1986
Tabaco	Maní, sorgo	<i>Meloidogyne incognita</i>	Fernández <i>et al.</i> 1990
Tomate	Ajonjolí o sésamo	<i>M. incognita</i>	Fernández <i>et al.</i> 1990
Papa	Sorgo	<i>M. incognita</i>	Gandarilla 1990
Maíz	Maní	<i>M. incognita</i>	Rodríguez <i>et al.</i> 1994
Hortalizas	Cebolla o habichuela	Arvenses en general y <i>M. incognita</i>	Rodríguez 1998 Franchi 2007
Papa	Caupí, soya, maní	<i>M. incognita</i>	Leyva, 1999
Maíz	Frijol	Arvenses	Blanco y Leyva 2010

Con el propósito de promover estudios integrales de los agroecosistemas, se han desarrollado investigaciones a partir de combinar sistemas diversificados, integrados y autosuficientes (Sistemas DIA) base para la implementación metodológica para el establecimiento de la ganadería unida a la agricultura ECOFAS y a la vez, evaluar los cambios positivos y negativos de los sistemas rotacionales (Monzote y Funes-Monzote 1997). Estos resultados han servido de base además, para el análisis de los flujos energéticos en los procesos productivos (Funes-Monzote 2009).

Una limitante en Cuba para el establecimiento de sistemas rotacionales con alta eficiencia productiva, se debe a la costumbre de asumir dos campañas de siembras por año (invierno y primavera), que comprenden aproximadamente los períodos entre los meses de octubre a enero y desde abril hasta junio respectivamente. Estos períodos son aprovechados para la producción de cultivos de ciclo corto, de elevado potencial productivo y responden a los hábitos de consumo del cubano.

Cultivos complementarios a la dieta energética diaria como las hortalizas, de menores hábitos de consumo en las áreas rurales, son cultivados principalmente bajo los principios que rigen la agricultura urbana. Sin embargo, las condiciones climáticas de Cuba posibilitan hacer siembras durante todos los meses del año, siempre que se cuente con posibilidades de suministrar agua a las plantas en los meses menos privilegiados por la naturaleza.

De manera que es posible obtener tres o más cosechas por año en la misma superficie de suelo, sin afectar el cultivo principal, demostrado durante seis años en la provincia de Mayabeque, utilizando cultivos con ciclos inferiores a los 110 días, bajo condiciones de suelo Ferralítico (Leyva 1999).

Se lograron 18 cosechas en la misma superficie de suelo durante seis años consecutivos, a razón de tres cosechas por año, sin afectación en los rendimientos del cultivo principal. Las cosechas anuales mostraron que el factor “condiciones climáticas del año”, determinó sobre los rendimientos del cultivo principal; se demostró también, que los cultivos de maíz y boniato, pierden hasta un 30 % de rendimiento sembrados o plantados en agosto, respecto a las siembras o plantación que se realizan en el mes de abril.

Por ello, sería más aconsejable para esa fecha la siembra, emplear una leguminosa de granos como: soya (*Glycine max*), caupí (*Vigna unguiculata*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) o simplemente, utilizar *Crotalaria juncea* como abono verde, de beneficio para la nueva siembra o plantación.

La aplicación práctica de estos sistemas, sin embargo, rompe con el ya tradicional criterio de dos campañas por año y asume, que el suelo puede ser utilizado durante todo el año. Además se demostró que el mejor sistema considerando la producción bruta total obtenida (t/ha) resultó el sistema: papa - pepino - boniato + maíz - papa.

Sin embargo, hubo sistemas que fueron los mejores en términos de producción de energía total (papa - boniato - maíz - papa), de manera

que desde el punto de vista económico, no se deben considerar los sistemas como mejores o peores solamente por los rendimientos expresados en toneladas de productos cosechados, ya que cultivos como el pepino (cuando más pesa, menos gusta) aporta mucha agua y poca energía.

A partir de la campaña productiva de papa 2010-2011, se ha propuesto como política agraria del país, aprovechar la labor de cosecha de la papa como parte de la preparación del suelo y en menos de 10 días lograr que se ocupe el suelo con algún cultivo económico. Por lo general lo más viable es la siembra de calabaza (*Cucurbita* spp.) la cual ofrece buen aporte productivo, aunque poca protección al suelo, lo que eleva la población de arvenses, e implica mayores gastos energéticos para la nueva preparación del suelo.

Cuando la siembra en monocultivo es defendida como un sistema de producción viable, se hace desde el estrecho concepto de los rendimientos brutos, se obvian indicadores vitales como la materia seca que se produce; las calorías, proteínas, minerales, vitaminas y grasas, como componentes básicos del rendimiento agrario, y mucho menos se tiene presente el indicador agroecológico “protección del suelo”.

Leyva y Lores (2012), proponen incrementar la agrobiodiversidad en los escenarios productivos, fundamentado en la creación de un nuevo índice de diversidad para los agroecosistemas (IDA) a través del cual, se mide el acercamiento a la sostenibilidad, mediante la relación entre la diversidad existente y la deseada, para satisfacer necesidades del hombre, de los animales y del recurso natural suelo.

Asumir la productividad del sistema anual como premisa (índice rotacional), es superar el estrecho criterio del rendimiento unicultural, y la inclusión al sistema de dos cultivos como mínimo, con características morfológicas muy distintas, que beneficien al agroecosistema, al menos en el aprovechamiento de la superficie productiva y el manejo de las plagas, en una relación proporcional, cuanto mayor sean las diferencias entre las especies en sucesión.

Ante los reales y permanentes déficits de finanzas para los países menos afortunados económicamente, se restringen las tecnologías de altos insumos. En Cuba como excepción ha sido potenciado económicamente el cultivo de la papa por su elevada productividad en corto tiempo: de 20 a 25 t/ha en sólo tres meses; este cultivo facilita el sistema de dos cultivos de intercosechas, pero requiere

de un elevado sincronismo y eficiente uso del tiempo, además recursos de capital y humanos, lo cual complejiza el proceso productivo, para las grandes extensiones, aunque muy viable para fincas pequeñas.

Se hace necesario potenciar otros sistemas productivos con similares aportes alimenticios pero menos complejos en su conducción como la batata o boniato (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), malanga (*Xanthosoma spp*), plátano (*Musa spp*) y ñame (*Dioscorea alata*) que pueden constituir alternativas acertadas para mitigar los efectos del cambio climático, dada su elevada capacidad de resiliencia y sortear los retos que imponen los nuevos tiempos, donde el gasto energético en los procesos productivos, se ha convertido en uno de los principales indicadores de la sostenibilidad económica de cualquier sistema productivo.

Una nueva amenaza para los suelos a escala mundial está relacionada con los agro-combustibles. Si bien esta técnica apareció como una alternativa energética muy apreciada, incluso para beneficio transitorio de algunos sectores pobres, como ha ocurrido en Chiapas, México, este sistema productivo se conduce bajo los principios del monocultivo y sustituyendo cultivos alimenticios vitales del auto sostenimiento; esta tecnología, de hecho, es una agresión al medio y por tanto no deja de ser una estrategia para la conservación de los intereses monopólicos arropados en una aparente política proteccionista (Houtart 2009).

En Cuba, sin embargo, se explotan para esos fines especies no comestibles como la *Jatropha curcas* y en terrenos de escasa productividad o necesitados de recuperación.

Las motivaciones actuales para el uso del suelo a escala mundial, están dadas más por el peso de las necesidades socioeconómicas, que por la conservación de los agroecosistemas; por todo ello, es necesario retomar las técnicas rotacionales a escala de sistemas productivos, en aras de mostrar nexos de acercamiento al enfoque medioambiental, de beneficio para la protección de los suelos, del equilibrio ecológico, el manejo de plagas, el incremento de la agrobiodiversidad y así contribuir a la seguridad alimentaria local.

Los policultivos

Aunque los policultivos tienen su origen en una agricultura de supervivencia, dirigida al máximo aprovechamiento del espacio

agrícola y por tanto su práctica se ha desarrollado históricamente entre campesinos con mayores carencias de recursos, actualmente está considerada a escala mundial entre las alternativas agroecológicas más eficientes desde el punto de vista de la sostenibilidad.

La mayoría de los éxitos policulturales, tienen su origen en las experiencias campesinas, y por tanto, no son aceptados de forma oficial en el orden académico; sin embargo, es conocido que ningún productor repite algo que no le haya sido funcional económicamente, aunque no tenga cuantificadas sus ganancias.

En el orden científico, se ha logrado conocer que los policultivos estimulan una mayor presencia de organismos vivos lo que infiere, menos probabilidades de que algunos de ellos, eleve sus poblaciones por encima del umbral económico que los promueva como organismo plaga (Mederos 2002); por otra parte, ante determinadas condiciones adversas para el sistema, se pudiera garantizar al menos uno de ellos.

Además los policultivos utilizan menos agrotóxicos que los sistemas monoculturales y por tanto, resultan más armónicos con la naturaleza. Su limitación mayor está asociada a la carencia de técnicas innovadoras que faciliten el trabajo manual, lo cual constituye un reto para quienes trabajan en función de minimizar los gastos energéticos durante los procesos productivos.

Base científica de los policultivos

Las asociaciones de cultivos están caracterizadas por una competencia interespecífica, cuyo principio ecológico plantea la imposibilidad de que dos especies puedan crecer simultáneamente en el mismo espacio agrícola sin competencia (ley de la producción competitiva), sin embargo, determinadas plantas facilitan condiciones para que otras, puedan crecer en el espacio agrícola, sin afectar al cultivo principal (ley de la facilitación) y lograr una producción adicional.

Pero la facilitación depende del tiempo que requiera el cultivo principal para ocupar su espacio agrícola y su éxito dependerá de los conocimientos y habilidades que tenga el productor a la hora de hacer combinaciones de cultivos, para lo cual es vital conocer la fitotecnia de los cultivos, sus ciclos productivos, la arquitectura de las diferentes especies, incompatibilidad nutricional y por plagas o efectos alelopáticos.

Evaluación de la eficiencia económica de los policultivos

Para evaluar la eficiencia económica de los policultivos se han creado varios índices matemáticos (IET, ATER, AHER entre otros), siendo el más utilizado en Cuba el Índice Equivalente del uso de la Tierra (IET)³ por autores como: Hernández (1998), Pino (2001), Mojena (2003), Terry (2006), entre otros, quienes han señalado las ventajas de la asociación *vs* el monocultivo. Sin embargo en la literatura internacional aparecen resultados de asociaciones supuestamente eficientes económicamente, que en realidad no lo son, dado que los cultivos principales no han estado sembrados o plantados a sus densidades óptimas.

Por otra parte, para evaluar la eficiencia de los policultivos desde el punto de vista económico, actualmente el IET resulta insuficiente, si no se analizan otros indicadores como la eficiencia energética (mj/ha) e indicadores alimenticios como son las producciones en proteínas, hidratos de carbono, grasas y vitaminas, aspectos que resultan vitales para evaluar la rentabilidad del sistema (Leyva y Pohlan 2005; Lores 2009).

Resultados exitosos de siembras policulturales

Desde la época precolombina, los policultivos en Cuba adquirieron formas concretas, apareciendo a principios del siglo XIX en el batey de las haciendas rurales y de los ingenios, en el “conuco” del negro cimarrón y en el sitio de labor, sistemas que se proyectaron en el tiempo a través de la cultura campesina, para manifestarse con inusitada fuerza en la agricultura cubana (Álvarez Pinto, citado por Funes *et al.* (2001).

Las siembras de calabaza y distintos tipos de frijoles, se lograban intercaladas con el maíz y la yuca, base de la alimentación de los nativos, en forma directa o artesanal (Monteagudo 1930).

Pero la expresión más terminada de los policultivos de Cuba está relacionado con el cultivo del cafeto (*Coffea arabica*), cuyo auge está vinculado a la Revolución Haitiana de 1776 y la emi-

³ el $IET = I_x + I_y = Ax/Ay + Mx/My$, donde I_x e I_y son los IET individuales de los cultivos que se suman para encontrar los IET del sistema; el que se calcula, dividiendo el rendimiento del cultivo A en asociación (AX) entre el rendimiento en monocultivo (AY) y el rendimiento del cultivo M en asociación (MY) entre su rendimiento en monocultivo (My). El valor del IET si es superior a la unidad representa el área relativa de tierra cultivada en monocultivo que se necesitaría para obtener la misma producción que en la asociación.

gración al país de más de 10 mil franceses con mejor técnica y experiencia en el cultivo, cuyas producciones la establecieron siempre en condiciones de policultivo en presencia de árboles frutales y maderables, los cuales además del aporte económico de la biodiversidad, servían como reguladores de la luz y la temperatura, elementos determinantes en la elevación de los rendimientos de este cultivo.

Este sector productivo no ha tenido una marcada influencia de la agricultura intensivista y sus plantaciones en la actualidad cuentan con una biodiversidad de especies que mejoran el “hábitat” del cultivo en la región oriental del país, donde se suman además, como cultivos económicos el cacao (*Theobroma cacao*) y el coco (*Cocos nucifera*).

La caña de azúcar, que representa el cultivo de mayor influencia en la cultura agrícola cubana, ha servido de base para la aplicación de esta técnica, algo que se practica en Cuba informalmente desde mediados del siglo XIX, cuando se recomendó la siembra del frijol negro entre las hileras de la caña de azúcar (Reynoso 1964) corroborada su eficiencia en investigaciones posteriores.

Bajo las condiciones de la zona más oriental del país, el uso del frijol caupí (*Vigna unguiculata*), el maní (*Arachis* spp) y el girasol (*Helianthus annuus*) intercalados entre hileras de caña de azúcar, mostraron IET favorables para el caupí y el maní, no así para el girasol y en caña planta y primer retoño (Creach 1993).

Un tipo de policultivo que se ha ido popularizando en Cuba es el de cultivos en franjas, por la facilidad que proporciona al manejo con la tracción animal. También a los frutales perennes, se les han incorporado cultivos de ciclo corto como el frijol común, leguminosas de grano, boniato, calabaza y en menor grado abonos verdes como la canavalia, buscando disminuir los costos por establecimiento del cultivo perenne, el cual demora algunos años previo a la ocupación de su área agrícola.

Una experiencia exitosa se ha promovido en los últimos años por el Minag, relacionada con un sistema policultural de frutales perennes y no perennes con cultivos anuales (figura 2). La tecnología consiste en sembrar un frutal perenne de porte alto (mango o aguacate con arreglos de 10 x 10 m entre plantas), se utilizan dos de guayaba enana y dos de papaya al centro de los surcos, mientras el frijol es aprovechado en los espacios centrales de las entrecalles.

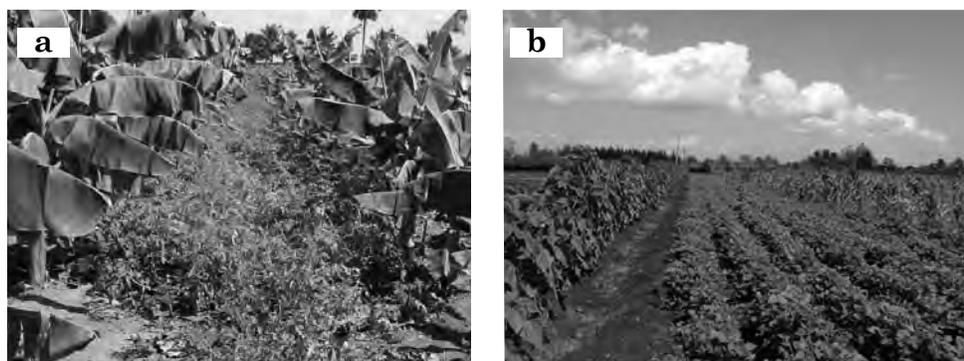


Figura 2. Policultivo. 1a. plátano-tomate.
1b. berenjena-frijol-maíz.

De esta manera, se logra utilizar el espacio agrícola del mango, con resultados económicos tangibles desde el primer año de establecimiento de la plantación. Además de los frutales, se pueden obtener resultados similares en sistemas agroforestales (Jiménez 2005 y Revé 2007) y en el plátano o banano (Leyva, 2002), la yuca (Mojena 2003); con siembras de plantas de ciclo muy corto (100 a 120 días), ubicados entre sus hileras, (Quintero 1999; Leyva y Pohlen 2005).

A determinadas asociaciones de cultivo, se le atribuyen algunos efectos alelopáticos negativos según la referencia internacional y esto ocurre con el girasol *vs* solanáceas, fresa y cucurbitáceas. Beltrán y Leyva (1997), al estudiar los posibles efectos alelopáticos del girasol asociado al tomate, no los presentó, a pesar de haberse observado efectos alelopáticos negativos a escala de laboratorio.

La diversidad y cuantía de microorganismos en el suelo, unido a condiciones del clima parecen modificar tal comportamiento; por ello, se debe valorar siempre bajo condiciones de campo los resultados y el momento de realizar la siembra. Sin embargo, González (2014) bajo condiciones de topografía montañosa, comprobó la existencia de efectos alelopáticos negativos del girasol sobre tomate, obligando al productor hacer la plantación en dos tiempos (tomate 10 días antes).

En huertos hortícolas se intercalan las hortalizas como lechuga (*Lactuca sativa*), rabanito (*Raphanus sativus*), cebollino (*Allium fistulosum*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) y col (*Brassica oleracea*) lo que resulta beneficioso para el aprovechamiento máximo del espacio (tabla 3).

Tabla 3. Policultivos comunes en huertos hortícolas y organopónicos (Casanova 1995; Casanova y Savón 1995; Caraza *et al.* 1996; Leyva 2008)

Lechuga + rabanito	Tomate + cilantro
Lechuga + acelga	Pimiento + habichuela corta
Lechuga + aliáceas	Pimiento + lechuga
Col + acelga	Pimiento + acelga
Col + lechuga	Pimiento + rabanito
Col + aliáceas	Pimiento + aliáceas
Tomate + lechuga	Pimiento + cebolla
Tomate + rabanito	Habichuela arbustiva + aliáceas
Tomate + aliáceas	Habichuela arbustiva + acelga
Tomate + habichuela	Habichuela arbustiva + lechuga

Un ejemplo practicado en Cuba, corresponde al uso de las calles entre las hileras del plátano para la siembra de vegetales que no tengan incompatibilidad con este cultivo, para la protección contra la incidencia de la luz y altas temperaturas.

La lechuga progresa asociada al quimbombó en verano; pero la mayor experiencia en la utilización de plantas protectoras se ha obtenido entre los campesinos, al utilizar el tomate asociado con lechuga, cuyo empleo es posible, asociada al plátano de fomento. En este caso, se aprovecha el espacio comúnmente no utilizado por el plátano al inicio.

Contribución de los policultivos al manejo de plagas

La contribución de los sistemas asociativos a la reducción de plagas ha sido eficiente (tabla 4).

Se han obtenido resultados favorables con el policultivo maíz-frijol, pues se reduce sustancialmente la incidencia de plagas, además se comprobó que es una alternativa válida tanto para maíz con frijol como con girasol, papa, boniato, pepino, soya, frijol carita y siembras mixtas de tres cultivos que incluyen maíz y boniato (Paredes 2011).

Tabla 4. Algunas experiencias de manejo de plagas a través de sistemas policulturales

Sistema	Objetivo	Efectividad contra	Fuente
Tomate / cucurbitáceas	Planta trampa	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Vázquez y Rodríguez 1997
Boniato / maíz	Aumentar hormigas	Tetuán del boniato (<i>Cylas formicarius</i>)	Suris <i>et al.</i> 1995
Maíz / frijol	Disminuir el estado pupal en el suelo	Palomilla del maíz (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Mederos 2003
Zanahoria / col	-	Polilla de la col (<i>Plutella xylostella</i>)	Santos 1995
Sorgo / ajonjolí	Barreras vivas	Palomilla y pulgones	Gómez- Sousa 2009
Yuca / frijol	Cubrir la superficie	Arvenses (70 %)	Hernández 1998

Otras asociaciones

Para mejorar la composición de la dieta en la alimentación animal, se combinan poáceas (gramíneas) con leguminosas, la asociación sorgo-soya en siembra mixta sin arreglos en surcos. Esta mezcla es cosechada, cuando la soya está en la etapa de formación de vainas que al ser empleada la mezcla en la alimentación del ganado vacuno, eleva la producción de leche por vaca (Hechavarría 1990).

Otra combinación es: asociación canavalia-maíz en siembra de verano que proporciona la ventaja de brindar una cosecha de maíz tierno para el consumo humano y ofrece la posibilidad de aportar al suelo una biomasa superior a 5 t de materia seca por hectárea del follaje de la canavalia mezclada con las plantas de maíz. Las siembras deben hacerse simultáneas o de 10 a 15 días antes que el maíz, cubriendo entre un 30 y 40 % de la superficie total (García 2000).

En especies tan sensibles como el tomate y la papa, los policultivos constituyen una herramienta útil dentro de las prácticas de manejos culturales que favorecen las estrategias del Manejo Integrado de Plagas; tal es el caso de la estrategia para el control del complejo mosca blanca-geminivirus en el cultivo del tomate, mediante el empleo de barreras de maíz en el exterior y en el interior de los semilleros y campos productivos (Vázquez *et al.* 2006).

La eficiencia de los policultivos no puede ser medible solo en términos de rendimientos, ni siquiera en producción de biomasa total, sino que es un concepto más complejo, que va desde la protección del suelo y ahorro de recursos, hasta la conservación de un mejor equilibrio ecológico de la propia asociación. La tecnología de los policultivos no está aún refinada, por la juventud de su existencia en manos de la ciencia moderna, pero debe tenerse especial cuidado de no someter esta tecnología a valoraciones matemáticas por encima del análisis biológico.

Perspectivas de la rotación y los policultivos

El uso de los policultivos, como vía para la diversificación y aprovechamiento del suelo, ha sido retomado en Cuba como una opción viable y efectiva. Sin embargo la rotación de cultivos ha continuado siendo una alternativa agroecológica cuya práctica sigue rezagada dentro del movimiento agroecológico a pesar de su importancia.

La incertidumbre respecto a la disponibilidad de recursos para las planificaciones anuales ha sido un factor influyente, aunque no determinante para estos propósitos; queda sin embargo la satisfacción de los avances en el uso de técnicas agroecológicas importantes para mejorar la fertilidad de los suelos, así como el incremento paulatino de la agrobiodiversidad en la mayoría de los agroecosistemas.

En la actualidad se trabaja, por lograr la restauración de los suelos dañados. Se aprobó un Decreto de Ley (259 derogado por el 300), para la entrega de tierras a personas naturales y jurídicas con el fin de incrementar la producción de alimentos agrícolas, pecuarios y forestales, por métodos agroecológicos. Se promueve el incremento del nivel de capacitación de productores y productoras.

Un ejemplo lo constituye el fortalecimiento a la estrategia nacional de cultivos varios del Minag, que facilitó estudiar un grupo de fincas estatales de dos provincias del país, y elaborar el plan estratégico de los cultivos para los próximos años (Páez *et al.* 2008). El enfoque técnico prevé, la ocupación permanente del suelo en sistemas rotacionales, que eleven el coeficiente rotacional a 2,5 cultivos/superficie/año, o más (Páez 2009a).

Se ha incrementado el número de investigaciones, tesis doctorales y maestrías sobre estas temáticas, como una contribución al conoci-

miento y mejora de la calidad de vida de los cubanos del campo y la ciudad (Páez 2009b). Finalmente se ha establecido estimular la creación de paisajes diversificados y atractivos con una mayor diversidad de colores y olores, en la búsqueda del equilibrio ecológico de los escenarios productivos de las localidades rurales de Cuba.

Bibliografía

- Beltrán, L. y A. Leyva. 1997. Estudio del potencial alelopático del Girasol (*Helianthus annuus*) sobre diferentes cultivos económicos en sistemas de policultivos. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica (Acao) UCLV, Villa Clara, Cuba. Resúmenes: pp 38.
- Blanco, Y. y Á. Leyva. 2010. Abundancia y diversidad de especies de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays*) precedido de un barbecho transitorio después de la papa (*Solanum tuberosum*) Cultivos Tropicales: 31: 2:12-16.
- Cabello, R. M.; L. Rivero y R. Canet. 1995. Uso de la *Sesbania rostrata* y la soya como cultivos precedentes al arroz en la reducción de la fertilización mineral. En: II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, Ica, La Habana: 17-19.
- Calvino, M. 1918. El abono verde y la rotación moderna de los cultivos. Vol. 39. Estación Experimental Agronómica de S. de las Vegas. 54 p.
- Creach, I. 1993. Rotación e intercalamiento de cultivos económicos de ciclo corto en la caña de azúcar (*Saccharum spp.*). Tesis Dr. en Ciencias Agrícolas. Epica, Santiago de Cuba. 95 p.
- Díaz, G. 1989. Encuentro Técnico Provincial del Cultivo del Arroz. Inca. Informe. Archivos de la Estación Experimental de Arroz de Los Palacios P.del Río, Cuba. 86 p.
- Fernández, E. 1990. Manejo integrado de plagas del tabaco en plantaciones. Informe de Resultados de la Investigación. ACC, Inifat. La Habana, Cuba.
- Franchi-Alfaro, O. 2007. La Joya primera parcela ecológica de Cuba. En Reflexiones sobre la Agroecología en Cuba (publicación electrónico): ISBN 978 – 959 7023 -8. Ed. Inca. Mayabeque.
- Franke, G. 1995. Fruchtfolge. Ackerbau 5–7 Hochschulstudium. Tropische und Subtropische Landwirtschaft Alemania: 36-42.
- Funes, F.; L. García; M. Bourque; N. Pérez y P. Rosset. 2001. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Eds: ACTAF – Food First – CEAS, La Habana, Cuba. 286 p.
- Funes-Monzote, F. 2009. Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. Est. Exp. Indio Hatuey. Univ. Matanzas. 176 p.
- García, O. 1909. Canavalia Ciclar No. 34, Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas 54 p.
- García, T. R. 1996. Efecto de la Agricultura Intensiva Industrial sobre el Medio Ambiente, en: Agroecología y Agricultura Sostenible Módulo 1. Ed. CLADES (Ceas-Iscah). Pp. 2-8.

- García, M. 2000. Contribución al estudio y utilización de los abonos verdes, en cultivos económicos, desarrollados sobre suelo Ferralítico rojo. Tesis Dr. Ciencias Agrícolas III Encuentro Nacional Acao. Resúmenes, UCLV. Pp. 1–2. Cuba.
- Gonzalez, Y.; A. Leyva y O. Pino. 2014. Competencia por interferencia de *Helianthus annuus* L., asociada a *Solanum lycopersicum* L., bajo condiciones de campo. Revista Cultivos Tropicales 35 (4): 28-35.
- Hernández, A. 1998. Evaluación de genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema policultural. Tesis de Master en agroecología y agricultura sostenible. Iscah. La Habana. 65 p.
- Hechavarría, N. 1990. Experiencia práctica en el cultivo de la soya (*Glycine max*) en áreas dedicadas a la producción de pastos. Archivos de la UBPC de Aguacate, Mayabeque. 12 p.
- Hernández, G. 1998. Evaluación de genotipos de yuca y frijol en un sistema policultural. Tesis M.Cs. en Agroecología y Agricultura Sostenible. Iscah-Ceas. 65 p.
- Hernández, G. 2012. Resultados de las investigaciones realizadas de Rotación de Cultivos en el Instituto de Suelos de Cuba. 86 p.
- Houtart, F. 2009. La Agroenergía. Solución para el clima o salida de la crisis para el capital. Edición de Ciencias Sociales, ISBN: 978-959-06-1172-8, La Habana. 262 p.
- Leyva, A. 1999. Resultados de 11 sistemas de rotación, en cultivos de ciclo corto, donde la papa constituye el cultivo principal. Informe de Proyecto MINAGRI, (Inca) La Habana Cuba, 74 p.
- Leyva, A. 2002. El arropo. Una técnica agroecológica para conservar la humedad del suelo. Agricultura Orgánica 8:1: 8-10.
- Leyva A. y A. Lores. 2012. El Nuevo Índice para evaluar la Agrobiodiversidad. Agroecología:7:109-115. Murcia, España.
- Leyva, A y J. Pohlan. 2005. Agroecología en el trópico: Ejemplos de Cuba. La biodiversidad vegetal, como conservarla y multiplicarla. Ediciones shakerverlang. Aachen, Alemania. 198 p.
- Leyva, A. 1986. Rotación e Intercalamiento en superficie dedicada a la caña de azúcar en monocultivo. Tesis de Dr. en Ciencias Agrícolas. (En alemán). Univ. Leipzig, Alemania. 100 p.
- Leyva A. 2007. En: Reflexiones sobre la Agroecología en Cuba, Análisis de la Agrobiodiversidad /A. Leyva Versión Electrónica. Inca. La Habana, Cuba, 251 p. ISBN:978 – 959 7023 – 8.
- Lores, A. 2009. Propuesta metodológica para el desarrollo sostenible de los agroecosistemas. Comunidad Zaragoza, Cuba. Tesis Doctor Ciencias Agrícolas. Inca. La Habana 100 p.
- Mederos, D. 2002. Evaluación de organismos asociados e indicadores productivos en el sistema frijol-maíz con diferentes manejos de enmalezamiento. Resumen Tesis Dr. en Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, 30 p.
- Mojena, M. 2003. Arreglos espaciales y cultivos asociados en yuca. Modificaciones de algunas variables del agroecosistema y su influencia en los rendimientos totales. Resumen Tesis Dr. Ciencias

- Agrícolas Unah. La Habana. 30 p.
- Monteagudo, H. 1930. Principios de Agricultura. 2da Edición Modificada, Imprenta y Librería La Propagandista. La Habana: pp. 376-397.
- Monzote, M. y F. R. Funes-Monzote. 1997. Integración Ganadería – Agricultura: Una necesidad presente y futura. Agricultura Orgánica La Habana: 3:7-10.
- Páez, E. 2009a. La finca, modalidad productiva para estos tiempos. Agricultura Orgánica: 15:1:2.
- Páez, E. 2009b. La finca, su desarrollo y el sentido de pertenencia. Agricultura Orgánica: 15:2:11
- Paredes, E. 2011. Manejo agronómico de malezas. En: Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en la agricultura suburbana. Ed. Inisav-Inifat. La Habana: 173-201.
- Pino, M. A. 2001. Modificación de la productividad del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) fuera del período óptimo utilizando al maíz como sombra natural. Tesis Dr. C. Agrícolaas. La Habana. 100 p.
- Puentes, M. C.; P. León; E. Díaz; F. Ravelo y T. Chávez. 1980. Manual de Fitotecnia General. Iscah La Habana: 286 -311. MES EIMAV.
- Quintero, P. L. 1999. Evaluación de algunas asociaciones de cultivos en la Cooperativa Gilberto León Habana, Unah, Ceas. La Habana. Cuba: 82.
- Revé, F. L. 2007. Prácticas Agrarias Sostenibles en la Sierra Maestra Cuba. El Zapote. Una experiencia Agrosilvícola. En: Reflexiones sobre la Agroecología en Cuba, Análisis de la Agrobiodiversidad Versión Electrónica. Inca. Cuba. 251 p. ISBN:978-959-7023-8.
- Reynoso, A. 1964. Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar. La Habana, Redacción Empresa Consolidada de Arte Gráfico. 462 p.
- Suris, M; L. Planas; M A. Martínez; M. Fernández; Y. Hernández y E. Quintana 1995. Evaluación entomológica de 11 sistemas de rotación en papa. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana. Resúmenes: pp. 65.
- Terry, E, A. 2006. Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas ecológicas para la asociación tomate-maíz. XV Congreso Científico Inca. Resúmenes. La Habana. Pp. 64.
- Vázquez, L.; C. Murguido y G. González. 2006. Manejo integrado del sistema mosca blanca-geminivirus-tomate. Bol. Fitosanitario 11:1: 32-52.
- Vázquez, L.; D. López y R. Rodríguez. 1997. Lucha contra la mosca blanca en los huertos urbanos. En: Resúmenes del Taller Nacional Producción Agroecológica de Cultivos Alimenticios en Condiciones Tropicales. IIH Liliana Dimitrova, La Habana, Cuba: 71 p.
- Venegas, R. 1998. Curso de Control Biológico de Plagas y Enfermedades en cultivos agrícolas CET.COLINA Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo: 1–26.

sección:

C

SISTEMAS AGROECOLÓGICOS DE CULTIVOS

Agricultura urbana, suburbana y familiar

Nelso Companioni, Adolfo Rodríguez-Nodals y Justa Sardiñas

Permacultura

María C. Cruz

Producción de arroz con bajos insumos

Miguel Socorro y Salvador Sánchez

Agroecología en la producción de viandas tropicales

Sergio Rodríguez, Maryluz Folgueras, María del C. Castellón y Lilian Morales

Fruticultura y agroecología

Jorge R. Cueto y Lilian Otero

Agroecología en la producción de plantas medicinales

Lérida Acosta y Juana Tillán





CAPÍTULO 14

AGRICULTURA URBANA, SUBURBANA Y FAMILIAR

*Nelso Companioni, Adolfo Rodríguez-Nodals y Justa Sardiñas
Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura
Tropical (Inifat) Alejandro de Humboldt
Santiago de Las Vegas, La Habana*

El 27 de diciembre de 1987, se inició el desarrollo de los organopónicos en Cuba, a partir de las indicaciones del compañero Raúl Castro Ruz, Ministro de las Far en aquella fecha. Durante los 27 años transcurridos, se ha mantenido un permanente y creciente accionar de este movimiento, denominado primero de Organopónicos y Huertos Intensivos, posteriormente a partir de 1997, Movimiento de Agricultura Urbana y a partir del 2009 Programa Integral de la Agricultura Urbana y Suburbana (PIAUS), que hoy constituye uno de los siete programas más importantes del Ministerio de la Agricultura (Minag) y tiene como misión principal, contribuir al autoabastecimiento alimentario local.

Comprende la producción de alimentos y actividades de apoyo, practicadas a pequeña escala, donde cada productor o colectivo tiene la posibilidad de atender directamente a las plantas y animales, al tratarse de áreas reducidas, lo que le facilita el uso de tecnologías agroecológicas y un manejo de la producción, sobre la base de máxima utilización del potencial productivo existente, de posible creación en su predio o en cada localidad. De esta manera el programa adquiere un profundo carácter de sostenibilidad local.

Además de la actividad de los productores en esta dirección, la infraestructura del programa, de conjunto con las autoridades locales, organiza la producción de insumos necesarios al proceso productivo, con lo que el mismo adquiere autonomía territorial respecto a la solución de la mayoría de esos insumos, entre ellos: semillas, abonos orgánicos, bioproductos para el control de plagas, alimentos para animales, se facilita la comercialización, la satisfacción de la demanda con destino al consumo social (hospitales, escuelas, círculos infantiles, hogares de ancianos), el procesamiento post cosecha de los excedentes de agroproductos, la capacitación y otros.

El accionar conjunto de los productores con el Grupo Nacional de la Agricultura Urbana y Suburbana (GNAUS) y los distintos

niveles de dirección del Minag, así como el amplio apoyo oficial de todos los niveles del gobierno y del partido, de entidades gubernamentales y no gubernamentales (Actaf, Acpa, Anap, Fundación Antonio Núñez Jiménez y otras), ha permitido consolidar la producción de alimentos, sobre la base de utilizar las posibilidades que brinda o que se crean en cada localidad. Se trabaja en coordinación, además, con los Ministerios de Educación (Mined), Salud Pública (Minsap), el Grupo Empresarial del Azúcar (Azcuba), las Direcciones Agropecuarias de las Far y el Minint y otras organizaciones y entidades.

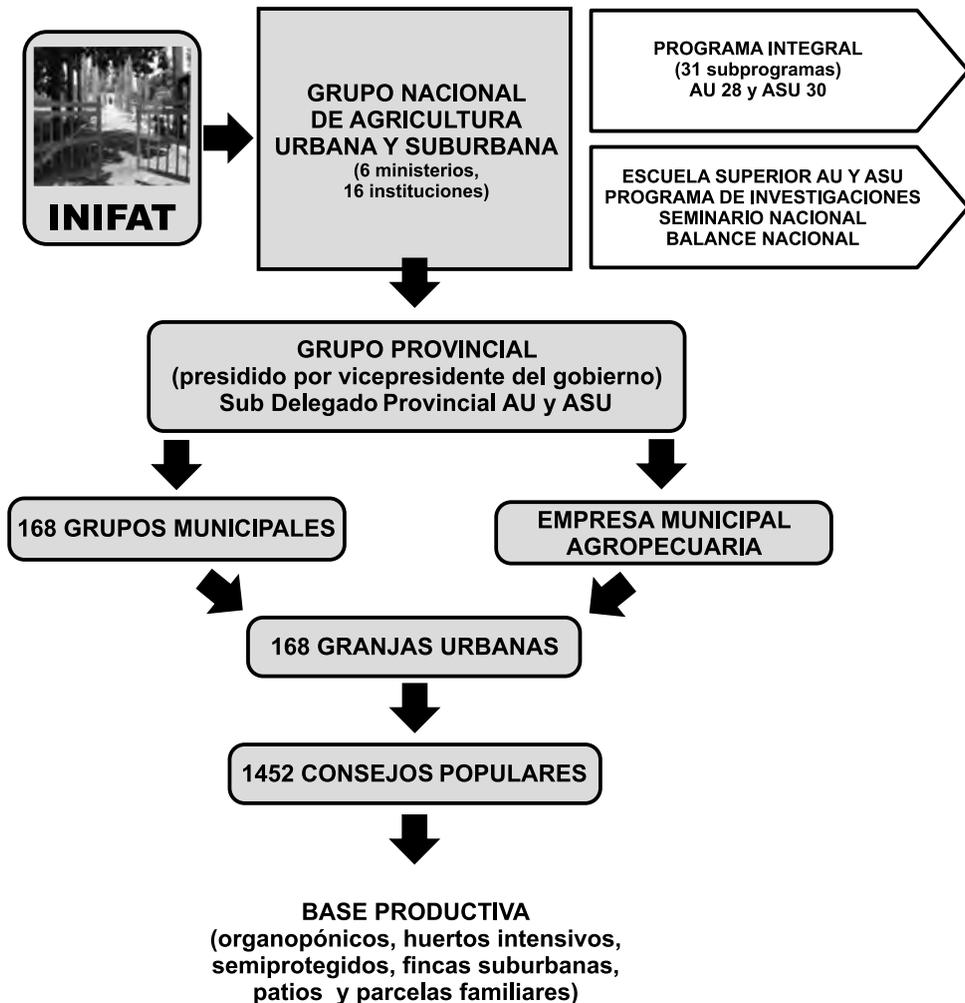
El alto grado de independencia o soberanía local que la agricultura urbana y suburbana induce a la producción de alimentos, constituye un factor decisivo para alcanzar una mayor expresión de seguridad alimentaria en cada territorio, aún en condiciones de contingencias, como se ha demostrado durante incidencias de huracanes, con producciones emergentes en periodos de tiempo muy cortos. En el presente capítulo, ofrecemos una panorámica de los avances del programa y los resultados alcanzados en el país.

Estructura

La infraestructura organizativa practicada por el PIAUS, desde el nivel nacional hasta la base, permite un adecuado accionar en apoyo a los productores con nuevas tecnologías, variedades de cultivos, manejo en la crianza animal, capacitación, así como en el control de toda la actividad de producción y distribución de alimentos localmente.

Su eje central está integrado por el Grupo nacional y los Grupos provinciales y municipales de la agricultura urbana y suburbana, conformados por investigadores, especialistas y funcionarios de las entidades rectoras de las distintas actividades (figura 1).

Las personas que integran estos grupos, accionan desde sus cargos en sus respectivas instituciones, representando e impulsando sus propios compromisos, pero incorporados a un equipo integral con dirección unificada para cumplir los objetivos del PIAUS y darle seguimiento al cumplimiento de los lineamientos de cada subprograma contemplado en el programa nacional. Estos grupos se apoyan en el jefe provincial, las Granjas Urbanas Municipales y sus representantes en los Consejos Populares, con plantillas propias.



La función del GNAUS, además de la conducción estratégica del movimiento, comprende la dirección metodológica de todas las actividades de los 31 subprogramas, de los cuales 28 se desarrollan en la urbana y 30 en la suburbana, así como el seguimiento y control de los planes productivos y de múltiples tareas relacionadas con la producción popular de alimentos con participación de las distintas instituciones, entidades y organizaciones vinculadas a la actividad.

De hecho, el GNAUS se ha convertido en un órgano de apoyo al Estado para impulsar y controlar iniciativas locales y movilizar potenciales adicionales destinados a la producción de alimentos y tareas que la complementan.

El Grupo Nacional visita cuatro veces al año unidades productivas de base en los 168 municipios de Cuba, capacitándolas, evaluándolas y retroalimentándose.

- Se han efectuado hasta la fecha 68 recorridos de este tipo (1997-2014), siendo el último en marzo/abril 2015.
- Se brinda un permanente apoyo en la capacitación de los productores, estructurada en un programa a partir de sus necesidades, organizado hasta la propia finca por la Escuela Superior de la AU y ASU, radicada en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt (Inifat), con participación de las correspondientes cátedras de las escuelas provinciales del Centro de Superación, Capacitación y Extensión del Minag (Cese) y las filiales municipales. Además son difundidos videos, boletines, revistas y múltiples informaciones en la prensa nacional y territorial, la radio y la televisión.
- Anualmente se realizan cuatro ciclos de capacitación (uno en cada recorrido del GNAUS), participando en los mismos más de 75 mil productores en los temas priorizados para ese año.

Los grupos provinciales realizan un trabajo análogo en el período comprendido entre los recorridos. Los grupos municipales y granjas urbanas mantienen un seguimiento, control e impulso permanentes a las tareas del movimiento en su demarcación y se apoyan en los representantes de la agricultura urbana en los Consejos Populares, que a la vez juegan un papel extensionista.

El PIAUS está conformado por 31 subprogramas (tabla 1), los que demuestran la diversidad de rubros productivos, así como de servicios e insumos de apoyo que caracterizan al Programa, todo sobre bases agroecológicas.

Principales resultados

La agricultura urbana y suburbana de Cuba produce alrededor del 50 % de los vegetales y condimentos frescos del país. Las producciones han ido en ascenso, en el 2014 se produjeron más de un millón de toneladas a partir de organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida, sin tener en cuenta los niveles que se obtienen a través de las parcelas, patios y micro huertos caseros que se dedican fundamentalmente al autoconsumo familiar.

Tabla 1. Subprogramas de la AU y ASU

Subprogramas	AU	ASU	Subprogramas	AU	ASU
1. Uso de la tierra	x	x	17. Frutales	x	x
2. Suelo y abonos orgánicos	x	x	18. Plátanos	x	x
3. Semillas	x	x	19. Raíces y tubérculos tropicales	x	x
4. Manejo agroecológico de plagas	x	x	20. Granos	x	x
5. Uso y manejo del agua	x	x	21. Forestales, cafeto y cacao	x	x
6. Salud animal	x	x	22. Arroz		x
7. Comercialización	x	x	23. Organoponía semiprotegida	x	
8. Apicultura y polinización	x	x	24. Avícola	x	x
9. Pequeña agroindustria	x	x	25. Cunicultura	x	x
10. Capacitación	x	x	26. Ovino	x	x
11. Logística	x	x	27. Caprino	x	x
12. Hortalizas y condimentos frescos	x	x	28. Porcino		x
13. Plantas medicinales y condimentos secos	x	x	29. Ganado mayor	x	x
14. Flores y plantas ornamentales	x	x	30. Producción de alimento animal	x	x
15. Oleaginosas	x	x	31. Calidad e inocuidad	x	x
16. Funcionamiento y control	x	x	Total	28	30

Productivos:

- Se producen más de 146 mil t de frutas en patios y parcelas.
- Se cuenta con 2 855 unidades productivas en 1 366 hectáreas de organopónicos y 6 875 unidades productivas de huertos intensivos en 6 787 hectáreas.
- Se cuenta con 278 hectáreas de organoponía semiprotegida con un potencial de producción superior a las 50 mil toneladas de vegetales.
- La crianza popular de ganado menor (cerdo, ovino, caprino, conejo y aves), aportan anualmente niveles superiores a 39

mil toneladas de carne, 787 mil litros de leche de cabra y 216 millones de huevos.

- Se producen anualmente 8,5 millones de toneladas métricas de abonos orgánicos, de ellas 1,4 millones de humus de lombriz, constituyendo la base del mantenimiento de la fertilidad de los suelos dedicados a los cultivos, así como para los sustratos de organopónicos y semiprotegidos. Todo lo anterior evita la importación de niveles importantes de fertilizantes químicos.

Ambientales:

- Estos sistemas de cultivo favorecen la diversificación de rubros productivos, así como de la vegetación acompañante, entre otros arreglos que contribuyen a la conservación de la biodiversidad.
- Se han eliminado en los últimos diez años más de 5 000 focos de contaminación generados por basureros, solares abandonados y otros, que han sido convertidos en organopónicos, huertos intensivos y parcelas productivas en más de 200 ciudades y poblados importantes de Cuba.
- En la última década se han producido en zonas urbanas y periurbanas en el marco del Programa, más de 15 millones de toneladas de alimentos sin el uso de productos químicos, fundamentalmente vegetales, condimentos frescos, frutales, plátanos y raíces y tubérculos.
- Se dispone de unas 10 000 hectáreas de pequeñas y medianas unidades productivas con sistemas de riego ahorradores de agua, con tecnologías de micro y mini aspersión.
- En general se explotan unas 56 000 hectáreas dedicadas a la producción de vegetales, frutas y otros cultivos, donde se controlan las plagas mediante técnicas agroecológicas, sin el uso de plaguicidas químicos.
- Se fomentan 15 Jardines Provinciales de Frutales, donde se desarrollan colecciones que comprenden entre 100 y 160 especies de estos cultivos, buena parte de ellas escasas o en peligro de extinción, lo cual impacta en la biodiversidad frutícola en los distintos territorios.
- Se desarrolla la producción de vegetales, frutas, flores, plantas ornamentales y otros cultivos mediante técnicas de permacultura, con asesoría fundamentalmente de la Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el

Hombre (FANJNH), en Consejos Populares densamente poblados en grandes ciudades o en zonas costeras como Tunas de Zaza, provincia de Sancti Spiritus y otras.

Económicos:

- Se evita la importación anual de semillas hortícolas por valor de más de 500 mil dólares, gracias a las producciones logradas en la Red de Fincas Municipales de Semillas y por los propios productores de base.
- La factura generada por la venta de vegetales, frutas, carnes y otros productos de la agricultura urbana supera anualmente los 4 700 millones de pesos.
- Se logra la sustentabilidad económica del sistema globalmente y se trabaja para consolidar la rentabilidad de las Granjas Urbanas menos desarrolladas.
- La utilización de abonos orgánicos producidos localmente, la producción de semillas en fincas municipales, la utilización de la tracción animal con más de 90 mil yuntas de bueyes y la organización del manejo agroecológico de plagas, evita la importación de insumos productivos por más de 50 millones de USD anuales.
- El PIAUS contempla en su misión la utilización del potencial local existente para producir alimentos en cada localidad, aún en condiciones de contingencias con profundo carácter de sostenibilidad y uso de tecnologías agroecológicas, con importante aporte a la soberanía y seguridad alimentarias.
- Se intensifica el uso de la energía alternativa, lo cual responde al desarrollo de la misión del programa, con importante ahorro en energía convencional.
- El programa tiene entre sus objetivos, intensificar el uso de distintos estiércoles, sobre todo el vacuno y el porcino para la obtención de gas con fines domésticos en unidades productivas con posibilidades para ello, contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental.

Sociales:

- Se han generado más de 300 mil empleos, entre ellos 66 055 mujeres (trabajo de género) y 78 312 jóvenes.
- El movimiento cuenta con la participación popular de los productores de patios y micro huertos caseros que constituyen

382 815 unidades, así como más de 90 000 fincas familiares, lo que en conjunto involucran alrededor de un millón de personas.

- El trabajo de extensión y capacitación desarrollado en estos años, ha permitido contar con una masa de productores entrenados en técnicas agroecológicas y se cuenta con 44 500 técnicos medios y 10 112 universitarios involucrados en el movimiento nacional de agricultura urbana.
- Se desarrollan más de 4 000 círculos de interés con estudiantes de las escuelas primarias, constituidos por unos 20 000 niños que se vinculan a los 31 subprogramas de la Agricultura Urbana en todos los municipios, coadyuvando a la vocación por las temáticas agropecuarias y el amor a la naturaleza desde edades tempranas.
- Las producciones de la agricultura urbana contribuyen directamente al abastecimiento del consumo social con vegetales (círculos infantiles, hogares maternos, hogares de ancianos, casas de abuelos, seminternados de la enseñanza primaria, hospitales, entre otros), mediante vinculación directa de las unidades de base y dichos centros.
- Se avanza en el propósito de lograr que cada cubano consuma diariamente 450 gramos per cápita de hortalizas y frutas, como un indicador establecido por las “Guías alimentarias para la población cubana mayor de dos años de edad”.
- Se trabaja en el rescate de tradiciones culinarias locales y de cultivos olvidados o sub-explotados.
- Se impulsa el desarrollo de una cultura nutricional adecuada, con el apoyo del Minsap y el uso de la televisión, radio, prensa escrita, cursos sobre la temática, extensionismo agrario y otras vías.
- Se desarrollan múltiples Expo–Ferias municipales todos los años, con la presentación de muestras agrícolas y pecuarias, la realización de eventos culturales de diversa índole, que cuentan con una gran participación popular.

Adaptación al cambio climático

Teniendo en cuenta que la producción de alimentos en las ciudades y zonas aledañas tienen una rápida recuperación basado en los principios de la sostenibilidad local, es importante mantener

Tabla 2. Aporte de la producción de hortalizas y condimentos frescos en la AU

Provincia	Población	Áreas especializadas (ha)	m ² per cápita (mt)	Producción en áreas especializadas (mt)	Consumo g/día/hab
Pinar del Río	588 296	673	11	113,1	527
Artemisa	498 439	538	11	60,6	333
Mayabeque	378 382	292	8	55,6	403
La Habana	2 117 343	655	3	83,0	107
Matanzas	699 215	692	10	90,5	355
V. Clara	792 292	408	5	88,6	306
Cienfuegos	405 823	776	19	111,7	754
S. Spiritus	465 164	540	12	94,3	555
C. de Ávila	428 439	396	9	68,4	437
Camagüey	773 148	512	7	98,0	347
Las Tunas	535 021	518	10	54,0	277
Holguín	1 037 770	466	4	71,9	190
Granma	836 144	622	7	112,5	369
S. de Cuba	1 053 914	386	4	99,3	258
Guantánamo	515 898	927	18	54,5	289
I. de la Juventud	84 776	29	3	4,1	133
Total	11 210 064	8 430	8	1 260,1	256,1

capacitados a los productores y la población en general, con el objetivo que puedan enfrentar con mayores posibilidades de éxito, las distintas situaciones excepcionales que puedan presentarse, entre ellas la alta frecuencia de los huracanes, intensas lluvias, sequías y otros.

Para disminuir los riesgos de las producciones de alimentos en las ciudades y sus periferias es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos generales:

- Adecuada selección de áreas para ubicación de unidades de producción, según tipos de unidades y objetivos productivos (suelo, relieve, grado de incidencia de huracanes).
- Utilización de diseños constructivos con adecuada resistencia y de fácil desmontaje.
- Uso de grupos de variedades de cultivos regionalizadas por zonas y épocas del año.
- Organización de una reserva estratégica de semillas, abonos orgánicos, medicamentos veterinarios, controles biológicos, regaderas y alimento animal, entre otros insumos.
- Confección detallada de programas de siembra para el período mayo-noviembre, teniendo en cuenta la estructura de cultivos y variedades, en correspondencia con la época, buscando tolerancia/resistencia al calor y al exceso de humedad.
- Establecimiento de los contratos con la Empresa Nacional de Seguros (Esen) para la protección de las instalaciones y las producciones.

La agricultura urbana y suburbana, le otorga alta prioridad a la producción de alimentos en condiciones de sequía para lo cual se han conformado las correspondientes indicaciones. Así mismo, a contar con el mayor nivel posible de plantas medicinales para suministrar a los laboratorios del Minsap y su oferta directa a la población de cada localidad, lo cual permite disponer de opciones de medicina natural de manera permanente y especialmente, bajo condiciones de emergencia.

La elaboración post-cosecha de los agroproductos, posibilita contar con las reservas necesarias para ofertar a la población en época de escasez o bajo condiciones excepcionales, lo cual se prevé con el desarrollo de mini y microindustrias.

Capacitación

La capacitación ha sido uno de los principales componentes del Programa Nacional de AU y ASU para capacitar, entrenar e introducir las tecnologías, variedades de cultivos y razas de animales con su manejo apropiado a las correspondientes condiciones de producción y aprobadas para aplicar en el Programa, lo que ha favorecido procesos de innovación para lograr el desarrollo de nuevas tecnologías (figura 2).



Figura 2. Sistemas más avanzados de producción de hortalizas de hoja.
a. organopónico b. huerto intensivo c. semi protegido.

Se realiza de forma estratificada; desde la Escuela Superior de Agricultura Urbana y Suburbana (ESAUSU) y luego en provincias, municipios, consejos populares y unidades productivas. La escuela prepara integralmente a productores, técnicos, especialistas, dirigentes y cuadros, a partir de las necesidades de capacitación diagnosticadas en la base productiva.

Desarrolla los cursos directamente en las unidades de Referencia y Excelencia de la Agricultura Urbana, en coordinación con las cátedras provinciales de la agricultura urbana y sus filiales municipales. La primera versión de cada ciclo se imparte en los municipios por un miembro del grupo nacional durante el recorrido correspondiente, con el apoyo de técnicos seleccionados en los municipios.

La ESAUSU dirige metodológicamente las 15 cátedras provinciales y la del municipio especial Isla de la Juventud, así como las filiales municipales, integrando este accionar a la administración de las mismas por parte del Cese del Minag. La Escuela Superior desarrolla además, la Maestría de Agricultura Urbana aprobada por el Ministerio de Educación Superior (Mes) para su impartición en el Inifat, la cual ha contado con 122 alumnos en sus cuatro ediciones, graduándose hasta hoy 19 Maestros en Ciencias.

Los cursos internacionales organizados e impartidos por la Escuela Superior de AU/ASU, (más de 100 cursos en la última

década), se coordinan con la Oficina del Alba (Alternativa Bolivariana para las Américas) o con la Dirección de Relaciones Internacionales del Minag. Por lo general estos cursos forman parte de los Programas de Transferencia Tecnológica en Agricultura Urbana, que desarrolla el Inifat en distintos países en el marco del Programa de AU/ASU.

Sistema de extensión

Entre los objetivos centrales del PIAUS, se encuentra mantener un movimiento productivo extensionista que sea capaz de llenar los espacios vacíos, de utilizar las posibilidades productivas en cualquier lugar a los que regularmente no le llega la agricultura convencional, es decir, hacer lo que no se hacía y era necesario acometer para apoyar de manera integral a la alimentación del pueblo.

Para alcanzar ese objetivo necesariamente se debe accionar sobre la base de un movimiento popular con un alto nivel de organización, flexibilidad y poder de convencimiento como requisito imprescindible para incentivar a la gente a producir buscando alternativas que permitan agenciarse los insumos necesarios y ajustar las tecnologías a las condiciones disponibles en su predio.

Su base productiva constituye un escenario muy rico en potencial humano con una alta capacidad de acción y una inagotable fuente de generación de ideas y alternativas. Esta particularidad le induce al sistema de extensión de la agricultura urbana características especiales al ser necesarias su práctica alrededor de una amplia participación de la población.

En la red de parcelas y patios familiares de la agricultura urbana se encuentra una parte importante del “genio” de la agricultura cubana, enriquecido por la participación de productores de alimentos de muy disímiles procedencias, ampliando a niveles importantes el nivel de cultura general de productores de la agricultura urbana.

Todo el proceso extensionista de la agricultura urbana cuenta con la participación directa del grupo nacional, a través de su Seminario nacional (por lo general se realiza en septiembre), de sus recorridos trimestrales a las unidades de producción y del trabajo conjunto con las entidades introductoras (institutos, grupos empresariales, etc.). La granja urbana municipal con sus representantes a nivel de Consejo Popular constituyen la base fundamental del sistema de extensión de la agricultura urbana.

De su accionar depende el mayor o menor éxito que pudiera alcanzar territorialmente cualquier actividad de la agricultura urbana. En este nivel se organiza y se controla toda la actividad extensionista orientada por el grupo nacional con participación de los centros de investigación del país, unidades de producción y apoyo, patios, hasta el nivel de productores.

La infraestructura o logística de extensión es la siguiente:

- Red de fincas municipales y locales de semillas.
- Red de centros y microcentros de abonos orgánicos.
- Consultorio Tienda Agropecuaria (CTA).
- Viveros y casas de plántulas.
- Movimiento de Unidades de Referencia.
- Expoferias.
- Círculos de interés.
- Aulas de capacitación.
- Puntos de venta, como vía de divulgación y capacitación.
- Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (Cree).
- Centros de monta e Inseminación artificial.
- Clínicas veterinarias municipales.
- Centros integrales de alimentación animal.

La Red de Unidades de Referencia de la Agricultura Urbana representa una importancia de primer orden para el trabajo extensionista en la base, encontrándose representados en las mismas los 31 subprogramas del movimiento. La máxima expresión de la Referencia en la Agricultura Urbana está constituida por las Unidades de Excelencia que ya hoy alcanzan el número de 82.

Estos son centros que practican una intensa introducción y generalización de nuevos logros científico-técnicos y productivos, siendo a su vez un escenario por excelencia para el entrenamiento o enseñanza a otros productores del territorio. Un ejemplo de lo anterior lo constituyen numerosas variedades de hortalizas y condimentos frescos, por ejemplo la lechuga Chile 1185-3; lechuga BSS-13; pepino SS-5; tomate INIFAT-28; habichuela china Escambray 8-5; cebollino INIFAT C-1, quimbombó INIFAT 2000, por solo mencionar algunas.

Ha sido decisivo el estilo adoptado de: PRODUCIR APRENDIENDO; ENSEÑAR PRODUCIENDO Y APRENDER ENSEÑANDO y hacer demostraciones a través de todo el sistema desarrollado.

Bibliografía

- Altieri, M. A. y C.I. Nicholls. 2000. Agroecología. Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. 1ra Edición. Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. México. DF. 250 p.
- Colectivo de autores. 2010. Manual de Huracanes, segunda edición, La Habana.
- Colectivo de autores. 2010. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida, séptima edición, La Habana. 145 p.
- Companioni N., A. Rodríguez-Nodals y E. Fuster. 1999. El extensionismo en la Agricultura Urbana. Revista Latinoamericana de Desarrollo Rural: 4: 5: 70–79.
- Fórum Tecnológico Especial Nacional de Extensionismo Agrario. 2004. En: Memoria de los talleres nacionales de Extensión Agraria. La Habana: 84-95.
- Grupo Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y familiar. 2015. Lineamientos de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar para el año 2015. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 149 p.
- Ministerio de Salud Pública. 2004. Guías alimentarias para la población cubana mayor de dos años de edad. Ed. Palacio de Convenciones, La Habana: 43 p.
- Pérez, N. y R. Montano. 2008. Agroecología en Cuba ¿De qué hablamos? ¿Dónde estamos?. Agricultura Orgánica, Actaf: 14:1:4-6.
- Rodríguez-Nodals, A; A. Rodríguez; N. Companioni; X.García; A. de la C. Vicente; Y. Sánchez; S. Sanchez; L. Sordo; L. A. Salazar; J. Tamayo. 2010. Manual para los productores (as) de la agricultura urbana y suburbana ante la amenaza de eventos climáticos adversos. Ed. Inifat; Oxfam; Minag. 42 p.
- Rodríguez-Nodals, A.; N. Companioni; E. Peña; F. Cañet; J. Fresneda; J. Estrada; R. Rey; E. Fernández; L. L. Vázquez; R. Avilés; N. Arozarena; B. Dibut; R. González; J. L. Pozo; R. Cun; F. Martínez. 2010. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida, séptima edición, La Habana. 184 p.
- Rodríguez Nodals, A. 2006. Síntesis histórica del Movimiento Nacional de Agricultura Urbana de Cuba. Agricultura Orgánica, Edición Especial: 12: 2: 26–27.
- Sevilla Guzmán, E. 2006. De la Sociología Rural a la Agroecología. ICARIA Ed. S.A. Barcelona, España: 255 p.

PERMACULTURA

*María C. Cruz
Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza
y el Hombre, La Habana*

*“Nacemos para combatir por valores ecológicos,
para mejorar la salud del planeta,
enfermo de contaminaciones”*

Antonio Núñez Jiménez¹

La permacultura, surgida en Australia a mediados de los años 70² llegó a Cuba en 1993 promovida solidariamente por australianos y australianas que la practicaban. Un año después, gracias a la visión promisoría estratégica de Antonio Núñez Jiménez, es acogida por la recién creada Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre (FANJNH). El objetivo principal era, en esos momentos de fuerte crisis económica, contribuir a incrementar la disposición de alimentos, fomentando, de la manera más ecológica posible, la producción agrícola en familias y comunidades de La Habana.

¿Por qué la Permacultura?

El progresivo deterioro social y de los recursos naturales del planeta ha contado, desde diferentes posiciones y ámbitos territoriales, con los reclamos de voces aisladas, grupos organizados y gobiernos locales y nacionales. Este devenir histórico ha influido en la formación progresiva de un pensamiento ambientalista diverso y lleno de matices. Momentos importantes, que muestran la influencia de la gradual toma de conciencia de los problemas ambientales son la Conferencia de Estocolmo en 1970, convertida en la primera gran campaña mundial de sensibilización sobre estos temas; el Informe Brundtland de 1987 que proclama al Desarrollo Sustentable como la meta central de la política ambiental y la Cumbre de Río en 1992 donde se determinó asumir el desarrollo

¹ Palabras de Antonio Núñez Jiménez en la creación de la Fundación de la Naturaleza y el Hombre, el 16 de mayo de 1994.

² Desarrollada en los años setenta por los australianos Bill Mollison y David Holmgren.

sustentable como único paradigma de posible desarrollo. Estos y otros muchos eventos que se han celebrado, incluyendo las Cumbres de Río más 10 y más 20, han propiciado conferencias regionales, encuentros de la comunidad científica, industrial, el mundo político y ambientalista, preocupados por los visibles daños a la atmósfera, al agua, a los suelos, a la fauna y a la vegetación.

También han generado políticas de Estado, y convenciones internacionales, orientadas a “mitigar” los desastres. Pero, lamentablemente, nada de ello ha revertido, ni siquiera detenido, los impactos negativos que los seres humanos estamos ocasionando; y nos sumergimos cada vez más en una crisis social y ecológica sin cambio posible aparente.

Este resumido contexto global y la necesidad de restaurar al planeta³ lleva a diversas interrogantes: ¿Cómo trascender el discurso sobre la sustentabilidad y hacer en la práctica un nuevo tipo de desarrollo?, ¿Cuáles son las “necesidades” efectivas a favorecer?, ¿De qué desarrollo económico estamos hablando?, ¿Hasta qué límites son aplicables los avances tecnológicos?, ¿Cómo vivir sin petróleo?, ¿Qué corresponde a lo nacional y qué a lo local?

Lo cierto es que muchas de las respuestas difieren en cada contexto, tanto como difieren la cultura, disposición y estado de los recursos naturales, y otras diversas y complejas realidades presentes en el ámbito específico de que se trate. Así como que para generar cambios profundos se requiere de todos y todas y si las políticas de Estado resultan necesarias, también es imprescindible un movimiento de “abajo hacia arriba”⁴.

A menudo, en diversos escenarios, se escucha decir que “esto o aquello es sostenible”, parecería que el hacerlo fuera como “coser y cantar”. En ocasiones el término es utilizado sustituyendo al de rentabilidad, otras se repiten indefinidamente para fundamentar estrategias y proyectos. Concibiéndolo como un proceso y no como un concepto⁵, hay objetivos vitales y múltiples, para orientar el análisis y acciones encaminadas a generar un desarrollo diferente entre los que se destacan:

³ Como se restaura un antiguo edificio, acercándonos lo más posible a como fue originalmente.

⁴ Por nombrar de alguna manera a la población y a las estructuras, y pensando al mismo tiempo en que son términos relativos.

⁵ Los conceptos son herramientas mentales que forjamos (y reforjamos) para entender mejor nuestras experiencias, interactuar con ellas y modificarlas. Adecuados hoy y un poco menos mañana. El concepto de sustentabilidad debe evolucionar sobre la base de nuestras experiencias, para asegurar que siga siendo (o se vuelva) más útil.

- Fomentar nuevos estilos de vida, porque los que existen han conducido a la situación de crisis que tenemos hoy. Para ilustrar de manera muy sencilla lo anterior, baste mencionar que si bien las necesidades de cambio de los “ricos” (países ricos, personas ricas) se perciben fácilmente y hay infinitos documentos que lo explican, una y otra vez, en relación con los patrones de consumo, emisiones de gases, entre otros. No es menos cierto, que aunque los “pobres” (países pobres, personas pobres) tienen problemas y carencias muy graves cuya solución debe constituir una prioridad de toda la humanidad, el paradigma de vida que de alguna manera han incorporado en la práctica, es el de “vivir como los ricos”.
- Buscar, que un sistema, urbano o rural, funcione indefinidamente, sin agotar o sobrecargar los recursos fundamentales, de los que depende. Mientras que la búsqueda del objetivo anterior resulta compleja, por la diversidad de aspectos que intervienen en ello, en ocasiones tan sutiles que podemos perderlos de vista, así como lo imponderable del factor tiempo para producir cambios culturales, este otro objetivo abre un camino de posibilidades, incluso para interactuar en la formación de nuevos estilos de vida. Es aquí, donde, de manera sistémica y práctica, la permacultura puede intervenir en forma notable. Para proyectarse hacia estos objetivos, la escala del sistema donde se realicen las acciones (manejaables y concretas) constituye, en mi opinión, un elemento fundamental. Al respecto es importante destacar que, si simplificáramos el territorio en ciudad y campo, podemos ver claramente que los recursos naturales están localizados esencialmente en el segundo. Ahí están degradándose, perdiéndose, contaminándose, el suelo, el agua, la flora, la fauna, los bosques, ¿Quiere esto decir que debe ser la prioridad de nuestras acciones? Sin lugar a dudas es una prioridad y habría que pensar, por ejemplo, en desarrollar una agricultura⁶ diferente a la que predomina hoy en todos los países. Pero, la afectación que se genera a los recursos naturales en el ámbito rural está orientada a asegurar las “demandas” de los asentamientos humanos. Por ello, también las ciudades⁷ necesitan particular atención, ellas son, consumidoras de recursos provenientes del medio

⁶ Una agricultura económica, social y ambientalmente sustentable, a través de técnicas agroecológicas, de la permacultura y otras.

⁷ La ciudad y sus barrios, zonas; la pequeña ciudad; el asentamiento humano.

natural y depositan en este los desechos que en ellas se producen, lo cual conduce al agotamiento de esos recursos y a la contaminación. Los habitantes de las ciudades son por excelencia consumidores, generadores de desechos, con una visión muy distante de lo rural, y más aún, con la concepción de que la conservación y mejoramiento de ese paisaje corresponde solo a “otros”.

Es necesario, a escala local, modificar esta situación, buscando reutilizar lo que hoy sale y producir lo más que podamos. Ejemplo de ello, es la agricultura urbana. Baste decir que es una producción posible de realizar empleando “desechos urbanos”⁸. Hay además que tener en cuenta que la diversidad de funciones y espacios del saber en las ciudades, permiten realizar acciones y desatar procesos encaminados a la transferencia hacia la sustentabilidad.

- Otra pregunta necesaria sería ¿qué recursos vamos a agotar o sobrecargar si un por ciento elevado de los mismos ya están perdidos? De ahí que también deba constituir una prioridad del desarrollo, la necesidad de recuperar la base de recursos del territorio. No se puede, por ejemplo, redefinir un desarrollo agrícola que no incorpore el diseño del sistema hasta el más mínimo detalle. Intentar que ese sistema parezca natural aunque ya no lo sea, emplear tecnologías eficientes, no contaminantes y de bajo consumo, adaptadas a lo local, y concentrar la prioridad al corto plazo en la recuperación y no en los indicadores económicos.

Los recursos naturales en Cuba (suelos, agua, biodiversidad) continúan mostrando la severa afectación generada por la agricultura industrial realizada durante siglos (monocultivo, agro exportación e importación de alimentos). Esta actividad, ha formado una cultura que, entre otras cosas, ha evolucionado entre los grandes latifundios, las grandes plantaciones, las grandes empresas estatales y el desapego a la pequeña escala. Aunque, las carencias derivadas de la crisis económica cubana de los noventa propició la presencia de una agricultura menos

⁸ Ejemplos: el empleo de los desechos orgánicos domésticos para producir abonos, sabiendo que constituyen alrededor del 61 % de la mal llamada “basura” sin gastar energía, camiones y contenedores para llevarla a los rellenos sanitarios, Aprovechar a pequeña escala el agua de lluvia a través de canales en techos y aljibes, disminuyendo las grandes inversiones y los gastos energéticos. El uso de otras tecnologías de reciclaje (aguas grises), apropiadas a pequeña y mediana escala, que sumadas pueden tener impactos muy positivos.

dependiente y depredadora en ciudades y pueblos, en la actualidad la reintroducción de paquetes tecnológicos, la mayor disposición de agroquímicos y la siembra de maíz transgénico de producción nacional, muestran que las debilidades culturales retornan y limitan el alcance de cambios más profundos y permanentes a favor del ambiente.

Aunque es relevante la entrega en usufructo de tierras improductivas (alrededor del 20 % del área agrícola del país) a toda persona interesada, la producción de alimentos es aún muy baja para cubrir la demanda a precios que se correspondan con los ingresos familiares y la importación de alimentos se estima todavía en un 70 %. La búsqueda de la Soberanía Alimentaria y de una cultura agraria que se proyecte en esa dirección, contribuiría a transformar toda esta problemática. Por otra parte, la sustentabilidad no está solo en las cifras. Se puede realizar una actividad que sea rentable económicamente, pero que ocasione daños ecológicos. Se pueden lograr beneficios en un territorio, a costa de otro. Es posible incorporar “tecnologías y productos” que a largo plazo nos hacen dependientes y vulnerables. Introducimos componentes para el “desarrollo” y desaprovechamos todos los recursos locales que están a nuestro alcance. Se puede motivar el consumo de alimentos foráneos, pero quizás estemos contribuyendo a que se pierda nuestra cultura alimentaria y culinaria.

¿Qué aporta la Permacultura?

La permacultura da la posibilidad de actuar en todos los aspectos referidos anteriormente y muchos otros, que por su extensión, no pueden ser abordados en este trabajo. La permacultura se ocupa precisamente de cambiar el modelo de desarrollo, los estilos de vida y el desenfreno consumista que han llevado a la degradación del planeta. Este quehacer, orientado al ámbito local, comienza, de manera consciente y responsable, desde cada persona y el sistema que constituye su hábitat, ampliándose progresivamente a su entorno, sea este urbano o rural. La permacultura puede verse entonces, como una forma de crear asentamientos humanos con una nueva manera, de sostener y enriquecer la vida sin degradación ambiental y social.

Los principios éticos y de diseño de la permacultura, desarrollada por Bill Mollison y David Holmgren, permiten interpretar los

modelos y patrones de la naturaleza y aplicarlos en el diseño de sistemas para que funcionen, recuperando o sin agotar, los recursos fundamentales de los que dependen. Por ello, actuar desde la permacultura lleva a la persona, la familia y la comunidad, a incidir con énfasis en la dimensión ecológica de un nuevo tipo de desarrollo, sin excluir la búsqueda de beneficios económicos, siempre y cuando no representen un costo social o ecológico (figura 1).



Figura 1. Diseño de permacultura empleando material reciclado. El Cielo de las Gomas. Sanctí Spiritus.

Por todo ello, la permacultura es un soporte práctico que incide en las tres dimensiones del desarrollo local sustentable (social, económica y ecológica), obteniéndose a través de la misma, resultados permanentes y una nueva cultura del hacer y del vivir.

Los sistemas de permacultura poseen la diversidad, estabilidad, productividad y capacidad de recuperación de los ecosistemas naturales. En ellos se manifiesta muy bajo consumo de energía, alta productividad, valor estético y utilitario, técnicas y tecnologías accesibles y apropiadas, y la mayor autosuficiencia posible. Un sistema de permacultura maduro es altamente autorregulado y funciona con el mínimo de energía absorbida. La presencia de un subsistema práctico y ecológico de agricultura en cada sistema, favorece la obtención de lo anterior. Este subsistema, de hecho contribuye a la soberanía alimentaria y aporta tanto a la agricultura urbana como a la rural de forma sostenible.

Los principios en permacultura

La idea de una lista sencilla de principios éticos y de diseño ha sido central en la enseñanza de la permacultura. Contar con un

grupo de principios orientadores, de aplicación general, resulta una herramienta muy atractiva para la difusión de los conceptos integradores de la permacultura y la implementación de proyectos prácticos.

Los principios, no son recetas, deben ser vistos como sencillas herramientas que nos permiten acercarnos, por diferentes vías, al universo del pensamiento holístico y a la acción local. Son declaraciones breves que pueden ser recordados a la hora de considerar las opciones infinitas e inevitablemente complejas para el diseño de los sistemas de permacultura.

Aunque todas las personas que hacen permacultura se subscriben a los mismos principios éticos y de diseño, las estrategias y técnicas difieren ampliamente ya que no existen dos ambientes que sean iguales.

Principios Éticos

Cuidar la Tierra: es decir, el planeta, con sus elementos vivos e inanimados. Asegurar la realización de actividades locales inofensivas y rehabilitadoras, reconociendo el valor intrínseco de cada cosa.

Cuidar a las personas: lo cual implica la satisfacción de nuestras necesidades básicas de tipo físico, espiritual, social y ambiental, estableciendo relaciones de no explotación y solidaridad. El cuidado de las personas es importante, porque a pesar de que representan una pequeña parte de los sistemas totales de vida, hacen un decisivo impacto sobre ellos.

Repartir los excedentes: además de su implicación ética, constituye una invitación a la acción. Destinar los excedentes de tiempo, productos, dinero y energía, al cuidado de otras personas y de la Tierra. Poner límites al consumo y a la contaminación, que se producen cuando una vez satisfechas las necesidades básicas, estos excedentes se destinan a satisfacer insuficiencias creadas artificialmente.

Estos principios éticos también reclaman que pensemos, cada vez que realicemos una acción en el sistema en el que estamos actuando, el impacto que pudiéramos producir a nivel local y global. Ejemplos sencillos son los siguientes: la permacultura no dice que no se puedan emplear los agroquímicos, pero si sabemos que el uso de los mismos contamina los suelos, el aire y el agua, así

como afecta la salud de las personas, por ética no debe hacer uso de ellos. Si bajo nuestras condiciones climáticas, construimos una edificación mal orientada, con pocas ventanas y puntal bajo para “ahorrar” materiales, se tendrá que gastar energía durante toda su vida útil para iluminarla y ventilarla.

Principios de diseño

Aunque por su extensión no pueden ser tratados en este trabajo, cabe mencionar que las bases científicas de los principios de diseño, aplicables a cualquier sistema, se encuentran en la ecología moderna y más específicamente en la rama llamada ecología de los sistemas, aunque por supuesto adoptan muchos conceptos de otras disciplinas (arquitectura, agronomía, biología, economía y otras). Estos principios no pueden ser vistos de manera aislada, todos se complementan entre sí y deben ser considerados de conjunto. De manera muy resumida cuando se diseña un sistema de permacultura, hasta el detalle, hay que lograr que:

- Cada elemento realice varias funciones y cada función esté soportada por varios elementos.
- Los problemas se conviertan en oportunidades.
- Se fomente la cooperación y no la competencia.
- Se alcance un uso eficiente de la energía.
- No se produzcan desechos.
- Se garantice la diversidad.
- Se empleen los recursos y servicios naturales sin agotarlos.
- Se obtengan beneficios.
- Se utilicen los bordes y se valore lo “marginal”.
- Se respeten y potencie la sucesión y los ciclos naturales.

La permacultura en la Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre

La misión de la Fundación es: *continuar el legado del Dr. Antonio Núñez Jiménez, trabajando por una cultura de la Naturaleza con el propósito de que armonicen la sociedad y su entorno.* Para llevar a cabo esta misión cuenta con varios programas de trabajo, entre ellos el de Desarrollo Local Sustentable; el que se ha implementado en diversos proyectos de desarrollo comunitario, investigación y divulgación, y tiene como objetivo fundamental contribuir, sobre bases

participativas, al desarrollo local sustentable de sistemas urbanos y rurales, con énfasis en su dimensión ecológica y en la formación de una cultura afín, tendiendo como eje a la permacultura.

Es importante destacar que si bien el vínculo entre la permacultura y agricultura urbana se ha mantenido, durante todos estos años, desde el subsistema agrícola de cada uno de los sistemas de permacultura, desde finales de los años 90, el Programa de Desarrollo Local Sustentable (PDLs) y los permacultores y las permacultoras ya formados, comenzaron a trascender el ámbito urbano y la acción productiva, proyectándose con un carácter más abarcador hacia los objetivos y alcance de la permacultura.

En esas condiciones, los/as permacultores/as han tenido ante sí, la aplicación de los principios éticos y de diseño de la Permacultura no solo en el subsistema agrícola sino en todo el sistema sobre el que actúan. Ya la vez están buscando, a través de la transformación de su sistema, la sostenibilidad del ámbito urbano en el que están insertados/as. En todo este quehacer y transformaciones se acentúa que, en la actualidad, la mayoría de los sistemas de permacultura, específicamente sus subsistemas agrícolas, han obtenido numerosos reconocimientos otorgados por las entidades gubernamentales que, en las diferentes escalas territoriales, atienden la agricultura urbana.

Las líneas en las que se orienta el trabajo del PDLs se resumen en la tabla 1.

Principales resultados

En la actualidad, hay más de 1 000 personas, organizadas en 25 grupos localizados en asentamientos urbanos y rurales de siete provincias del país⁹, capacitadas en cursos de Introducción, Diseño y Avanzados de Permacultura y participando activamente en el establecimiento de experiencias prácticas de permacultura, intercambio de saberes, articulación de redes, evaluación de impactos, sistematización y socialización de lecciones aprendidas, publicación de materiales de promoción y capacitación.

Estas acciones producen una interacción entre familias, grupos comunitarios y entidades locales que propician una mayor disposición de alimentos sanos para el autoconsumo y la comercialización, la reducción de los gastos energéticos, la disminución de la carga

⁹ Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos, Sancti Spiritus, Camagüey y Santiago de Cuba.

Tabla 1. Líneas del Programa de Desarrollo Local Sustentable de la FANJHN

Líneas	Contenido
Formación de capacidades locales	Capacitación y formación de permacultores/as y promotores/as de permacultura en Cursos de Introducción, Diseño y Avanzados de Permacultura; Talleres temáticos; Intercambios de experiencias y disposición de materiales de capacitación y promoción.
Desarrollo local sustentable	Diseño, implementación y multiplicación de sistemas familiares, y comunitarios de permacultura. Articulación de permacultores/as, población y entidades locales para la implementación de zonas demostrativas de permacultura. Articulación de redes locales, regionales y nacionales. Ampliación y consolidación de la Red Salvemos la Semilla. Empleo de recursos locales para el desarrollo.
Soberanía alimentaria y agricultura sostenible	Contribución, a través del subsistema agrícola, al incremento en la disposición de alimentos sanos para la familia y la comunidad con el uso de recursos locales y la menor dependencia posible.
Promoción y divulgación	Producción y distribución de materiales (boletines, revistas, agendas de campo y otros) que promuevan la permacultura y la agricultura sostenible. Participación de productores/as, promotores/as y especialistas en eventos e intercambios nacionales e internacionales sobre permacultura, agricultura sostenible, soberanía alimentaria, desarrollo urbano sustentable y otros.
Investigación	Ejecución de proyectos de investigación-acción que tienen como ejes a la permacultura y al desarrollo local sustentable. Realización de procesos participativos de sistematización, evaluación de impactos y otros que permitan incidir de manera beneficiosa en las acciones y proyectos. Producción de documentos que den soporte científico al trabajo de capacitación y promoción de la permacultura y el desarrollo local sustentable. Ejecución de proyectos de investigación interinstitucionales e interdisciplinarios que consideren la diversidad y complejidad del ambiente urbano y rural.

contaminante de las localidades, el manejo ecológico del agua, el establecimiento de baños secos y sistemas de captación de agua de lluvia y reutilización de aguas grises, la recuperación de suelos degradados, la reforestación y el incremento de la masa verde, el fortalecimiento de los sistemas ante los efectos del cambio climático y el aprovechamiento de recursos locales.

Las personas también tienen una relación más cercana a la naturaleza y una mayor sensibilidad y conocimientos para conectarse de manera beneficiosa con su hábitat. Por otra parte, están mejor preparadas para planificar, diseñar e implementar proyectos que en el ámbito local abordan aspectos económicos, ecológicos y sociales, y para participar en redes que, como la de *Salvemos la Semilla*, multiplican experiencias y lecciones aprendidas en el ámbito local, nacional y regional. Todo ello, como vía importante de educación ambiental y de desarrollo de una nueva cultura de la sustentabilidad.

En este quehacer se destaca, el establecimiento de sistemas (135) y zonas demostrativas de permacultura (18), que se seleccionan por los propios permacultores y permacultoras. Para las zonas, los permacultores y las permacultoras vinculados se articulan a la población más cercana y a entidades locales para diseñar y planificar las acciones a realizar con vistas a su implementación, decidir los insumos básicos en los cuales requieren apoyo y llevar los registros para la sistematización. La zona demostrativa se ha iniciado con la producción de abonos orgánicos a partir de desechos locales. La multiplicación de estas zonas propiciará, progresivamente, un territorio mayor y más sustentable.

Algunos cambios relevantes que relacionan a las personas y sistemas antes y después de formarse en permacultura:

- Existe hoy un movimiento de permacultura en Cuba que constituye una gran familia de permacultores y permacultoras comprometida con los problemas locales y globales.
- Se aprecia un efecto multiplicador al interior de la familia. De una persona de la familia capacitada y en la práctica de la permacultura hay un incremento notable de matrimonios e hijos/as capacitados/as y aplicando principios de permacultura.
- Cada promotor/a de permacultura está formando nuevas capacidades en al menos cuatro personas de su entorno.
- El número de familias vinculadas a las zonas demostrativas de permacultura se está incrementando progresivamente y de

cero familias vinculadas hoy existen más de 10 sistemas como promedio.

- La producción de abonos orgánicos en el sistema se elevó de un promedio de 70 a 900 t a partir del desarrollo de las zonas demostrativas de permacultura.
- El por ciento que representan las especies perennes (árboles maderables, frutales y otros) aumentó de 8 % a un 28 % del total del sistema, como promedio.
- La cosecha de agua en relación con el potencial de los techos creció de cero a un 34 %, como promedio.
- Existen más de 20 baños secos que no utilizan agua para su funcionamiento y devuelven al suelo la materia orgánica extraída (cierre de ciclos).
- Se ha incrementado sustancialmente la presencia de reservorios de agua a través de estanques y tanques.
- Los ingresos familiares se incrementaron por ahorro y/o comercialización de un 5 % a un 29 % como promedio.
- El aporte de los sistemas a la dieta familiar creció como promedio de un 8 % a un 30 %.
- La producción de semillas en relación con las necesidades del sistema sobrepasa el 85 %.
- Se han introducido y multiplicado otras tecnologías apropiadas como son el ariete hidráulico, los calentadores y secadores solares, los biodigestores y otras.
- El nivel de protección de los suelos es alto en todos los sistemas (cubierto, arropado, con medidas de contención y otras).
- En todos los sistemas de permacultura coexisten plantas y animales con una alta diversidad.
- Los rendimientos agrícolas aumentaron como promedio de 10 kg/m² de área cultivable a más de 25 cuando el subsistema agrícola es un organopónico familiar. En las fincas de permacultura crecieron de 10 kg/m² a más de 15. En los sistemas familiares urbanos de 0 kg/m² a más de ocho.

Se han publicado y distribuido entre permacultores/as y población interesada 14 agendas de campo y 55 números del folleto informativo *El Permacultor*, donde se dan a conocer temas seleccionados y/o elaborados por los/as permacultores/as. Se han publicado y distribuido libros de capacitación y promoción de permacultura, como son: *La naturaleza en nuestro hogar y nuestro hogar en la*

naturaleza, Agricultura y Ciudad: una clave para la sustentabilidad, Relaciones de la agricultura en el ambiente urbano y Permacultura Criolla.

Además, existen, para todo público interesado, dos Centros de Información sobre permacultura, uno en la sede de la FANJNH y otro en su subsede en la ciudad de Sancti Spíritus. Ambos contienen publicaciones especializadas y se han enriquecido con el aporte de instituciones nacionales e internacionales.

La Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre y, en particular, su Programa de Desarrollo Local Sustentable organizó en La Habana, Cuba, en 1998, el I Encuentro de proyectos regionales de investigación de la Red Latinoamericana de Agricultura Urbana (Red Aguila), y en 1999, su II Asamblea General, con la participación de más de diez países de la región. En febrero del 2008 realizó en Sancti Spíritus la I Convergencia Nacional de Permacultura y, en noviembre de ese mismo año, organizó la III Convergencia Latinoamericana de Permacultura. En febrero del 2012 realizó, también en Sancti Spíritus la II Convergencia Nacional de Permacultura

Para desarrollar su trabajo, el Programa de Desarrollo Local Sustentable es apoyado por los delegados provinciales de la FANJ y principalmente por su delegado en la provincia de Sancti Spíritus, y por una red voluntaria de promotores y promotoras de diferentes grupos.

También contribuyen a ese quehacer, las Delegaciones Provinciales y Municipales del Ministerio de la Agricultura (Minag), los Gobiernos Locales, el Grupo Nacional de Agricultura Urbana, los Talleres de Transformación Integral de Barrio, el Programa de Desarrollo Sostenible del Consejo de Iglesias de Cuba, la Sociedad Espeleológica de Cuba, el Centro Lavastida, la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños, la Asociación Cubana de Producción Animal, la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, los integrantes del Grupo Nacional de Intercambio sobre Agricultura Sostenible (Grias), el Centro de Intercambio y Referencia sobre Iniciativas Comunitarias (Cieric) y otras entidades nacionales.

A escala internacional tiene relaciones de cooperación con Pan Para el Mundo, de Alemania; el Fondo para la Cooperación, de Canadá; Comitato Internazionale per lo Sviluppo del Popoli (CISP), de Italia; la Asociación Francia-América Latina, en Burdeos, y otros. Participa activamente en la Red de Investigaciones sobre

Agricultura Urbana en América Latina y el Caribe (Aguila) y con la Sección Aguila México, la Universidad Autónoma Metropolitana de México, la Red Global de Ecovillas, la Municipalidad de Rosario, en Argentina, la Red Latinoamericana de Nutrición y Desarrollo Sostenible, la Red de Permacultura Latinoamericana (Perla), entre otras.

Los objetivos específicos del Programa de Desarrollo Local Sustentable (PDLs) para los próximos años son:

- Consolidar capacidades en los 25 grupos comunitarios de permacultura existentes.
- Desarrollar conocimientos y formar capacidades sobre permacultura en nuevos grupos comunitarios.
- Implementar en tres provincias del país una estrategia de sensibilización orientada a la integración de los jóvenes a la permacultura.
- Incidir en las relaciones de género en todos los grupos comunitarios con los que se trabaja, tratándolas desde la masculinidad.
- Continuar apoyando redes locales y nacionales de permacultores/as y de organizaciones afines, que promuevan el intercambio de saberes y prácticas en permacultura y agricultura sostenible con énfasis en los componentes de suelo, agua y semillas. Énfasis en la Red Salvemos la Semilla.
- Contribuir a que la población distinga el origen y cualidades de los productos que comercializan permacultores/as de tres provincias del país.
- Facilitar la sistematización participativa de los impactos de la implementación de la permacultura y de los proyectos de cooperación en dos provincias del país.
- Mantener la producción de publicaciones seriadas y no seriadas para permacultores/as y población en general: cuatro números de El Permacultor al año, una Agenda de Campo por año y tres cuadernos temáticos.
- Continuar socializando e intercambiando experiencias de permacultura, construcciones ecológicas, energías renovables, tecnologías apropiadas, agricultura sostenible y otros temas afines, en pasantías, eventos nacionales e internacionales, entre otros:
 - Realizar la III Convergencia Nacional de Permacultura.
 - Participar en las IV y V Convergencias Latinoamericanas de Permacultura.

- Participar en la VI Asambleas de la Red Aguila.
- Realizar tres cursos de Permacultura abiertos para participantes nacionales y extranjeros.
- Promover el dialogo con participación de entidades gubernamentales y no gubernamentales sobre temas de interés ambiental.

Hay muchas experiencias locales exitosas que ameritarían ser referidas, pero no resulta posible en un solo documento. No obstante, conocerlas nos hace mirar y pensar de otra manera, apreciar lo que estamos perdiendo, pero también descubrir nuevas oportunidades. La trilogía planteada de lograr un desarrollo económicamente viable, ambientalmente adecuado y socialmente justo, no solo implica equilibrio, integración y compromiso futuro, sino moverse entre realidad y utopía.

El desarrollo sustentable no es una moda, necesitamos llevarlo a la práctica. Solo eso permitirá recuperar para las futuras generaciones un ambiente mejor que el que hoy vivimos. Para ello, debemos trabajar por una sociedad más comprometida a producir cambios económicos, culturales, ecológicos, orientados en esa dirección. La permacultura es un camino por el que vale la pena transitar aunque este pudiera estar contra la corriente. Juntos y juntas, podemos alcanzar el Buen Vivir¹⁰ comenzando por la familia y extendiéndonos hasta el infinito.

Bibliografía

- Alonso, A. 2006. Lidar con la pobreza en el Caribe Hispano: en busca de claves efectivas. En: El laberinto tras la caída del muro, Editorial Ciencias Sociales, La Habana.
- Altieri, M.A. 1997. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable [s.e. y s.l.].
- Álvarez, E. y J. Mattar. 2004. Política social y reformas estructurales: Cuba a principios del siglo XXI. Naciones Unidas, Comisión Económica para América latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) e Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (Inie), La Habana, Cuba.
- Cabrera Trimiño G. J. 2002. Población, Educación Ambiental, Consumo y Desarrollo ¿Nuevas interrogantes a viejos problemas? FACUA, Sevilla.

¹⁰ Expresión de un paradigma Quechua y Aymará.

- Cruz, M.C. 1993. Agricultura Urbana. Una experiencia de aprovechamiento de los espacios disponibles en la ciudad de La Habana. Ponencia presentada en el XVIII Congreso de la Asociación de Estudios del Caribe. Kingston, Jamaica.
- Cruz, M.C. 1997. La Agricultura Urbana en La Habana. Evaluación de una experiencia. En Agricultura Urbana en América Latina. Memoria: 198. Red Aguila, Bolivia.
- Cruz M.C. y R. Sánchez. 2001. Agricultura y Ciudad: Una clave para la sustentabilidad. Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre. La Habana, Cuba.
- Cruz, M.C. 2003. La agricultura urbana *¿pobreza o desarrollo sustentable?*, Artículo publicado en la revista Alternatives Sud, volumen X., CETRI – L'Harmattan, París.
- Delgado, C. 1999. Cuba Verde, En busca de un modelo para la sustentabilidad en el Siglo XXI. (Selección, compilación y edición). Editorial José Martí. La Habana, Cuba.
- Funes-Monzote F. 2004. Integración ganadería-agricultura con bases agroecológicas. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños e Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana.
- García, J.M. y O. Rey. 2005. Foros de negociación e instrumentos jurídicos internacionales en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible Publicaciones Acuario, Centro Félix Varela, La Habana.
- Guzón, A. 2006. Desarrollo local en Cuba. Retos y perspectivas. (compiladora). Editorial Academia, La Habana.
- Mollison, B. 1992. Permaculture: A Designer's Manual, 3ra. ed., Tagari Publications, Tyalgum.
- Mollison, B. y D. Homlgren. 1990. Permaculture one. A Perennial Agriculture for Human Settlements, 6ta. ed., Tagari Publications, Tyalgum.
- Ponce de León, E. 2006. ¿Futuro sustentable para el hecho urbano?, Grupo para el Desarrollo Integral de la Capital. La Habana.
- Valdés Paz, J., M. Espina *et al.* 1994. La Transición Socialista en Cuba, Estudio Socio Político. Colección Pinos Nuevos, Editorial de Ciencias Sociales. La Habana, Cuba.
- Valdés Paz, J. 2007. Poder local y participación. En: La participación en Cuba y los retos del futuro, Ceas, La Habana:122.
- Valdés Paz, J. 1997. Procesos Agrarios en Cuba 1959-1995. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, Cuba.

PRODUCCIÓN DE ARROZ CON BAJOS INSUMOS

Miguel Socorro y Salvador Sánchez

Instituto de Investigaciones de Granos (IIG), Artemisa

Las principales áreas arroceras a inicios del siglo pasado, cuando tomó auge la producción de este cereal en el país, fueron Yara en la entonces provincia de Oriente (hoy Granma), Florida en Camagüey, Aguada de Pasajeros en la antigua provincia de Las Villas (actualmente Cienfuegos) y Consolación del Sur en Pinar del Río.

El archivo de la ciudad de Manzanillo, en la provincia de Granma, atesora una valiosa información sobre el desarrollo de la producción arroceras en esa localidad, donde se publicó en esa época una revista llamada ORTO la cual reflejó sistemáticamente el desarrollo del cereal, guardando importantes informaciones, entre ellos pequeños artículos sobre el cultivo. En esta institución se conserva el original de la composición musical titulada *La marcha del arroz* con letra y música del insigne cantautor cubano Carlos Puebla, oriundo de esa región oriental.

Las publicaciones de la época también informan que el arroz constituía una de las principales fuentes de riqueza del sector agropecuario de la zona y al mismo se tributaba una gran devoción, al extremo que cada año se seleccionaba la reina del arroz entre las jóvenes más agraciadas y bellas de la región.

Otro territorio con fuertes raíces arroceras lo constituye el municipio de Aguada de Pasajeros provincia de Cienfuegos, donde en el museo del municipio existe una sala dedicada solo al arroz, donde se recogen momentos importantes de las labores de este cultivo así como útiles y herramientas utilizados en aquellos primeros años del siglo pasado, cabe destacar que el arroz aparece reflejado en el escudo del municipio dada la importancia que siempre ha tenido.

Consolidación y desarrollo del arroz popular hasta el presente

Actualmente en Cuba se distinguen dos formas de producción de arroz, una es la producción especializada, que se desarrolla

fundamentalmente en grandes empresas estatales y en Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), caracterizada por el alto empleo de insumos y maquinarias y la otra es la denominada producción no especializada o popular, en pequeña y mediana escala, con el empleo de técnicas locales y reducido uso de insumos, productos químicos y de máquinas.

En la década de los años 90 del pasado siglo el arroz popular (no especializado o de bajos insumos) cobró gran auge entre los agricultores individuales y por organizaciones tanto de carácter cooperativo como estatales, fundamentalmente con fines de autoabastecimiento de los propios productores. El incremento sostenido de esta forma de producción, de conjunto con los altos niveles de importación mantenidos, ha elevado el consumo per cápita anual de este grano a 72 kg según reporta la Fao en el 2010.

El peso fundamental (más del 50 % del área) se encuentra entre las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y los productores individuales, conocidos también como parceleros. En fecha más reciente, a partir de la distribución de tierras por el Decreto Ley 259 emitido por el Ministerio de la Agricultura (Minag), se han incrementado las áreas de siembra por productor y se han establecido compromisos de venta al Estado con el objetivo de sustituir importaciones (figura 1).

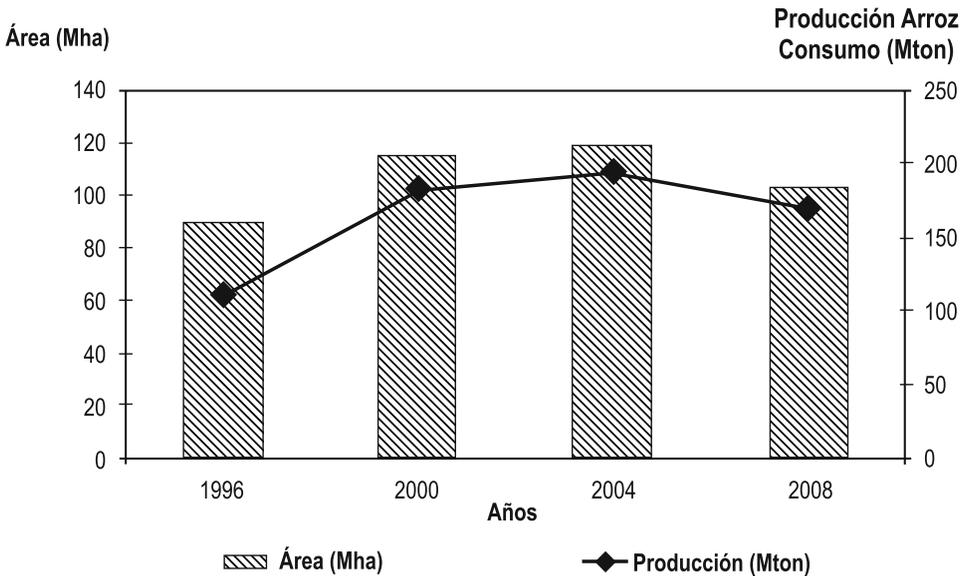


Figura 1. Evolución del Programa de Producción de Arroz Popular en Cuba durante los primeros 12 años.

Esta forma de producción se ha caracterizado en lo fundamental por:

- Constituir una producción sostenible y con bajo empleo de insumos agroquímicos.
- Su producción es fundamentalmente ecológica, basada en el uso de variedades adaptadas a los diferentes ecosistemas.
- La producción se realiza a pequeña y mediana escala, con amplio uso de tracción animal y trabajo manual.

Se emplean numerosas prácticas agroecológicas, cuya aplicación tiene como objetivo fundamental lograr:

- Disminuir al máximo la competencia de arvenses, fundamentalmente con métodos agrotécnicos de manejo del cultivo.
- Evitar la degradación de los suelos y en muchos casos elevar sus niveles de materia orgánica.
- Romper el ciclo y reducir al máximo los índices de insecto-plaga y enfermedades.
- Disminuir los consumos de agua.
- Emplear variedades con desarrollo inicial rápido con mejores posibilidades de competencia.

El propio desarrollo que ha alcanzado esta forma de producción en el país con la introducción de de nuevas tecnologías apropiadas, que se abordarán con mayor detalle posteriormente, han permitido crear excedentes de arroz que posibilita una mayor comercialización de este cereal en el mercado libre (tabla 1). Ya en algunos años su producción ha rebasado las 200 000 toneladas de arroz consumo, como se puede apreciar en la figura 1, lo que demuestra la expansión y el arraigo que ha ido adquiriendo este tipo de producción en todo el país. Se cultiva este cereal empleando esta modalidad en las 15 provincias y en 152 municipios, de los 169, existentes en todo el país.

Tabla 1. Distribución provincial del arroz de bajos insumos en el país.

Zona	Provincias	% de la producción
Occidente	5	47
Centro	5	36
Oriente	5	17

Desde inicios del presente siglo XXI, se estima que dado el potencial de área factible a utilizar, se puede aspirar a que el área de arroz popular, iguale e incluso supere el área física disponible para la producción de arroz especializado, que por limitaciones de carácter económico no se habían explotado a plenitud (Socorro *et al.* 2001).

Constituyen aspectos importantes dentro de la política general del Ministerio de la Agricultura (Minag):

- La ampliación de la superficie cultivada e incrementar el número de productores a través de la entrega de tierras en usufructo.
- Promover la diversificación con otros cultivos.
- Promover acciones de motivación a los productores.
- Fortalecer el sistema de apoyo técnico y de recursos al cultivo.

A ello debe contribuir de forma significativa el mejoramiento de las técnicas de cultivo por parte de los productores, así como el aumento y fortalecimiento de las prácticas de extensión agraria.

Los productores a mediana escala, facilidades que han construido

Los productores medianos han desarrollado la construcción de trilladoras, lo que les facilita grandemente el trabajo de la trilla del grano cuando se cosecha. Lo más usual es el empleo del sistema de trilla con combinadas desactivadas y pasándolas a un remolque, otros han construido equipos similares a prototipos empleados en otros países. En la preparación de suelo han creado fangueadoras para tracción animal, peines para la nivelación del suelo y gradas tiradas por animales.

Los productores a mediana escala han creado diferentes implementos y equipos para facilitar y mejorar el trabajo de beneficio del grano recién cosechado. Han construido pequeños secaderos con capacidad de secado generalmente entre 20 y 25 quintales (una tonelada) en 8 horas, aunque algunos tienen mayor volumen; estos emplean energía eléctrica en algunos casos, otros madera, o paja de arroz como fuente de energía para el secado. Cuando la producción es alta y los secaderos industriales están lejos del lugar, utilizan las carreteras o áreas pavimentadas, limpias y planas; para ello, dejan un carril para el libre tránsito de automóviles u otros transportes y emplean la otra senda. Cada 30 minutos aproximadamente voltean

el arroz. En las horas más calurosas del día se remueven cada 15 minutos o menos, para atenuar los efectos negativos o agresivos de las altas temperaturas en la calidad del grano.

Esta actividad se realiza durante tres días, dependiendo de la humedad del grano en el momento del corte o cosecha. Para recoger el arroz a granel de la carretera o explanada y colocarlo en los sacos, los productores han construido implementos rectangulares en forma de pala que facilitan esta labor (figura 2).



Figura 2. Corte-trillado y secado de arroz al sol.

Experiencias en áreas urbanas y periurbanas

A partir de 1996, cuando se inició la atención al programa de arroz popular, el país entregó tierras en forma de prestamos hasta una caballería (13,42 hectáreas), muchas de ellas pequeñas áreas dentro de la ciudad o su periferia las cuales fueron preparadas con azadas, tridentes, bueyes u otros implementos. Aquí se desarrollaron diferentes sistemas de producción donde se emplean trabajadores individuales, grupos de campesinos asociados para el trasplante y cosecha, dos de las actividades que necesitan más fuerza de trabajo en un momento dado.

Un ejemplo de ello lo constituye el caso del río San Juan que rodea la ciudad de Matanzas. Otro de los ejemplos más organizados es el de la empresa Horquita en el municipio Abreus, provincia de Cienfuegos, donde ésta, prepara la tierra, construye los muros o diques y les proporciona las plántulas y el agua a los trabajadores y sus familias si así lo desean, a través de un contrato. Estos deben sembrar, atender el riego y cosechar (la labor de trillar lo realiza la empresa) y los trabajadores deben venderle dos quintales (92 kg)

de arroz por cada cordel cuadrado (414 m²) a un precio acordado de antemano. Estos productores alcanzan entre cuatro y seis quintales por cordel cuadrado (4,4-6,6 t/ha) de arroz húmedo.

En el norte de la provincia de Matanzas (ciudad de Cárdenas) muchas familias han desarrollado producciones de arroz en terrenos situados a menos de 500 metros del mar, empleando variedades resistentes a la salinidad como la IACuba 25, los semilleros los hacen en terrenos con bajos tenores salinos y después los trasplantan a estas áreas. Para el riego utilizan pequeños molinos de viento construidos artesanalmente en la misma localidad.

En Santa Cruz del Sur, provincia de Camagüey, siembran el arroz en suelos salinos empleando tecnologías similares a las de Matanzas, pero el agua para el riego la conducen desde arroyos de aguas arriba de la localidad. Estas áreas generalmente la siembran de arroz en época de lluvias y en la seca el tomate, un cultivo que necesita poca agua y soporta mayores tenores de salinidad.

El arroz en municipios premontañosos

El arroz popular también se está cultivando en condiciones de montaña y premontaña de todo el país. Actualmente se han desarrollado importantes áreas productoras de arroz en valles intramontanos como por ejemplo en el municipio La Palma, de la occidental provincia de Pinar del Río, a alturas superiores a los 400 metros sobre el nivel del mar, y en el municipio Bartolomé Masó del macizo montañoso de la Sierra Maestra, de la oriental provincia de Granma.

En estas regiones los productores de arroz popular se pueden contar por cientos y las áreas sembradas en los municipios sobrepasan las 100 ha en cada uno de ellos. Otros ejemplos pueden citarse en el municipio Cumanayagua de la central provincia de Cienfuegos.

En todos estos lugares se han creado tecnologías apropiadas al lugar. El Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (Sica) ha sido introducido con algunas variantes (generalmente sin el empleo del estrés por falta de agua en el manejo del riego) y se han adaptado ruedas metálicas para el trabajo en condiciones fangosas con tracción animal, que generalmente han sido realizadas por tractores (figura 3). Todos los años se montan jardines o pruebas de variedades buscando las de mayor adaptación a su hábitat.

En estas condiciones han desarrollado con éxito las variedades IACuba 36, LP5, Caribe 1, IACuba 29 y IACuba 30 entre otras, creándose bancos de semillas con las mismas, todas estas medidas en su conjunto han triplicado la producción de arroz.



Figura 3. Fangueo con tracción animal y semillero.

En el municipio Cumanayagua en Cienfuegos de unas 20 ha que se sembraban anteriormente, hoy en día se siembran más de 200 ha de arroz popular. En este lugar ha desarrollado grandemente el empleo del ariete hidráulico para el riego, lo que ha permitido elevar y bombear agua hasta alturas superiores a 10 m del nivel del río o arroyo correspondiente, con el consiguiente ahorro de energía.

En Santiago de Cuba, una de las provincias más montañosas del país, se emplean variedades resistentes a la sequía y algunas tradicionales. La variedad tradicional, Nira Amarillo, es una de las que mejor se comporta, sembrándose bajo condiciones de secano y secano mejorado; para evitar el acamado característico de esta variedad generalmente se le realiza un corte o chapea antes del cambio de primordio, lo que le hace incrementar el ahijamiento y disminuir la altura, reduciendo considerablemente las posibilidades del acamado.

En todos los municipios de premontaña se están estableciendo diques de contención de agua (curvas de nivel) aunque sean arroces de secano, para detener las escorrentías de la lluvia y almacenar un poco de agua en las capas inferiores del suelo.

En Bartolomé Masó, provincia de Granma, se han establecido tecnologías vietnamitas con asesores de ese país, que han colaborado en el establecimiento de semilleros y el empleo de pequeñas

máquinas e implementos que han aportado buenos resultados bajo esas condiciones.

Las propias características de estos municipios de estar aislados de las zonas urbanas del país, obligan a pensar en la creación de instalaciones de carácter industrial para el beneficio del grano, con el objetivo de reducir la transportación a grandes distancias.

Prácticas agroecológicas

Una práctica que se ha ido extendiendo desde la zona occidental hacia el resto del país es el empleo del trasplante, de la misma manera que se realiza en los países asiáticos. Con esta práctica, generalizada desde las provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Cienfuegos y Villa Clara, se elimina el uso de los herbicidas, que ha sido la práctica más común cuando se siembra el arroz de forma directa como se hace en las áreas especializadas, ya que, la competencia más dañina con el arroz ocurre de uno a 40 días después de germinado el mismo.

Por ello, cuando se establecen las plántulas entre 15 y 25 días procedentes de semilleros, es tiempo en que se reduce la posible competencia y si además se emplea un manejo de agua adecuado se pueden obtener altos rendimientos sin afectar el medio ambiente.

Los productores han comprobado que no es imprescindible el uso de herbicidas para poder obtener una buena cosecha de arroz, por ello a través de métodos de preparación de suelos como el fanguero, que se utiliza sobre todo cuando se va a realizar el trasplante, se logra eliminar en grado considerable la vegetación espontánea indeseable.

El trasplante garantiza además una población uniforme, que constituye un factor primordial en la obtención de altos rendimientos, del orden incluso de las 10 t/ha en algunos casos y donde la media nunca debe ser inferior a las 5 t/ha.

Adopción de nuevas tecnologías: otros aspectos de carácter tecnológico, como por ejemplo el uso de la tracción animal para la preparación de la tierra, tanto en condiciones de suelo seco como en fanguero, son características peculiares actuales.

En el arroz popular se están estableciendo nuevas experiencias en prácticas poco desarrolladas en el país como el cultivo del retoño. Esto significa obtener una segunda cosecha favoreciendo la capacidad de retoñar que tienen algunas variedades de arroz.

Es necesario hacerlo en cultivos que se cosechen entre los meses de mayo a agosto para evitar el efecto negativo de bajas temperaturas del invierno.

El cultivo de retoño depende en gran medida de la habilidad de las plantas para el rebrote, las mejores variedades en Cuba hasta ahora son la IACuba 20, Amistad 82 y LP-5. Para el cultivo de retoño los campos deben cosecharse entre 22 y 24 % de humedad, de lo contrario, perecen muchas plantas, debe estar el campo limpio de malezas y los rendimientos cercanos a 5 t/ha o más. Las experiencias más significativas en este sentido se han obtenido en Villa Clara.

En Cuba y en el mundo se siembran poco las variedades fotoperiódicas comparadas con las de ciclo medio (140 días) y corto (115 días); sin embargo, la fotoperiódica Caribe 7 se está cultivando en la Empresa Pecuaria Macún de Sagua la Grande, Villa Clara, donde es empleada como alimento animal (forraje o pastoreo directo) y produce además de 4 a 5 t/ha de arroz de buena calidad. Esta tecnología la utilizan también en una UBPC del municipio Calixto García en la provincia de Holguín.

Esta variedad admite un corte cada 30 días después de germinada o pastoreo directo (a partir de los 45 días). La siembra se realiza en enero o febrero y el último corte se hace en julio para dejar que se recupere y obtener una cosecha de grano alrededor del 20 de noviembre. También puede utilizarse como una variedad de ciclo medio o corto en dependencia de la época de siembra.

Los arroceros populares cubanos, que no disponen de fuente estable de agua, han establecido las siembras de arroz en dependencia de la mayor probabilidad de lluvias en las regiones en que viven. La época de mayor siembra por lo general es de junio 15 a julio 15, sin embargo, en Pinar del Río lo prolongan hasta el mes de agosto por lo inestable de la temporada de lluvias, por otra parte, en Guantánamo se siembra hasta septiembre por la mejor incidencia de las lluvias en esa época y por las altas temperaturas que se mantienen en la zona durante todo el año.

Hoy se utiliza el ariete hidráulico para elevar el agua a considerable altura sobre el arroyo o río (fuente de agua), cada metro de desnivel entre el ariete y el río permite elevar hasta 10 metros de altura el agua bombeada. Para aprovechar las lluvias se están estableciendo diques a curvas de nivel para disminuir las escorrentías e incrementar la acumulación de agua en las capas

internas del suelo. El fangueo es otra forma de retener agua porque crea un piso impermeable en el suelo que contribuye a reducir la precolación del agua a través del perfil del suelo.

Uso de abonos orgánicos, biofertilizantes y abonos verdes: una alternativa de gran importancia práctica lo constituye el uso de abonos orgánicos y biofertilizantes para suministrar elementos nutrientes a la planta de arroz. Ya es común la fabricación de compost a partir de restos de cosechas como la propia paja del arroz, empleo de humus de lombriz (aplicado tanto al suelo como foliar), a partir de estiércol vacuno u otras fuentes, uso de la cachaza, y otras como el estiércol vacuno directo bien descompuesto.

Asimismo, la ciencia no ha estado de espaldas a esta problemática y ya hoy se cuenta con información bien fundamentada que identifica la presencia de bacterias de los géneros *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Pseudomonas* y otras que promueven el crecimiento vegetal y contribuyen a la nutrición de la planta de arroz bajo estas condiciones de cultivo. Están establecidas las dosis a aplicar de cada una de estas fuentes principales, así como los métodos más apropiados para aplicarlos.

También ha quedado demostrado que son capaces de abastecer parcial o totalmente los requerimientos de fertilizantes minerales del cultivo, dependiendo ello de la fertilidad natural del suelo; en suelos pobres, como es lógico, se requiere de la aplicación de algún fertilizante mineral completo, para obtener un rendimiento superior a 5 t/ha (Socorro *et al.* 2008).

Con respecto al empleo de abonos verdes la experiencia obtenida demuestra que las siembras del género *Sesbania* tanto la especie *S. rostrata* como la *S. emerus*, son de mejores resultados por sus virtudes como fijadoras de nitrógeno y porque disminuyen o eliminan gran parte de la flora que compite con el arroz. Por otra parte, aportan niveles de masa verde para incorporar al suelo entre 30 y 50 t/ha en 45-50 días, que adicionalmente aportan entre 70 y 90 kg de N/ha en un ciclo de 35 a 60 días de germinadas.

Además su sistema radicular puede alcanzar hasta una profundidad de 150 cm, pudiendo de esta forma extraer P y K lixiviados a esas profundidades y ponerlos a disposición del arroz, el cual solo suele explorar hasta 20 cm de profundidad en la mayoría de las variedades.

En resumen, esta planta puede contribuir decisivamente como un componente principal de la fertilización del cultivo del arroz, con la ventaja de no producir contaminación alguna y de no requerir

de gastos específicos para su cultivo, salvo el ocupar el área de siembra por algún espacio de tiempo.

Prácticas de manejo de plagas: variada es la incidencia de plagas en este sector de producción popular de arroz, máxime teniendo en cuenta que no constituye una práctica común la aplicación de productos plaguicidas sintéticos para el control de las mismas. Sin embargo, no se reportan pérdidas significativas por su concepto, ya que se el empleo de otras medidas alternativas no permiten una alta incidencia de las principales plagas, tanto de insectos como de enfermedades fungosas y de hierbas que compiten con el cultivo.

Cabe señalar que un logro significativo en este cultivo lo constituye la reducción significativa del número de aplicaciones de agrotóxicos, ya que desde principios de la década de los años 80, según ITCA (1981), se planificaban como promedio hasta ocho aplicaciones de insecticidas y fungicidas (alrededor del 80 % de las mismas para el control del insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*) y actualmente el índice de aplicación es algo más de una aplicación por cosecha para insectos y hasta dos para hongos (ITCA 2009).

Es significativo no obstante la incidencia de arroz rojo por los problemas de producción y utilización de semillas de baja calidad, lo que constituye actualmente un problema de consideración.

El método de siembra por trasplante es la principal medida para contrarrestar los efectos negativos de la incidencia de hierbas adventicias perjudiciales al cultivo. En tanto que el empleo de bio-preparados de controles biológicos contra los principales insectos-plaga, contribuyen a reducir la incidencia de los mismos. Además, se emplean algunos productos naturales elaborados a partir de extractos de plantas con el mismo fin.

No obstante, el uso cada vez mayor de variedades con resistencia a más de una de las principales plagas y el respeto a los enemigos naturales, constituyen los principales componentes del manejo de plagas utilizado en estas condiciones de cultivo.

La utilización del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (Sica o SRI según sus siglas en inglés), desarrollado en Madagascar y difundido en muchos países arroceros, fundamentalmente del continente asiático, también ha tenido determinado grado de desarrollo en algunas provincias del país, a través de prácticas de difusión de conocimientos que se han desarrollado en dichos lugares.

Esta novedosa forma de cultivar el arroz, que tiene varios principios básicos que lo diferencian de lo que tradicionalmente se

realiza por el método del trasplante, no ha sido totalmente asumida por los productores cubanos de arroz. Sin embargo, han comenzado su adopción de forma paulatina, utilizando aquellos principios que son más fáciles, como por ejemplo utilizar plántulas más jóvenes en el trasplante, colocarlas algo más espaciadas unas de otras, así como reducir su número por nido (Socorro *et al.* 2005).

Es de esperar que con el dominio de estas prácticas de cultivo, este sistema gane en adeptos en el país, sobre todo en los productores de pequeñas áreas. Algunas experiencias desarrolladas, tanto en condiciones de productores como de investigaciones de campo, han mostrado las bondades del sistema. Es posible obtener incrementos del rendimiento sin necesidad de hacer inversiones en insumos de productos agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes, ya que es más apropiado aplicar prácticas orgánicas con muy buenos resultados.

La liberación de nuevas variedades para el sector: como en toda agricultura de carácter tradicional, la gran masa de productores populares de arroz sembraba fundamentalmente las variedades llamadas tradicionales, caracterizadas por buena adaptación pero en muchos casos susceptibles a algunas de las principales plagas presentes en Cuba. Ejemplo de estas son el insecto sogata y la enfermedad hoja o raya blanca, que transmite.

Sin embargo, a través de la distribución de colecciones de variedades para su evaluación en los diferentes municipios del país, se ha logrado la adopción de nuevas variedades seleccionadas por los propios productores. Actualmente se ha logrado sustituir en gran medida las viejas variedades y hoy más del 80 % de las variedades cultivadas se corresponden con otras de buena adaptación a los diferentes ecosistemas existentes en el país (Suárez *et al.* 2009) (tabla 2).

Las ferias organizadas por el trabajo de Fitomejoramiento Participativo (ver capítulo 11) han contribuido también al incremento de la diversificación y a propiciar la participación de los productores en la selección de las variedades de arroz que sean de su gusto.

La propia difusión de un mayor número de variedades entre esta gran masa de productores, tanto aislados como organizados en diferentes formas de producción cooperativa, obliga a realizar un trabajo sistemático de control de las variedades más cultivadas y sus características. Todo esto con el objetivo de evitar que pueda propagarse algún tipo de variedad que sea susceptible a algunas de

las principales plagas de insectos y enfermedades presentes en el país, para evitar el brote de una epidemia de grandes proporciones, máxime tomando en cuenta la baja aplicación de productos plaguicidas que se emplean en esta forma de cultivo.

Tabla 2. Principales variedades de arroz cultivadas en Cuba en los últimos años

Variedad	Ecosistema	Ciclo	Época de siembra	Tipo de grano	Rendimiento t/ha
Iacuba 25	Riego-salinidad	Corto	Ene y feb	Largo	4,0 - 6,5
Iacuba 30	Secano favorecido	Medio	Jun a Jul	Largo	4,3 - 6,5
Perla de Cuba	Riego-secano	Corto	Dic a Ene	Largo	5,7 - 7,3
Reforma	Riego	Corto	Feb a Jul	Largo	5,7 - 7,5
Amistad 82	Riego-secano	Corto	Dic-Ene/Jun	Largo	5,5 - 7,5
LP-5	Riego	Corto	Dic- Feb/Jun	Largo	5,7 - 6,8
LP-7	Riego-salinidad	Medio	dic-feb/jul	Largo	4,0 - 5,1

Los problemas de producción de semillas

Los productores de arroz a pequeña escala no siempre tienen un acceso apropiado tanto a los conocimientos como a determinados insumos, como por ejemplo semillas de calidad. Esto trae como consecuencia que empleen como material de siembra semilla de muy mala calidad, lo que redundará en problemas de contaminación de variedades (mezclas).

La producción de semillas en Cuba siempre fue desarrollada por el Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA), actualmente Instituto de Investigaciones de Granos (IIG), por la empresa nacional especializada en semillas y las granjas productoras de semillas de los diferentes Complejos Agroindustriales Arroceros (Cai) del país; o sea hay un programa para la producción desde la semilla original producida en el IIA, hasta la semilla certificada de segunda generación producida por los Cai arroceros.

Cuando se impulsó el arroz popular, esta estructura no estaba diseñada para satisfacer esta demanda. Inmediatamente se desarro-

llaron productores de semillas en diferentes provincias, los cuales recibían las semillas de las empresas de su territorio, o por parte del IIA y su red de estaciones. Se capacitó a los productores para producir semillas de calidad pero todo esto no satisface la demanda actual dado el crecimiento acelerado del arroz no especializado o popular

Muchos campesinos producen sus propias semillas sin la debida tecnología. Esto conlleva a un índice alto de mezclas en algunas áreas y a la consiguiente pérdida de rendimientos. Otro aspecto que está influyendo es la no correspondiente relación entre precio y calidad de la semilla. Por todo ello se debe identificar el trabajo de seguimiento y certificación de semillas a los productores por parte de los organismos competentes.

Cultivos de rotación o alternancia con el arroz popular

Tomando en consideración que la producción popular de arroz tiene como fin fundamental el autoconsumo, sobre todo los productores de pequeñas áreas, practican la rotación o alternancia de cultivos con el objetivo de satisfacer otras necesidades de alimentos aparte del arroz; por ello es común que en estas áreas se practique la siembra de frijoles (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*) y otros cultivos, fundamentalmente en la época de seca cuando el terreno no está ocupado con el arroz.

En la zona occidental del país, de suelos ligeros, también se hace rotación con tomate (*Solanum lycopersicum*), si se dispone de alguna garantía de agua. En otras circunstancias solo se obtiene una cosecha de arroz al año, coincidiendo con la época de lluvias, mientras que el resto del año y sobre todo durante la época de seca el terreno permanece en barbecho.

Últimamente los campesinos están rotando con cultivos de ciclo corto, de alta cobertura como el boniato (*Ipomoea batatas*), este además de aportar grandes volúmenes de masa verde, deja el suelo aireado por un tiempo, ya que para cosechar el tubérculo generalmente se chapea y se sacan los boniatos con un aporcador, oxigenando el suelo. Esta tecnología se emplea fundamentalmente en las provincias de Granma, Villa Clara y Ciego de Ávila.

El cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor*), viene empleándose cada año con mayor intensidad, generalmente en la época seca por lo poco exigente que es al agua, además de su gran aporte de residuos orgánicos al suelo.

Los forum ramales, quiénes participan y qué aportes hacen al conocimiento popular

Una experiencia muy positiva que se ha desarrollado en los últimos cinco años lo constituye la realización de encuentros técnicos desde la base hasta el nivel nacional, llamados Forum Ramales del Cultivo del Arroz y en cuyos encuentros los propios productores de arroz popular llevan y exponen sus resultados y experiencias más significativas, con el objetivo de darlas a conocer, discutir las y perfeccionarlas.

Es una actividad que ha despertado gran interés y motivación entre los productores y extensionistas, pues constituye un vehículo apropiado para compartir conocimientos y debatir las principales inquietudes y preocupaciones de carácter técnico, que aún existen entre los productores. Se realizan a nivel municipal, provincial y nacional.

Este movimiento involucra a todos sin excepción, y constituye por tanto una gran organización que de carácter voluntario moviliza a los principales productores líderes y de mayor experiencia, interesados en compartir sus conocimientos y resultados.

Los proyectos internacionales que se realizan y qué tributan al sector

En los últimos años el país ha contado con el apoyo de varios países a través de la ejecución de proyectos internacionales para propiciar el desarrollo del cultivo popular de arroz, como son los casos de Viet Nam y Japón. De esta forma se han podido desarrollar prácticas y experiencias útiles que han beneficiado a un considerable número de productores y entidades cooperativas en varios municipios de diferentes provincias del país. Los casos más representativos son los que han propiciado la entrada de pequeños equipos de diversa índole que permiten realizar la preparación de suelos, cortar y trillar el arroz maduro y procesar el arroz cáscara.

También se realizó una experiencia muy positiva en las provincias centrales del país, donde se ejecutó un estudio de desarrollo que permitió conocer los verdaderos potenciales de esa región, así como también cuales son sus principales limitantes para su ulterior desarrollo y poder dirigir las acciones de carácter técnico y organizativo que permitan potenciar la producción en esta zona geográfica del país.

El impacto de este tipo de producción con bajos insumos se expresa en que:

- Se ha logrado consolidar la difusión de la producción de arroz popular y actualmente constituye no solo la base del sustento de la familia rural, sino también desempeña un importante papel en la sustitución de importaciones.
- La amplia difusión de la producción de arroz popular en todo el país ha contribuido a la generalización de las prácticas agroecológicas en este cultivo.

Bibliografía

- ITCA.1981. Instrucciones Técnicas del Cultivo del Arroz. Dirección de Arroz. Minag, Cuba. 56 p.
- ITCA. 2008. Instructivo Técnico Cultivo de Arroz. Instituto de Investigaciones del Arroz-Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Minag, Cuba. 67 p.
- Socorro, M.; D. Hernández; I. Franco; O. Morales y P. Meneses.2008. Empleo de biofertilizantes sólidos como alternativa para la fertilización del cultivo de arroz. Memorias 4^{to} Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones Cuba. 12 p.
- Socorro, M.; L. Alemán y S. Sánchez. 2001. El cultivo popular de arroz en Cuba. En: Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura sostenible. Actaf. Editores: F. Funes, L. García, M. Bourque, N. Pérez y P. Rosset, Cuba. pp 101-118.
- Socorro, M.; R. Sanzo; T. González; L. Romero y J. Tablada. 2005. Experiencias con el sistema Sica en el trasplante de arroz en Cuba. Memorias 3^{er} Encuentro Internacional de Arroz, Palacio de Convenciones, Cuba. 15 p.
- Suárez, E.; V. Puldón; L. Rivero; R. Alfonso y A. A. Hernández. 2009. Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. Instituto de Investigaciones del Arroz. Cuba. 43 p.

AGROECOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE VIANDAS TROPICALES

Sergio Rodríguez, Maryluz Folgueras, María del C. Castellón, Lilián Morales

*Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (Inivit),
Villa Clara*

La palabra vianda proviene del bajo latín del mismo nombre y significa comida o alimento, acepción que tiene en nuestro idioma, representadas en Cuba por un grupo de frutos y raíces ricas en carbohidratos como la yuca (*Manihot esculenta*), calabaza (*Cucurbita moschata*), plátano (*Musa* spp.), papa (*Solanum tuberosum*), malanga o guagüi (*Xanthosoma* spp.), malanga isleña (*Colocasia esculenta*), boniato (*Ipomoea batatas*), ñame (*Dioscorea* spp.) y otros.

El conjunto de las raíces, rizomas y tubérculos, así como los “plátanos tipo vianda”, han formado parte de la dieta del cubano desde tiempos inmemoriales, utilizándolos como fuente alimentaria para humanos y animales. Tradicionalmente las viandas han formado parte de la diversidad de cultivos que conforman la finca de un campesino cubano, por el papel que juegan las mismas para su seguridad alimentaria en un clima tan agresivo como el nuestro, con factores climáticos extremos, como pueden ser entre otros las intensas sequías en determinados meses del año y los huracanes, entre otros.

El hecho de que el suelo constituya un almacén natural, para el caso de las raíces, rizomas y tubérculos, también resulta una fortaleza innegable que tienen estos cultivos para la seguridad alimentaria de una familia.

Antes del triunfo de la Revolución, salvo excepciones, el empleo de insumos químicos era casi nulo, a tal extremo que se denominaban cultivos menores al no formar parte de un programa con bases económicas sólidas como para invertir capital en los mismos.

Paralelo al desarrollo agrario cubano y con el surgimiento de los programas estatales de producción, avalados por el nuevo concepto de alimentar al ciento por ciento de los cubanos y basados en la aplicación de la ciencia y la técnica, es que comienzan las viandas a jugar un papel más protagónico en los esquemas productivos,

con mayor espacio para los plátanos (tanto los tipos viandas como frutas), la papa y la malanga; en el caso de esta última con el desarrollo intencionado de los clones del género *Colocasia* antes de la década de 90, experimentándose además, saltos significativos en la producción y comercialización de las demás viandas como la yuca y el boniato.

Surgimiento del Inivit

Para apoyar este desarrollo, además de las entidades productivas (Empresas, Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), de Créditos y Servicios (CCS) y otras) se creó a iniciativas del compañero Arnaldo Milián Castro, Primer Secretario del Partido Comunista de Cuba en la antigua provincia de Las Villas, el actual Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (Inivit), ubicado en el municipio de Santo Domingo, perteneciente a la actual provincia de Villa Clara, el que tiene como misión: *Proveer la base científico-técnica fundamental para contribuir a la sostenibilidad y competitividad de la cadena productiva de: raíces, rizomas y tubérculos (yuca, boniato, malanga, ñame y papa, plátanos y bananos), calabaza, papaya (Carica papaya), hortalizas y granos.*

Para el cumplimiento de dicha misión, el Inivit se ha trazado como objetivos fundamentales los siguientes: obtención de cultivares con características superiores; conservación, evaluación, documentación y explotación de los recursos genéticos; producción de semilla original y básica por métodos convencionales y técnicas biotecnológicas; definición de tecnologías para el Manejo Integrado de Plagas; diagnóstico y saneamiento de las principales enfermedades; desarrollo de técnicas biotecnológicas para el mejoramiento genético; ajuste de la fitotecnia de los cultivos; nutrición de los cultivos mediante el empleo de fertilizantes químicos, biofertilizantes y abonos orgánicos; desarrollo de software con novedosa información sobre los cultivos y sus tecnologías; capacitación, asesoría y adiestramiento; generalización de los resultados científicos y transferencia de tecnologías.

Con ello se posibilita, entregar a los productores las variedades integradas a la tecnología de estos cultivos. Además de estas investigaciones y como resultado de los trabajos de prospección e introducción, el Instituto ha creado un Banco de Germoplasma formado por extensas colecciones, de cerca de 1 800 individuos,

que han contribuido significativamente a la obtención de nuevos clones en los diferentes programas de mejoramiento en nuestro país (tabla 1).

Tabla 1. Colecciones existentes en los bancos de germoplasma del Inivit

Nombre vulgar	Nombre científico	Número de clones o cultivares
Boniato	<i>Ipomoea batatas</i>	650
Malanga	<i>Colocasia esculenta</i>	52
	<i>Xanthosoma</i> spp.	87
Ñame	<i>Dioscorea</i> spp.	116
Plátano y banano	<i>Musa</i> spp.	345
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	511

A partir de estos, después de un trabajo de selección durante más de tres años y sobre la base de los resultados de los estudios de interacción genotipo x ambiente, se definen aquellos de mayores potencialidades integralmente para ser evaluados en ecosistemas representativos de las principales zonas productoras de viandas del país, en todas las provincias y el municipio Isla de la Juventud.

Esta estrategia en el programa de mejoramiento ha posibilitado que en cultivos tales como: boniato, yuca y malanga (de los géneros *Colocasia* y *Xanthosoma*), más del 80 % de las áreas establecidas se realicen con clones obtenidos o recomendados por el Inivit, incluyendo germoplasma local que en muchos casos han sido generalizados.

Desde luego, otros institutos de investigaciones y universidades del país también contribuyen en las investigaciones y capacitación sobre viandas tropicales, para el desarrollo de estos cultivos en la agricultura cubana.

Como se expone más adelante, los mayores avances en el orden agroecológico se han logrado en el estudio y generalización del germoplasma, principalmente en lo relacionado con los problemas fitosanitarios como las enfermedades, los nematodos y otros, a través del manejo de clones resistentes y tolerantes, así como en la regionalización de estos, cuyos resultados se expresan en mejor comportamiento y menores gastos, entre otras ventajas.

Plátano y banano

Desde sus inicios el Inivit, comenzó investigaciones en el plátano tipo vianda (*Musa* AAB) a partir de una población heterogénea de este, iniciando un trabajo de selección y se obtuvo el clon denominado CEMSA $\frac{3}{4}$, muy similar a los clones Cuba-Cueto 250 y Enano Guantanamero, cuya procedencia puede ser similar, debido a las afinidades que tienen estos tres clones.

Dada las afectaciones por la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en las plantaciones de los plátanos vianda (*Musa* AAB) en nuestro país y con la introducción de un grupo de clones de plátano procedentes de Filipinas, vinieron algunos clones de tipo burro (*Musa* ABB) destacándose el clon Dubao, reportado en la literatura como resistente a la sigatoka negra y al mal de Panamá (causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense), pero susceptible al “moko bacteriano”.

A partir del buen comportamiento de esta introducción y del impacto provocado por la sigatoka negra, además de los descuidos en la atención a las plantaciones de plátano “tipos vianda” y a la falta de insumos (fertilizantes, combustibles, etc.) se propició el desarrollo acelerado en el país del clon Burro CEMSA, que ha resultado de un extraordinario valor para la producción de este tipo de plátano en las últimas décadas.

No obstante, teniendo en cuenta la notable preferencia que tiene el cubano por los plátanos “tipo vianda” (figuras 1 y 2), continuamos



Figura 1. Plátano Burro CEMSA.



Figura 2. Plátano INIVIT PV-06-30.

trabajando con intensidad en la búsqueda de nuevos clones, por ello se obtuvo el clon INIVIT PV-06-30, de mayor potencial productivo que el CEMSA ¾ y otros tipos de plátanos viandas, más tolerante a la sigatoka negra y de pseudotallo más vigoroso, propiciándole tolerar mejor el impacto de los vientos y que no se produzca tanto la caída de las plantas o fractura del pseudotallo por el peso del racimo.

Paralelo a este programa con los plátanos tipo vianda y burro, se desarrolló un trabajo con los plátanos fruta, por indicaciones del gobierno de nuestro país, así fue que se introdujo el primer clon de plátano tetraploide que fue denominado Tetraploide 64-2596, que tuvo determinado nivel de extensión en el país, pero el punto más débil está en que los “dedos” se desprenden con mucha facilidad del racimo, aspecto que lo limitan para la comercialización.

Posterior a esta introducción se realizó la de los clones FHIA, por el Área Controlada del Inivit. A partir de las observaciones que allí realizamos se realizó la introducción de todos los clones tipo fruta y vianda que existen en Cuba, cuyo comportamiento ha contribuido a minimizar el impacto negativo que tuvo la sigatoka negra en los clones del tipo fruta del Grupo Cavendish, los que en realidad son superiores a los de la FHIA en rendimiento y calidad, pero resultaba insostenible el mantenimiento de los mismos por el elevado costo que significaban las aplicaciones de plaguicidas para combatir dicha enfermedad, además, de la agresión al medio ambiente.

Las investigaciones con los plátanos fruta Tipo Silo o más comúnmente conocidos como plátanos manzanos, también se continua, en la búsqueda de nuevos clones que sustituyeran al manzano criollo, que prácticamente se extinguió debido a su susceptibilidad al agente casual del mal de Panamá. Así se fueron introduciendo los clones Bungulán, Yangambí-Km 5 y el Pinsang Ceylan a partir del cual se obtuvo un mutante de mayor potencial productivo que se denomina Manzano INIVIT, totalmente diferente al clon de origen.

No obstante aquí también se puede expresar lo mismo en la comparación cualitativa de los FHIA con los plátanos Cavendish, pues todos están distantes de la calidad del manzano criollo, pero la estrategia que hemos seguido nos ha permitido tener una notable diversidad de plátanos en el mercado.

En los estudios con el germoplasma cubano de *Musa* se ha priorizado la determinación de la susceptibilidad y reacción de los

diferentes genotipos ante agentes nocivos y la implementación de programas de mejoramiento del cultivo, sistemas para la selección precoz de resistencia, estrategias para la resistencia a plagas y desarrollo de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Hasta 1991 la principal enfermedad de los plátanos en Cuba era la sigatoka amarilla, causada por *Mycosphaerella musicola*. Los estudios de la biología y epidemiología de la enfermedad, desarrollados en nuestro país, permitieron establecer un programa de medidas basado en el pronóstico bioclimático de los tratamientos, así como reducir y optimizar el control de la enfermedad.

A partir de 1991 con la entrada de la sigatoka negra (*M. fijiensis*) ha sido totalmente desplazada. La aparición de esta enfermedad determinó, al igual que en otras áreas del mundo, un importante incremento de los costos y tratamientos (hasta 27 por año) para su control. Al mismo tiempo han ocurrido grandes afectaciones sobre los clones de plátanos AAB debido a su mayor susceptibilidad, con el consecuente impacto negativo en la producción. Esto ha tenido un importante peso en la disminución de áreas dedicadas a estos clones, que han sido reemplazados, en primer lugar por tipos ABB resistentes y últimamente por tetraploides híbridos de FHIA.

En Cuba se ha desarrollado un sistema de manejo integrado de la enfermedad a partir de los estudios de la epidemiología, control cultural, manejo de fungicidas y de la sensibilidad de las poblaciones de *M. fijiensis* a estos.

El mal de Panamá o marchitez, es una de las principales y más nocivas enfermedades que afectan la producción de bananos y plátanos a nivel mundial. En nuestro país hay antecedentes de la enfermedad desde antes de 1900; hacia 1915 se dispersó por el movimiento sin control de material de plantación en todas las áreas con Manzano y Gros Michel de la Isla.

Este hongo causa una marchitez letal que conduce a una afectación severa de la productividad hasta la muerte de la planta en los clones susceptibles. Se disemina a través de tres tipos de esporas, que se desarrollan en los tejidos de las plantas enfermas y se incorporan al suelo donde pueden permanecer viables hasta 20 años.

La enfermedad se transmite eficientemente en los hijos de plantas enfermas. Sus poblaciones han sido clasificadas en cuatro razas patogénicas. Las poblaciones cubanas pertenecen a las razas 1 (Gros Michel y Manzano) y 2 (Burro Criollo, Burro CEMSA, Burro Vietnamita o Pisang awak). La raza 1 destruyó el Gros Michel e

hizo desaparecer el Manzano en Cuba. La introducción del subgrupo Cavendish (hacia 13 mil ha) y plátanos AAB (>43 mil ha) a mediados de los años 60 determinó la casi desaparición de la enfermedad en el país hasta 1990. A partir de este año, los clones Cavendish fueron paulatinamente sustituidos por híbridos de la FHIA y los plátanos por Burro CEMSA (ABB), llegando a ocupar estos 63 mil hectáreas a mediados del decenio 2000-2010.

Los clones del grupo Cavendish, Burro CEMSA y FHIA 03 son normalmente resistentes a las razas presentes. Sin embargo en suelos de mal drenaje interno el Burro CEMSA y el FHIA 03 han sido severamente atacados, aspecto que debe tenerse en consideración en el manejo de estos clones.

La raza 4 tropical (aún no informada en Cuba) fue identificada en los años 90, agresiva a la mayoría de los clones que ocupan el 89 % de la producción mundial de bananos y plátanos y uno de los patógenos con mayor nivel de riesgo, presente en África del Sur, Islas Canarias y América del Sur.

La pudrición acuosa del cormo y necrosis del rizoma por *Erwinia chrysanthemi*, produce una rápida declinación de los rendimientos y la caída de plantas en bananos y plátanos. La bacteria se transmite por la semilla infectada, con las herramientas de trabajo durante deshijes y deshojes, por el suelo infectado y puede permanecer latente en el rizoma. La enfermedad tuvo una amplia distribución en nuestro país, llegando en algunas empresas a estar infectadas hasta el 70 % de las plantas.

El desarrollo de sistemas sensibles de diagnóstico y la amplia difusión del uso de vitroplantas indexadas para el establecimiento de plantaciones, han permitido en la práctica eliminarla casi totalmente. En los lugares donde se realizan las plantaciones a partir de rizomas, es obligatoria la selección de semillas de áreas donde la enfermedad no esté presente y desinfectar herramientas de trabajo durante las labores de poda y deshoje.

En Cuba, el manejo de nematodos se realiza fundamentalmente mediante un conjunto de medidas culturales y sanitarias, preparación de suelos, rotaciones con cultivos que reducen las poblaciones, entre otras. Los avances más importantes en el manejo de nematodos (y otras plagas del suelo transmisibles por los rizomas) han sido la plantación con plántulas provenientes de cultivo de tejidos en suelos libres o con bajas poblaciones y la introducción de biocontroles microbianos.

El picudo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus*, es la plaga de insecto más común y dañina de los platanales, observado en Cuba por primera vez en 1944 y distribuido en todo el territorio nacional. Las recomendaciones existentes para el control de la plaga incluyen la utilización de medidas culturales, químicas y lucha biológica. En la actualidad, combinar el uso de plantas de cultivos de tejidos y de entomopatógenos, ha permitido una drástica reducción de las poblaciones del insecto.

Esta estrategia de trabajo ha posibilitado disponer de una amplia variabilidad clonal, que correctamente estructurada, logra disponer cualquiera de las viandas en el mercado durante los 12 meses del año, empleando el MIP para el control de las principales plagas con mínimo de químicos y en algunos casos sin su utilización.

Ñame

Dentro de las viandas, el ñame (*Dioscorea* spp.) también ha formado parte de la estrategia de investigación-desarrollo que ha venido ejecutando nuestra institución con la particularidad, que mientras en el resto de la viandas se tienen hábitos de consumo a todo lo largo del país, esta es más limitada, con gran aceptación en las provincias orientales, desde Holguín hasta Guantánamo y determinadas regiones de Camagüey, Ciego de Ávila, Villa Clara y en estos últimos tiempos en zonas del municipio de Yaguajay en Sancti Spíritus.

En realidad este es uno de los cultivos más complejos en el país pues existen seis especies de *Dioscorea* (*D. rotundata*, *D. cayenensis*, *D. trifida*, *D. alata*, *D. bulbifera*, *D. esculenta*); que pueden cultivarse de forma rastrera, en el caso de los tres últimos, no comportándose así los de las tres primeras especies por su susceptibilidad a la enfermedad antracnosis causada por *Collectotrichum gloesporioides* que provoca la destrucción de la plantaciones.

En el país tenemos una notable variabilidad en el color de la pulpa, que va desde blanco hasta morado y con ella la calidad del tubérculo. Se ha demostrado que existe una estrecha correlación entre la pigmentación del punto de inserción pecíolo-tallo y limbo-pecíolo y la calidad del mismo; cuanto más verde son ambos, mayor calidad del ñame y cuanto más morado o púrpura, es de peor calidad, en la mayoría de los casos cuando el follaje es totalmente verde el color de la pulpa es blanca.

En la búsqueda de biodiversidad en este cultivo hemos incorporado clones introducidos fundamentalmente de la Isla Guadalupe en el Caribe, con muy buena calidad culinaria, de pulpa blanca y con bulbillos aéreos ya que los ecotipos locales que producen bulbillos aéreos son de pulpa morada con diferentes matices de dicho color y por tanto de pobre calidad culinaria (figuras 3 y 4).



Figura 3. Ñame INIVIT 2008.



Figura 4. Ñame de Guinea.

Yuca

El programa de fitomejoramiento de la yuca ha permitido duplicar los potenciales productivos de los clones comerciales actuales con respecto a los que tradicionalmente se plantaban en el país; además, ha logrado incorporarle a estos genotipos resistencia o tolerancia a las principales enfermedades que los afectan. Un ejemplo de ello es que en la década del 80 el superalargamiento (*Sphaceloma manihoticola*) y el añublo bacteriano (*Xanthomonas axonopodis*) constituían los principales problemas fitopatológicos del cultivo y hoy, aunque en algunas localidades están presentes, no constituyen factores limitantes del rendimiento.

Sin embargo, actualmente ocupan un escenario de mayor importancia las pudriciones radicales provocadas por hongos fitopatógenos habitantes del suelo, que producen pérdidas de producción entre 5 y 30 %, situación favorecida por el exceso de lluvia durante la temporada ciclónica y por el mal manejo de la semilla y de la fitotecnia.

La lucha contra las plagas en yuca ha transcurrido por diferentes etapas, desde la aplicación indiscriminada de productos químicos agrotóxicos y los tratamientos por programas, hasta las actuales técnicas de MIP. Además, mediante el mejoramiento se ha encontrado resistencia genética a los trips al emplear cultivares pubescentes. En las condiciones de Cuba, de acuerdo a las características de sus ataques por ser una plaga cíclica y de incidencia a menudo estacional, la primavera de la yuca (*Erinnyis ello*) ocupa un lugar determinante dentro del conjunto de plagas que afectan a este cultivo, a pesar de existir una tecnología para su manejo integrado que combina medidas de control cultural, mecánico, biológico y químico.

De manera general existe una notable presencia de enemigos naturales en las plantaciones de yuca, dentro de los que sobresalen: *Trichogramma* spp., *Telenomus* sp., *Cotesia americana*, *Euplectrus* sp., *Phytoseiulus macropilis*, varias especies de cotorritas y chinches de la familia Reduviidae.

Malanga

En la producción de malanga se han reportado severos daños provocados por el ácaro *Rhizoglyphus* sp., que han sido minimizados por la obtención y generalización de nuevos clones más resistentes en ambos géneros (*Colocasia* y *Xanthosoma*). Hasta hace unos años, este cultivo no tenía graves problemas patológicos y entomológicos, excepto las infecciones por el virus del mosaico de la malanga (DMV, por sus siglas en inglés), que no ha demostrado afectación en el rendimiento.

La aparición en el año 2003 de las pudriciones secas del cormo y cormelos en la malanga, se ha convertido en un serio factor negativo para la tradicional y segura forma de almacenar estos rizomas. Se conocen pérdidas entre el 70 y 80 % del producto cosechado y se están presentando afectaciones del rendimiento en varias zonas del país, que han motivado desinterés de algunos agricultores en plantar este cultivo.

Boniato

Se han reportado 270 especies de insectos y 17 especies de ácaros que se alimentan del boniato en el campo y el almacenaje. Toda

la planta, principalmente las raíces tuberosas, tallos, follaje y hasta las semillas, hospedan insectos. Las especies de plagas son diversas y ocasionan daños directos a las raíces tuberosas mediante la alimentación, e indirectamente por la defoliación, lo que en ambos casos reduce el rendimiento en dependencia de la severidad de la infestación.

En Cuba, el tetuán del boniato (*Cylas formicarius*), es reconocida como la única plaga de importancia en este cultivo; las larvas al alimentarse de las raíces tuberosas, le abren galerías y le transmiten con sus deyecciones un sabor desagradable, que las hacen inservibles para el consumo humano y animal.

En el año 1995 se concibió un programa de Manejo Integrado, el cual incluyó prácticas culturales, biológicas, químicas, etológicas y de mejoramiento genético, que alcanzó gran impacto entre los productores, generándole beneficios tales como la disminución del porcentaje de raíces dañadas, lo que originó que los agricultores tuvieran mayor volumen para venta y un incremento del rendimiento debido a una menor incidencia del insecto.

Desde finales de la década del 70, una nueva plaga para este cultivo se presentó de forma ocasional en algunas regiones del país, el crisomélido negro brillante (*Typophorus nigrinus*). En Cuba cuando esta plaga se informó por primera vez, existía total desconocimiento sobre la misma y a pesar de las afectaciones que produjo en las raíces tuberosas del boniato en la década del 80, se le comenzó a conceder importancia económica a partir del año 2002, en que se inició su distribución por todo el territorio nacional.

En la raíz tuberosa se observan relieves irregulares en forma de surco, los que llegan a cubrir toda la corteza. De igual modo, la larva realiza orificios de 5 mm de diámetro, con cavidades por debajo de la epidermis entre 1,0 a 1,5 cm de profundidad.

Las lesiones provocadas por *T. nigrinus* sobre la raíz tuberosa, provocan pérdidas en la calidad comercial, ya que el insecto daña su apariencia, por lo que disminuye el valor de la producción. Sin embargo, una vez que se elimina la corteza dañada, la raíz tuberosa se encuentra apta para el consumo y no presenta ni olor ni sabor desagradable como sucede con las afectaciones realizadas por *C. formicarius*, que inutilizan a la raíz tuberosa para el consumo humano y animal.

Teniendo en cuenta la necesidad de disponer de alimentos en el menor tiempo posible, trabajamos con intencionalidad todo lo