

PRESENTACIÓN

Hace más de diez años, se publicó la obra titulada *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible* (2001) y su versión en inglés *Cuban Agriculture and Resistance. Transforming Food Production in Cuba* (2002). En estos libros, se dieron a conocer los primeros pasos de la aplicación de la agricultura orgánica en Cuba, en momentos de crisis de nuestra economía, en que la agricultura nacional debió pasar súbitamente de un enfoque intensivo-industrial tipo Revolución Verde a una agricultura de bajos insumos, con recursos locales y basada en principios agroecológicos.

En los mismos, se documentaron los esfuerzos realizados, y las tecnologías que se aplicaron para enfrentar aquella crisis, en que un país habituado a la aplicación en la agricultura de altos niveles de fertilizantes, riego, mecanización, plaguicidas y concentrados para la alimentación ganadera y otros muchos recursos, se vio de momento, a principios de los años noventa del pasado siglo, sin ellos, ante el derrumbe del bloque socialista y la desintegración de la Unión Soviética, desde donde se recibían a través de un mercado económicamente solidario.

Fue una etapa muy difícil, que se conoció como Período Especial, donde además de no disponer de los insumos, apenas se contaba con los conocimientos mínimos para producir alimentos orgánicos y ecológicos. La transición a una agricultura de ese tipo era un enorme reto para los técnicos y agricultores cubanos, habituados además a la idea de que la única manera de producir era con un enfoque de altos insumos.

Fue así que el pueblo cubano enfrentó aquella inmensa tarea, sobreponiéndose a las dificultades, con estudio, dedicación y mucho trabajo, aplicando todo lo que pudiera servir para producir bajo aquellas circunstancias. El gobierno cubano apoyó las iniciativas que fueron surgiendo, para producir los alimentos que tanto necesitaba el pueblo y desde el exterior se comenzó a recibir un fraternal y solidario apoyo, facilitando todas las experiencias posibles a emplear bajo aquellas difíciles condiciones.

De esa manera, los cubanos y cubanas empezamos a andar por el camino de la agricultura sostenible, y pasados diez años, ya se había alcanzado determinada experiencia que se informó en el primer libro. A pesar de que nuestros detractores lanzaban “campanas al

vuelo” de que Cuba no resistiría, fuimos capaces de ir avanzando en muchas producciones; con ejemplares programas en agricultura urbana, el Movimiento agroecológico de campesino a campesino, el entonces llamado “arroz popular”, empleo de medios biológicos para el control de plagas, manejo de la fertilidad del suelo y de los cultivos, la medicina verde, y otros muchos programas descritos en aquel momento.

Pasados más de diez años, tenemos el orgullo de que los esfuerzos iniciales se han multiplicado muchas veces, se fortalecieron los primeros pasos y se desarrollaron nuevos programas. Se ha ganado mucho en la conciencia de producir bajo un enfoque agroecológico, entre técnicos, agricultores y dirigentes de la agricultura a diferentes niveles.

Es palpable hoy día el avance conseguido en aquellos primeros programas y en otros nuevos, tales como las fincas forestales integrales, fruticultura popular y agricultura suburbana. Además el gobierno ha ido implementando decisiones como el Decreto Ley 259 y el 300, de otorgamiento de tierras a los ciudadanos cubanos, en apoyo al autoabastecimiento local, la resiliencia y la sostenibilidad de la agricultura.

Esta obra expone contribuciones de especialistas, directivos y agricultores, quienes desde sus líneas de trabajo y responsabilidades, han expuesto en sus respectivos capítulos los avances científicos, metodológicos y prácticos logrados en diferentes rubros productivos, tipos de insumos biológicos y servicios técnicos en la producción agropecuaria sobre bases agroecológicas, por lo que constituye una obra de carácter científico-técnico-divulgativa, elaborada con cierta flexibilidad respecto a su estructura.

Los reconversión agroecológica de la agricultura cubana está en concordancia y responde a 18 Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, aprobados en el 2011 en el marco del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, que están incluidos en los Capítulos V-Política de ciencia, tecnología, innovación y medioambiente, y VII-Política agroindustrial.

Por otra parte, el escenario internacional actual promete ser mucho más favorable en los años venideros, en un marco de relaciones diplomáticas y económicas de equidad y respeto, que pueden propiciar que Cuba aproveche internamente y comparta solidariamente con otros países, las experiencias para el desarrollo agropecuario sobre bases agroecológicas.

PATRIMONIO ECOLÓGICO DE LA HUMANIDAD

En todo el mundo es bien sabido que a pesar de las dificultades del Período Especial, particularmente de la caída en las importaciones de insumos claves para la agricultura como: petróleo, fertilizantes, plaguicidas, tractores, piezas de repuesto, etc., Cuba y en especial el sector campesino, pudo enfrentar el desafío de producir una gran parte de los alimentos con al menos la mitad de los insumos agroquímicos y un limitado acceso a combustibles.

Este logro fue posible gracias a una serie de políticas agrarias descentralizadoras de formas cooperativas e individuales de la producción, a un sólido sistema de investigación, a la difusión de la agricultura urbana y la agricultura orgánica con un masivo desarrollo de insumos biológicos, apertura de mercados agropecuarios, y organizaciones fuertes que apoyan a los agricultores como la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (Anap), Asociación Cubana de Producción Animal (Acpa) y Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (Actaf), entre otras.

Hoy que Cuba posee el 2 % de la población latinoamericana, pero un 11 % de los científicos; la isla tiene más de 140 000 profesionales de alto nivel y técnicos de nivel medio en agricultura, una cantidad impresionante de centros-estaciones de investigación y universidades; además de las instituciones asociadas al Minag y Minaz (hoy Azcuba).

Al comienzo del Período Especial, el énfasis se centró fuertemente en una estrategia de sustitución de insumos químicos por biológicos, con el fin de reducir el uso de insumos o porque estos no estaban disponibles y para atenuar los costos de producción de los modelos convencionales. Dicho enfoque de bajos insumos estableció la base para el desarrollo y escalonamiento de estrategias agroecológicas de diversificación de fincas, integración animal, reciclaje, control biológico, entre otros, que miles de agricultores ya practican en la Isla.

El mundo, y en especial América Latina, aún observan con admiración y orgullo los niveles de producción y áreas dedicadas a la agricultura urbana y orgánica en Cuba, niveles nunca alcanzados en otros países, así como los avances de la investigación y extensión agroecológica. En particular esta admiración se dirige a los campesinos que con un alto nivel de conocimiento y organización social, y ocupando solo el 25 % de la tierra arable producen en forma

agroecológica una sustancial cantidad de viandas, granos, frutas, animales menores y otros. Aproximadamente 383 000 agricultores urbanos producen 1 460 000 toneladas de hortalizas en 50 mil hectáreas que suplen más del 80 % de las hortalizas consumidas en las grandes ciudades. Los niveles de productividad de esta agricultura urbana de base agroecológica promedian 10-20 kg/m²/año.

Este acervo de iniciativas y experiencias dentro de las comunidades agrícolas, constituyen faros exitosos que exhiben una infinidad de innovaciones tecnológicas, diseños de fincas diversificadas e integradas y formas de organización, que constituyen la base de una estrategia de soberanía alimentaria, energética y tecnológica, y lo que es aún mas importante, verdaderos modelos de agricultura resiliente al cambio climático.

Estos testimonios agroecológicos cubanos ya han sido plasmados antes en el libro publicado hace más de 10 años *Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. Este nuevo libro capta en 36 capítulos como se han multiplicado las experiencias y como se ha escalonado la propuesta agroecológica en Cuba. La madurez de los avances científicos y tecnológicos se pueden captar en los capítulos que se refieren a temas como el manejo agroecológico de suelos, plagas, biofertilizantes y bioplaguicidas, diversificación de agroecosistemas e integración animal, fitomejoramiento participativo, permacultura, agricultura urbana, entre otros.

Las narrativas de los campesinos sobre sus fincas no se centran solamente en lo tecnológico que de por si es admirable, sino que desde un prisma más holístico evidencian las dimensiones más humanas, familiares y hasta espirituales de lo que significa interactuar con la naturaleza para hacer agricultura.

Conozco personalmente a muchas de las personas que escribieron este libro, y he tenido el privilegio de visitar gran parte de las fincas y experiencias agroecológicas aquí descritas, que siempre han sido para mí y para muchas otras personas, espacios de inspiración y aprendizaje, espacios de esperanza. Con emoción, humildad y respeto me atrevo a declarar a Cuba, y la gente representada en este libro, *Patrimonio agroecológico de la humanidad*.

Miguel A. Altieri

Profesor de Agroecología
Universidad de California, Berkeley
Presidente Honorífico de Socla

LECCIONES DE LA AGROECOLOGÍA CUBANA

Para mí es un honor y privilegio poder presentar al lector este libro tan importante. Tan importante porque representa y resume, el estado del arte de la agroecología en Cuba, país líder en la materia. Aprender de la experiencia exitosa de la agroecología en esta Isla caribeña, es tarea urgente para cada agroecólogo y agroecóloga, y toda persona interesada en el futuro de la agricultura y la alimentación. Frente a las múltiples crisis del sistema capitalista en la actualidad, la crisis climática, la crisis alimentaria, la crisis económica y la crisis social, la agroecología como pilar fundamental en la construcción de la soberanía alimentaria, ofrece salidas importantes para la humanidad y la Madre Tierra.

Desde su revolución en 1959, Cuba ha ocupado un lugar central en el imaginario mundial. De ser un país dependiente – virtual colonia de los Estados Unidos y monocultivo de caña de azúcar – se convirtió en un líder mundial en salud, educación, equidad y resistencia al Imperio. Pero, después de un período breve, al inicio de la época revolucionaria, de búsqueda de la diversificación agrícola y la autosuficiencia alimentaria, las presiones internacionales de un bloqueo y las necesidades de sus aliados, terminaron cimentando su lugar en la división internacional del trabajo como importador de alimentos e insumos agropecuarios, y exportador de materias primas como el azúcar. Mientras los buenos términos de intercambio, ofrecidos por la comunidad de países socialistas, permitieron que los cubanos y cubanas se alimentaran bien por varias décadas bajo este modelo, el colapso de ese bloque socialista y el recrudecimiento del bloqueo, evidenciaron la debilidad estructural de un país dependiente de los alimentos e insumos importados.

El Período Especial, que marcó la década de los 90, fue una etapa de privación, pero también de innovación en agricultura sostenible y en la reorganización de la producción, para la obtención de alimentos de manera más autónoma. En este período se dieron los primeros pasos hacia la transformación de la producción agropecuaria, promovida por el Grupo Gestor de la Asociación Cubana de Agricultura Orgánica (Acao) y varios programas del Ministerio de la Agricultura (Minag), que generalizaron la producción y uso de medios biológicos y abonos orgánicos, la producción de hortalizas

en las ciudades (agricultura urbana), la tracción animal y los policultivos, entre otros (Rosset y Benjamín 1994).

En el 2000 el nuevo enfoque se fue consolidando como la “agroecología,” bajo el liderazgo de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (Anap) y del Programa Nacional de Agricultura Urbana, con gran apoyo de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (Actaf), la Asociación Cubana de Producción Animal (Acpa), la Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre, el Consejo de Iglesias de Cuba (Cic) y prácticamente de toda la red de centros científicos y universidades, pertenecientes a los ministerios de la Agricultura (Minag), Educación Superior (Mes) y Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), quienes han impulsado las políticas agrarias y ambientales que se han establecido en el país como parte de la transición hacia la sostenibilidad.

El presente libro ofrece una imprescindible información actualizada y detallada, de los avances de la agroecología en Cuba hasta el presente. Muchos de los autores ya habíamos celebrado los progresos experimentados en la Isla en los años 90 y en los inicios del 2000, pero con el beneficio de una década más, esta obra, junto a otros trabajos recientes (Funes-Monzote 2008, Machín *et al.* 2010; Rosset *et al.* 2011; La Vía Campesina 2013), nos demuestra que lo mejor aún estaba por venir. Los impresionantes avances posteriores del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino de la Anap (MACaC) y de la agricultura urbana, nos hacen cuestionar uno de los supuestos más fuertes de los primeros análisis, de hace ya casi veinte años, que decían que todo se hacía por necesidad.

Hoy, es claro que la necesidad experimentada en Cuba durante el Período Especial fue un factor importante, pero está lejos de poder explicar todo el fenómeno de una Isla que se ha convertido en un faro agroecológico de relevancia mundial. Observándose que los avances más importantes fueron quizás los que tuvieron lugar en la primera década del 2000, con la masificación del MACaC en el campo, precisamente durante la fase de recuperación económica y no en los peores momentos de la crisis. Esto habla de la importancia e impacto de haber introducido metodologías sociales que promovieron la innovación, dinamismo y protagonismo campesino, de la cada vez mayor organización tanto del MACaC como de la agricultura urbana y suburbana, y de la maduración de la agroecología en Cuba. Sobre esta última, el presente libro es muestra fehaciente.

Es notable que estos factores han sido lo suficientemente fuertes en sus impactos, como para permitir que la agroecología siguiera creciendo en Cuba a pesar de las crecientes contradicciones y “paradojas” de la agricultura cubana (Altieri y Funes-Monzote, 2013). Entre estas, están la extraña e innecesaria siembra de maíz transgénico en la Isla, la renovada importación de insumos químicos, y las crecientes contrataciones, con capital extranjero, de grandes áreas de agricultura industrial. Sin embargo, y a pesar de estos fenómenos contradictorios, la agroecología en Cuba sigue fortaleciéndose, y el presente libro es fundamental para poder apreciar este hecho tan importante.

Peter M. Rosset

El Colegio de la Frontera Sur

(Ecosur), Chiapas, México

Equipo Técnico de la Vía Campesina

Bibliografía

- Altieri, M. A. y F. R. Funes-Monzote. 2013. La paradoja de la agricultura cubana. En: Cuéllar, M., Á Calle, y D. Gallar. 2013. Procesos hacia la soberanía alimentaria. Perspectivas y prácticas desde la agroecología política. Barcelona: Ed. Icaria Antrazyt. 127-142.
- Funes-Monzote, F.R. 2008. Farming like we're here to stay: the mixed farming alternative for Cuba. Wageningen: Wageningen University, PhD. Tesis. <http://edepot.wur.nl/122038>
- La Vía Campesina. 2013. De Maputo a Yakarta: 5 Años de agroecología en La Vía Campesina. Yakarta: la Vía Campesina. <http://viacampesina.org/downloads/pdf/sp/De-Maputo-a-Yakarta-ES-web.pdf>
- Machín, B.; A. M. Roque; D. R. Ávila y P. M. Rosset. 2010. Revolución Agroecológica: El Movimiento de Campesino a Campesino de la Anap en Cuba. La Habana: Anap, La Vía Campesina y Oxfam. 80 pp <http://www.viacampesina.org/downloads/pdf/sp/2010-04-14-rev-agro.pdf>
- Rosset, P.M. y M. Benjamin. 1994. The Greening of the Revolution: Cuba's Experiment with Organic Agriculture. Australia: Ocean Press, 88 p.
- Rosset, P.M.; B. Machín,; A.M. Roque y D.R. Ávila. 2011. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of Anap in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. *Journal of Peasant Studies* 38:1:161-191.

LA AGROECOLOGÍA COMO UN SENDERO DE DESARROLLO RESILIENTE

Nuevamente, un corte actualizado sobre la teoría, práctica y el movimiento agroecológico, es oportunamente documentado en *Avances de la Agroecología en Cuba*, por Fernando Funes Aguilar y Luis L. Vázquez Moreno. Como en *Sustainable Agriculture and Resistance, transforming food production in Cuba*, su embrión predecesor, que hace más de una década introdujo en el mundo el asombroso desarrollo de Cuba en la agroecología, éste nuevo libro nos trae la profundidad y envergadura de la inventiva, investigación, solidaridad y el trabajo fuerte que continúa caracterizando la agroecología en Cuba.

Forjada en el crisol de un cambio climático y un aplastante bloqueo, la agroecología cubana – la más saludable, educada, de mayor seguridad alimentaria y de tenencia de la tierra por pequeños poseedores en América Latina –, es liderada por sus agricultores campesinos que no son impulsados solamente por el imperativo de solucionar de manera sostenible el reto de la seguridad alimentaria, sino por su amor por la agricultura, la naturaleza y la comunidad. La alianza poderosa de agricultores, técnicos, científicos y ciudadanos, brilla a través de sus 36 capítulos, que proveen una inagotable fuente de evidencia para la agroecología, no como una alternativa marginal, sino como pilar normativo para la producción sostenible y equitativa de alimentos, no sólo en Cuba, sino en todo el mundo.

Hay mucho que aprender de la experiencia agroecológica cubana, considerando la importancia de un campesinado fuerte, investigación descentralizada y voluntad política para el desarrollo agroecológico. Como las relaciones entre Estados Unidos y Cuba, hoy pasan por cambios trascendentales, la necesidad de reconocer la agroecología cubana es más importante que nunca. Este libro le brindará a los lectores una inestimable oportunidad para revisar y reflexionar sobre la agroecología como un sendero de desarrollo resiliente, en un volátil e inestable sistema alimentario global.

Eric Holt-Giménez
Director Ejecutivo - Food First
California, Estados Unidos

sección: **A**

GENERALIDADES DE LA AGROECOLOGÍA EN CUBA Y RECURSOS NATURALES

Actualidad de la agroecología en Cuba

Fernando Funes

Economía de la transición agroecológica

Armando Nova

Agrobiodiversidad y sistemas agroecológicos

Lianne Fernández y Zoila Fundora

Calidad y conservación del suelo

Rosa del C. Orellana y José M. Febles

Manejo ecológico del suelo

Yulaidis Aguilar, Nicasio Castellanos y Mario Riverol,





CAPÍTULO 1

ACTUALIDAD DE LA AGROECOLOGÍA EN CUBA

Fernando Funes Aguilar

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPFIH), Matanzas

En Cuba, después de treinta años de Revolución Verde, desde los años 90 se viene trabajando en la transición hacia una agricultura orgánica y agroecológica. Desde inicios de esta etapa, conocida como Período Especial, el país se vio de pronto ante condiciones muy difíciles, como consecuencia del colapso del campo socialista europeo y la desintegración de la Unión Soviética (más del 85 % de su mercado externo), acentuadas por el bloqueo económico del gobierno de los Estados Unidos por más de cincuenta años.

Dicho cambio se describió en *Transformando el Campo Cubano* (Funes *et al.* 2001) y en su edición en inglés *Cuban Agriculture and Resistance* (Funes *et al.* 2002), informando los primeros resultados en la aplicación de la agricultura orgánica y la agroecología para enfrentar la crisis en el sector agropecuario, cuyas obras se han conocido en diversos lugares del planeta.

No obstante, reinaba escepticismo entre directivos y agricultores sobre la posibilidad de la agricultura sostenible y de bajos insumos para dar solución a la alimentación de la población cubana.

Ha pasado más de una década y el movimiento agroecológico ha ido ganando su espacio, se dominan cada vez más las prácticas y métodos, con positivos resultados productivos y económicos. La innovación horizontal con destaque para la participativa entre productores, y el apoyo de especialistas, investigadores y docentes ha permitido que hoy, en lo que solo confiábamos un puñado de “soñadores”, se ha extendido a cientos de miles de productores agropecuarios.

Fue necesario documentar, mostrar resultados y desarrollar un sistema diversificado de capacitación, tanto en teoría como en la práctica, involucrar la enseñanza desde círculos infantiles, escuelas primarias y secundarias, media superior, hasta la universitaria y posgraduada.

Ha sido fundamental la innovación y su transmisión entre productores, sobresaliendo el Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACaC) de la Asociación Nacional de Agricultores

Pequeños (Anap), el Programa Nacional de Agricultura Urbana (PNAU) del Ministerio de la Agricultura (Minag), y otros que se han ido desarrollando en los últimos años.

Este capítulo presenta intencionadamente, algunos de los principales resultados conseguidos en la agroecología cubana en los últimos 15 años, resumidos de los demás capítulos, citando a cada uno de los autores, analizando los logros, su aplicación práctica y aspectos pendientes por conseguir.

Se ha considerado que de esta manera se puede facilitar a los lectores a conocer de manera general todo el contenido de esta extensa obra y a su vez, a seleccionar y poder profundizar en aquellos capítulos y aspectos de su mayor interés.

Entorno geográfico y socioeconómico

El archipiélago cubano, lo forman las Islas de Cuba y de la Juventud y 4 200 cayos e islotes, se ubica a la entrada del Golfo de México y al norte cerca del Trópico de Cáncer. La Isla es alargada (1 200 km) y estrecha (32 a 145 km de ancho), se divide en 15 provincias y el Municipio Especial Isla de la Juventud, su superficie total es de 110 922 km², la mayor de las Antillas. La población es 11,1 millones de habitantes, el 24 % vive en áreas rurales y el 76 % en urbanas. Su densidad poblacional es poco más de 100 habitantes/km², con 66 % blancos; 21,9 % mestizos, 12 % negros y 0,1 % asiáticos.

La capital, La Habana, tiene algo más de dos millones de habitantes y el idioma oficial es el español. El clima es tropical de sabana (Aw), con abundantes lluvias de mayo a octubre (80 % de un promedio anual de 1 300 mm) y escasas en seca (noviembre a abril). La temperatura media es 25 °C, fluctuando en el año de 23-27 °C y la humedad relativa media 80 %. En tabla 1 se ofrecen algunos datos de interés general sobre Cuba.

Los agrupamientos de suelos predominantes son: Ferrítico, Ferralítico, Fersialítico, Pardo sialítico, Vertisol e Hidromórfico (Instituto de Suelos 1999) y los principales productos agrícolas: caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), cítricos (*Citrus spp.*), cafeto (*Coffea arabica*), arroz (*Oryza sativa*), papa (*Solanum tuberosum*), boniato (*Ipomoea batatas*), yuca (*Manihot esculenta*), hortalizas y otros cultivos. Entre las especies animales: bovinos, aves, porcinos, caprinos, ovinos, cunícolas, entre otras.

Tabla 1. Algunos indicadores demográficos, sociales y otros

Tasa de alfabetización: > 98 %	Promedio de enseñanza: 9 ^{no} grado
Graduados universitarios: > 1,1 MM	Red de carreteras 46 000 km
Habitantes por médico: 130	Árbol nacional: Palma real (<i>Roystonea regia</i>)
Esperanza de vida: 78,5 años (80,5 mujeres y 76,5 hombres)	Flor nacional: Mariposa blanca (<i>Hedichium coronarium</i>)
Mortalidad infantil: 4,2 / 1 000 nacidos vivos	Ave nacional: Toco-ro-ro (<i>Priotelus temnurus</i>)
Enseñanza media o superior: casi 7,9 MM	Deporte nacional: beisbol
Religión predominante: católica	Ritmo musical: son cubano

Generalidades de la agricultura en Cuba

El sector agropecuario esta integrado por cinco tipos de entidades productivas: Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), propietarios privados y áreas estatales, que se corresponden con diferentes formas de propiedad. Las de mayor eficiencia son las CCS y fincas privadas, que en los últimos años han producido 57 % del total de alimentos agropecuarios del país, con solo 24,4 % de la tierra cultivable, en tanto registran solo el 3,7 y 1,7 % respectivamente de la tierra ociosa (Nova 2016).

Reordenamiento de formas de propiedad. En la última década ha ocurrido una reactivación del sector agropecuario, entre 2002 y 2007 se incrementaron las áreas ociosas estatales en 300 000 ha, debido esencialmente al redimensionamiento de la agroindustria cañera.

Desde el 2007 se han operado cambios como: incremento en los precios de compra del Estado al agricultor en la leche, carne bovina y productos agrícolas; la entrega de tierras ociosas, toma de decisiones locales y simplificación de estructuras y funciones ministeriales en la producción primaria y procesamiento de alimentos (Nova 2016).

Se han operado cambios y aproximaciones en el reordenamiento agropecuario del país y diversificado las formas de propiedad existentes, cooperativizadas gran cantidad de las empresas anteriormente estatales, disminuyendo el tamaño de las unidades y convirtiendo muchas de ellas en fincas, donde los trabajadores reciben sus ingresos según su gestión y eficiencia productiva.

La entrega de tierras ociosas en usufructo a personas naturales y jurídicas, ha sido la medida más importante, pues conduce a un nuevo escenario productivo en la tenencia de la tierra. Los productores no estatales, particularmente las CCS y privados, que han pasado de 18,5 a 35,8 % de tenencia de tierra, son los más cercanos a las prácticas agroecológicas y de realizarse las medidas planteadas en el ciclo de producción-distribución-cambio-consumo, es de esperar incrementos importantes en la producción de alimentos en el país (Nova 2015).

Se han otorgado gran cantidad de éstas tierras a los interesados en hacerlas producir, mediante el Decreto Ley 259/2008, que fijó inicialmente la tenencia de tierra para personas jurídicas y naturales hasta 40 ha, derogado por el Decreto Ley 300/2012, que extiende el área hasta 67,1 ha, prorrogables cada 10 años y abre posibilidades en la construcción de bienhechurías (viviendas e instalaciones), derecho de herencia y otros aspectos. Se han entregado más de un millón 530 000 ha, beneficiando a 175 000 usufructuarios (Delgado 2013), quedando aún 975 000 ha disponibles.

Recursos naturales

Agrobiodiversidad. La flora cubana es de las más ricas del mundo en biodiversidad, constituye un importante centro de domesticación de especies, y sus ecosistemas agrícolas se han diversificado en los últimos años, buscando una sostenibilidad agropecuaria. Los bosques, que en 1959 cubrían solo el 14 %, se han ido recuperando, en el 2013 alcanzaban el 28,9 % y en el 2015 ya han llegado al 29 %.

En el país están organizadas colecciones en bancos de germoplasma, de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Existen 14 centros de conservación, que atesoran 17 773 muestras o accesiones de 844 especies, sin considerar los recursos forestales.

Un elemento clave para un uso amplio de la diversidad de interés para la agricultura y el manejo agroecológico de los cultivos, es desarrollar una conciencia ambiental en diferentes estratos de la población, utilizando todas las vías disponibles (Fernández y Fundora 2016), consideramos la biodiversidad como el primer y más importante paso para lograr los sistemas agroecológicos.

Suelos. Uno de los retos es detener los procesos que degradan los suelos, ocasionados entre otras causas por erosión, salinización, acidez y compactación, que permita establecer un sistema agrícola

sostenible y capaz de solventar la creciente demanda alimentaria de la población.

En el 2000, teniendo en cuenta la degradación de los suelos y su relación con la baja productividad de los cultivos, se creó el Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS) por el Minag; Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) y otros organismos (Orellana y Febles 2016, Aguilar *et al.* 2016).

Se realizan medidas integrales para frenar la degradación y recuperar los suelos, su éxito dependerá de las estrategias agroecológicas para manejarlos, la diversificación productiva y el aprovechamiento de los recursos disponibles. Del 2001 al 2010 se beneficiaron más de 600 000 ha, destacándose el trabajo realizado en las cuencas priorizadas del país.

En resumen, el enfoque agroecológico permite un uso más eficiente de los recursos naturales y obtener mayor eficiencia energética y productiva, cultivando la biodiversidad (base del desarrollo sostenible), favoreciendo el ambiente, la economía familiar y la autosuficiencia alimentaria.

Tecnologías agroecológicas

Abonos orgánicos. Esta etapa ha sido activa en el reciclaje de los subproductos orgánicos y la utilización generalizada de los abonos orgánicos para satisfacer las necesidades de la producción, especialmente a partir de la creación del Programa Nacional Emergente de Abonos Orgánicos en el 2001, en que se ha popularizado la tecnología y su aplicación en las unidades productivas en la mayoría de los cultivos.

En el mejoramiento de suelos y nutrición orgánica, son extensas las áreas beneficiadas con arroyo, abonos verdes, estiércoles, compost, lombricultura, residuales sólidos y líquidos, entre otros. En los últimos años se han empleado anualmente alrededor de cuatro millones de toneladas de fertilizantes orgánicos, obtenidos en su mayoría en 168 centros municipales y en consejos populares, así como en patios y sistemas de producción (Martínez y García 2016).

No obstante, aún se dista de aprovechar al máximo el potencial que brindan los abonos verdes, que permiten mejorar la fertilidad de los suelos en áreas mayores, entre otros servicios ecológicos a partir del cultivo de la mucuna o frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), dolichos (*Lablab purpureus*), crotalarias (*Crotalaria* sp.) y otras, que se utilizan

en poca escala, aunque en el tabaco se han logrado avances significativos en la rotación con estas plantas.

Riego. Antes de 1959 el agua embalsada en todo el país alcanzaba solo 47 millones de m³ y actualmente asciende a nueve mil millones de m³; sin embargo, la agricultura cubana ha sido en éstas últimas décadas altamente gastadora o mejor, “malgastadora” de agua, a causa del empleo de equipamiento de alto consumo energético y la ineficiencia de los sistemas instalados.

Es por ello importante, aplicar diseños y manejos agroecológicos y una utilización regionalizada de especies capaces de crecer en suelos, condiciones y épocas del año de baja humedad, unido a sistemas más eficientes de irrigación como goteo, microaspersión y otros que favorecen su uso óptimo.

Se han obtenido resultados positivos con el uso de programadores de riego, bombas de golpe de ariete y tratamiento magnético del agua para el riego de los cultivos (Cun y Duarte 2016).

La aplicación, a través del riego, de productos biológicos que contienen microorganismos a base de hongos micorrizogenos arbusculares del género *Glomus*, sobre plantas sometidas a estrés hídrico, los biofertilizantes líquidos CBFERT y EcoMic[®], elaborados a partir de las microalgas y sus derivados, respectivamente, han permitido un aumento en el rendimiento (Inca 2007) con sustitución parcial o total de productos químicos y reducción del costo de producción.

Inoculantes microbianos y estimulantes. Son bioproductos que aplicados a los cultivos estimulan y aceleran el crecimiento vegetal, potencian la toma más eficiente de nutrientes, protegen contra el estrés hídrico y ataque de patógenos, a la vez que incrementan los rendimientos agrícolas entre 10 y 25 %. Cuatro de estos productos son los de mayor interés para el país: los estimulantes Fitomas-E[®], TOMATICID[®] y BIOBRAS-16[®] y el bioestimulante BIOENRAIZ[®], pero excepto el primero, sus producciones aún son insuficientes.

Actualmente se potencian con financiamiento gubernamental, dado el positivo impacto que ha tenido su uso (Gómez y Martínez-Viera 2016), biofertilizantes, como *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, que se produjeron y aplicaron masivamente en los años 90, y que a pesar de su importancia en la fijación de nitrógeno para diversos cultivos, tuvieron un marcado descenso, aunque actualmente se están recuperando junto al *Azotobacter*, *Azospirillum* y otros.

También deben mencionarse positivos resultados obtenidos con micorrizas vesículo arbusculares (MVA) y organismos solubilizadores del fósforo (fosforina).

Biodigestores y microorganismos nativos. El tratamiento de residuales de sistemas productivos a partir de biodigestores y la generación de gas de excelentes cualidades combustibles así como la producción de bioabono a partir de los efluentes, es una experiencia sustentada en la instalación de más de 2 000 biodigestores de diferentes dimensiones y tipos, la mayoría en el sector cooperativo y campesino; el Minag planea instalar unas 40 plantas mayores en granjas porcinas.

El gas se emplea para la cocción de alimentos, iluminación, refrigeración y generación de electricidad (Blanco *et al.* 2016).

Los microorganismos nativos (MN), parten de la tecnología de los EM® (Effective Microorganisms), del Dr. Higa, en Japón. Estos agentes benéficos mejoran la condición y utilización de la materia orgánica de los suelos y suprimen otros patógenos.

La Estación Experimental Indio Hatuey, comenzó su empleo con campesinos en la provincia de Matanzas, y se han extendido por el país, sus principales usos son: tratamiento de enfermedades digestivas en animales, probiótico, control de olores en instalaciones, mejoran el rendimiento y sanidad en los cultivos, y se emplean como biofertilizante, entre otros.

Con animales, se han logrado ganancias de peso y salud en cerdos y conejos y control de garrapatas en vacunos. Combinados con compost, humus de lombriz, y otros biofertilizantes o bioestimulantes, aportan resultados sensacionales en la producción y sanidad del cultivo (Blanco *et al.* 2016).

Control biológico. Se cuenta con una red nacional de 208 Centros de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (Cree) y cuatro Plantas de Bioplaguicidas, con una producción descentralizada de agentes de control biológico, que dan soluciones ecológicas al ataque de plagas. Estas prácticas, de gran interés como sustitución de insumos y mediante su integración al manejo de plagas, son ejemplo mundial por su desarrollo masivo a bajo costo.

Dicha tecnología es estratégica para Cuba, pues a pesar de las limitaciones económicas para producir éstos agentes (instalaciones, equipamientos, insumos), se han aplicado entre 2 000 y 2 500 toneladas, favoreciendo a más de un millón doscientas mil hectáreas anualmente (Vázquez y Pérez 2016), lo que ha reducido en 75 % los productos químicos antes aplicados.

Esta situación ha ido cambiando en la medida en que la agricultura cubana se ha ido diversificando y los agricultores han comenzado a adoptar masivamente el manejo agroecológico, integrando distintas prácticas para reducir la incidencia de plagas.

Fitomejoramiento Participativo (FP) y Programa de Innovación Agropecuaria Local (Pial). La interacción horizontal de agricultores con investigadores y técnicos asociados en la innovación, es una alternativa para generar mayores beneficios. Las experiencias sobre el FP y su continuación en el Pial, auspiciadas por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca), son ejemplo en apoyar un sistema de innovación con productores protagonistas.

Fomentar la agrobiodiversidad y la participación de los agricultores, han sido factores relevantes en lograr nuevas formas de investigación, producción y docencia que facilitan la interacción entre ellos y los consumidores. Un grupo de campesinos y campesinas iniciaron este movimiento nacional de innovación local en el municipio La Palma, Pinar del Río, que se ha extendido por el país (Ríos-Labrada 2016).

El impacto del FP demostró que el mejoramiento de plantas no era solo patrimonio de científicos, ni instituciones especializadas, sino que las capacidades locales de innovación, participación de productores en la toma de decisiones, y la descentralización en el manejo de semillas, no era una amenaza, ni política, ni ambiental, sino por el contrario constituía una fortaleza a compartir en el entorno local.

El aumento de la agrobiodiversidad influyó significativamente en la producción de alimentos, disminución de costos, control de plagas y por ende mayores ingresos y hoy, a diez años de la primera experiencia del Pial, existe una mayor participación femenina en las decisiones de la política agropecuaria local y nacional (Ortiz *et al.* 2011).

Mecanización agropecuaria. La mecanización agrícola se ha ido rescatando y desarrollando hacia tecnologías que contribuyen a la protección de recursos naturales, humanos y materiales donde las labores agrícolas se realizan en gran medida con trabajo, implementos y herramientas manuales.

A ellos se agregan herramientas de taller, mecánica y carpintería. La tracción animal, con prevalencia de las yuntas de bueyes, es ampliamente utilizada en el tiro, carga, preparación de tierras y otras labores de siembra, cultivo y agrotecnia en fincas (Ríos 2016).

En la agricultura a pequeña escala, se utilizan también una serie de equipos de acción manual o tracción animal, que por su complejidad no pueden llamarse implementos, sino máquinas. Entre ellas se encuentran diversos tipos de sembradoras, fertilizadoras, asperjadoras, moledoras, desgranadoras, bombas de agua y otras. Para riego se utilizan bombas para extraer agua, molinos de viento y otros.

Se desarrollan instalaciones de biogás por todo el país, como vía idónea, barata y útil para utilizar los estiércoles residuales, descontaminar el ambiente, generar gas para energía y combustible familiar y emplear el subproducto (“lodo”) como fertilizante para cultivos.

Se construyen diferentes tipos, fundamentalmente en el sector ganadero vacuno y porcino. Asimismo, se han desarrollado innovaciones por los agricultores de la Anap sobre implementos para tracción animal, que propician ahorro de combustible y favorecen conservar los suelos (Ríos 2016).

Otra rama importante de la mecanización agrícola son las micro o minindustrias agropecuarias, a escala artesanal o semiindustrial, que producen conservas, encurtidos, derivados cárnicos, dulces, granos molidos, piensos, artículos de uso personal, y muchos otros productos que contribuyen a aprovechar mejor las producciones agropecuarias, darles valor agregado y diversificar ofertas a la población para su empleo en época de escasez.

Policultivos y rotación. El uso de los policultivos, para la diversificación y aprovechamiento del suelo, ha sido retomado ampliamente en Cuba como opción viable y efectiva (figura 1); sin embargo la



Figura 1. Policultivo.

rotación de cultivos ha continuado siendo una alternativa agroecológica rezagada a pesar de su importancia (Leyva *et al.* 2016).

La incertidumbre en disponibilidad de recursos y equipos, semillas de variedades idóneas para las siembras, y otros para labores agrotécnicas, han sido factores limitantes para su empleo más amplio, a pesar del respaldo de tecnologías que pueden apoyar su mayor empleo, como son la producción de abonos orgánicos, controles biológicos y otros.

Sistemas agroecológicos de cultivos

Agricultura urbana. Este movimiento, uno de los principales en nuestra agricultura, ha avanzado de manera impetuosa desde su fundación. A inicios de los 90, ante las dificultades económicas de aquel momento e imposibilidad de hacer retornar personas al sector rural, comenzó y contó con gran apoyo gubernamental, el PNAU.

Del 56 % de la población en el campo antes del triunfo de la Revolución Cubana y debido a las ventajas brindadas por éste proceso social, la cifra había descendido a menos del 20 % a fines de los años 80.

Hoy, miles de familias producen alimentos con métodos orgánicos, ayuda importante a la canasta familiar, bajo modalidades como: organopónicos, huertos intensivos, parcelas, patios, fincas suburbanas, autoabastecimiento de organismos, cultivos domésticos y otros. Se desarrolla en las ciudades y su periferia, ampliándose al sector suburbano desde 1994, produciendo hortalizas, frutales, y otros renglones, incluida la crianza de animales (Companioni *et al.* 2016).

El programa, dirigido por el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (Inifat), cuenta con la colaboración de los centros de investigación, docencia y producción agropecuaria del país y ha tenido un crecimiento sostenido y espectacular, que en total se calcula ha alcanzado una producción anual de unos cuatro millones de toneladas, aunque la cifra que se mide desde el 2008 es solo la producción comercializable, pues las pequeñas producciones familiares son difíciles de cuantificar.

De 4,2 miles de toneladas totales producidas en 1994, se ha avanzado de manera sostenida hasta la cifra de 1 352 000 t en 2010 sólo en organopónicos, huertos intensivos y cultivos semiprotegidos,

sin incluir otras producciones como microhuertos, parcelas, patios y otros cuyas producciones tributan a las familias, centros de trabajo y población cercana.

Este movimiento ha generado más de 300 000 nuevos empleos, de ellos un 22 % de mujeres, 27 % de jóvenes menores de 35 años y 11 % de jubilados (Companioni *et al.* 2016).

Permacultura. Se trata de una forma de crear asentamientos para sostener y enriquecer la vida, cambiando el modelo de desarrollo, estilos de vida y el desenfreno consumista que está motivando la degradación del planeta. Sus principios éticos se resumen en: cuidar el planeta, las personas y repartir los excedentes (Cruz 2016).

La Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre (FANJNH), tiene como misión: continuar el legado de su fundador, trabajando por una cultura de la naturaleza con el propósito de armonizar la sociedad y su entorno y tiene como eje a la Permacultura dentro de su Programa de Desarrollo Local Sostenible, estrechamente vinculado al PNAU y Suburbana. En la actualidad, hay más de 1 000 personas, organizadas en 25 grupos en asentamientos urbanos y rurales en siete provincias, donde se ubican 135 sistemas y 18 zonas demostrativas de Permacultura (Cruz 2016).

Arroz con bajos insumos. En la década de los 90 del pasado siglo, el “arroz popular” (no especializado o de bajos insumos) cobró auge entre agricultores individuales y organizaciones cooperativas y estatales, con fines de autoabastecimiento de los productores y como alternativa a la producción especializada, de grandes empresas estatales y UBPC (Socorro y Sánchez 2016).

La producción no especializada, en pequeña y mediana escala, con técnicas locales y reducidos insumos, productos químicos y máquinas, ha mantenido un incremento sostenido. Su peso fundamental (más del 50 % del área total) se basa en las CCS y productores individuales o “parceleros”. La evolución en área en los últimos 10 años ha fluctuado entre 100 y 120 mil ha, y en producción de 150 a 200 mil toneladas de arroz consumo.

En esta forma de producción se emplean numerosas prácticas agroecológicas y se extiende a las 15 provincias y 152 municipios (de los 169), con 47 % del total en la región occidental, 36 % en la central y el 17 % en la oriental (Socorro y Sánchez 2016).

Existen experiencias en áreas urbanas, peri-urbanas, premontañas y otras, con prácticas agroecológicas como la siembra por transplante, uso de la tracción animal, abonos orgánicos y verdes,

biofertilizantes, cultivo del retoño, manejo de plagas, nuevas variedades, cultivos de rotación, a veces con apoyo internacional (Socorro y Sánchez 2016).

Viandas tropicales. En viandas (frutos, raíces, tubérculos y rizomas ricos en carbohidratos), en el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (Inivit) de Villa Clara se desarrolla un activo trabajo en obtener nuevos clones adaptados a bajos insumos, transición a su manejo agroecológico, capacitación y difusión por todo el país.

El centro dispone de amplias colecciones (unos 1 800 clones) de especies de gran empleo en el consumo de la población como plátanos y bananos (*Musa* spp.), yuca (*M. esculenta*), malanga o guagüí (*Xanthosoma* spp.), calabaza (*Cucurbita moschata*), malanga isleña (*Colocasia esculenta*), boniato (*I. batatas*), ñame (*Dioscorea* spp.) y otras, que han contribuido significativamente a la obtención de nuevos clones en los diferentes programas nacionales de mejoramiento (Rodríguez *et al.* 2016).

Otros institutos y universidades del país también contribuyen en las investigaciones y capacitación sobre viandas tropicales, para su desarrollo en la agricultura. Se han logrado notables avances en el orden agroecológico, principalmente en aspectos fitosanitarios como enfermedades, nematodos y otros mediante clones resistentes y tolerantes, así como en la regionalización de estos, y expresión de mejor comportamiento y menores gastos, entre otras ventajas.

Fruticultura. Se busca popularizar y difundir los frutales, incrementar su producción y abastecimiento a la población, uso correcto de áreas en organismos, patios y rescatar la diversidad de frutos tradicionales, coadyuvar a la eficiencia económica de las entidades del sector agropecuario y fomentar la agroindustria familiar.

El desarrollo frutícola intenta utilizar productos ecológicamente adecuados, procedimientos para recuperar energía y obtener fuentes renovables mediante el reciclado de desechos orgánicos así como mejorar la disponibilidad de vegetales sanos, en especial de especies autóctonas, tecnologías para la rehabilitación y conservación de suelos, manejo agroecológico de plagas y agentes de control biológico, promover la utilización de biofertilizantes y biotecnologías adecuadas para la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos biológicos (Cueto y Otero 2016).

Actualmente se desarrollan las fincas integrales de frutales, consideradas eficientes y dinámicas por la utilización de recursos y asimilación por los productores de prácticas agroecológicas. Son de diferentes dimensiones (desde pequeñas hasta 200 ha), donde la asociación con otros cultivos es premisa básica. Se establecen en cualquier forma de tenencia de tierra, y el programa muestra un notable avance en todo el país, pues de 2009 a 2013 ha logrado avanzar de 723 fincas en 6 595 ha a 2 300 fincas en 25 000 ha (Cueto y Otero 2016).

En 1996 se comenzó la reconversión de áreas de cítricos convencionales, en un proyecto de producción y comercialización de cítricos orgánicos, fundamentalmente de jugos, que cumplan requisitos de certificación y parámetros de calidad para su comercialización en el mercado europeo, en particular el suizo (Cueto y Kilcher 2005). Otras se producen en áreas especializadas de empresas citrícolas, bajo esquemas convencionales y el empleo de productos químicos, pero en su manejo existe gran número de prácticas agroecológicas.

Plantas medicinales. Se ha avanzado de manera sostenida desde 1987, en la investigación e introducción de plantas medicinales en la atención primaria de salud, proceso acelerado a partir de 1990. Más tarde se firmó la resolución 261/2009 del Ministerio de Salud Pública (Minsap) en que se aprueba la introducción de la fitoterapia en la docencia médica, asistencia e investigación científica en los servicios de salud cubanos. El apoyo institucional al uso de plantas medicinales ha permitido el empleo de una amplia gama de remedios de origen natural (Acosta y Tillán 2016).

Paralelamente, se han respaldado investigaciones sobre el cultivo de plantas medicinales, elaborando pautas para establecer tecnologías con enfoque agroecológico de numerosas especies, desde la siembra hasta la cosecha y aspectos de poscosecha, que garanticen la obtención de material vegetal de forma sostenible y con la calidad terapéutica que se exige para la elaborar fitofármacos eficientes y seguros para el consumo humano.

Existen unas 30 plantas medicinales y algunos de los fitofármacos elaborados que se encuentran incluidas en el Cuadro Básico de Productos Naturales, establecido en el 2008 por el Centro Nacional de Medicina Natural y Tradicional (CNMNT) (Acosta y Tillán 2016).

El país dispone de 125 fincas para el cultivo de plantas medicinales, distribuidas por todas las provincias, para apoyar las produc-

ciones de la llamada medicina verde. Las producciones de plantas medicinales obtenidas nacionalmente, en dichas fincas y otros espacios, han alcanzado entre 370 y 400 t/año en los últimos años.

Otros programas. Se han iniciado programas de producción de cafeto, azúcar, cacao, miel de abejas y otros productos orgánicos certificados, que muestran potencial atractivo para los próximos años.

Sistemas pecuarios e integrales animales / cultivos

La recuperación en producción animal es más lenta, pero se ha avanzado en razas y cruces más rústicos en todas las especies, cría en campo de aves y cerdos, dietas con recursos locales, leguminosas asociadas, bancos proteicos y sistemas silvopastoriles (SSP) en vacunos, diversificación e integración con otras producciones en la finca. El esfuerzo actual se dirige también a otras especies como ovinos, caprinos, búfalos, ocas, peces de agua dulce y otros.

Manejo y alimentación sostenibles en ganadería vacuna. A inicios de los años 80 se reiniciaron investigaciones de pastos sin riego y con bajos niveles de fertilizantes, tomaron auge los estudios con leguminosas herbáceas (Monzote 1982) y se iniciaron trabajos en producción de leche y ceba en pastoreo con leucaena (*Leucaena leucocephala*) en bancos de proteína (Hernández *et al.* 1986).

Las leguminosas tropicales asociadas con gramíneas, en bancos de proteína o en SSP, las cercas vivas y bancos de forraje, tuvieron mucho auge y se desarrollaron investigaciones en todo el país, en ellas se aplicó una proyección integradora con estudios de biota edáfica, sanidad vegetal y salud animal, sobre bases agroecológicas. Se extendieron a más de 20 mil hectáreas, con mayor adopción en La Habana, Matanzas y Holguín (Simón 2005, Iglesias 2003).

En sistemas lecheros, con altas densidades de árboles (20 mil/ha) y mayor diversidad de leguminosas y gramíneas en el estrato herbáceo y una alta carga por área (2,8 vacas/ha), se alcanzaron hasta 6 426 L/ha/lactancia.

La estimación de la captura de carbono en este sistema, al compararlo con el expuesto para la ceba con menor densidad de árboles y un área de gramíneas, fue significativamente superior, así como la riqueza en las familias y número de individuos de la macrofauna (Milera y García-López 2016).

Cada día cobra mayor importancia en la alimentación animal, el uso de subproductos y productos de origen nacional que contri-

buyan favorablemente a convertir el sector agropecuario en competitivo y amigable con el ambiente. Se han empleado con resultados positivos diversos subproductos de la caña de azúcar, cítricos y arroz. Se han investigado y empleado raíces y tubérculos en la alimentación animal, con preferencia en el uso de la yuca, que en la ceba de toros alcanzó ganancias superiores a 850 g/animal/día.

Avicultura. Con el objetivo de producir huevos con bajos insumos concentrados, en los años 1989-90, se obtuvo la gallina semi-rústica a partir de cruces de gallinas criollas procedentes de patios de campesinos con aves de la raza Rhode Island Red, con adaptabilidad al medio y bajo condiciones sostenibles, apoyado por capacitación y divulgación, en especial para criadores primarios.

Esta gallina mantiene la rusticidad de las gallinas criollas, se reproduce por incubación natural, tiene baja mortalidad, produce sin concentrados convencionales, se comporta bien ante condiciones ambientales adversas y logra altas producciones de huevos de alta fertilidad.

En patios familiares con alimentación alternativa puede producir de 10-12 huevos mensuales (Pampín *et al.* 2016). Las gallinas camperas ponen abundantes huevos de buen tamaño (media de 57 g), calidad de cáscara y atractivo color pardo. Alcanzan el pico de puesta a 33 semanas de edad con 73 % o más de productividad.

Cada gallina produce de 139-152 huevos hasta 60 semanas de edad. Los pollitos obtenidos, criados hasta ocho-nueve semanas con alimentación alternativa, logran peso vivo de 1,6-1,8 kg/animal, con mejor sabor de la carne que los de engorde en granjas (Pampín *et al.* 2016).

Apicultura. La apicultura es la actividad agrícola más extensa del país, las abejas realizan su trabajo sobre todo el archipiélago cubano, incluyendo costas y cayos. Si son trasladadas o trashumadas oportunamente a las floraciones, son capaces de aprovechar el potencial melífero de todas las especies con flores.

Las melíferas cubanas a diferencia de otros países, son especies silvestres, las más importantes son tres bejucos trepadores de la vegetación secundaria: bejuco indio o leñatero (*Gouannia polygama*), campanilla morada (*Ipomoea triloba*) y campanilla blanca (*Turbina corimbosa*), que forman una sucesión de floraciones y aportan históricamente entre el 40 y el 45 % de la cosecha anual de miel y son complementadas con otras melíferas (Pérez-Piñeiro 2016).

El proyecto de Desarrollo de la Miel, se propone alcanzar en 2015 las 200 000 colmenas (parque con que se alcanzaron los records productivos de los años 80), cuando se produjeron 10 000 t de miel. La apicultura ha estado limitada actualmente por la aparición del ácaro de los apiarios *Varroa destructor* en 1996, que provocó cambios significativos en el trabajo apícola, repercutió negativamente en el parque de colmenas y provocó una pérdida entre las 50 y 60 mil familias. Actualmente se han realizado investigaciones en el manejo de las colmenas, logrando reducirse estos efectos (Pérez-Piñeiro 2016).

Se han obtenido resultados exitosos mediante la utilización de sistemas agroecológicos, diversificados e integrados empleando cultivos, animales y árboles, con enfoque holístico, aprovechando las sinergias entre dichos subsistemas. Entre éstos se encuentran los sistemas silvopastoriles y agroforestales, fincas forestales integrales, sistemas integrados ganadería / agricultura / forestal con bases agroecológicas y el Programa agroecológico de Campesino a Campesino de la Anap, el más exitoso en la aplicación masiva del paradigma agroecológico.

Sistemas Silvopastoriles (SSP). Han sido desarrollados en la práctica desde la década del 80, para mejorar la productividad de los pastos naturales y mejorados, a través de la introducción de valiosas especies herbáceas y leguminosas arbóreas (figura 2). Esas investigaciones generaron elementos esenciales en el manejo de pastos, cargas óptimas para bajos insumos y métodos de pastoreo adecuados para la sostenibilidad de los pastizales (Milera y García-López 2016).



Figura 2. Sistema silvopastoril.

De esta forma surgió el banco de proteína (BP), en el que se utiliza un manejo diferenciado en las leguminosas para su persistencia, así como asociaciones múltiples de especies herbáceas y volubles con pastos naturales, mejoradas cuando se incorporaron al sistema árboles, arbustos y gramíneas cultivadas, que generaron elevadas ganancias de peso vivo/día/ha (Reinoso 2006).

Se ha demostrado que los SSP tienen un potencial de producción de alrededor de 7-8 kg de leche/vaca/día, sin utilizar suplementos energético-proteicos bajo condiciones comerciales y que elevan otros indicadores productivos y reproductivos del ganado.

Se han obtenido rendimientos lecheros de 3 000 kg/ha/año y de 2 800 kg/lactancia; en ceba un PV entre 600 y 800 kg/ha/año y mejoras reproductivas como son: parición de 80 %, intervalo entre partos de 403 días y 69 % de vacas en ordeño (Iglesias *et al.* 2016).

Fincas Forestales Integrales (FFI). Se crean en áreas de patrimonio forestal estatal, constituyen áreas (más de 20 ha), de bosques o deforestadas, que se asignan a una persona natural (“finquero” o jefe de finca que vive allí con su familia), sobre la base de un contrato firmado con el representante estatal.

El objeto social de las fincas es mantener y recuperar la actividad forestal, pero el finquero tiene derecho a realizar producciones complementarias como: área de cultivos para autoconsumo familiar de una a dos hectáreas, crianza de animales (ovino, caprino, vacuno y aves de corral) según la capacidad agroproductiva del sitio, frutales y otros, de cuyos ingresos puede percibir hasta el 50 % (Calzadilla y Jiménez 2016).

La superficie agrícola promedio dedicada a cultivos de autoconsumo es 1,7 ha/finca. En el módulo pecuario predominan vacunos, aves, ovinos, equinos y cerdos, pero aún distan de la potencialidad existente, sobre todo en la cría de ganado menor. Se ha mejorado ostensiblemente el nivel de producción, calidad de vida y rescatado la vocación forestal de esas personas.

Integración agroecológica y soberanía energética. Crear sistemas sustentables constituye una necesidad para realizar una agricultura medioambientalmente sensible, económicamente factible, socialmente aceptable y, de esta manera, respetar, proteger y ayudar a restaurar los ciclos y procesos naturales (Funes-Monzote 2016), como se muestra en los resultados del análisis de productividad y eficiencia energética de dos sistemas integrados, uno a pequeña y otro a mediana escala que tienen alta productividad y eficiencia

a partir de sistemas diversificados e integrados con bases agroecológicas (tabla 2).

Tabla 2. Eficiencia energética y productiva de dos fincas agroecológicas integradas (Funes-Monzote 2011)

Indicadores evaluados	Fincas	
	Del Medio, Taguasco, Sancti Spiritus	Cayo Piedra Perico, Matanzas
Área (ha)	10	40
Energía (GJ/ha/año)	50,6	90
Proteína (kg/ha/año)	434	318
Personas que alimenta/ha/año (energía)	11	21
Personas que alimenta/ha/año (proteína)	17	12,5
Eficiencia energética (salidas/entradas)	30	11,2
Uso Equivalente de la Tierra (UET)	1,4	1,8

Se han obtenido resultados destacados en fincas experimentales y comerciales en diversos estudios de caso llevados a cabo por el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF) en sistemas integrados, diversificados y con autosuficiencia alimentaria.

Se documentaron en cerca de 100 fincas de diferentes áreas, localidades y condiciones de manejo, donde se lograron producciones de 4-10 t/ha (animal y vegetal) para diferentes zonas edafoclimáticas del país, en diferentes proporciones de integración vegetal, con una alta eficiencia energética promedio de hasta 11-12 unidades energéticas producidas por cada unidad invertida y altas tasas de reciclaje de nutrientes, suficientes para alimentar de 4-10 personas/ha de manera económica y próspera para las familias productoras (Monzote y Funes-Monzote 2001).

Otras investigaciones fueron realizadas en Cuba durante los años noventa e inicios del actual siglo, para desarrollar sistemas de alimentación no convencionales para monogástricos, en particular cerdos y aves, así como diferentes variantes de sistemas integrados suelo-pasto-animal en vacunos con especies de leguminosas y gramíneas, recomendables para las condiciones de Cuba (Machado y Martín 2003).

También se desarrollan investigaciones sobre descontaminación y uso productivo de residuales ganaderos a través de digestión anaeróbica, así como el empleo de plantas acuáticas como lemna (*Lemna trinervis*), azola (*Azolla pinnata*) y jacinto de agua o

malangueta (*Eichornia crassipes*) con reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (Funes-Monzote 2016).

Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACaC). El modelo agroecológico ha resultado viable por su coherencia con la agricultura campesina formada por unidades agrícolas de pequeña extensión, elevadas bases de sostenibilidad y alta integración familiar; así mismo se corresponde con el mosaico de microclimas, tipos de suelos y relieves del sistema insular cubano.

Es notable el hecho que el MACaC de la Anap tiene como sujeto y meta al principal actor productivo, económico, social y cultural del medio rural cubano lo cual, visto en el contexto internacional, es tal vez uno de los movimientos que cuenta con la más amplia base social y productiva entre todas las instituciones que promueven la agroecología (Machín 2016).

La promoción mediante la metodología del MACaC, ha abierto espacios permanentes para el análisis y debate, a nivel de cooperativa, intermedio y nacional, sobre la sostenibilidad y para la diseminación de las mejores prácticas. Para ello, se llevan a efecto de forma sistemática, encuentros, intercambios y actividades de capacitación en todos los territorios y en las diferentes instancias de la organización en el país, siendo atractivo y movilizador para las familias campesinas, resultado que se corrobora mediante su creciente incorporación al mismo (Anap 2014).

El MACaC propicia un carácter compartido y participativo de actores diversos como campesinos, cooperativistas, dirigentes, técnicos, docentes e investigadores y soportado la prueba de más de 10 años, caracterizada por el constante ascenso en las familias involucradas, expresando el interés y apropiación que despiertan los resultados obtenidos y expectativas que ofrece.

Por todo lo anterior, es un movimiento que se proyecta hacia el futuro con una sólida base de experiencias, que se corresponde plenamente con la estrategia económica, social y ambiental del país para los próximos años. Esto asegura la continuidad de un movimiento que es y será por mucho tiempo, patrimonio de las familias campesinas y un pilar que contribuye a la seguridad alimentaria de la nación cubana (Machín 2016).

Desarrollo de actores

Capacitación. Se documenta sobre la capacitación agroecológica desarrollada en Cuba, con énfasis en el último decenio, sus demandas, actores sociales, organización institucional, enfoque

pedagógico, contenidos educativos, actividades docentes, y oportunidades que ofrece la articulación entre las políticas económica, social, educacional, agraria, científico-tecnológica y ambiental, así como sus logros y desafíos (Funes *et al.* 2016).

Se capacita y educa en agroecología a la población cubana desde edades tempranas, pasando por círculos infantiles, enseñanza primaria, secundaria, pre universitaria y técnica, hasta las fases universitaria y posgraduada, en lo cual colaboran asociaciones civiles, ministerios y órganos estatales, institutos de investigación, unidades de producción agropecuaria y entidades religiosas, incluyendo el papel que juegan y el apoyo prestado por actores y organizaciones internacionales.

Entre ellos se deben destacar las experiencias en capacitación agroecológica de la Anap, con más de 12 000 participantes en cursos de agroecología nacionales e internacionales, en su Escuela Nacional Niceto Pérez. Su MACaC es ejemplo de capacitación participativa con protagonismo de los propios productores (Machín 2016).

En el Minag se desarrolla educación agroecológica en la Escuela Nacional y las provinciales de capacitación, y se destaca el Centro de Capacitación de Agricultura Urbana y Suburbana del Inifat, donde se imparten cursos, conferencias, adiestramientos y asesoramientos, tanto a personal cubano de éste movimiento, como a extranjeros. También oferta un Programa de Maestría en Agricultura Urbana, a profesionales que se desempeñan, tanto en instituciones académicas, como en las de investigación y productivas (Funes *et al.* 2016)

La matrícula actual en el Ministerio de Educación (Mined), en enseñanza primaria, secundaria y media superior, alcanza a más de 25 000 estudiantes en especialidades agroindustriales, donde muchas cubren en algún grado el perfil agroecológico. Dentro del Ministerio de Educación Superior (Mes), varias universidades tienen la agroecología dentro de su curriculum e imparten diplomados, maestrías (850 graduados), doctorados, y otros cursos de posgrado. Dentro de ellas se destacan las de Pinar del Río, Matanzas, Cienfuegos y otras.

La Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana (Unah), ha ejecutado cuatro ediciones del Diplomado de Agroecología y Agricultura Sostenible, donde se han superado más de 1 400 profesionales, procedentes de 12 provincias, así como, cerca de 200 en otros países como: Bolivia, Ecuador, Colombia y México.

La maestría, de igual nombre, cosecha más de diez ediciones y ha egresado más de 400 alumnos en la especialidad. No puede dejar de mencionarse el Programa de Maestría Agroecología y Desarrollo Endógeno diseñado por la Unah que imparten diversas universidades de nuestro país en la hermana República Bolivariana de Venezuela (Funes *et al.* 2016).

Aunque es difícil dar una cifra nacional exacta, estimamos que cerca de 100 000 personas anualmente asisten a alguna actividad formal de capacitación sobre temas agroecológicos. A pesar de los avances alcanzados, debemos señalar autocríticamente que todavía en Cuba no contamos con un título de técnico medio, ni una carrera de Ingeniería o Licenciatura en Agroecología, como lo tienen otros países latinoamericanos.

Uno de los principales desafíos que requiere prioridad en el presente, es capacitar a los miles de nuevos poseedores de tierras en usufructo de los Decretos Ley 259 y 300, así como continuar la preparación a los agricultores de la agricultura suburbana, que desde el 2012, ha realizado seminarios sobre prácticas agroecológicas de manejo de plagas y el suelo a miles de agricultores en todo el país.

Innovación en agroecología. La investigación e innovación participativas en general, pero en especial entre pequeños productores agropecuarios, aprovecha su conocimiento empírico, no solo de los recursos naturales con que cuentan y su manejo, sino también de las potencialidades y límites que impone el ambiente cultural, social y político en que se desarrollan (Caballero y Vázquez 2016).

En los últimos 20-30 años se han realizado transformaciones profundas en el sector agrario, con reconocidos impactos tecnológicos y ambientales y se han desarrollado diversidad de formas de extensión e innovación. Entre los principales programas están el agroecológico de la Anap, el de agricultura urbana y suburbana (PNAU), mejoramiento participativo e innovación local (Pial), cultivo popular de arroz, fincas forestales integrales, fruticultura integral y el de control biológico.

En el manejo de plagas, se han desarrollado procesos de innovación por los propios agricultores, y en el estudio participativo de la agrobiodiversidad en fincas, las investigaciones también han derivado hacia procesos de innovación en trabajos realizados sobre manejo de cultivos por campesinos y agricultores.

Otra experiencia importante es AGRORED, que desde el Instituto de Ciencia Animal (Ica), difunde tecnologías de manejo animal y ha logrado importantes aportes en materia de alimentación animal sostenible (Caballero y Vázquez 2016).

Las lecciones aprendidas indican que la innovación debe: funcionar por demanda y no por oferta, realizar acompañamiento técnico sistemático y localmente establecido, rescatar y sistematizar la información posible sobre tradiciones, cultura y saberes campesinos locales, partir de un enfoque sistémico de la finca desde una visión holística del proceso agroproductivo, fomentar la experimentación campesina y el intercambio de productor a productor, y lograr una comunicación fluida de la base productiva con las instituciones científicas y docentes y con la información técnica disponible de Cuba y del mundo (Caballero y Vázquez 2016).

Género y organizaciones agropecuarias. Si bien la presencia numérica de mujeres en las organizaciones productivas resulta un indicador importante, no es el único cuando se trata de un análisis de género (Pérez *et al.* 2016). No existe discriminación para que mujeres sean socias de las cooperativas, sin embargo, se siguen percibiendo diferencias entre éstas y varones en el acceso y promoción dentro de las mismas.

La mujer cubana ha podido insertarse en el mundo laboral al incrementar su instrucción, predominando en la fuerza laboral técnica, lo que se refleja en los resultados de la economía del país en diferentes sectores de actividad económica como la industria, ciencia y técnica y servicios sociales, donde las mujeres han sido determinantes en el avance alcanzado (Pérez *et al.* 2016).

Para potenciar la participación de la mujer en organizaciones productivas agropecuarias se precisa pasar de su ingreso numérico, hacia una estrategia integral que permita modificar estereotipos relacionados con el trabajo agrícola y doméstico, decisiones, inversiones y ganancias que de él se derivan y la posición de hombres y mujeres en cada caso.

La estrategia debe facilitar no solo la independencia económica de las mujeres, sino la comprensión y transformación de comportamientos de habitantes de zonas rurales y directivos de las organizaciones, de forma que fomenten un discurso y práctica sensible al género, coherente y pertinente con los principios de justicia y equidad que propugna nuestro sistema (Pérez *et al.* 2016).

Agroecología desde una visión de género. No sería posible, mucho menos justo, referirse a los avances legítimos de la agroecología en Cuba, sin reconocer los aportes de las mujeres y lo mucho que han tenido que ver con esos resultados, pero aún más, lo que podrán aportar en el futuro para alcanzar las expectativas

del país, especialmente en repoblación del campo, reposición de fuerza laboral del sector, incorporación de nuevos productores y su permanencia, reducción de tierras improductivas, aumento de rendimientos, evolución hacia el cooperativismo como modelo de gestión, y voluntad política del país para desarrollar una agricultura sostenible en armonía con el medio ambiente (Álvarez 2016).

En las transformaciones agrarias revolucionarias emerge un nuevo sector rural, diferente al campesinado, dado por otra forma de propiedad de la tierra, que es el de la propiedad estatal, en este nuevo sector rural han encontrado oportunidades de empleo mujeres y hombres del campo, en su gran mayoría no poseedores de tierra, que forman el grupo social de trabajadores asalariados organizados en sindicatos agropecuarios. De ahí la diferencia: mujer “campesina” que trabaja y vive en la propiedad familiar, finca o cooperativa y mujer rural “no campesina”.

Otra figura femenina de reciente aparición, es la usufructuaria. Es cierto que las relaciones de género en el contexto rural del nuevo milenio han evolucionado en múltiples aspectos positivos, especialmente en las nuevas generaciones portadoras de ideas más justas acerca de cómo deben relacionarse hombres y mujeres. Sin embargo el machismo guajiro o machismo campesino, como expresión de masculinidad hegemónica, persiste abierto o solapado (Álvarez 2016).

La participación de las mujeres ha sido y es, determinante para el avance de la agroecología en la agricultura cubana. Las mujeres llamadas “rurales” forman un potente conglomerado de miles de activistas dentro del movimiento agroecológico, ya sea como coordinadoras, facilitadoras o promotoras, actuando y dinamizando el proceso que lideran instituciones como la Anap, Actaf, Asociación Cubana de Producción Animal (Acpa), PNAU y Suburbana, por mencionar las más consolidadas en cuanto a dimensión e impactos en el ámbito agrario del país.

Algunos datos pueden contribuir a revelar la importancia de la participación femenina en el desarrollo de la agroecología en Cuba. En las áreas de propiedad privada y cooperativa, las mujeres asociadas a la Anap casi alcanzaban las 60 mil a finales del 2010. Eso significa un aproximado de 16 % de los más de 300 000 socios de esa organización en el citado año, y ese número se incrementa continuamente con la incorporación de nuevos usufructuarios y usufructuarias.

En los ministerios agrícolas, la presencia de la mujer no es menos notable. El Minag, al cerrar el 2010, registraba una fuerza laboral aproximada al millón de trabajadores, de ellos cerca de 200 mil mujeres en diversos perfiles, bien sean técnicos, administrativos, directivos, u otros a todos sus niveles estructurales, incluidas las bases productivas gestionadas por UBPC, CCS, CPA, y agricultores independientes.

Por su parte el Grupo Empresarial del Azúcar (Azcuba), antes Ministerio del Azúcar, tenía, al cerrar 2009 más de 25 mil mujeres en su fuerza laboral, el 10 % del total de unos 260 mil trabajadores. Es notable que en 500 cooperativas cañeras existentes en ese año, el 20 % de la fuerza de trabajo fuera femenina.

Cultura alimentaria comunitaria. Para avanzar en soberanía y sostenibilidad para el progreso agrícola, social y cultural en poblaciones de escasos recursos, en 1995 se creó el proyecto Conservación de Alimentos en el barrio de Pogolotti, municipio Marianao, en La Habana, sin afán de lucro ni ganancias por comercialización, para difundir conocimientos y tecnologías sencillas, naturales y de bajos insumos en condiciones agroecológicas, que propicien cultura y bienestar social, generen ocupación laboral, mejoren la economía familiar, desarrollen las comunidades y protejan el medio ambiente (Figuroa y Lama 2016).

A su vez, utiliza técnicas adecuadas de información y comunicación, y trabaja multiplicando las acciones con promotores voluntarios que se han multiplicado por el país, surgidos del seno de los barrios en diferentes comunidades. En la primera etapa se adaptaron y desarrollaron nuevas tecnologías, como: procedimientos de conservación de alimentos y plantas aromáticas con técnicas naturales, que fue aplicado en más de 90 cultivos de mayor nivel de producción y aceptación por la población.

Se han utilizado diferentes métodos que se han perfeccionado y enriquecido en la marcha del trabajo participativo en las comunidades, bajo el principio de que los miembros de la comunidad identifiquen sus problemas y sean los protagonistas de su trabajo.

Los fundadores del proyecto comunitario han colaborado durante más de 15 años en diferentes programas de la radio y televisión cubana, son creadores del programa de cocina cubana “Con Sabor” que aún se transmite en la TV para toda la nación semanalmente, actuando como conductores y guionistas durante los primeros cinco años.

Actualmente conducen y escriben un programa radial “Cocina Cubana con Sabor” que se transmite semanalmente para Cuba y para todo el mundo por Internet. El proyecto cuenta con una editorial que ha producido más de 65 obras en formatos impresos, digitales y audiovisuales a modo de libros, videos y multimedias; entre ellos: 18 libros sobre conservación de alimentos y plantas aromáticas, relación de la nutrición y los hábitos alimentarios con la salud y la prevención de enfermedades, cocina cubana y producción de alimentos como plantas aromáticas, medicinales, hortalizas y frutales (Figueroa y Lama 2016).

Ha mantenido desde su fundación, colaboración con diferentes países y organizaciones internacionales con objetivos comunes, principalmente en países tropicales subdesarrollados. La sede ha recibido visitantes de más de 60 países. Finalmente, su impacto se mide porque accede anualmente de manera directa a alrededor de 15 000 personas e indirectamente, a través de los medios masivos a 1,5 millones de habitantes (Figueroa y Lama 2016).

El enfoque desde el agricultor

El libro contiene capítulos de gran interés sobre cinco estudios de caso en la práctica productiva, con experiencias agroecológicas exitosas bajo diferentes formas de producción, que son:

Patio Ecológico La Joya. Es un patio urbano del técnico Osvaldo Franchi-Alfaro y su familia, en la ciudad de San José de Las Lajas, provincia de Mayabeque. Sus producciones principales son la horticultura y fruticultura.

Emplea energía eólica y solar, y ha desarrollado varias innovaciones, pero su principal, es el Programador de Riego “Franchi”, construido a muy bajo costo, con desechos locales, el cual se ha extendido a diversos escenarios del país y ha llamado la atención de organizaciones extranjeras como la Fao (Franchi-Alfaro y Leyva 2016).

Experiencias exitosas de una cooperativa urbana. Presenta el impresionante trabajo realizado por la UBPC Urbana Vivero Organopónico Alamar, en el municipio Habana del Este. La unidad comenzó hace 17 años, con cinco personas, en un área de 800 m² llena de piedras, escombros y desechos, contigua a la comunidad de Alamar, de más de 100 mil habitantes.

Hoy trabajan unos 165 cooperativistas, con altos resultados económicos, larga permanencia, dada por un sistema de distribución

de las utilidades mediante acciones distribuidas según tiempo y resultados del trabajo en la UBPC.

Desarrolla la horticultura, producción de plántulas de vegetales, área de ornamentales, plantas medicinales y espirituales, esquejes de maderables y frutales; cuenta con un excelente centro para producir abonos orgánicos; área pecuaria con conejos, cabras y en especial vacunos, cuyo objetivo principal es la producción de excretas para el abono orgánico y como extra la venta de su carne. Cuenta con un punto de venta a la comunidad y es visitada por miles de personas cubanas y extranjeras cada año (Salcines y Salcines 2016).

Mi ideal de vida sustentable. Finca agroecológica diversificada, propiedad del José Antonio Casimiro y su familia, en el municipio Taguasco, provincia de Sancti Spíritus, perteneciente a la CCS Reinerio Reyna de la Anap. Genera una amplia gama de productos vegetales y animales (vacunos, aves, conejos, peces), produce leche y carne; cuenta con un apiario para la producción de miel y polinización de los cultivos; emplea energía eólica (molinos de viento), hidráulica (ariete hidráulico), bioenergía a través de un biogás que suministra combustible para la finca y lodos para la fertilización orgánica de las áreas (Casimiro 2016).

Villa Hortensia. Diálogo de historia, arte y agricultura. Hermosa finca agroecológica, perteneciente al Lic. Idalio Mederos, en el municipio Artemisa, provincia de igual nombre, de la CCS Julito Díaz, de la Anap.

Su objetivo principal es producir plantas ornamentales, enmarcado en un ambiente de alta riqueza y diversidad ecológica, apicultura con la abeja criolla o melipona, árboles frutales, conservación del patrimonio en antiguas maquinarias, implementos agrícolas, práctica de la herrería, que de manera artística con algunas de éstas, ha creado bellas esculturas.

La finca está rodeada y cubierta en gran parte por arecas, plantas con probada resistencia a los ciclones tropicales que han azotado frecuentemente la zona, protegiendo a las demás plantas y animales que habitan el entorno (Mederos y Plácido 2016).

Agricultura familiar, naturaleza y sociedad. Relata la historia pasada y actual de la Finca San Juan, de la familia Rey-Novoa, en Cienfuegos, CCS Dionisio San Román. Es una unidad agroecológica integral con ganado vacuno, ovino, avícola, horticultura, frutales y otros componentes, manejada por el matrimonio, su hijo, hijas y yernos. Tiene áreas de silvopastoreo de gramíneas

y leguminosas y ceba de toros, con buena producción de carne vacuna y ovina (Rey-Novoa y Funes-Monzote 2016).

Bibliografía

- Anap. 2014. Estadística Anual del Movimiento Agroecológico.
- Cueto, J.R. y L. Kilcher. 2005. Experiencias y desafíos de la producción y expansión del coco orgánico en Cuba. *Memories of the Conference of the European Forum in Agriculture Research and Development*. Zurich. 43
- Delgado, R. 2013. En la agricultura nada puede hacerse “a corta y clava”. *Periódico Granma*, 28 de febrero, La Habana.
- 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. 306 p.
- Funes, F.; L. García; M. Bourque; N. Pérez y P. Rosset 2002. Cuban agriculture and resistance. *Transforming Food Production in Cuba*. Eds. Actaf - Food First - Ceas. Havana, Cuba. 307 p.
- Funes-Monzote, F. 2011. Characterization and initial evaluation of food and energy integrated agroecological production systems in Cuba. *Proceedings 17th International Federation of Organic Agriculture Movements (Ifoam)*. South Korea: 148 p.
- Hernández, C.A.; A. Alfonso y P. Duquesne. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. I. Ceba inicial. *Pastos y Forrajes*: 9:79.
- Iglesias, J.M. 2003. Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis Dr. en Ciencias Veterinarias. Ica, La Habana, Cuba. 110 p.
- Inca. 2007. EcoMic® Biofertilizante de amplio espectro para la producción agrícola. [citado 08 de noviembre 2007] Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. p1-1. Disponible en <[http:// Inca.edu](http://Inca.edu).
- Instituto de Suelos. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, Editorial AGRINFOR. Ciudad de La Habana. 64 p.
- Machado, H. y G. Martín. 2003. Situación ambiental en ecosistemas agropecuarios: Propuesta de solución para una producción sostenible. En: *Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente*. Módulo III: Modelos alternativos. Funes-Monzote, F. (ed.). IIPF. La Habana: 57-62.
- Monzote, M. 1982. Mejoramiento de pastizales de gramíneas mediante la inclusión de leguminosas. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas. Ica-Iscáh, La Habana, Cuba. 159 p.
- Monzote, M. y F. Funes-Monzote. 2001. Sistemas integrados ganadería/ agricultura con bases agroecológicas. Módulo I. Indicadores y evaluación. *Curso Internacional*. G. Agroecol. Ciudad de La Habana, Cuba. 41 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.

Reinoso, M. 2006. Contribución al conocimiento del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. UCLV Marta Abreu. Santa Clara, Cuba. 99 p.

Simón, L. 2005. Impacto bioeconómico y ambiental de la tecnología del silvopastoreo racional en Cuba. En: El silvopastoreo, un nuevo concepto del pastizal. 199 p.

Nota: todas las demás citas se corresponden con los diferentes capítulos de este libro.

CAPÍTULO 2

ECONOMÍA DE LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

Armando Nova

*Centro de Investigaciones de la Economía Internacional (Ciei),
Universidad de La Habana*

La agricultura integrada sobre principios agroecológicos constituye una alternativa posible, que tomada de nuestras propias raíces y complementada con los adelantos de la ciencia, la técnica y la innovación podría garantizar el equilibrio económico-social y ecológico del campo cubano.

El surgimiento histórico de la agricultura en Cuba tuvo lugar con la repartición de tierras, realizada por Diego Velázquez a partir de 1510 durante la conquista y colonización española, que a lo largo de cuatro siglos se caracterizó por el aumento constante de la pequeña y mediana propiedad y la agrobiodiversidad, lo que permitió forjar una gran masa de propietarios agrícolas instruidos en la teoría y la práctica de la agricultura (Nova 2006).

Al finalizar la Guerra de Independencia y con la intervención norteamericana se crearon condiciones propicias para la entrada del capital extranjero, principalmente de Estados Unidos. La situación agraria cubana en 1899 registraba aún el predominio de la pequeña y mediana propiedad con relación a las haciendas de mayor tamaño.

A pesar de la destrucción ocurrida por la guerra, se mantenían las posibilidades de un desarrollo equilibrado de la agricultura y de la economía nacional. El enorme arribo de los inversionistas anunciaba lo difícil de mantener y desarrollar los elementos positivos procedentes de la etapa colonial, ya que los inversionistas extranjeros forzaban al país hacia una expansión azucarera que necesitaba como requisito previo la eliminación – en el mayor grado posible –, del pequeño y mediano propietario.

Este proceso rompió el equilibrio agricultura-industria, impidiendo al colono vender libremente su cosecha, pasando de una clase de cultivadores libres a una condición de feudatario del central o la destrucción de la pequeña y mediana propiedad, convirtiéndolo en trabajador agrícola desposeído de la tierra.

El número de pequeñas y medianas fincas que en 1899 ascendieron a 60 711, ya en 1934 solo eran 38 180, es decir alrededor del 40 % de los cubanos habían perdido sus tierras en un período de 30 años, en que la población había crecido en más de dos millones de

habitantes. En tan corto tiempo el latifundio destruyó lo que tardó cuatro siglos en forjarse.

La tendencia latifundista continuó ampliándose con el desarrollo ganadero en 1934 y también en 1940 con el cultivo del arroz, y el correspondiente empobrecimiento del campesino y el trabajador agrícola. En 1958 la población rural alcanzaba el 56 % de la total del país y se registraba una elevada concentración de la propiedad de la tierra, donde el 9,4 % de los propietarios poseían el 73,3 % de la tierra cultivada.

Con el triunfo de la Revolución Cubana de 1959, se promulgan la Primera y Segunda Leyes de Reforma Agraria, entregándole la tierra a quienes la trabajan (100 mil campesinos) y eliminando el latifundio, foráneo y criollo, pasando a manos del Estado el 70 % de las tierras del país (a fines de los ochentas, llegó a alcanzar el 82 %).

En las tierras nacionalizadas se crearon grandes granjas estatales, donde se pudieran aplicar todos los adelantos de la ciencia y la técnica y lograr importantes crecimientos de la producción. Estas decisiones fundamentales para el desarrollo agrícola, acentuaron la disminución del campesinado, el cual en 1990 ocupaba solo el 18 % de la tierra agrícola, pasando la población cubana rural de un 56 % en 1958 a menos del 25 % en 1990.

Transformaciones de la producción agropecuaria

En los últimos cincuenta años el sector campesino ha demostrado ser el más productivo. Por una parte por haber salvado la continuidad de las tradiciones agrícolas del país y de otra por haber sido receptivo a los avances de la técnica en el agro. La sobredimensionada empresa estatal, aunque ya con una economía más diversificada, desarrolló el monocultivo orientado hacia la exportación fundamentalmente y facilitó la aplicación de la producción bajo los conceptos de la llamada Revolución Verde, a la cual se le atribuye hoy en día una de las causas de la inestabilidad de muchos sistemas agrícolas modernos y altamente tecnificados.

El desarrollo de la agricultura cubana hasta el año 1990 se basó en una gran disponibilidad y uso de recursos foráneos. Este fenómeno afectó tanto a la agricultura dedicada a la exportación como a la destinada al mercado interno, creando una mentalidad entre los productores de que solo sobre la base de altos insumos y elevada mecanización se podían obtener altas producciones.

El modelo agrícola cubano, caracterizado por el predominio de la empresa estatal, el gigantismo, elevada centralización, basado en una agricultura industrial, altamente consumidora, con una importante dotación de inversiones y equipamiento por área, pero a la vez con una alta dependencia externa y resultados productivos que no estaban en correspondencia con los gastos e inversiones realizados.

En la década de los 80, particularmente en la segunda mitad, este modelo comenzó a mostrar signos de agotamiento, donde un grupo de indicadores económicos globales reflejaban la realidad de la problemática (Nova 2006). El derrumbe del campo socialista constituyó el detonante, que ante un modelo agrícola agotado, propició la crisis económica del sector agropecuario y de la economía cubana en su conjunto.

En el marco de las transformaciones económicas realizadas en el país para salir de la crisis económica, se decidió iniciar un proceso de cambio de las relaciones de producción en el sector agropecuario, con el objetivo de facilitar el desarrollo de las fuerzas productivas que están constituidas por la disponibilidad de los medios de producción (maquinarias, equipos, implementos e insumos), por la tecnología y la fuerza de trabajo, siendo esta última el componente más importante.

En octubre de 1993 se constituyeron las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), y sus anteriores obreros agrícolas, se convirtieron de la noche a la mañana en propietarios colectivos (cooperativistas), en una situación económica agrícola extremadamente difícil, dentro del contexto de crisis económica del país e iniciaron su accionar con una importante deuda económica. Sin embargo, la no continuidad y profundización de las transformaciones del entorno condujeron a que las UBPC en el transcurso del tiempo y hasta el presente, derivaran en una forma transfigurada de la empresa estatal, con resultados no satisfactorios.

Con la creación de las UBPC, la estructura de la agricultura cubana había cambiado significativamente a finales de los años noventa. Como se aprecia en la tabla 1, el área agrícola cultivada por formas cooperativas pasó de un 15 % en 1989 a un 70 % en 1999.

En el transcurso de la crisis de los noventa se dieron determinados pasos, entre las principales medidas tomadas por los productores y apoyadas por el Estado fue la de sustitución de los insumos químicos por biológicos, parte de la energía mecánica por la tracción

Tabla 1. Uso y tenencia de la tierra en Cuba (miles ha)
Adaptada de ONE (1989 y 1999)

Uso y tenencia	1989		1999					
			Total		Agrícola		Cultivada	
	área	%	área	%	área	%	área	%
TOTAL	10 972	100	10 972	100	6 687	100	3 701	100
Estatal	8 997	82	5 890	54	2 234	33	903	24
No estatal	1 975	18	5 082	46	4 453	67	2 798	76
UBPC	-	-	3 117	28	2 756	42	1 739	47
Caña de azúcar	-	-	1 602	-	1 485	-	1 346	-
Otros cultivos	-	-	1 515	-	1 271	-	393	-
CPA*	868	8	723	6	615	10	372	10
Caña de azúcar	490	-	408	-	23	-	218	-
Otros cultivos	378	-	315	-	592	-	154	-
CCS**	857	7	897	9	780	11	475	13
Productores individuales	250	3	345	3	302	4	212	6

* CPA Cooperativa de Producción Agropecuaria ** CCS Cooperativa de Créditos y Servicios

animal, aplicación del control biológico, empleo de compuestos orgánicos, eliminación de la quema de la caña, introducción del laboreo mínimo, empleo de arados que no inviertan el prisma del suelo, entre otros aspectos.

Todo lo anterior despertó la conciencia ecológica y se ha comenzado a ver como una alternativa de sistema productivo, por medio de la cual se pueden obtener buenos rendimientos y producciones, sin el uso o con bajo consumo de agroquímicos, sobre la base del amplio aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

En realidad no se trata de buscar nuevas vías de desarrollo como algo transitorio en espera de que aparezcan nuevas fuentes externas o recursos internos, para regresar a los anteriores métodos de producción industrial, con alta dependencia de insumos importados, sino de lograr una agricultura sustentable, que contribuya sustancialmente a alcanzar la seguridad alimentaria, genere excedentes para la exportación, sobre un nuevo sistema productivo que elimine o reduzca la dependencia externa en todos los sentidos, así como los problemas de contaminación, degradación de los suelos y del ambiente biológico y social del campo.

Muchos de los problemas que presenta la agricultura provienen por lo general de los desajustes sistémicos provocados por la ruptura

de los equilibrios y ciclos de la naturaleza, debido al monocultivo, la desarborización, mal manejo de los suelos, erosión, compactación, el uso excesivo de agroquímicos y el sobredimensionamiento de las unidades productivas, con la consiguiente despoblación del campo y la separación del hombre de la tierra.

El sector agropecuario cubano esta integrado por cinco tipos de entidades productivas: las UBPC, CPA, CCS, propietarios privados y áreas estatales, estas formas a la vez obedecen o se corresponden con las diferentes formas de propiedad.

Es destacable que las formas que registran una mayor eficiencia son las CCS y las fincas privadas. Estas dos formas producen el 67 % de la producción total de alimentos del país, con tan solo 24,4 % de la tierra cultivable, y en tanto, registran tan solo el 3,7 y 1,7 % respectivamente de la tierra reportada como ociosa. Producen el 56 % de la leche (el Estado produce el 15 %), disponen de más del 55 % de la vacas en ordeño, de más del 50 % del ganado vacuno existente y poseen el 59 % del ganado porcino.

No se dispone de estadísticas oficiales publicadas sobre los resultados económicos de las CCS y privados, pero es de suponer por sus resultados productivos que por lo general son los más eficientes. Lo anterior conduce a que necesariamente se requiera de un profundo análisis y valoración de las formas de propiedad y la realización de la misma, que significa el derecho del productor de poder decidir, qué debe producir, a quién vender lo producido, a qué precio, el acudir a un mercado de insumos y medios de producción para comprar lo que necesita y en el momento oportuno, con el objetivo de lograr el cierre exitoso del ciclo productivo.

Hacia un nuevo escenario

Es a partir del 2007, que se han implementado una serie de medidas encaminadas a lograr la reactivación del sector agropecuario. Entre estas medidas se pueden enumerar: incremento del precio de la leche, de la carne bovina y productos agrícolas; entrega de tierras ociosas; proceso descentralizador de funciones identificando el municipio como el espacio clave para el desempeño y toma de decisiones al nivel local, dentro de la actividad agrícola territorial y la simplificación de estructuras y funciones ministeriales, de aquellas actividades generadoras de la producción primaria y procesamiento de alimentos.

Entre el 2003 y el 2013 se incrementaron las áreas ociosas en 300 000 ha, algo coincidente con el inicio de la etapa de redimensionamiento de la agroindustria cañera, aunque no atribuible totalmente a este proceso. Sin embargo, las importaciones en alimentos crecieron de forma importante (tabla 2), muchos de los cuales pueden ser producidos nacionalmente bajo condiciones de competitividad. Se estima que el comportamiento de las importaciones de alimentos al cierre del 2014 superen los 2,0 mMM de USD.

Tabla 2. Dinámica de importaciones 2003-2013 (miles USD).

Adaptada de Onei 2002-2013

Años	Importaciones totales	De ellas: alimentos	Destino		Alimentos % del total
			Consumo humano	Consumo animal	
2003	4 612 598	998 120	912 296	85 824	21,6
2004	5 615 198	1 183 273	1 073 422	109 851	21,1
2005	7 604 259	1 494 204	1 357 313	136 891	19,6
2006	9 497 890	1 391 928	1 261 697	130 321	14,7
2007	10 082 557	1 746 402	1 570 706	175 696	17,3
2008	14 249 234	2 544 822	2 280 401	264 421	17,8
2009	8 906 010	1 755 604	1 524 645	230 959	19,7
2010	10 646 831	1 700 000	1 450 000	250 000	17,0
2011	13 952 403	1 835 000	1 585 000	250 000	14,0
2012	13 800 851	1 926 884	1 728 789	198 095	14,0
2013	14 706 619	1 848 051	1 350 314	497 737	14,0

De lo planteado se puede deducir y considerar, que los problemas y dificultades que hasta la actualidad han confrontado las UBPC y el sector agropecuario en su conjunto, muestran que las fuerzas productivas se han encontrado detenidas, y ello conduce a la necesidad de modificar las relaciones de producción, que a la vez indica el análisis de cómo se encuentra resuelto el aspecto de la propiedad a lo largo del ciclo productivo: producción-distribución-cambio y consumo.

El nuevo modelo agrícola productivo a desencadenar, sustentado en la UBPC, CPA, CCS, la empresa estatal y el sector privado, es decir un modelo diversificado en cuanto a sus formas de propiedad y tenencia de la tierra, requiere para su consolidación de un modelo totalmente nuevo de gestión económica, para lograr la realización de la propiedad y con ello destrabar las fuerzas productivas, donde el territorio constituye el escenario fundamental.

La entrega de tierras agrícolas ociosas (sin cultivar) bajo condiciones de usufructo a personas naturales y jurídicas mediante el Decreto Ley 259 del 2008, derogado por el Decreto Ley 300 del 2012, ha sido la medida más importante, pues conduce hacia un escenario productivo sobre la tenencia de la tierra (GOR 2008). Estas entregas se realizan bajo condiciones de contrato de arrendamiento, por un período de 10 años renovables.

La actual entrega de tierras ociosas (cerca de un millón ochocientas mil hectáreas en el 2015), a la vez conduce a un nuevo modelo agrícola que consolida el predominio de los productores no estatales, particularmente las CCS y los productores privados, pasando de un 18,5 al 51,0 % de tenencia de la tierra (tabla 3). Si estos suelen ser los mejores productores (de acuerdo a los resultados), y los que están más cercanos a las prácticas agroecológicas, de hacerse realidad las medidas señaladas más adelante a lo largo del ciclo producción-distribución-cambio-consumo, es de esperar incrementos importantes en la producción de alimentos en el país.

Tabla 3. Cambio en las formas de tenencia de la tierra (%)

Adaptado de Onei. Anuario 2013

Superficie agrícola	Total	Estatal	No estatal	UBPC	CPA	CCS y privados
2007	100	35,8	64,2	36,9	8,8	18,5
2010-2015	100	17,0	83,0	23,0	9,0	51,0

*Estimado una vez concluido el proceso de entrega de tierras, que incluye nuevos productores beneficiados y por beneficiar por Decreto la Ley 259-300 y 311.

Resulta importante señalar que la entrega de la tierra es una condición necesaria, pero no suficiente, pues para lograr consolidar el nuevo modelo agrícola hacia donde se encaminan las transformaciones del sector agropecuario cubano, se requiere crear un nuevo modelo de gestión económica en el sector agropecuario (anteriormente señalado) donde predomine la autonomía que necesita el productor agrícola; para ello se requiere resolver tres aspectos fundamentales tales como:

- La realización de la propiedad: que el productor pueda tomar sus propias decisiones durante el ciclo producción-distribución-cambio-consumo. El modelo de gestión económica vigente en dicho ciclo no logra la realización de la propiedad.
- El reconocimiento real y objetivo de la existencia del mercado, en complementariedad con la planificación.

- La falta de enfoque sistémico en la concepción e implementación de las medidas (a lo largo del ciclo producción-distribución-cambio-consumo, costo-sistema de precio y la necesaria interrelación con la macro y microeconomía). Estudio de la cadena de valor.

Surge una interrogante ¿cómo destrabar las fuerzas productivas?, para ello se requiere modificar las relaciones de producción y ello implica el análisis y valoración de cómo está resuelto el problema de la propiedad en el sector agropecuario, como se ha reiterado y de los pasos a dar para lograr la realización de la propiedad.

La entrega de la tierra ha iniciado cambios en las relaciones de producción, como condición necesaria, pero no suficiente y se requiere de una serie de medidas de carácter sistémico a lo largo del ciclo producción-distribución-cambio y consumo, que logren dicha realización de la propiedad, tales como:

- Consolidación de un mercado de insumos, servicios y bienes de producción, donde el productor pueda acudir (de acuerdo a la capacidad de compra generada por sus resultados productivos) a comprar lo que requiera, en el momento oportuno y a precios que se correspondan con los precios recibidos por la producción terminada.
- Que el productor pueda decidir de acuerdo al comportamiento del mercado y los requerimientos sociales, lo que va producir, a quién y dónde vender.
- Diversificar las formas de comercialización como alternativa ante formas monopólicas oligopólicas :
 - Creando y organizando cooperativas comercializadoras de segundo grado (varias cooperativas productoras se ponen de acuerdo para crear una cooperativa de segundo grado para comercializar, prestar servicios, beneficio y empaque, y procesamiento industrial, entre otros. Los valores logrados en los distintos procesos se revertirían fundamentalmente en incentivar a los productores agrícolas). Su campo de acción hasta los mercados concentradores, venta directa a centros turísticos, restaurantes, industria procesadora, entregas a la exportación y/o hasta el mercado minorista.
 - Efectuar comercialización individual, de acuerdo a la logística y las formas organizativas que se establezcan.
 - Ampliar los puntos de venta minoristas.
 - Diversidad de participantes: cooperativas comercializadoras, individuales y Empresa Estatal de Acopio.

- Mientras más productores acudan al mercado, mayor será la oferta y favorecerá la disminución de los precios.
- Que se pueda contratar libremente la fuerza laboral necesaria.
- Que aquellos productores que se inician en este proceso, cuenten con el financiamiento y créditos necesarios, así como la asistencia técnica periódica.

En realidad se manifiesta un movimiento hacia el predominio de la pequeña y mediana empresa, tanto en la tenencia, como en la propiedad de la tierra, pero un movimiento en forma de espiral, que encierra cambios cualitativos.

Esto no significa retornar exactamente a la situación registrada a finales del siglo XIX (Nova 2009), sino a una modalidad que tiene sus raíces precisamente en las formas predominantes en ese momento, sobre una base agroecológica, fortalecida por las formas colectivas de producción, el conocimiento de los productores y enriquecida por el desarrollo científico-técnico. Mientras más distribuida se encuentre la riqueza menores serán las desigualdades y el futuro se encauzaría hacia un modelo agrícola y económico-social más justo.

Bibliografía

- Funes, F y F. Funes-Monzote. 1995. ¿Qué es la biodiversidad? Revista Agricultura Orgánica. Acao, La Habana:1:1:15.
- GOR. 2008. Decreto Ley 259 Gaceta Oficial de la República de Cuba (GOR), No 24, 11 julio, La Habana.
- Guerra, R. 1976. Azúcar y población en las Antillas. Editorial Ciencias Sociales. La Habana. 299 p.
- Guerra, R. 1938. Historia de la Nación Cubana, 10 tomos. Cultural S.A., La Habana.
- Le Riverend, J. 1974. Historia económica de Cuba, Instituto Cubano del Libro, La Habana. 662 p.
- Nova A. 2006. La agricultura en Cuba evolución y trayectoria: 1959-2005, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana. 300 p.
- Nova A. 2009. Surgimiento y evolución del modelo agrícola en Cuba 1510-2008, publicado IPS. pp 1-12
- Nova A. 2010. El Mercado y el Estado, dos partes que forman un todo. Boletín del CEEC: 8-12. www.ceec.uh.cu, Octubre, La Habana. pp 8-12
- VI Congreso PCC. 2011. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. 18 abril, La Habana. 38 p.



Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (Anap)

Organización que representa los intereses sociales y económicos del campesinado cubano. Fue fundada en 1961 y cuenta hoy con más de 380 000 socios, de 3 300 asociaciones de base. Entre los asociados del Anap y sus familiares, integran un importante sector poblacional con más de un millón de personas.

Sus principales objetivos son: promover la producción de alimentos y materias primas en la agricultura, facilitar a sus asociados un espacio de participación activa en la vida social y económica del país y afianzar la identidad cultural del campesinado cubano.

Sus asociaciones de base son las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS). El sector campesino de la Anap tiene un alto protagonismo en diversas producciones, como: cafeto, tabaco, caña de azúcar, viandas y hortalizas, cacao, frijoles, maíz, frutales, carne de cerdo, peces, leche de vaca, miel, cera y propóleo de abejas y otros renglones.

Desde 1997, la Anap inició la ejecución de un importante Movimiento de Promoción Agroecológica “de campesino a campesino” con el propósito de rescatar las prácticas culturales agroecológicas coincidentes con el conocimiento y tradiciones heredadas de generaciones anteriores y de sus experiencias propias, generando un proceso sostenible, tanto productiva, como energética, cultural, económica y socialmente. Los conocimientos se transmiten horizontalmente a través de promotores surgidos de los propios protagonistas, para dar respuestas a los problemas que se presenten, lo cual permite una mayor confianza y credibilidad por los campesinos involucrados.

Este programa se ha ido consolidando en todo el país y hoy es un fuerte movimiento con más de 120 000 familias participantes, que cada día acrecienta sus logros tanto productivos, como económicos, ambientales y sociales.

CONTACTO: Adilen Roque / Correo electrónico: adilenroque@anap.cu

AGROBIODIVERSIDAD Y SISTEMAS AGROECOLÓGICOS

Lianne Fernández y Zoila Fundora

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

El desarrollo sostenible de la agricultura comprende tres pilares esenciales: el económico, el social y el ambiental. Un modelo de desarrollo sostenible debe ser económicamente viable en tanto pueda establecer un ciclo que se mantenga y sea rentable, tanto para los propios productores, como para los consumidores, y que puede insertarse en el marco económico general del país. Esto está estrechamente relacionado con su sostenibilidad social, si satisface las demandas de toda la sociedad y los productos son económicamente accesibles a ella (Altieri 2006, Funes-Monzote 2009).

Toda esa producción, económica y socialmente viable, debe realizarse con el uso de prácticas agrícolas en armonía con el ambiente, es decir, con un uso racional y no destructivo a largo plazo de los recursos naturales fundamentales, como el suelo, el agua y los recursos genéticos, tanto vegetales como animales, entre otros.

Los agroecosistemas, proporcionan numerosos servicios, ofrecen una gran variedad de alimentos para mejorar la nutrición aumentando la base alimentaria y la diversificación de la dieta, precisamente en virtud de la diversidad de plantas que atesoran; abastecen de fibra, combustible, agua, provenientes de la diversidad; controlan las plagas; favorecen la polinización; ayudan a la dispersión de semillas; controlan las inundaciones y la erosión del suelo; purifican el agua y el clima; ofrecen valores espirituales, religiosos, estéticos, recreativos, educativos, así como contribuyen a la permanencia del ciclo de nutrientes, el ciclo del agua y la producción de oxígeno a la atmósfera, entre otros aspectos (CDB 2008, Funes-Monzote 2009).

Los recursos fitogenéticos forman parte de esta diversidad de interés agrícola y alimentario que integran los agroecosistemas y su conservación y manejo adecuados debe conducir a un desarrollo sostenible de la producción.

La agrobiodiversidad incluye los genes, especies y ecosistemas que son importantes para la alimentación y la agricultura, y apoyan

el entorno donde se practica la agricultura. Incluye las especies de cultivo, las variedades y las razas entre ellos, así como también los componentes que apoyan la producción agrícola, como especies silvestres útiles y parientes silvestres de las especies cultivadas (CDB 2008).

Algunos componentes de la agrobiodiversidad no son necesariamente plantas, sino otros seres vivos como animales y microorganismos que ayudan a los servicios de los ecosistemas, incluyendo lombrices y hongos que contribuyen a la disponibilidad y al ciclo de los nutrientes de las plantas, a través de la desintegración y descomposición de los materiales orgánicos. Estas especies de plantas son portadoras del material genético que determina sus características y habilidades para adaptarse y sobrevivir (CDB 2008).

Su uso sigue siendo la mejor manera de cubrir las necesidades alimentarias y de desarrollo para la población. Cuando se habla de la diversidad de los recursos genéticos, no se deben olvidar, además de su contribución al manejo de la tierra y del proceso productivo, los valores sociales y culturales que poseen, que han servido a través de los tiempos como enlace entre las comunidades mediante su intercambio.

Las actividades humanas están conduciendo a la pérdida de biodiversidad a un ritmo sin precedentes, hasta 1 000 veces por encima de la tasa natural de pérdida de especies. Los avances en la producción agrícola en las últimas décadas se han logrado en gran medida sin una consideración respecto a la erosión de la agrobiodiversidad, que es vital para el desarrollo agroecológico, es decir, que debe hacerse de manera poco agresiva al ambiente.

Características generales de Cuba y su biodiversidad agrícola

Cuba es un archipiélago cuya flora es considerada entre las más ricas del mundo, si se compara con la de otras islas (Citma 2014). Entre los ecosistemas cubanos, los agrícolas han evolucionado y se han diversificado en los últimos años de manera considerable, con vistas a lograr una sostenibilidad de la producción agrícola (GNRG 2007).

Aunque Cuba no está reportada como un centro de origen y/o diversificación de las especies cultivadas, los resultados de numerosas investigaciones realizadas *in situ* en los últimos 20 años, apuntan

a que sea considerada como un centro importante de domesticación de algunas especies como el frijol caballero (*Phaseolus lunatus*), los ajíes y pimientos (*Capsicum* spp.), el maíz (*Zea mays*), la malanga o guagüí (*Xanthosoma* spp.) y la malanga isleña (*Colocasia esculenta*), entre otras (Castiñeiras *et al.* 2006, Milián 2008, Fernández 2009; Barrios 2010), considerando las numerosas formas silvestres y semidomesticadas de estos cultivos reportadas en Cuba, así como la muy amplia diversidad de variedades que se encuentra en los sistemas tradicionales de cultivo, especialmente en las zonas montañosas (figura 1).

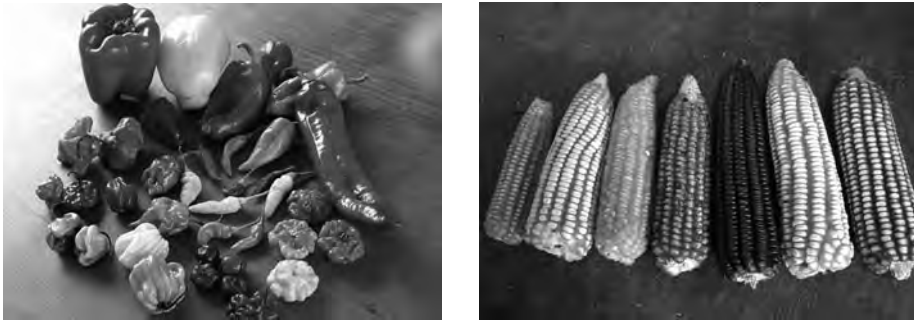


Figura 1. Diversidad de ajíes y pimientos (*Capsicum* spp.) y maíz (*Zea mays*) conservadas in situ en huertos y fincas de Artemisa y Guantánamo.

El Programa Nacional de Recursos Genéticos en Cuba

El Programa Nacional de los Recursos Genéticos en Cuba funciona bajo la guía de la Dirección de Semillas del Ministerio de la Agricultura (Minag), a través de un Grupo Nacional y a este tributan organizaciones pertenecientes al propio Ministerio y a otros dos: Educación Superior (Mes) y Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), así como el Grupo Azcuba, que custodian las colecciones de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), además de desarrollar programas de obtención de nuevas variedades.

Los bancos de germoplasma conservan *ex situ* material reproductivo, es decir, fuera del lugar donde se originaron (semillas, tejidos, plantas). Además, los huertos familiares y fincas de montaña y pre-montaña (sistemas productivos familiares), conservan la

biodiversidad agrícola a través del uso que hacen de ella, permitiendo que continúen su interacción con el entorno circundante y es sometida a la continua selección de los campesinos, que obtienen así variedades adaptadas a las condiciones cambiantes de su entorno.

Estos sistemas son pues, un rico reservorio de genes de adaptación, de especial relevancia hoy día para enfrentar los cambios acelerados que está sufriendo el planeta. La estrategia desarrollada por los campesinos (rurales y urbanos), respeta los principios de la diversificación y promueven el rescate de prácticas de manejo agroecológico y uso de esta diversidad.

La conservación *in situ* y el manejo de la diversidad agrícola en fincas

En Cuba existen al menos diez áreas que son de alta prioridad para la conservación de la diversidad tradicional de cultivos y de especies sub-explotadas, donde se maneja esta sobre bases agroecológicas; por esa razón, tan importante es conservar esa diversidad de especies y de variedades dentro de las especies, como las prácticas de manejo y uso asociadas a ellas. El manejo inadecuado de esta diversidad puede hacer frágiles los sistemas agrícolas cubanos, si las intervenciones humanas en este entorno no se hacen de manera responsable.

Estas áreas casi siempre están concentradas en las propiedades campesinas situadas en las inmediaciones de los macizos montañosos cubanos como: Viñales, Sierra del Rosario, Sierra de Cubitas, Bayamo, Isla de la Juventud, Sancti Spíritus, Holguín, Gran Piedra, Baracoa y Yateras, entre otras (CNRG 2007); no obstante, en los sistemas campesinos en zonas llanas, existe también una diversidad agrícola vegetal de interés para el futuro de la agricultura cubana y que contribuye al manejo agroecológico de su entorno.

En estudios realizados sobre la diversidad útil para la alimentación y la agricultura se han reportado (Castiñeiras *et al.* 2007) para tres de los municipios artemiseños (Candelaria, San Cristóbal y Bahía Honda), 343 especies de 94 familias botánicas y cerca de 316 nombres vulgares; estos municipios solo abarcan la tercera parte de las áreas con mayor diversidad agrícola, por lo que esta debe ser aún más abundante cuando sean exploradas en su totalidad.

Existe también una gran riqueza de nombres vernáculos para las especies y las distintas variedades dentro de las especies más importantes para la agricultura, así como en los usos que se reportan para ellas por los campesinos y sus prácticas tradicionales de conservación y manejo; esto constituye un indicador de una riqueza cultural asociada a estos recursos, que está casi siempre en armonía con el entorno natural y que le confiere resiliencia a los sistemas y sostenibilidad a este tipo de agricultura.

Ejemplos de diversidad de variedades empleadas por los campesinos en estos sistemas para un conjunto importante de especies fueron reportados por Fundora *et al.* (2007a), para los plátanos y bananos (*Musa* spp.), las malangas, los frijoles (*Phaseolus* spp.), el maíz, el mamey colorado (*Pouteria sapota*) y los ajíes y pimientos, entre otras.

Estudios más exhaustivos realizados por Castiñeiras *et al.* (2006), Fernández (2009) y Barrios (2010), indicaron la presencia de 36 cultivares distintos para *Phaseolus* spp., 30 para *Capsicum* spp. (se incluyen entre ellos algunos cultivares híbridos en desarrollo) y 18 de maíz, enmarcadas en seis de las razas reportadas para el territorio cubano.

Se desarrollan otras investigaciones importantes que proponen el establecimiento de sitios piloto para la conservación y ordenamiento en áreas de alta diversidad (Castiñeiras *et al.* 2006), como contribución a la resiliencia de estos agroecosistemas; investigaciones realizadas por importantes instituciones del país, han desarrollado programas para poner a la disposición de los campesinos una mayor diversidad de variedades en cultivos como frijoles, maíz, calabazas (*Curcubita moschata*), papa (*Solanum tuberosum*), raíces y rizomas tropicales, entre otros, con el fin de que éstos seleccionen aquellas que tienen las características específicas que requieren, tanto para su demanda familiar, como para la comercialización.

Otra iniciativa importante, fue el establecimiento de los Bancos Comunitarios de Semillas (BCS), que funcionan mediante una red de intercambio, administrada por un agricultor de reconocido prestigio, identificado como promotor (Fundora *et al.* 2007b). Se establecieron hasta el momento tres BCS, ubicados en la montaña, la pre montaña y el llano, en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, con una representación de toda la diversidad local replicada en cada uno de ellos. Ahora

están funcionando para conservar semilla de maíz, frijol común y frijol caballero.

En el establecimiento de las responsabilidades de los agricultores en cada banco, en relación con la conservación y regeneración de semillas, se consideró el papel de la mujer, de los niños y jóvenes en el manejo eficaz de los mismos. Estos BCS demostraron ser un elemento clave para la rehabilitación de la diversidad en los huertos y fincas de los sistemas tradicionales, ayudaron a impulsar la recuperación después de desastres naturales ocurridos, así como a disminuir los efectos depresivos lógicos de sus secuelas. Fue una estrategia de respaldo importante para restaurar la diversidad tradicional perdida tras el paso de los huracanes de septiembre de 2008 (figura 2).



Figura 2. Muestras almacenadas en uno de los Bancos Comunitarios de Semilla (BCS).

Las colecciones nacionales *ex situ* de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA)

La conservación de las colecciones nacionales de RFAA se realiza en los bancos de germoplasma. En Cuba existen 14 centros que conservan colecciones, pertenecientes a tres ministerios y un grupo empresarial, que atesoran 17 127 muestras o accesiones (tabla 1) de 844 especies, los cuales integran el Sistema Nacional de RFAA (CNRG 2007); en ellos no están considerados los recursos genéticos forestales.

Tabla 1. Inventario general de las colecciones nacionales de RFAA

Ministerio / OACE	Institución	Especies que custodia según mandato	Censo 2006 (número de accesiones)
Minag	Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (Inifat)	Hortalizas, granos, oleaginosas y colecciones vivas económicas	4 929
	Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliانا Dimitrova (IIHLD)	Hortalizas, condimentos y flores	461
	Instituto de Investigaciones de Granos (IIG)	Arroz (colección de trabajo de frijol, vignas, soya, maíz y sorgo)	2 349
	Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT)	Frutales (incluye cítricos)	448
	Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales (Inivit)	Raíces y rizomas tropicales, plátanos y bananos	477
	Instituto de Investigaciones del Tabaco (IIT)	Tabaco y especies afines	777
	Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (Inaf)	Forestales, café y cacao	1 706
	Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF)	Pastos y forrajes	336
Mes	Instituto Nacional de Ciencia Agrícola (Inca)	Papa y afines (colección de trabajo de frijol, vignas, soya, maíz y sorgo)	884
	Instituto de Ciencia Animal (Ica)	Pastos y forrajes	20
	Centro de Bioplasmas (CB)	Piña	34
	Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH)	Pastos y forrajes	1 730
Citma	Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov (IIAJD)	Colección de trabajo de granos y oleaginosas	401
Azcuba	Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (Inica)	Caña de azúcar y afines	2 575
TOTAL			17 127

Algunas colecciones sufrieron una erosión considerable, en general debido a las dificultades enfrentadas por el país en la década de los 90 del siglo pasado, que afectaron la viabilidad de las muestras almacenadas. No obstante, algunos bancos crecieron

de manera dirigida, centrando su atención en aquellos materiales de importancia para los programas de utilización (programas de mejoramiento fundamentalmente). Por otra parte, las colecciones de campo sufrieron los embates de condiciones climáticas adversas (huracanes, sequías y otros), lo que ha incidido considerablemente en la erosión de las mismas. Sin embargo, solo un 2 % del germoplasma nacional se encuentra duplicado en otros bancos, lo que constituye una debilidad en este tipo de conservación.

Es importante señalar que las colecciones nacionales están incompletas desde el punto de vista de los materiales genéticos que deben contener; estas no siempre contienen cultivares locales conocidos y cultivares comerciales que ya no se usan (obsoletos); especies emparentadas con los cultivos, materiales de diversos orígenes geográficos, así como variedades con genes de resistencia a enfermedades, plagas y otros caracteres económicos de interés, aunque se hayan realizado numerosas colectas en todas las provincias del país, dirigidas a múltiples cultivos, lo que evidencia que estas acciones han sido insuficientes.

La caracterización también es deficiente, lo que constituye una alerta, especialmente considerando la necesidad de conocer bien las muestras conservadas y la disponibilidad de variedades adaptadas a salinidad, sequía y altas temperaturas, con vistas a hacer frente a los cambios climáticos que están ocurriendo.

La utilización de los RFAA

Los principales objetivos de los programas de obtención de nuevas variedades desarrollados en los últimos cinco años, han abarcado cultivos como la papa, arroz (*Oryza sativa*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), tomate (*Solanum lycopersicon*), frijol, yuca (*Manihot esculenta*), cafeto (*Coffea arabica*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), boniato (*Hypomoea batatas*), piña (*Ananas comosus*), cacao (*Theobroma cacao*), plátano (*Musa spp.*), banano (*Musa paradisiaca*), pimiento, sandía (*Citrullus lanatus*), maíz, garbanzo (*Cicer arietinum*), girasol (*Helianthus annuus*), ajo (*Allium sativum*) y papaya (*Carica papaya*). Los objetivos han sido: aumento del rendimiento, la resistencia a condiciones de estreses abióticos (sequía y salinidad) y bióticos (plagas), la ampliación de la diversidad de variedades en producción, el aprovechamiento del vigor híbrido en el rendimiento y otros

atributos, la resistencia a plagas emergentes y la obtención de variedades adaptadas a diferentes sistemas de cultivo, así como resistencia múltiple a plagas, entre otros aspectos.

Todos estos programas tienen una prioridad alta en el país y han aprovechado en una extensión moderada las variedades tradicionales, portadores de genes para la adaptación a determinadas condiciones, y en contadas ocasiones, germoplasma introducido de centros de agricultura internacional o bancos de germoplasma de otros países; a partir de ellos, se han obtenido alrededor de 42 variedades de los diferentes cultivos. En la mayoría de estos casos, los campesinos se han incorporado a partir de la selección en poblaciones de líneas estables o variedades mejoradas.

Promoción de la diversificación en la utilización de especies y variedades en la agricultura y de la utilización de especies infrautilizadas

Se han desarrollado numerosas actividades relacionadas con la evaluación o mejoramiento de la diversidad dentro y entre cultivos, que han abarcado 26 especies, lo que indica un creciente interés en la diversificación de la agricultura bajo condiciones agroecológicas.

La mayoría de las actividades de promoción de la diversificación están asociadas al Programa Nacional de Agricultura Urbana (PNAU), y se ha extendido al recientemente desarrollado Programa de la Agricultura Suburbana (PNAUSU), los que trabajan sobre dos premisas fundamentales: la diversificación de la base alimentaria cubana a través de la promoción de alternativas diversas de especies en la oferta a la población y la diversificación de variedades dentro de cada cultivo (Rodríguez y Sánchez 2009).

Otro aspecto que contribuye a la diversificación de la agricultura en estos sistemas, lo constituye la promoción de la siembra y desarrollo de las especies hasta el momento sub-explotadas, como el noni (*Morinda citrifolia*), los cebollinos (*Allium* spp.), la guayaba ácida (*Psidium friedrichsthalianum*), el ñame (*Dioscorea* spp.), el orégano guatacón u orégano francés (*Plectranthus amboinicus*), la espinaca (*Spinacea oleracea*), la acerola (*Malpighia glabra*) y el “marigold” o flor de muerto (*Tagetes erecta*), entre otras, que están tomando cada vez más importancia.

En Cuba, la mayoría de estas especies, no tienen un programa de desarrollo establecido, pero se avanza en un grupo importante

de ellas, en aspectos relacionados con su inventario en sistemas agrícolas y familiares, multiplicación de las semillas, el procesamiento, el mercadeo y la documentación.

Como iniciativa, las ferias de biodiversidad agrícola y semillas, desarrolladas primero en cooperación con los gobiernos locales, pueden constituir un elemento de sostenibilidad para la promoción de la diversificación de la producción, a la vez que resulta un estímulo económico para las familias campesinas (Shagarodsky *et al.* 2009). Las ferias han aportado a la población beneficiada (clientes), alimentos diversos, muchos de ellos de escasa oferta en el país, así como conservas de frutas y vegetales, que añaden valor a muchas especies que sufren un normal deterioro si no fueran procesadas (figura 3).



Figura 3. Ferias de semillas y biodiversidad agrícola.

Es importante destacar que no existen estrategias nacionales, ni marcos legislativos o políticos para el desarrollo de mercados de estos productos ricos en diversidad, excepto lo que está establecido en los lineamientos anuales del PNAUSU en cuanto a la comercialización, los que no trascienden al resto del sector agrícola.

La preparación de alimentos elaborados y semielaborados a partir de los productos agrícolas (condimentos, tomate, guayaba y otros) en el marco del Subprograma de la pequeña agroindustria, forma parte de los esfuerzos para desarrollar procesos que añadan valor a los productos ricos en diversidad con fines comerciales. En la mayoría de los cultivos, los nichos de mercado están bien desarrollados y no resta más que aprovecharlos al máximo incrementando la diversidad disponible para el consumo.

La producción de semillas

El sistema de producción de semillas en Cuba, trabaja con una clasificación de éstas, atendiendo al tipo de reproducción y origen, en los siguientes tipos: botánica, agámica y biotecnológica. El esquema de producción de semillas abarca las categorías: Original, Básica, Registrada y Certificada (I y II dependiendo del cultivo). También se produce semilla de la categoría Fiscalizada (se produce sin seguir el esquema de reproducción establecido para el cultivo) para especies de diversos cultivos, la que procede de áreas de producción chequeadas periódicamente por el Sistema de Inspección y Certificación de Semillas (SICS).

A partir del desarrollo de la agricultura urbana, se estableció un sistema de abastecimiento de semillas, a través de la Red de fincas municipales de semillas (para la semilla sexual), bajo el control y asistencia técnica del Grupo Nacional de Agricultura Urbana y Suburbana (GNAUSU), para lo cual se han creado las condiciones de aseguramiento de semilla original y básica, capacitación de los productores e infraestructura mínima imprescindible para producir, cosechar y beneficiar la semilla.

La distribución de las semillas a los agricultores se realiza a través de la citada Red con el apoyo de los Consultorios Tienda Agropecuario (CTA), distribuidos por todas las provincias del país, lo que indica que existe una considerable dispersión de semillas producidas en condiciones agroecológicas. Para el cultivo del arroz, existe un Programa Nacional de Popularización del Arroz, con un sistema de producción y distribución de semillas a través de fincas municipales, productores líderes, jardines de variedades, ferias de agrobiodiversidad, días de campo, etc., (CNRG 2007).

Por último, existe una forma tradicional (sistema informal) a través de los distintos productores en fincas, parcelas y patios, los cuales aseguran gran parte o toda la semilla necesaria para la siguiente siembra propia, a partir del material inicial producido por ellos mismos o adquirido localmente por otras vías, y que constituye el modo tradicional campesino de producir semilla. Por ésta vía, se ha conseguido mantener determinado potencial del germoplasma nacional de muchos cultivos (GPA-Fao 2007).

En algunos cultivos como la caña de azúcar y el arroz, la mayoría de las variedades que se siembran corresponden a variedades nacionales derivadas de los programas de mejoramiento, que ocupan

entre un 20 y un 100 % del área. No obstante, se produce con variedades tradicionales en un considerable número de cultivos: frijol caballero y ajonjolí (*Sesamum indicum*) entre 20 y 30 %, seguidas por arroz 12 %.

El resto de los cultivos, solo ocupan entre el 1 y el 2 % del área con variedades tradicionales. Por último, es importante señalar que los pastos y forrajes, algunos frutales, la papa, la yuca y la piña, tienen en producción solo cultivares introducidos o foráneos. Este análisis indica una tendencia a la vulnerabilidad en la producción de estas especies en Cuba por las pocas variedades que sostienen la producción.

Cuando proceden de programas nacionales de mejoramiento, se ha comprobado que estos se establecen a partir de un grupo pequeño de progenitores emparentados, lo que añade vulnerabilidad a la producción; sin embargo, en los sistemas tradicionales de cultivo la producción es muy diversa, pues entre el 80 y 90 % de los cultivares utilizados son tradicionales, heredados de una generación a otra (Castiñeiras *et al.* 2007) y heterogéneos desde el punto de vista genético. Esto les confiere una mayor estabilidad frente a eventualidades externas, ya que poseen adaptación a los nichos agroecológicos donde se han desarrollado.

La educación ambiental y la sensibilización de la opinión pública desarrolladas en Cuba sobre la importancia de los RFAA

Uno de los elementos clave para lograr un uso amplio de la diversidad de interés para la agricultura y para lograr el manejo agroecológico de los cultivos, es el desarrollo de una conciencia ambiental en los diferentes estratos de la población, utilizando diversas vías disponibles.

Cuba dispone de numerosas alternativas y espacios que pueden ser aprovechados a este respecto: un amplio y bien estructurado programa educacional a todos los niveles, infraestructura adecuada, un buen desarrollo de los medios masivos de difusión como la radio y la TV, además de una abundante capacidad intelectual en referencia a profesionales bien entrenados, así como a comunicadores. Esto constituye un bien nutrido arsenal que puede ser dirigido a crear programas de educación ambiental y de sensibilización pública relacionados con la importancia de la biodiversidad agrícola y su manejo agroecológico (CNRG 2007).

Existen experiencias importantes en este sentido en escuelas de Pinar del Río y La Habana, a partir del uso de materiales didácticos sobre temas relacionados con la diversidad de los cultivos y otras especies de interés en la agricultura en el espacio curricular, así como con las prácticas de manejo asociadas a ellos; los textos contenidos en estos materiales fueron incorporados en todas las asignaturas de los niveles de primaria y secundaria.

También en el huerto escolar, los alumnos intercambian conocimientos, con campesinos, especialistas y docentes, sobre la diversidad de especies frutales sembradas y de otras especies conocidas por ellos, así como el modo de manejo de éstas en armonía con el ambiente (figura 4).



Figura 4. Intercambio en el huerto escolar.

El huerto escolar es un escenario importante en la educación ambiental de los niños en relación con la conservación de la agrobiodiversidad y la importancia de asegurar la alimentación de las generaciones presentes y futuras, a la vez que es una alternativa válida para desarrollar la formación vocacional de los estudiantes en las carreras relacionadas con la agronomía, a partir de la combinación de la teoría con la práctica.

Otro de los elementos del programa integral de sensibilización, se refiere al intercambio de experiencias exitosas entre campesinos, y entre éstos y los profesionales de la agricultura. A través de los intercambios entre campesinos, se transmitieron experiencias diversas acerca de estrategias y tecnologías más eficientes de manejo de las fincas, desde la parcela de los campesinos promotores.

También se trabajó en la sensibilización de los actores durante el desarrollo de numerosos talleres realizados, a través del intercambio de experiencias, en función de la importancia que tiene la agrobiodiversidad en sus sistemas productivos, no solo para la familia, sino también para todo el país.

Por otra parte, en Cuba se ha valorizado el papel de la mujer desde el triunfo de la Revolución, pero en este contexto, la campesina en particular, está lastrada aún con la visión patriarcal ancestral de la sociedad. No se pueden dejar de mencionar algunas experiencias en pro de la valorización de la mujer en el uso de la diversidad en los sistemas tradicionales, como artífices de la resiliencia de los mismos.

A través del desarrollo de ferias culinarias en diversos territorios del país, se motivó, tanto a las mujeres de la comunidad como a las campesinas, para preparar recetas familiares tradicionales y no convencionales, intercambio de conocimientos entre ellas acerca de la utilización de los diferentes recursos genéticos en la alimentación, potenciar entre todas una mejor utilización de los mismos y capacitarse en el diferente valor nutritivo de los alimentos para mejorar la alimentación familiar.

Estas ferias contribuyen a promover el uso de una mayor diversidad y en formas más diversas, divulgándose además recetas largamente olvidadas y que constituyen un patrimonio cultural de la cocina cubana.

Amenazas a la diversidad de los RFAA y a la resiliencia de los sistemas agrícolas

La conservación de las colecciones nacionales de germoplasma está amenazada por la escasa disponibilidad de recursos financieros para ampliar y fortalecer la infraestructura en los bancos de germoplasma, así como para establecer un flujo regular de insumos para estos aspectos; a pesar de los esfuerzos que realiza el país destinando recursos para esta labor, éstos son insuficientes aún para desarrollar algunas inversiones necesarias de gran envergadura (GNRG 2007). En la actualidad, la erosión alcanza cifras de alrededor del 20 % de las muestras conservadas.

Por otra parte, las amenazas más frecuentes a la diversidad de especies útiles para la alimentación y la agricultura presentes *in situ*, reportadas por CNRG 2007, son los desastres naturales,

seguidos de los planes de desarrollo de otros sectores de la economía y la urbanización. La industrialización, la aparición de plagas y la presencia de condiciones climáticas no favorables al desarrollo de cierto tipo de especies, se presenta en casos muy puntuales.

Los propios campesinos refieren que el paso de los huracanes de mediana a alta intensidad, las sequías prolongadas, asociadas o no al paso de los huracanes, así como la ocurrencia de plagas son los más importantes. Se señalaron también con escasa frecuencia las enfermedades como causa de eventos de riesgo, siendo significativa sin embargo, la mención de la importancia de la sigatoka del plátano; se mencionaron también escasamente las tormentas locales en algunos territorios, mientras que para otros sí resultaron verdaderamente una amenaza (Fundora *et al.* 2010).

La diversidad tradicional mantenida en fincas y huertos familiares por los agricultores tiene escaso respaldo en el sistema cubano de conservación de germoplasma, por lo que sería importante fortalecer el papel de estas comunidades en la conservación de la agrobiodiversidad, en aras de atenuar los riesgos de desaparición de cultivares a veces únicos y que contribuyen a la resiliencia de estos sistemas. Es imprescindible vincular a los Bancos de Germoplasma nacionales y crear estructuras locales en el territorio que conserven esta diversidad (como los BCS), para así evitar la pérdida del acervo genético nacional.

Una amenaza adicional a la conservación del patrimonio genético cubano en las fincas rurales, está vinculada a la escasa priorización que se le confiere a la utilización de las fuentes nacionales de germoplasma, tanto procedentes de variedades tradicionales como de los programas nacionales de mejoramiento, las que están subutilizadas, a expensas de la utilización de otras alternativas menos adecuadas; la liberación controlada de variedades comerciales mejoradas, tanto foráneas como procedentes de los programas nacionales, minimizaría la contaminación de las fuentes tradicionales con polen extraño para disminuir así la posible erosión genética, como consecuencia del flujo de genes, así como evitaría el desplazamiento de variedades tradicionales por las modernas (CNRG 2007).

Por otra parte en el ámbito social, el escaso reconocimiento de la existencia e importancia del patrimonio nacional y universal que representa la diversidad genética de los cultivos en Cuba, así como de otras especies útiles en la alimentación y la agricultura,

especialmente los silvestres emparentados con las especies cultivadas, amenaza seriamente su permanencia (Fernández 2009). Este aspecto requiere de una atención inmediata, con vistas a la protección, conservación y uso adecuado de este patrimonio de biodiversidad, utilizando herramientas de sensibilización pública de manera más activa.

Finalmente, la promoción del intercambio de experiencias exitosas entre los campesinos, y entre éstos y los profesionales agrícolas, contribuyen a la conservación de las prácticas tradicionales, más respetuosas con la preservación del entorno del agroecosistema. Estas experiencias son numerosas en el país y han dado resultados muy positivos (Orellana *et al.* 2003, Fundora *et al.* 2008).

Aunque para la producción de los diferentes cultivos está disponible un grupo importante de variedades comerciales, la base genética en cada cultivo es estrecha, ya que se han originado de muy pocos progenitores, que a su vez están muy emparentados entre sí. Sin embargo, otros sistemas productivos como la agricultura urbana y suburbana, manejan un número mayor de cultivares, en consonancia con su estrategia de diversificación, a la vez que se promueven la producción y comercialización de especies de cultivos subexplotados.

El manejo de esta enorme diversidad ha contribuido sin dudas, a la sostenibilidad de los sistemas productivos y a la seguridad alimentaria del país, en tanto ha diversificado las opciones de alimentos en las diferentes zonas y ha aumentado la calidad de la dieta cubana.

Esta opción agroecológica de producción, con la utilización de productos naturales derivados de la propia flora cubana o introducida, la utilización de productos biológicos, el manejo de la diversidad infraespecífica, de las formas de cultivo, el uso de fertilizantes orgánicos, etc., contribuye además a la sostenibilidad ambiental de la agricultura cubana y al mejoramiento de la calidad de vida de la población, así como contribuye a la mitigación del efecto de los cambios climáticos sobre Cuba.

La conservación de la biodiversidad agrícola en Cuba contribuirá a garantizar la producción sostenible de alimentos a corto, mediano y largo plazo, así como al mejoramiento de las condiciones de vida y el bienestar de la población. De esta manera, los riesgos de la desaparición de especies o de la erosión de la diversidad genética, causados por actividades humanas, serán disminuidos

en gran medida y el rico legado evolutivo de estos recursos, se utilizará de manera sostenible (GRFG 2010).

Bibliografía

- Altieri, M. 2006. Desafíos agroecológicos para el desarrollo de una agricultura sustentable en la América Latina del siglo XXI. Conferencia VI Encuentro Agricultura Orgánica y Sostenible, La Habana, Cuba.
- Barrios Govín, O. 2010. Los recursos genéticos de ajíes y pimientos (*Capsicum* spp.) en Cuba. Tesis Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana, 98 p.
- Castiñeiras L.; O. Barrios; L. Fernández; N. León; R. Cristóbal; T. Shagarodsky; V. Fuentes; Z. Fundora; V. Moreno; D. de Armas; G. Acuña; M. García; F. Hernández; D. Arzola y C. Giraudy. 2006. Catálogo de cultivares tradicionales y nombres locales en fincas de las regiones occidental y oriental de Cuba: frijol caballero, frijol común, ajíes-pimientos y maíz. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt, Agrinfor, La Habana, 45 p.
- Castiñeiras, L., T. Shagarodsky, Z. Fundora, O. Barrios, L. Fernández, N. León, R. Cristóbal, M. García, C. Giraudy, F. Hernández, D. Arzola, V. Fuentes y V. Moreno. 2007. Adaptive management of seed systems and gene flow for sustainable agriculture and improved livelihoods in the humid tropics of Cuba, Inifat-BI-IDRC. 62 p.
- CDB. Convención sobre la Diversidad Biológica, 2008. Can farming affect biodiversity? En: Biodiversity, Food and Farming for a Healthy Planet. WWW. CDB. Childrens portal. Consultado en marzo 2008.
- Citma. 2014. V Informe Nacional del Convenio sobre Diversidad Biológica. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba. ISBN: 978-959-270-340. 253 p.
- CNRG. Comisión Nacional de Recursos Genéticos. 2007. Cuba: Segundo Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Mecanismo Nacional de Intercambio de Información sobre las actividades de los RFAA. Ed. Actaf, Producciones Gráficas del Minrex: 189 p.
- Fernández, L. 2009. Identificación de razas de maíz (*Zea mays* L.) presentes en el germoplasma cubano. Tesis Doctor en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. 98 p.
- Fundora, Z., R. García; F. Hernández; L. Castiñeiras; T. Shagarodsky; M. García; L. Fernández; T. Tellería; D. Arzola; Y. Sánchez; O. Barrios; V. Moreno; N. León; R. Cristóbal; Y. Rodríguez y D. de Armas 2007 b. Bancos comunitarios de semillas, una estrategia local para su producción y conservación. Agricultura Orgánica: 2: 31-33.
- Fundora, Z.; L. Castiñeiras; T. Shagarodsky; O. Barrios; L. Fernández; V. Moreno; R. Cristóbal; A. Rodríguez-Manzano; M. García; F.

- Hernández; C. Giraudy; V. Fuentes; P. Sánchez; A. Valiente; A. V. González y R. Orellana. 2007a. Percepción local de la diversidad infra específica de las especies presentes en los huertos caseros de tres zonas de Cuba. PGR Newsletter: 152:23-32.
- Fundora, Z.; T. Shagarodsky; T. Tellería; L. Fernández; N. León; O. Barrios; L. Castiñeiras; F. Hernández; M. García; V. Moreno; R. Cristóbal; M. C. López; Y. González; Y. Sánchez; D. de Armas y G. Acuña. 2010. Estrategias campesinas para el rescate de cultivos tradicionales frente al cambio climático. Conferencia VIII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible, Hotel Nacional, La Habana.
- Fundora, Z.; T. Tellería; F. Hernández; Y. González; Y. Rodríguez; J. A. Soto; J. A. Martínez; R. Oliva y D. de Armas. 2008. El mensaje de campesino a campesino: un intercambio sobre técnicas clave en Bahía Honda, Pinar del Río. Agricultura Orgánica: 2:33-36.
- Funes-Monzote, F. R. 2009. Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba. Estación Experimental Indio Hatuey, Universidad de Matanzas. 175 p.
- GPA-Fao. 2007. Base de datos digital del Mecanismo Nacional de Intercambio de Información sobre las actividades del Plan de Acción Mundial sobre los RFAA, Fao.
- GRFG. 2010. Estrategia de conservación de recursos fitogenéticos (ECRF) del Ministerio de la Agricultura para el período 2010-2020. Grupo de Recursos Fitogenéticos. 11p.
- Milián, M. D. 2008. Variabilidad de la colección cubana de malanga o guagüí (*Xanthosoma Schott*). Tesis Doctor en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. 98 p.
- Orellana, R.; Z. Fundora; L. Castiñeiras y T. Shagarodsky. 2003. Conocimientos tradicionales en los huertos caseros cubanos: experiencias para multiplicar. LEISA, Rev. de Agroecología: 19:3:26-27. ISBN 1729-7419.
- Rodríguez-Nodals, A. y P. Sánchez. 2009. Especies de frutales cultivadas en Cuba en la agricultura urbana y suburbana. Biblioteca Actaf, Agrinfor, 150 p.
- Shagarodsky, T.; L. Arias, L. Castiñeiras; M. García y C. Giraudy. 2009. Ferias de agrobiodiversidad y semillas como apoyo a la conservación de la biodiversidad en Cuba y México. En: ¿Cómo conservan los agricultores sus semillas en el trópico húmedo de Cuba, México y Perú? Experiencias de un proyecto de investigación en sistemas informales de semillas de chile, frijoles y maíz. IDRC-Bioversity International, Roma, Italia. Editores: M. Hermann, K. Amaya, L. Latourniere y L. Castiñeiras: 101-122.



Programa de Desarrollo Sostenible del Consejo de Iglesias de Cuba (PDS-Cic)

75

Desde su creación en 1991, el PDS-Cic – antes Departamento de Coordinación y Asesoría de Proyectos (DECAP) –, tiene como línea fundamental de trabajo la producción sostenible de alimentos, contribuyendo, de forma modesta a la seguridad y soberanía alimentaria de nuestro país. Como parte de una institución de inspiración cristiana, el PDS-Cic desde su inicio, definió sus principios éticos, morales y ambientales para lograr que todo su esfuerzo y aporte a la producción sostenible de alimentos no contribuya al deterioro ambiental actual, ni otros efectos adversos del cambio climático que padecemos.

Para ello, se ha contado con el apoyo solidario de organizaciones de cooperación al desarrollo representativas de las iglesias evangélicas alemanas Pan Para el Mundo (PPM) e Iglesias Evangélicas para el Desarrollo (EZE-EED), también con la Iglesia Unida de Canadá, el primado de la Iglesia Anglicana y otras instituciones de colaboración. Esto ha permitido apoyar pequeñas iniciativas productivas que contribuyen al desarrollo sostenible a nivel local en diversas comunidades del país.

Desde 1992 participamos como facilitadores en el proceso de formación y extensión del Movimiento de agricultura urbana, junto al Grupo Gestor de la Asociación Cubana de Agricultura Orgánica (Acao) y a la permacultura, que respondía entonces al Poder Popular en Ciudad de La Habana, simientes del actual movimiento agroecológico y Programa Nacional de Agricultura Urbana y Suburbana, que existe a nivel nacional para la producción de alimentos en zonas urbanas y periurbanas.

El primer microproyecto, ejecutado en 1993, se ubicó en el poblado de Santa Fé, municipio Playa, actual provincia de La Habana, donde se fomentaron varios huertos familiares bajo la organización de Clubes de Agricultores de base, para la producción de vegetales y el reciclaje de nutrientes con elaboración de compost, uso de la lombricultura, empleo de policultivos, diseños de permacultura, cría de animales y otros, que tuvieron un impacto positivo en el mejoramiento de la alimentación y la calidad de vida de las familias beneficiadas en dicha comunidad.

Desde entonces se ha continuado apoyando diversos grupos locales comunitarios en las tres regiones del país, siempre promoviendo una agricultura ecológica acorde a los principios que defendemos y en beneficio de los sectores más vulnerables y necesitados. Los más de 400 microproyectos que hemos apoyado durante las últimas dos décadas, no solo han beneficiado miles de familias de bajos ingresos, sino que han contribuido al desarrollo de sus capacidades autogestivas (ayuda para la autoayuda).

A este accionar se ha otorgado, en período reciente (5 - 6 años), mayor énfasis al enfoque de género como componente esencial para que los escenarios productivos practiquen y promuevan la equidad y justicia en las relaciones entre los hombres y mujeres involucrados en el proceso.

Entre las temáticas para implementar todas estas acciones están las siguientes: crianza animal ecológica de especies menores (aves, conejos, ovinos, caprinos); producción sostenible de vegetales, granos, viandas y aromáticas; mejoramiento de la cultura alimentaria y conservación de alimentos; conservación y mejoramiento de la fertilidad natural de los suelos (barreras, producción de abonos orgánicos); uso de fuentes renovables de energía y tecnologías alternativas (cocina eficiente, plantas de biogás, secadores solares, molinos de viento, humedales, letrinas secas y otras); reforestación con árboles maderables, frutales y proteicos para consumo humano y animal; uso de tracción animal; diagnóstico, capacitación, reflexión y promoción sobre género; publicaciones con temáticas afines a nuestro quehacer y encuentros, talleres, giras de estudio e intercambio sobre éstos temas.

Como resultado del proceso de planificación estratégica, y a tenor de los acontecimientos internacionales, relacionados con el cambio climático y el efecto invernadero, el PDS-Cic cuenta con una estrategia ambiental, dirigida a posibilitar nuevos enfoques para abordar esta temática (antes no asumida con la fuerza necesaria, acorde a su problemática). Es por ello que, se han sumado a los temas anteriores, los relacionados con: uso del agua, mitigación y adaptación al cambio climático, sequía y desertificación; eventos que dañan y hacen más vulnerables los ecosistemas.

CONTACTO: Rubén Bao / Correo electrónico: pds-bao@cic.co.cu

CALIDAD Y CONSERVACIÓN DEL SUELO

*Rosa del C. Orellana*¹(†) y *José M. Febles*²

¹ *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (Inifat), La Habana*

² *Facultad de Geografía, Universidad de La Habana (UH)*

La aplicación y generalización de prácticas agroecológicas en Cuba a partir de los años 90 del pasado siglo, como una respuesta a la crisis económica asociada al colapso de la Unión Soviética y los países socialistas de Europa (Funes-Monzote 2009), ha traído consigo una mejoría de los suelos agrícolas del país, los que llegaron a un nivel de degradación del 76 % (Citma 2007).

El suelo es una consecuencia de la vida y una condición para su existencia, sin embargo los diferentes actores de la sociedad aun no reconocen con la necesaria plenitud su valor ecológico y su relación con la salud humana y solo se percibe a éste, como medio de producción (Orellana *et al.* 2009a). La calidad del suelo se refiere a su capacidad para funcionar dentro de un ecosistema, para sustentar la productividad de plantas y animales, mantener y mejorar la calidad del agua y del aire, sostener la salud humana y sus condiciones de habitabilidad (Karlen *et al.* 1997).

Según Altieri y Nicholls (2002), una de las principales finalidades de la moderna ciencia del suelo consiste en interpretar y predecir los efectos del manejo ecológico del mismo, a través de indicadores confiables y sensibles, como una necesidad objetiva para definir sistemas de producción sustentables.

Cambios en los Indicadores agroecológicos de la calidad del suelo

La materia orgánica es considerada el indicador por excelencia para medir la sostenibilidad de los agroecosistemas. De ella depende en gran medida una buena estabilidad hídrica de los agregados y por tanto una construcción adecuada del sistema suelo. Por ejemplo, para el buen funcionamiento de los suelos Ferralíticos Rojos del occidente cubano, se requiere un contenido no menor del 3,5 % para garantizar el 60 % de agregados resistentes como mínimo (figura 1), lo cual le confiere al mismo una buena relación

aire-agua para el crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas (Orellana *et al.* 2008).

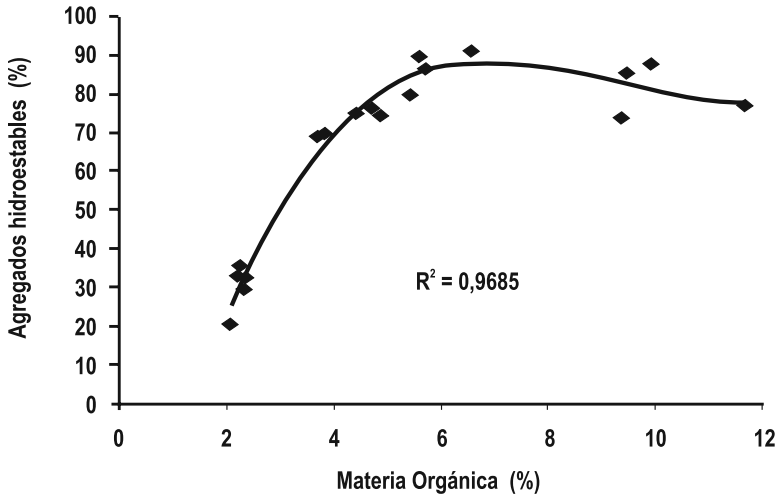


Figura 1. Relación entre el contenido de materia orgánica y los agregados hidroestables en suelos Ferralíticos Rojos (Orellana *et al.* 2008).

Para mejorar el contenido de materia orgánica edáfica, es necesario incorporar al suelo, no solo materiales humificados como el humus de lombriz, compost o estiércoles, sino también abonos verdes a partir de leguminosas forrajeras y gramíneas, así como otros materiales con alta relación C:N, que aumenten el contenido de las fracciones ligeras en los suelos (fracción intermedia entre los residuos vegetales frescos y el humus estable) (tabla 1).

Tabla 1. Participación de la fracción ligera y su contenido de carbono (C) en Vertisoles cubanos (Orellana *et al.* 2008)

Estado del suelo	Contenido de la fracción ligera (%)	Contenido de C en la fracción ligera (% del C total)
Forestal	1,09	14,4
Bajo caña de azúcar	0,66	11,2
Bajo pastura degradada	0,34	4,0

Según Primavesi (1990), en los suelos tropicales es preferible desistir de producir humus edáfico y conformarse con mantener la estructura del suelo, lo que puede lograrse con la aplicación periódica de paja al suelo, para producir de forma continua las sustancias agregantes.

La utilización de materiales como bagazo de caña, hojas de almendro, pencas de cocotero desmenuzadas y hojas de plátano como cobertura en tan solo una cosecha mejoró el contenido de agregados de mayor valor agronómico (7-2 mm), la retención de agua y la biomasa microbiana (figuras 2 y 3).

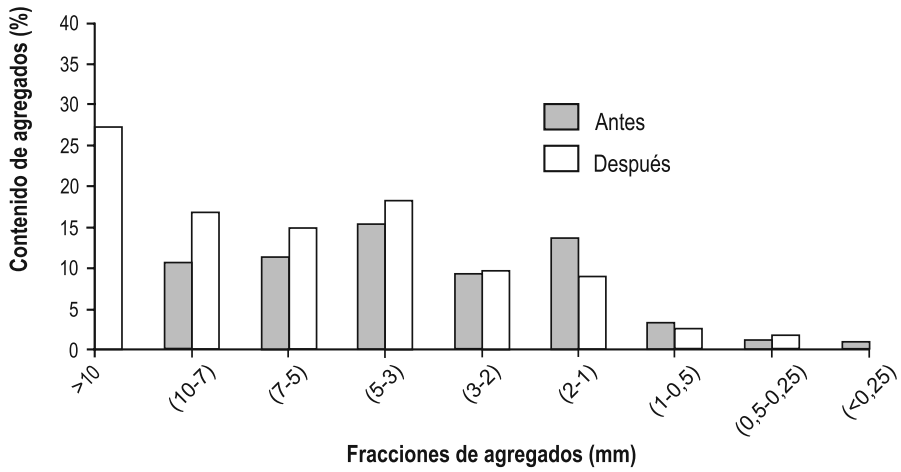


Figura 2. Cambios en el estado estructural de un suelo antrópico costero con la aplicación de arropo.

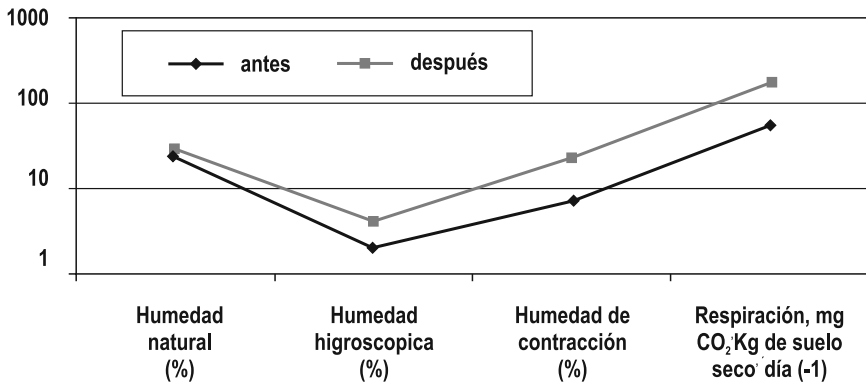
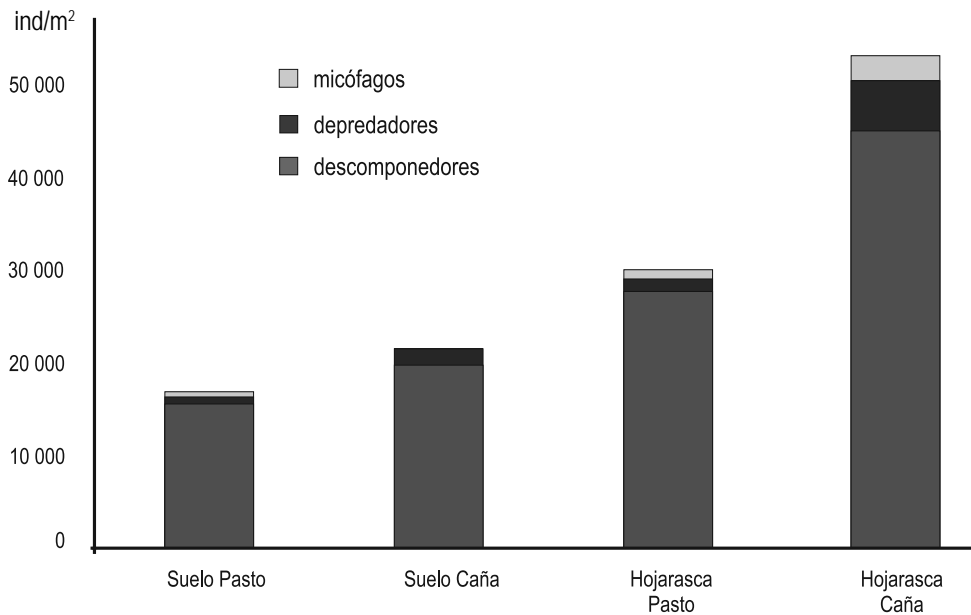


Figura 3. Indicadores biofísicos de un suelo antrópico costero.

La mejora física que se experimenta con la aplicación del “mulch” es propiciada por el incremento de la biodiversidad edáfica. La composición trófica de los integrantes de la mesofauna, representada por detritívoros o descomponedores, que involucran a oribátidos y colémbolos; micófagos (comedores de hongos), que comprenden a los astigmados y depredadores, conformados por gamásinos (figura 4), reflejó en parcelas bajo cultivo de caña de azúcar, tanto en hojarasca como en suelo Ferralítico Rojo durante el período de menor pluviosidad, la mayor densidad de los grupos de la mesofauna (oribátidos, colémbolos, astigmados y gamasinos).

Ello se debió a la mayor riqueza nutritiva y mejores condiciones ambientales que ofrece este hábitat, condicionadas por la espesa capa de hojarasca que garantiza la total cobertura del suelo y por tanto mayor conservación de la humedad (Robaina *et al.* 2010).



Leyenda:

Suelo caña durante 17 años, sin cosechar, con una cobertura vegetal aproximada de un metro de altura. Suelo pasto, desde hace 17 años con las siguientes especies dominantes: pitilla (*Dichanthium annulatum*) y jiribilla (*Dichanthium caricosum*).

Figura 4. Variación de la densidad de los componentes de la mesofauna edáfica bajo los tratamientos de caña de azúcar y pastos, tanto en suelo como en la hojarasca (Robaina *et al.* 2010).

La conversión de un sistema de pastizal convencional hacia una finca agroecológica a partir del año 1994, ubicada en la localidad de Cangrejas, provincia La Habana (Monzote y Funes-Monzote 2001), demostró los beneficios de las buenas prácticas agrícolas sobre la macro y mesofauna edáfica (Cabrera y Martínez 2006, Socarrás y Rodríguez 2006); las características de las comunidades edáficas establecidas en cada área, dígame su composición funcional, así como los valores relativamente superiores de riqueza taxonómica, densidad y biomasa en el policultivo y en el forraje.

Por otra parte los mayores índices de diversidad y equitatividad para la mayoría de los grupos faunísticos en el policultivo pueden atribuirse principalmente al manejo realizado en estas áreas, con la adición de compuestos orgánicos, el establecimiento de plantas perennes, el policultivo, la rotación y asociación de cultivos y la calidad de la hojarasca aportada al suelo.

Calidad del suelo en sistemas tradicionales campesinos

La sostenibilidad de los huertos caseros rurales cubanos se ha valorado a través de indicadores de uso y manejo de actividades agrotécnicas como labores de preparación, cosecha y regadío (Fundora *et al.* 2003, Orellana *et al.* 2003). Para Altieri *et al.* 2011), lograr una eficiencia energética $> 1,5$ y utilizar < 20 % de insumos externos en la finca, son dos elementos importantes para colocar al predio en el umbral de la soberanía alimentaria. En este sentido, se considera a la calidad del suelo como el indicador primario del manejo sostenible de tierras.

Los indicadores de la calidad inherente (congénita) del suelo como color, capacidad de intercambio catiónico y contenido de calcio explican la gran heterogeneidad edáfica entre los huertos caseros cubanos, localizados en zonas montañosas del occidente, centro y oriente del país, en dependencia de la región geográfica en que se encuentran, sin embargo la calidad transformada (salud del suelo) se expresa mediante el indicador materia orgánica, que está en correspondencia con la alta diversidad de especies presente (tabla 2) y las buenas prácticas en armonía con la naturaleza que emplean los campesinos (Orellana *et al.* 2009b).

Tabla 2. Indicadores edáficos y paisajísticos de salud del suelo de huertos caseros (H.C.) cubanos en distintas provincias (Orellana *et al.* 2009b)

H.C. (No.)	MO (%)	pH	Ca ²⁺ cmol(+)/kg	Riqueza relativa (%)	Índice de diversidad
Provincia de Pinar del Río					
6	4,44	7,2	23,43	59,4	3,46
8	3,81	6,1	18,60	62,5	3,52
11	4,04	6,8	15,13	46,9	3,29
12	3,73	7,0	21,15	57,9	3,40
13	4,12	7,5	30,03	48,4	3,24
Provincia de Cienfuegos					
3	2,78	7,5	9,33	54,0	3,34
11	3,45	7,6	41,10	47,6	3,21
Provincia de Guantánamo					
1	4,75	5,9	4,08	56,4	3,31
2	5,09	5,5	5,17	52,7	3,23
4	4,57	5,0	10,79	67,3	3,45
9	6,22	7,3	50,29	54,5	3,43
10	5,73	6,7	56,05	58,2	3,33

Recuperación de la calidad del suelo en sistemas degradados

En el Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS) de la República de Cuba (Instituto de Suelos, 2001), se señaló que de los 6,6 millones de hectáreas que conforman la superficie agrícola del país, están cultivadas 3,6 y de ellas, el 70 % está afectada por procesos de degradación reconociéndose a la erosión, como uno de los factores limitantes de mayor relevancia, lo cual se traduce en que 2,9 millones de hectáreas están afectadas por este proceso.

No obstante, un sinnúmero de experiencias de agricultores han demostrado que la mejor manera de recuperar los suelos degradados y conservar los que aún mantienen sus propiedades, es mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas. En este sentido, Primavesi (1990), afirmó que no es el clima cálido lo que impide la producción adecuada de la tierra, y sí en cambio lo es el manejo desatinado de los suelos.

Un ejemplo evidente en Cuba lo constituyen los suelos Alíticos de baja actividad arcillosa (Hernández *et al.* 1999), dedicados al cultivo del tabaco, en la provincia de Pinar del Río, los cuales presentan una baja resistencia antierosiva; precisamente es en esta región donde mas inciden los eventos meteorológicos extremos, que simultáneamente con el uso intensivo a que han estado sometidos los mismos, se incrementa su vulnerabilidad a la erosión hídrica.

Para minimizar el efecto de la erosión en este ambiente, Aguilar *et al.* (2010) evaluaron los efectos benéficos de las coberturas para reducir las pérdidas de agua y suelo, donde se demuestra que en las parcelas de maíz asociado con una leguminosa, cuando las lluvias acumulan más de 150 mm, el suelo se mantiene con 100 % de cobertura (figura 5).

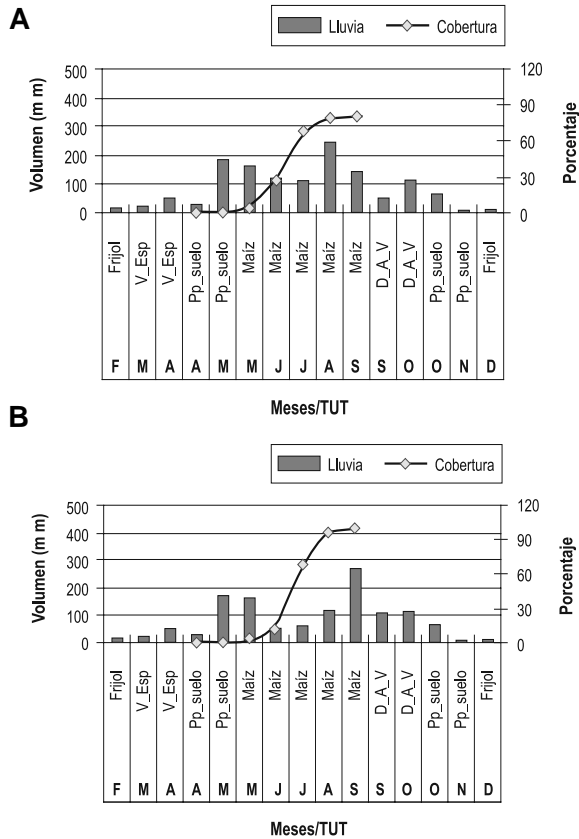


Figura 5. Manejo eficiente de las coberturas. Relación entre utilización de la tierra (TUT), lluvia (mm) y cobertura (%): A) maíz B) maíz asociado con leguminosa. V_esp: vegetación espontánea, Pp_: preparación de suelos, D_A_V: descomposición de abonos verdes.

En otro extremo, se hallan los suelos Ferralíticos Rojos, considerados los más productivos del país, sobre los que descansa en gran medida, la alimentación de la población de las provincias La Habana, Mayabeque, Artemisa, Matanzas y Ciego de Ávila, entre otras.

No obstante poseer un alto grado de resistencia a la degradación inducida por el hombre (Alfonso *et al.* 2001), se manifiesta en ellos la pérdida progresiva de la materia orgánica (tabla 3), lo que provoca una alta dispersión de las partículas, debilitamiento de los agregados agrónomicamente valiosos y la reducción de la permeabilidad hídrica (Orellana *et al.* 2007, Febles *et al.* 2010); la no aplicación de prácticas en armonía con la naturaleza edáfica de estos suelos puede conducirlos a la llamada “degradación irreversible” reportada por Orellana y Moreno (2001).

Tabla 3. Comportamiento de la materia orgánica a través del tiempo en la provincia de Artemisa

Suelos	Porcentaje de materia orgánica (%)	Referencia
Arcilla Matanzas, fase rojo púrpura	4,74	Bennett y Allison 1928
Serie Artemisa	2,83	DGSF 1985
Ferralítico Rojo típico	2,58	Febles 1988

Según se planteó en la Agenda 21, en 1992, una elevada biodiversidad (número de especies presentes en el ecosistema) es sinónimo de mejor calidad del suelo, por lo que esta ha sido considerada como componente clave para la estabilidad y funcionamiento del sistema edáfico.

A partir de la comparación de los índices de diversidad calculados para cuatro escenarios de uso (tabla 4), resultó que en el ecosistema natural se logra alcanzar una elevada organización, y se regula y estabiliza la función global del sistema, sin embargo, en el ecosistema antropizado (finca convencional), donde no se practica la agrobiodiversidad y se emplea una gran cantidad de energía externa que no forma parte de los procesos naturales, se degrada intensamente con un exceso de producción de entropía, convirtiendo el sistema en fuertemente vulnerable y alejándolo del equilibrio.

En el huerto familiar, donde el hombre modifica el agroecosistema para su bienestar, se optimizan los indicadores ecológicos;

los fenómenos geofísicos (fases lunares y estaciones, ciclos biogeoquímicos, ecológicos e hidrológicos) asociados al conocimiento tradicional de diferentes tipos de suelos y condiciones topográficas, lo que permite un aprovechamiento complementario del espacio y genera estrategias de uso múltiple e integrado de los recursos.

Tabla 4. Variación de los índices de diversidad en los ecosistemas sobre suelos Ferralíticos Rojos de la provincia de La Habana, en dependencia de su manejo (Orellana *et al.* 2007)

Escenario de uso	M.O. (%)	H'	R
Arboretum (más de 100 años)	5,96	3,46	39,39
Finca de frutales (más de 50 años)	9,18	3,03	18,20
Huerto familiar	4,31	3,02	10,57
Finca convencional	2,24	1,02	3.57

Leyenda:

MO: Materia orgánica, %; H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener;
R: Índice de riqueza de Margalef.

Un cambio hacia la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, también fue comprobado en las áreas citrícolas de la provincia de La Habana durante el proceso de reconversión hacia una agricultura orgánica, al evaluar los indicadores de la mesofauna edáfica (Socarrás y del Vallín 2003); la utilización de abonos orgánicos y biofertilizantes como el azotobacter y la fosforina, así como el intercalamiento con las leguminosas forrajeras conchita azul (*Clitoria ternatea*) y stylo (*Sylosanthes guianensis* cv.CIAT-184) favoreció el incremento de los grupos faunísticos indicadores de fertilidad y estabilidad del suelo, lo que evidenció la recuperación de la salud del agroecosistema en tan solo cuatro años de aplicación del enfoque agroecológico.

La degradación del suelo en áreas dedicadas a la explotación minera causa considerables perjuicios a la integridad ecológica del sistema edáfico, de ahí que el desarrollo de la actividad de rehabilitación en estas áreas adquiere gran importancia en el mundo. Un programa de rescate de áreas perturbadas por la actividad minera en suelos Ferríticos (Oxisoles), típicos de la región de Moa, provincia de Holguín, donde se localizan los principales yacimientos niquelíferos del país, ha sido exitosamente implementado mediante la introducción en esas áreas de casuarina (*Casuarina equisetifolia*), pino (*Pinus cubensis*) y marañón (*Anacardium occidentale*), comparados con un bosque natural remanente (Socarrás y Rodríguez 2005).

El área recuperada a los 16 años de establecida su reforestación o “recultivación” (figura 6), presenta valores de densidad muy semejantes a los del bosque natural remanente, predominando los grupos indicadores de estabilidad y fertilidad del suelo (oribátidos, gamasinos y colémbolos).

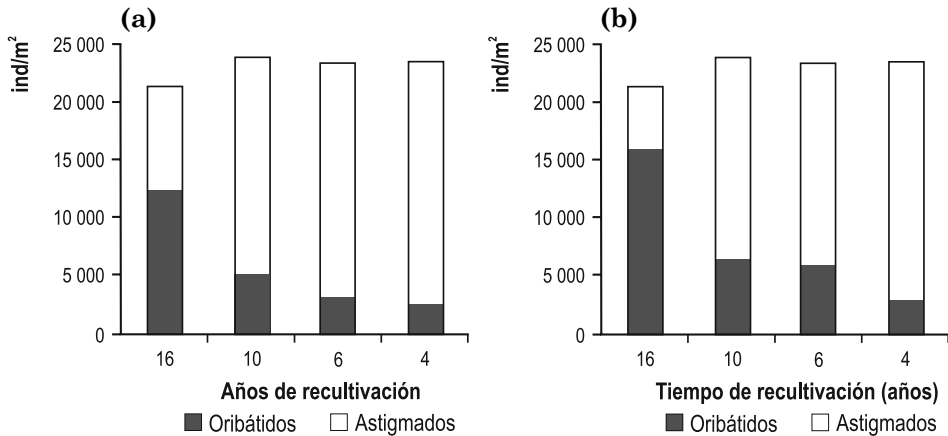


Figura 6. Balance oribátidos / astigmados en áreas mineras recultivadas con pino (a) y casuarina (b) (Socarrás y Rodríguez 2005).

Uno de los problemas en la actualidad más complejos y difíciles de encontrarle solución adecuada, es el uso racional de los suelos en los trópicos húmedos, sin que se hayan alcanzado hasta el presente, resultados definitorios o concluyentes que permitan diagnosticar el uso y manejo más ajustado en conformidad con los ambientes biofísicos que caracterizan a cada ecosistema. Precisamente, el éxito dependerá de la competitividad de las estrategias agroecológicas para manejar el suelo. En este sentido, la diversificación productiva y el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles serán la clave para garantizar la vida del suelo y mejorar el bienestar humano.

Bibliografía

- Aguilar Y.; M. Riverol; D. Ponce y E. Cabrera. 2010. El manejo eficiente de las coberturas para el control de la erosión hídrica en suelos alíticos de baja actividad arcillosa. En: Memorias VII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana. Versión en disco compacto.
- Alfonso, C.A.; M. Monederos; B. Calero; J. A Pascual y R. Uriarte .2001. Funcionamiento actual de los suelos Rhodic Ferralsol degradados

- por Compactación del Sur de La Habana. Boletín No 4. ISBN 1609-1876. CD Rom. XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. 66 p.
- Altieri, M. A.; F. R. Funes-Monzote y P. Petersen. 2011. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agron. Sustain. Dev.* DOI 10.1007/s13593-011-0065-6.
- Altieri, M. y C. Nichols. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (C. Rica): 64:17-24
- Bennett, H. H. y Allison, R. V. 1928. Los suelos de Cuba. y algunos nuevos suelos de Cuba. Ed. Revolucionaria. La Habana. 499 p.
- Cabrera G. y A. Martínez. 2006. Evaluación de algunas prácticas agroecológicas mediante la macrofauna del suelo. En: Memorias VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. La Habana. Versión en disco compacto.
- Citma 2007. Estrategia Ambiental Nacional 2007/2010. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente-Citma. Editorial Academia, La Habana, 93 pp. (incluye anexo único de la Resolución 40/2007).
- DGSF 1985. Suelos de la provincia de La Habana. Según el mapa a escala 1:50 000. Ed. Científico-técnica. La Habana. 177 p.
- Febles, J. M., y J. A. Febles. 1988. Las causas, factores y procesos que intervienen en la erosión acelerada de los suelos. Monografía. Instituto Superior Ciencias La Habana. 63 p.
- Febles, J. M.; M. Vega, G. Febles, G. Pérez, A. Tolón y L. Jerez. 2007. Criterios de selección para determinar valores umbrales de sostenibilidad de los suelos en áreas pilotos de La Habana, Cuba. En I Seminario Internacional de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Sostenibilidad e Indicadores. ISBN 978-84-8240-872 -9 (España, 2007), pp. 325-336.
- Febles, J. M.; M. Vega y H. Vargas. 2010. Indicadores edáficos para evaluar la erosión de los suelos en áreas piloto de la provincia La Habana, Cuba. Universidad de Santiago de Compostela, España: 87-101. ISBN-978 Depósito legal: LU 36-2010. Página web. <http://www.usc.es>.
- Fundora, Z.; T. Shagarodsky; V. Moreno; O. Barrios; R. Cristóbal; M. García; F. Hernández; C. Giraudy; L. Fernández; R. Orellana; P. Sánchez; V. Moreno y A. Valiente. 2003. El manejo de los cultivos tradicionales como elemento de sostenibilidad en el conuco cubano. *Revista Electrónica Cultivar Local, Red de Semillas, España, www.agrariamansa.org/redsemillas* .
- Funes-Monzote, F. 2009. Agricultura con futuro: la alternativa agroecológica para Cuba. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas. 176 p.
- Hernández, A.; A. Cabrera, M. Ascanio, M. Morales, L. Rivero *et al.* 1999. Claves para la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba.

- Instituto de Suelos. 2001. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Ed. Agrinfor, Minag. La Habana. 38 p.
- Instituto de Suelos. 2008. Desarrollo de un programa de conservación de suelos con énfasis en contrarrestar la erosión hídrica. En: Memorias I Seminario Nacional de manejo ecológico de suelos. SCCS-ACTAF, La Habana. Versión en disco compacto. Pp 9-11.
- Karlen, D.L.; M. J. Mausbach; J. W. Doran; R. G. Cline; R. F. Harris y G. E. Schuman. 1997. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation (A Guest Editorial). Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 4-10.
- Monzote, M. y F. Funes-Monzote. 2001. Fincas Integradas Ganadería-Agricultura con bases agroecológicas. Para cultivar biodiversidad. IIPF-Anap-Proyecto Cultivando Biodiversidad, Bogotá, Colombia. 52 p.
- Orellana, R. y J. Moreno 2001. Susceptibilidad de los suelos cubanos a la degradación. En: Memorias XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Varadero, Matanzas, Cuba. Versión en disco compacto.
- Orellana, R.; J.M. Febles, *et al.* 2009a. Componentes ambientales. Suelos. En: Evaluación del medioambiente cubano. Agencia de Medio Ambiente (AMA); Citma y Pnuma (Eds. Fernández, A. y Pérez de los Reyes, R. GeoCUBA 2007): 53-116, ISBN 95-78-959-300-003-1.
- Orellana, R.; Z. Fundora y J.M. Moreno. 2009b. Indicadores de calidad del suelo como determinantes de la sostenibilidad de huertos caseros rurales. En: Memorias XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. C. Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Versión en disco compacto.
- Orellana, R.; J.M. Moreno; J.M. Febles y M. Vega. 2007. Propuesta de indicadores edáficos para medir la sostenibilidad de suelos Ferralíticos Rojos de la provincia La Habana, Cuba. Actas I Congreso Internacional de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e indicadores. Almería, España. Ed. Universidad de Almería: 349-358.
- Orellana, R.; F. Ortega y J.M. Moreno. 2008. Fracción orgánica ligera del suelo como indicador agroecológico. Rev. Agricultura Orgánica: 2: 40-41.
- Orellana, R.; Z. Fundora y J.M. Moreno. 2009b. Indicadores de calidad del suelo como determinantes de la sostenibilidad de huertos caseros rurales. Memorias electrónicas XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. C. Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- Orellana, R.; Z. Fundora; L. Castiñeiras y T. Shagarodsky. 2003. Conocimientos tradicionales en los huertos caseros cubanos: experiencias para multiplicar. LEISA Rev. Agroecología: 19:3.
- Primavesi, A. 1990. Manejo ecológico del suelo; La agricultura en regiones tropicales. Río de Janeiro, 9na Ed. Pp. 91-93.

- Robaina, N.; A. Socarrás, y D. Pérez. 2010. Importancia de la cobertura vegetal para el mejoramiento de la diversidad biológica del suelo. *Revista Agricultura Orgánica*: 2: 30-31.
- Socarrás, A. y M. E. Rodríguez. 2005. Variación de la mesofauna del suelo en áreas recultivadas de la zona minera de Moa, Holguín, Cuba. *Rev. Poeyana*: 493: 30-35.
- Socarrás, A. y M. E. Rodríguez. 2006. Variación de la mesofauna del suelo en una finca con diferentes manejos agroecológicos en la provincia de la Habana. En: *Memorias VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*. La Habana. Versión en CD.

Finca de frutales La Vallita, Villa Clara

Ubicada en la carretera central, Placetas, Villa Clara, esta finca diversificada de frutales y ornamentales fue creada en el 2001 por Emilio Chávez, su hijo Norge y familia. Tiene 151 especies y 221 variedades de frutales, en 3,5 ha, con equilibrio ecológico y protección ambiental.

Los logros productivos son: producción de plántulas y frutas (más de 100 mil plántulas / año y 46 toneladas de frutas); injerto de mamey colorado de cuña con patrón decapitado, patente Ocpi; obtención de variedades de guayaba Taicuba # 4 y # 5, Emira y otra sin semillas; aplicación de innovaciones tecnológicas y presentación de trabajos en los Forum de Ciencia y Técnica con premios relevantes.

En 2012-13 se editaron seis manuales prácticos y el AgroVida para agricultores. Las prácticas más usadas son: utilización de materias orgánicas, humus de lombriz y compost, arropo, residuos de cosechas, tracción animal, medios biológicos, plaguicidas botánicos naturales, barreras protectoras, hospederas y repelentes. Consideran fases de la luna, marcos de plantación emplean colmenas para la polinización.

En el municipio capacitan 21 círculos de interés (CI) agropecuarios, con 334 alumnos. En 2011-2012 el centro Chichí Padrón, de 30 alumnos vinculados a CI de agronomía, agroecología y medio ambiente, al terminar 9no grado, 20 escogieron carreras agropecuarias, por la motivación adquirida, lo que generó un programa de CI para centros. Realizan talleres con alumnos para obreros calificados, y Chávez, como activista del proyecto AgroVida, ha impartido capacitación en otras provincias.

Intercambian con otros centros buscando mayores rendimientos, productos sanos y de calidad e incorporando al consultorio médico comunitario y vecinos. Han obtenido numerosos premios como: Sello agroecológico primera categoría, Innovador insignia y destacado, Reconocimiento Día de la Ciencia, Premio relevante Fórum provincial Anap, Trofeo 25 años Actaf y Cuarta Corona del Movimiento Nacional de la Agricultura Urbana y Suburbana.



Universidad Agraria de La Habana (Unah)

La Unah, antes Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (Iscah), procedente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Habana, se fundó en 1976 como parte de la universalización de la educación superior. Durante su existencia, ha contribuido a la formación 20 935 profesionales, de ellos estudiantes de 46 países.

Es una entidad de carácter nacional, centro rector para las ciencias agropecuarias en Cuba, cuyo objetivo es la formación de profesionales de amplio perfil para los sectores agropecuario, económico y social de la educación, la cultura física y el deporte y el desarrollo de investigaciones para brindar respuesta a los problemas de la esfera agropecuaria, así como la superación posgraduada de los egresados vinculados a la producción, la docencia y las ciencias.

La UNAH, junto al Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (Censa), Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca), Instituto de Ciencia Animal (Ica) y Centro de Mecanización Agrícola (Cema), forman el Complejo Científico Docente de Mayabeque. Igualmente cuenta con el Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural (Cedar), Centro de Estudios de Educación Superior Agropecuaria (CEESA) y el citado Cema, como unidades de apoyo a la investigación. Trabaja en 16 líneas de investigación articuladas en 128 proyectos, 22 grupos científicos, todo lo cual ha capacitado nacionalmente más de 65 000 estudiantes de posgrado y una producción científica respaldada en 817 publicaciones en revistas referenciadas.

Recientemente, le fue aprobada la Cátedra en Agricultura Sostenible por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), con el objetivo de contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible, con una visión agroecológica, a través de la formación e investigación en procesos de innovación, adopción de tecnologías y asistencia técnica a nivel local, en correspondencia al cumplimiento de las metas planteadas por la agricultura cubana. Estas acciones interactuarán con la formación de pregrado, posgrado y capacitación, que se basa en la cooperación nacional e internacional. La Cátedra se relaciona con las prioridades de la Unesco a través de la investigación y formación en temáticas clave para el desarrollo agrario sostenible que garanticen la protección medioambiental, con énfasis en el desarrollo local como son los procesos de innovación y adopción de tecnologías sustentables y creación de capacidades de los actores directos de los sistemas agrarios. La cátedra desarrolla Maestrías en Agroecología y agricultura sostenible y Extensión agraria, acreditadas por el Ministerio de Educación Superior (MES).

CAPÍTULO 5

MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO

*Yulaidis Aguilar, Nicasio Castellanos y Mario Riverol
Instituto de Suelos (IS). La Habana*

Uno de los retos que enfrenta la agricultura cubana, es detener los procesos que degradan los suelos, que permita establecer un sistema agrícola sostenible, capaz de solventar la creciente demanda alimentaria de la población.

La degradación de los suelos es un proceso complejo, en el cual varios factores naturales o inducidos por el hombre contribuyen a la pérdida de su capacidad productiva. El proceso de degradación de los suelos se extiende más allá del sitio original y representa un alto costo para la sociedad (Pla Sentís 1997).

La degradación del suelo no solo provoca afectaciones en el aspecto sociopolítico, con la emigración de personas hacia lugares productivos, en el orden medio ambiental con la contaminación de las aguas, la extinción de las especies, el incremento de áreas desérticas y otros, sino además en el orden económico, ya que son necesarias inversiones cada vez mayores para mantener los niveles de producción (Pla Sentís 2002).

En cuencas hidrográficas y unidades de producción agropecuaria, los procesos degradativos afectan a todos los componentes naturales del medio ambiente (suelos, clima, hidrogeología, hidrografía, flora y fauna) y a los introducidos por el hombre (asentamientos humanos, animales de cría; sistemas de cultivos; de riego y drenaje; redes viales e instalaciones para diversos fines, entre otros).

La degradación de las tierras constituye un proceso social construido, donde las políticas públicas, los mercados, la tenencia de las tierras y los sistemas de producción han jugado un doble papel. Por un lado como un incentivo a la degradación, promoviendo un uso más intensivo y menos sustentables de los recursos, y por el otro han promovido la productividad enmascarando el proceso de degradación mediante el uso de tecnologías (fertilizantes, maquinarias, agroquímicos, sistemas de riego, entre otras), dando como resultado un sentido de la seguridad productiva. En este contexto la degradación antrópica de las tierras constituye un proceso acelerado y promovido por causas y necesidades socioeconómicas y políticas.

El papel preponderante del suelo, en el sistema, motiva que su conservación y mejoramiento tengan un impacto decisivo, desde los puntos de vista económico, medioambiental y social (Riverol *et al.* 1999 y 2001).

En Cuba, antes del triunfo de la Revolución, la tala indiscriminada de los bosques y el uso irracional de las tierras en sistemas de monocultivo provocó la degradación de los suelos, no existiendo ninguna política para paliar esta situación ya que la conservación y mejoramiento de suelos eran en extremo limitados o inexistentes a pesar de que cada vez eran más amplias y sofisticadas las agrotecnologías utilizadas con el sólo propósito de producir alimentos (Alfonso *et al.* 2000). Esto trajo como consecuencia el empeoramiento continuo de la calidad de los suelos y la aparición más frecuente de los factores limitantes en ellos.

A partir del triunfo de la Revolución, la protección del recurso suelo ha sido tema de preocupación permanente del Estado, muestra de ello ha sido la creación de instituciones docentes, de investigación-desarrollo y el servicio estatal en esta actividad, lo cual permite mostrar resultados relevantes como los mapas nacionales de suelos a escala grande, mediana y pequeña.

A pesar de los esfuerzos ejecutados, en este período se introdujeron tecnologías de países desarrollados, principalmente de Europa, en el marco de la Revolución Verde, que tuvieron su mayor auge en esos años, lo cual contribuyó al desarrollo de la degradación de los suelos. Es a partir de finales de la década del 80 que comienza un trabajo encaminado a la detención de los procesos degradativos de mayor incidencia en el país, creándose los programas para el enfrentamiento a esta problemática.

Actualmente, en el marco del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS) y con un enfoque integrador, se trabaja en el desarrollo de polígonos en cada provincia del país, concepción aplicable en áreas afectadas, que tienen como objetivo enfrentar de manera integrada los procesos degradativos de los suelos, la conservación de los bosques y el agua, con vistas al enfrentamiento y adaptación al cambio climático, con resultados extensibles a otras áreas del país (Calero *et al.* 2015).

Distribución espacial de los suelos

Los estudios de suelos realizados a diferentes escalas en el territorio nacional, y que incluyen cuatro inventarios nacionales,

determinan que existe una gran variabilidad en la cobertura del archipiélago cubano debido a la compleja situación geológica y geomorfológica que les dio origen. Según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos 1999) nuestros suelos se ubican en 14 agrupamientos. Los suelos que ocupan mayor área son: los Pardos sialíticos que representan el 27 % del área estudiada con 2,4 MM ha; los Ferralíticos con 16,7 % del área y 1,5 MM ha y los Vertisuelos con 1,0 MM ha que representan un 11,6 % del área.

Para determinar la productividad de los suelos, se tomaron como base los estudios de suelo y la información agroestadística de los cultivos. Estos estudios son esenciales para el diagnóstico de proyectos de factibilidad, y hacer un uso óptimo y más racional de las tierras e insumos (Riverol *et al.* 2001).

Los resultados de los estudios realizados en el ámbito nacional en la década del 80 respecto a todos los cultivos de importancia económica muestran que el 23,2 % del área estudiada se clasifica como productiva a muy productiva, lo que indica que pueden obtenerse rendimientos superiores al 50 % del potencial en una amplia gama de cultivos; el 76,8 % del área la constituyen suelos de poca a muy poca productividad, afectados por factores edáficos limitantes que impiden alcanzar los rendimientos potenciales, por lo que en los mismos es necesario una mayor utilización de medidas de acondicionamiento y mejoramiento de suelos para aumentar su productividad.

De este estudio se concluye, que, más de un millón de hectáreas forman parte de ecosistemas frágiles en los cuales el desarrollo agrícola depende de un alto grado de eficiencia y cuidado para no romper el equilibrio existente como son por ejemplo: las áreas montañosas con alto riesgo de erosión y las áreas costeras o de llanuras acumulativas adyacentes con riesgo de salinización (Riverol *et al.* 2001).

Identificación y caracterización de procesos degradativos

En las áreas afectadas por procesos degradantes de los suelos, los cultivos limitan su rendimiento y producción. Los procesos de degradación en un alto por ciento se manifiestan por un inadecuado manejo y explotación de los suelos que dan lugar a la erosión, salinidad, compactación, acidez y otros procesos que limitan la

productividad de los mismos. Los principales factores y áreas afectadas en Cuba se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Principales áreas afectadas por factores limitantes (Instituto de Suelos 1989)

Factores	Millones de hectáreas	% del área
Salinidad y Sodicidad	1,0	14,9
Erosión (fuerte a media)	2,9	43,3
Mal drenaje	2,0	40,3
Con mal drenaje interno	1,8	26,9
Baja fertilidad	3,0	44,8
Compactación elevada (natural o provocada)	1,6	23,9
Acidez (pH KCl < 6.0)	2,7	40,3
Muy bajo contenido de M.O.	4,7	69,6

Degradación de los suelos por erosión

En la actualidad, más del 40 % de los suelos cubanos presentan afectaciones por erosión (Pérez *et al.* 1990) y si se refiere a la erosión potencial, ese porcentaje se eleva hasta el 56 % (Riverol 1985), lo cual es alarmante si se considera que el primer signo de la reacción en cadena desatada por este factor es la disminución del rendimiento agrícola. En algunas regiones del país se manifiestan con fuerza los procesos de erosión, entre éstas; las áreas dedicadas al cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*) en Pinar del Río, generalmente sobre suelos Ferralíticos Cuarácicos Amarillos Lixiviados (Ultisoles) figuran entre las más afectadas.

Por otra parte, los suelos Pardos Grisáceos (Inceptisoles) de las regiones centrales y orientales, dedicadas a tabaco y cultivos varios, donde las abundantes precipitaciones unidas a la susceptibilidad de estos suelos al proceso erosivo y los problemas de manejo existentes, hacen que éstas zonas también sean consideradas como áreas críticas en relación con la degradación de sus suelos (Riverol 2001).

La erosión del suelo no solamente se circunscribe a las regiones antes mencionadas, también en los suelos Pardos del sur y norte de La Habana, centro y oriente del país, el proceso toma lugar con

cierta magnitud, principalmente influenciado por factores topográficos, climáticos y de manejo, no obstante la alta resistencia antierosiva de éstos suelos. Estudios realizados por el Instituto de Suelos reportan pérdidas incluso superiores a las 30 t/ha/año en los suelos Pardos Sialíticos al norte de la provincia de La Habana (Aguilar *et al.* 2001).

Las investigaciones llevadas a cabo por diferentes instituciones indican que el problema de la erosión en Cuba no tiene carácter local, sino que aunque con diferente magnitud es muy abarcador, es por ello que se reporta un total de 4 000 000 ha (Instituto de Suelos 1989) con afectaciones en todo el país, cifra que por demás tiene la tendencia a seguir incrementándose si no se toman las medidas necesarias para su control.

Degradación de los suelos por salinización

Los suelos salinos pueden ser de origen natural (salinización primaria) o inducidos por el hombre (salinización secundaria), la cual está íntimamente relacionada a un mal manejo del riego y del régimen hídrico del suelo, el control de esta forma de degradación es de vital importancia en la lucha por detener éste proceso pues es responsable de la extensión acelerada de éste fenómeno en el mundo (Riverol 2001).

En Cuba, el enfrentamiento de ésta problemática es de vital importancia para el desarrollo agrícola, debido a la fuerte reducción del fondo de tierras disponibles por una parte, así como del incremento de las áreas afectadas en el tiempo debido a la incidencia de errores conocidos relacionados con los problemas de manejo, como por ejemplo: extender el área de cultivos por debajo de la cota de los 10 msnm, el riego con agua de mala calidad y la ausencia de sistemas de drenaje entre otras causas.

Según estudios del Instituto de Suelos en la década del 80 los cultivos más afectados por ésta problemática son: la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), los pastos y el arroz (*Oryza sativa*) aunque la salinización se extiende a otros cultivos. En relación con el suelo, el fenómeno no solamente se presenta en un solo tipo genético definido, pues además de los Halomórficos, existe salinidad potencial o real en los agrupamientos Hidromórficos (Gley Vérticos) y Fluvisoles (Aluviales) también en los Pardo Sialíticos y Ferralíticos.

De acuerdo con la información del Instituto de Suelos (Riverol *et al.* 2001) existen en Cuba más de un millón de hectáreas de suelos salinos o salinizados, de los cuales se calcula que 300 000 ha se dañaron por el riego con aguas de mala calidad, lo que representa aproximadamente el 14 % del área agrícola del país. Trabajar en función de la rehabilitación de estas áreas es importante, sin embargo la labor preventiva es vital, debido al elevado costo de corregir esta forma de degradación.

Degradación de los suelos por acidez

Los suelos ácidos aparecen en diferentes regiones del planeta, sin embargo en los trópicos, la acidificación de los suelos adquiere particular importancia debido a la ocurrencia de abundantes precipitaciones y a la incidencia de diferentes factores del régimen climático que propician el proceso de acidificación, todo ello influenciado por la acción antropogénica.

Entre los factores que más influyen en la acidificación de los suelos cubanos, se considera la erosión, pues se pierden grandes cantidades de suelo y con ello cuantiosas pérdidas de bases entre las cuales se destaca el calcio y el magnesio debido a su mayor abundancia relativa respecto al total de bases. Esto provoca un aumento de la concentración de iones H^+ , disminuyendo los niveles de pH e incrementando la acidificación del suelo. Según datos del Instituto de Suelos (1989) el 51 % del área total de suelos ácidos está erosionado, lo cual es una evidencia de la incidencia del factor que se analiza.

El uso intensivo de los fertilizantes minerales es otro de los factores de gran influencia, pues constituye una importante fuente de acidificación del suelo, en particular, las fuentes oxidantes de nitrógeno tales como las sales de amonio, el amoniaco anhidro y la urea; aunque también ocurre acidificación con la aplicación de las fuentes fosfóricas y potásicas.

En el segundo inventario de suelos ácidos de Cuba, se registra un total de 3,6 millones de hectáreas afectadas, representadas por 14 tipos de suelos. En la región occidental ellas ocupan el 25,5 %; en la central el 28,9 % y en la oriental el 9,9 %. La extensión de ésta forma de degradación da la medida de la importancia que tiene tanto la corrección de la acidez como la prevención del fenómeno, ya que a diferencia de las formas analizadas anteriormente, la

rehabilitación de las áreas ácidas es factible debido a la influencia sobre el rendimiento y a la posibilidad de llevarla a cabo a un costo no muy elevado.

Degradación de los suelos por compactación

Hasta finales de los 90, la utilización de la labranza para mantener el suelo limpio y la intensificación de las actividades agrícolas predominaron en la agricultura cubana, debido entre otras causas a la “modernización” que se introdujo en las últimas décadas, la utilización de implementos y maquinarias potentes para la preparación de las tierras, agravadas por el uso de sistemas de riego de alta productividad (DDA-100 M, Fregat, etc.).

Esta tendencia, unida al progresivo abandono de la utilización de diferentes fuentes orgánicas y al incremento del uso de agroquímicos, conllevaron a un deterioro físico y químico gradual de la estructura del suelo, manifestada en: disminución de la materia orgánica, desaparición de la actividad faunística (lombrices), incremento del pH, disminución de la flora edáfica y como consecuencia, la aparición de capas compactas al nivel de los 13-17 cm.

La compactación es una forma de degradación, que afecta principalmente los suelos Ferralíticos Rojos de la llanura Habana-Matanzas y de Ciego de Ávila (Ultisoles) y es responsable de la caída de los rendimientos en los cultivos de la papa (*Solanum tuberosum*), la caña de azúcar, viandas y vegetales. La extensión de ésta forma de degradación, es de alta consideración y su corrección es imprescindible, lo cual se facilita por la existencia de las tecnologías apropiadas, derivadas de las investigaciones precedentes.

La lucha contra el fenómeno de la degradación del suelo por compactación, se fundamenta en el empleo de un sistema de labranza mínima con un cambio en el tipo de implemento, el uso de la asociación de cultivos que conlleva a la aplicación del abonado verde y el uso racional de los fertilizantes minerales.

Las condiciones expuestas de la degradación de los suelos, podrían incrementarse, con los cambios climáticos que se evidencian, los cuales podrían tener un impacto negativo en el suelo, por la ocurrencia de reducciones de las tierras destinadas a la agricultura (Pichs *et al.* 2002). A esto se une el incremento en la frecuencia de afectaciones por eventos climáticos extremos, como las lluvias

intensas y las tormentas locales severas, así como los eventos de sequía, cuya frecuencia se ha incrementado significativamente (Fernández y Pérez 2009).

Como se puede apreciar, la situación de nuestro país respecto a la degradación de las tierras es difícil; el área de 0,6 ha, que corresponde a cada habitante, está afectada en distintos grados por los factores limitantes mencionados, y el pronóstico indicaba una tendencia hacia el incremento de los niveles de degradación y de su intensidad.

Sin embargo la situación se ha visto mejorada por los resultados alcanzados en el PNMCS (Riverol *et al.* 2001), que aunque los niveles alcanzados no son los deseados, se puede afirmar que en gran parte de las cuencas hidrográficas de interés nacional y otras áreas, se ha detenido el desarrollo de los procesos de degradación y ha comenzado una recuperación paulatina de los suelos.

Niveles de ejecución de las medidas de corrección

Los primeros trabajos de conservación y mejoramiento de suelos se iniciaron en la década del 80, alcanzándose los mayores niveles de ejecución de medidas en el período 1989-92. En este período se invertían en la elaboración y ejecución de proyectos para medidas permanentes más de 30 millones de pesos entre el Minag y el Minaz hoy Azcuba.

La depresión económica de la década de los años 90 determinó la paralización de las medidas de carácter permanente que se venían ejecutando en el contexto del PNMCS, aplicándose la estrategia de desarrollar medidas sencillas de conservación de suelos, como parte de la agrotecnia de los cultivos, esto provocó que los procesos de degradación se intensificaran, dada la no ejecución de medidas de carácter permanente y la no aplicación integral de los sistemas para detener los procesos degradativos (Riverol 2001).

En el año 2000 en cumplimiento de un acuerdo del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas y en el marco del Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, teniendo en cuenta la problemática que se presentaba en los suelos respecto a su degradación y su relación con la baja productividad de los cultivos, se orientó la creación del PNMCS, bajo el auspicio de los Ministerios de la Agricultura (Minag) y de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma), con la participación de diferentes organismos del país (Rivero y Aguilar 2015).

Este programa contempla la ejecución de un conjunto de medidas de forma integral para detener los procesos degradativos y comenzar la recuperación paulatina de los mismos. Las medidas están contenidas en un plan de acción que contempla entre otras las siguientes: medidas temporales, permanentes, drenaje, mantenimiento, acondicionamiento, mejoradoras, así como el uso de abonos verdes, abonos orgánicos y el manejo de coberturas, monitoreo de las aguas de riego, capacitación y divulgación.

La ejecución de todas estas medidas está respaldada por un financiamiento asignado por el Estado anualmente. Se han priorizado las medidas sencillas antierosivas, tanto temporales como permanentes, la aplicación de abonos verdes y orgánicos, medidas de acondicionamiento, drenaje y monitoreo de las aguas de riego (Riverol 2001).

Superficie agrícola cultivada beneficiada por concepto de mejoramiento y conservación de los suelos

En el período 2001-2013, se han beneficiado más de 600 000 ha (figura 1), destacándose el trabajo realizado en las cuencas priorizadas del país (figura 2). Se considera como superficie agrícola cultivada beneficiada por concepto de mejoramiento y conservación de los suelos, aquella donde se ha ejecutado el 75 % de las medidas necesarias, para contrarrestar o detener el proceso principal de degradación.

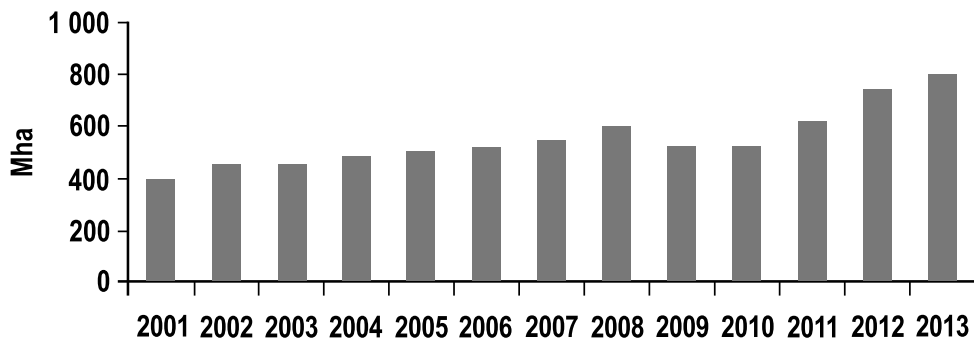


Figura 1. Superficie agrícola cultivada beneficiada.



Figura 2. Vista general de un área beneficiada.

Medidas permanentes

La utilización de medidas de carácter permanente (figura 3), es muy importante para lograr la eficiencia en la detención de los procesos de degradación por erosión, ya que impiden la pérdida de suelo y agua y son una guía permanente para el trazado de la surquería en los campos de cultivo. Entre las medidas de mayor uso se encuentran la construcción de barreras vivas, tranques, terrazas con arado y otras. En la figura 4 se aprecia lo realizado en este sentido y su dinámica en los últimos años.



Figura 3. Muestra de medidas de carácter permanente.

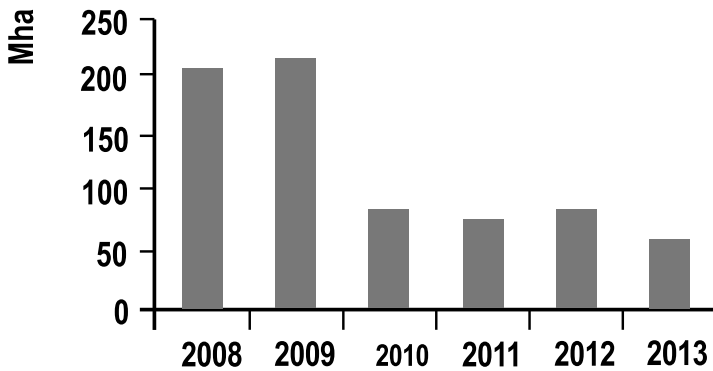


Figura 4. Área beneficiada con medidas permanentes.

Medidas temporales

Constituyen la base fundamental para la conservación de los suelos, al abarcar el conjunto de medidas orientadas, fundamentalmente, a prevenir los procesos de degradación. Ellas constituyen un aspecto primario y de obligatoria ejecución para que ese conjunto de medidas, rindan la efectividad deseada. Entre las que más se destacan, se encuentran la siembra en contorno o perpendicular al sentido de la mayor pendiente (figura 5), el manejo de las coberturas e independencia hídrica de los campos. En la figura 6, se observan los niveles ejecutados en éstos últimos cinco años, en los cuales se ha alcanzado la cifra de más de 200 000 ha anualmente.



Figura 5. Siembra en contorno, una aplicación de medidas temporales en los suelos.

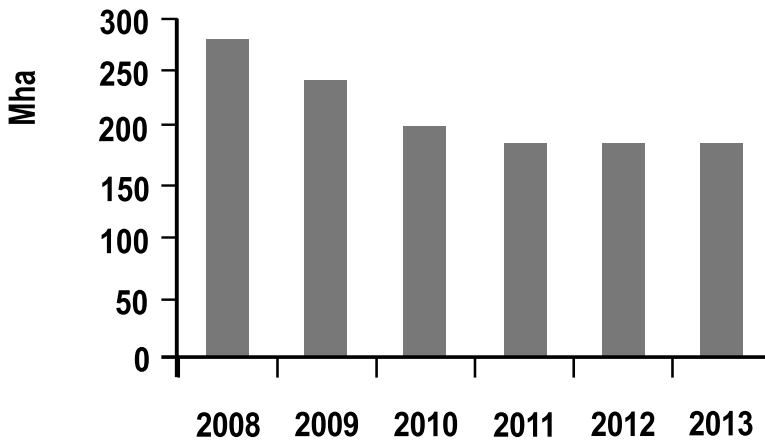


Figura 6. Ritmo de ejecución de medidas temporales.

Medidas de acondicionamiento

La utilización de estas medidas, está encaminada a conservar y mejorar, fundamentalmente, las propiedades físicas de los suelos, logrando un acondicionamiento deseado para el desarrollo de los cultivos, a través de la disminución de las labores de preparación, la descompactación, la nivelación y otras. Entre las que más se destacan, se encuentra el laboreo mínimo, la recogida de piedras y la subsolación, en los suelos situados en áreas de topografía llana, como los Ferralíticos Rojos, dedicados a cultivos varios. En la figura 7, se muestra el ritmo de aplicación de medidas de acondicionamiento.

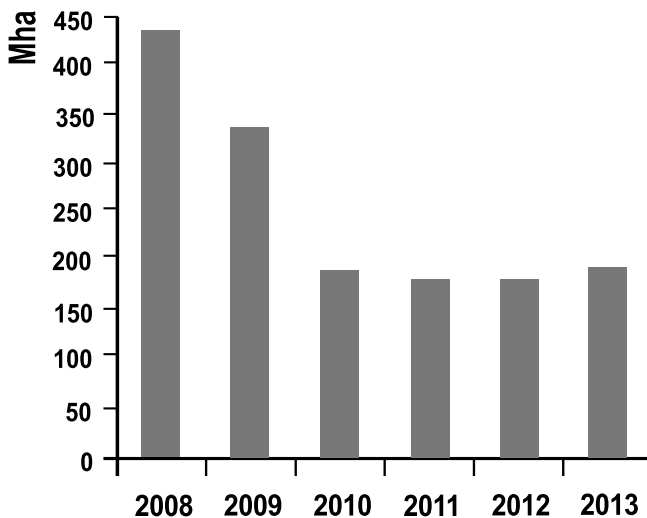


Figura 7. Ritmo de ejecución de medidas de acondicionamiento.

Uso de plantas de cobertura y abonos verdes

Las plantas de cobertura y abonos verdes, constituyen buenos defensores del suelo, contra los procesos degradantes, fundamentalmente la erosión y la compactación. Mientras crece la planta, utilizada como abono verde y como cobertura el suelo, este está protegido de la acción de las gotas de lluvia (Instituto de Suelos 2001). En los últimos años, se ha estabilizado la aplicación de ésta medida, debido a la conciencia que se ha ido ganando sobre su importancia práctica. En la figura 8, aparece el ritmo de aplicación de plantas de cobertura y abonos verdes.

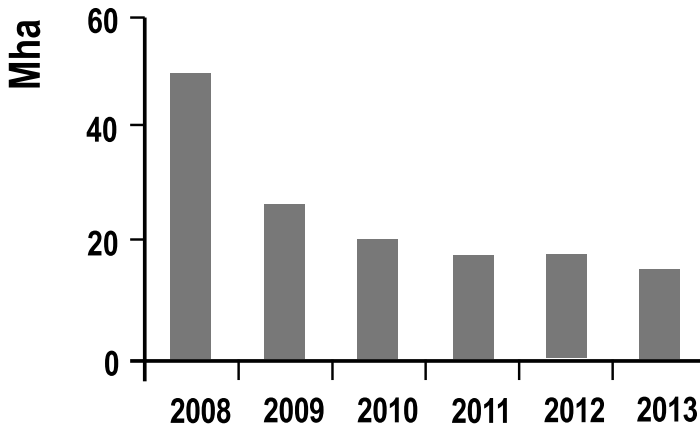


Figura 8. Ritmo de uso de plantas de cobertura y abonos verdes.

Aplicación de abonos orgánicos

Una de las acciones que se acomete para mitigar la pérdida de fertilidad de los suelos, es el incremento de la producción y aplicación de abonos orgánicos, para lo cual se ha desplegado un fuerte movimiento en todo el país, que ha permitido, en poco tiempo, alcanzar altos niveles de aplicación de materia orgánica, compost y humus de lombriz. En el capítulo 6 de éste libro se desarrolla este tema con mayor amplitud.

En resumen, el suelo como recurso vivo que presta servicios ambientales indispensables para la humanidad, juega un papel importante en los ecosistemas terrestres con un impacto económico, ambiental y social determinante. Las acciones y medidas integrales de protección y mejoramiento son de vital importancia para el

desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles y la preservación de los servicios ambientales.

Bibliografía

- Aguilar Y.; Castro N.; Peña F.; Riverol M. 2001. Cuantificación de la erosión y medidas para su control y estabilización en la finca la Rosita al norte de la provincia de La Habana. En XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Boletín No 4, 195p ISSN 1609-1876 (CD).
- Alfonso C. A.; M. Riverol; P. Porras; E. Cabrera y M. Monedero. 2000. Prácticas de conservación de suelos en sistemas de cultivo maíz-frijol en Cuba. *Agronomía Mesoamericana*: 11. *Rev. Agropecuaria*: 2 : 59 - 65.
- Calero, B. J.; M. Ginebra; A. Rodríguez; D. Rodríguez; Y. Aguilar; M. Rodríguez; L. Font; T. Forbes; N. Castellano; I. Sosa; A. Renda; R. De la Masa y C. Alemán (2015 a): Set de indicadores e impactos generados por la introducción de principios de manejo sostenible de tierras en los polígonos demostrativos para la conservación del suelo, el agua y el bosque en Cuba. Congreso Suelos 2015. Palacio de Convenciones, La Habana. Publicación electrónica. ISBN: 978-959-296-039-8.
- Fernández A. y R. Pérez. 2009. Evaluación del medio ambiente cubano. GEO Cuba. ISBN 978-959-300-002-4. Editora Centenario, S. A. República Dominicana. 293 p.
- Instituto de Suelos. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos Ministerio de la Agricultura. Agrinfor. La Habana. Cuba. ISBN. 959-246-022-1. 64 p.
- Instituto de Suelos. 1989. Mapa Nacional de Suelos de Cuba a escala 1: 25 000. Documentos y hojas cartográficas. Instituto de Suelos, La Habana.
- Instituto de Suelos. 2011. Manual para el manejo del abonado verde en suelos dedicados a cultivos varios. 1^{ra} edición. ISBN 978-959-287-026-0. CIGEA 30 p.
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (ONE). 2009. Medio Ambiente. Estadísticas en la Revolución. Oficina Nacional de Estadísticas de la República de Cuba. 177 p.
- ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). 2014. Panorama Ambiental Cuba 2013. Dirección de Industria y Medio Ambiente. La Habana, Cuba, 59 p.
- Pichs, R.; A. Centella y J. Llanes. 2002. Mitigación del cambio climático. Documentación para participantes en el taller de divulgación de los resultados del Grupo de Trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático. Insmet, Habana. 130 p.
- Pérez, J. M.; E.D. Suárez; A. Ancizar.; E. Vega y M. Azcuy. 1990. Mapa de erosión actual de los suelos de Cuba. Escala 1: 250 000. Instituto de Suelos MINAG.

- Pla Sentís, I. 2002. Evaluación de impactos ambientales derivados de la degradación de suelos y su relación con Cambios Climáticos. VI Escuela Latinoamericana de Física de Suelos (VI ELAFIS). Universidad de la Habana. 20 p.
- Pla Sentís, I. 1997. Sistemas y prácticas de conservación de suelos y aguas. En: Fao. Planificación y Manejo integrado de Cuencas Hidrográficas en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina. Serie zonas áridas y semiáridas. 7. Pp. 131-157.
- Riverol, M. 1985. La erosión potencial de los suelos de Cuba y los métodos para su mapificación. Resumen de tesis de doctorado. Instituto de Suelos. 43 p.
- Riverol, M.; F. Peña; E. Calcedo; C. Hernández; G. León; J.M. Llanes y Y. Aguilar. 1999. Informe Final del Proyecto uso y manejo de los suelos afectados por la erosión en los agro ecosistemas de las provincias occidentales y centrales del país. Programa Nacional de Cambios Globales. 110 pp.
- Riverol, M.; N. Castellanos; F. Peña y A. Fuentes. 2001. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS). Instituto de Suelos. Editorial Agrinfor. Minag. La Habana:1-40 . ISBN 959-246-042-6.
- Riverol, M. y Y. Aguilar. 2015. Alternativas para reducir la degradación de los suelos en Cuba y el enfrentamiento al cambio climático en: Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología. La Habana. Pp 117-132.

Finca San José, Las Tunas

Esta finca familiar campesina de 29,7 has, perteneciente a la CCS Niceto Pérez, está ubicada en el municipio Las Tunas. Desde 1959-1980 se dedicó a monocultivos, obteniendo anualmente hasta 450 t/año de maíz, tomate, calabaza, yuca, fruta bomba y en la cual, el componente animal era escaso. Desde 1980 se diversificó e integró la producción agrícola y ganadera, complementadas en un sistema de producción sobre bases agroecológicas, con el interés de lograr mayores beneficios ambientales, económicos, biológicos y sociales. Dedicó 13,7 ha a cultivos agrícolas; 14,0 ha a ganadería y 2,0 ha a casas, naves, corrales, bateyes y caminos. El suelo es pardo sin carbonato, con una precipitación de 900 mm al año (solo 15 % de noviembre a abril).

Su diseño agroecológico se orienta a subsistemas biodiversificados, con varios tipos de crianza (vacunos, ovinos, cerdos, gallinas, patos, pavos, gansos, gallina de guinea, peces) y cultivos (yuca, tomate, maíz, boniato, calabaza, frutales) más 2,0 ha de forraje de gramíneas, leguminosas y especies multipropósito, que junto a los subproductos de las cosechas, suplen más del 80 % del alimento de los rumiantes (media 42 vacunos y 107 ovinos).

Las cercas perimetrales y divisiones de las áreas están establecidas con postes vivos, tiene árboles como barreras rompevientos, se emplea la energía eólica y tracción animal para el laboreo de suelos. El estiércol vacuno y ovino se usan como abono para los cultivos, y se emplean otros métodos orgánicos para mantener la fertilidad de los suelos (abonos verdes, compost, cultivos de relevo y policultivos).

Desde 1997 se realiza el seguimiento de las producciones (leche, carne, viandas, granos, hortalizas) y de un grupo de indicadores agroecológicos (arborización, eficiencia energética, diversidad, conservación del suelo) por investigadores de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de la provincia de Las Tunas.

Entre 1997-2006, la producción de cultivos alcanzó un valor medio de 51,5 toneladas de viandas, granos, hortalizas y frutales; mientras la producción animal obtuvo una media de 4 000 L de leche/año, 4 t de carne vacuna y 3,4 de carne de otras especies (cerdos, ovinos, aves y peces). El componente forestal alcanzó una densidad de 55 árboles/ha, se produjeron 34,4 m³ de leña y se plantaron hasta 1 200 postes nacientes en las cercas. Los resultados obtenidos en esta finca, aplicando técnicas agroecológicas, nos demuestran las posibilidades que tienen los sistemas integrados ganadería/agricultura para recuperar estas producciones en muchas regiones del país.

CONTACTO: Jorge L. Rivero y Ángel González / Correo electrónico: biomastu@enet.cu

sección:

B

TECNOLOGÍAS AGROECOLÓGICAS

Abonos orgánicos

Francisco Martínez y Clara García

Riego para producciones más limpias

Reinaldo Cun y Carmen Duarte

Inoculantes microbianos y estimulantes

Luis A. Gómez y Rafael Martínez-Viera

Biodigestores y microorganismos nativos

Dayrom Blanco, Jesús Suárez, Fernando Donis y Omar González

Control biológico

Luis L. Vázquez y Nilda Pérez

Fitomejoramiento participativo e innovación local

Humberto Ríos-Labrada

Labores manuales, tracción animal y motorización

Arcadio Ríos

Rotación y policultivos

Ángel Leyva, Egidio Páez y Antonio Casanova





ABONOS ORGÁNICOS

Francisco Martínez y Clara García
Instituto de Suelos (IS), La Habana

En Cuba antes de 1492 toda la isla estaba cubierta de bosques, los suelos eran vírgenes y las comunidades indígenas vivían en equilibrio con la naturaleza, pero a partir de esa fecha hay un período de cuatro siglos como colonia de España, donde comienza a desarrollarse la agricultura, fundamentalmente el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Se inicia la tala de los bosques, la quema de los residuos y la degradación de los suelos hace su aparición, fundamentalmente la pérdida acelerada de sus reservas orgánicas.

Posteriormente Cuba pasa a ser neocolonia norteamericana por un período de cincuenta y siete años, el cual fue decisivo en la depauperación acelerada de los suelos. Si en cuatro siglos de colonización española había desaparecido la mitad de los bosques, en apenas cincuenta años sólo quedó el 14% de ellos (figura 1).

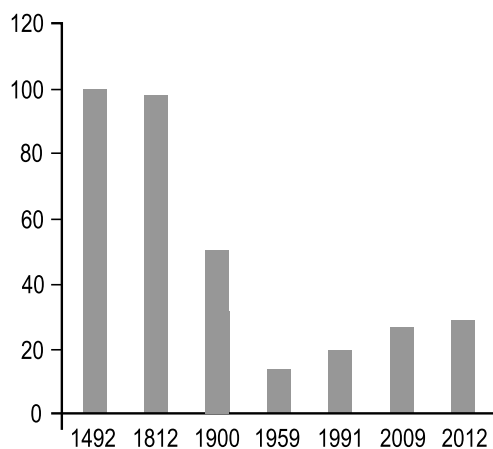


Figura 1. Comportamiento de la cubierta de bosque en Cuba (%). Fuente: Citma (1998).

Esta situación se agravó al surgir los grandes latifundios dedicados la mayoría al cultivo de la caña de azúcar. Se entroniza así el monocultivo y su acción degradante del suelo y no existió la voluntad política para frenar estos efectos negativos.

A partir del triunfo de la Revolución, forzados por la preocupación de alimentar a toda la población, comienzan a introducirse en la agricultura gran cantidad de maquinarias e insumos químicos para la nutrición de los cultivos y la lucha contra las plagas, los que fueron utilizados indiscriminadamente con consecuencias nefastas para la calidad de los suelos y de los productos agrícolas.

Por lo anterior y en correspondencia con las dificultades económicas que ha enfrentado el país, se han tenido que buscar alternativas para frenar este fenómeno, mantener los rendimientos de los cultivos, mejorar la calidad de los suelos y compensar además la falta de fertilizantes minerales. Una de estas alternativas ha sido la utilización de diferentes portadores de materia orgánica en los suelos. La búsqueda de una mayor eficiencia en el aprovechamiento de estos portadores, ha constituido una tarea de primer orden para productores, funcionarios y científicos que de una u otra forma intervienen en el proceso de producción agrícola.

Situación de la materia orgánica en los suelos

En Cuba desde el triunfo de la Revolución la protección de los recursos naturales ha sido tema permanente de preocupación por el estado, realizándose una encomiable labor de concientización de los decisores y productores. A pesar de ello, en los latifundios nacionalizados, se crearon empresas estatales especializadas, bajo el modelo de agricultura convencional, las cuales introdujeron gran cantidad de maquinarias pesadas, equipos de riego, alta aplicación de productos químicos, persistencia y aumento del monocultivo y otras prácticas degradantes.

Se fundaron y desarrollaron los institutos de investigaciones, que se dedicaron al estudio de los suelos y de las medidas para su conservación. Mediante estas investigaciones se pudo determinar la reducción drástica que se produce en las reservas orgánicas de los suelos con el cambio de uso (Ponce 2004), que los sistemas intensivos de fertilización mineral, los sistemas de laboreo y el monocultivo producen reducción sensible de los niveles de captura de carbono y en la composición del complejo orgánico del suelo, hasta niveles degradantes (Martínez y Calero 2001).

Además, que el uso indiscriminado de estas prácticas provocan tal disminución de las reservas orgánicas de los suelos, que esta no basta para el total de la microflora, lo que provoca, que al

utilizar fuentes orgánicas no estabilizadas, se altere gravemente el equilibrio y que rápidamente la casi totalidad de la fuente se combusione (Calero *et al.* 2001). También se comprobó que el uso reiterado de estas prácticas ha provocado que el 60 % de los suelos cubanos tengan contenidos de materia orgánica de bajo a muy bajo.

En la tabla 1 se comparan los valores de materia orgánica en los suelos cubanos obtenidos por los especialistas norteamericanos Bennett y Allison entre 1920 y 1927 (una etapa donde la explotación agrícola de nuestros suelos era mucho menos intensa), con los valores obtenidos 50 años después.

Tabla 1. Variaciones en los contenidos de materia orgánica de los suelos (g/kg)

Grupos de suelos	Año 1926		Año 1975	
	Bennett y Allison		Mapa básico 1:50 000	
	Valor medio	Rango	Valor medio	Rango
I. Arenosos	28,0	21,8 – 35,4	20,0	9,9 – 31,9
II. Latolizados	47,0	31,6 – 73,5	27,3	16,3 – 37,8
IV. Calcáreos	74,1	57,8 – 96,2	33,4	23,4 – 43,4
V. Montmorilloníticos	47,6	29,0 – 67,2	27,2	19,8 – 38,6

Fuente: Departamento de Nutrición y Fertilidad. Instituto de Suelos (2006).

Por los altos niveles de agrotecnologías aplicados a partir de entonces, es de esperar que en la actualidad la situación sea aun más crítica, sobre todo en las áreas dedicadas a cultivos varios.

Estas investigaciones demostraron que cuando se utilizan sistemas de tratamiento en los suelos, ya sean químicos o mecánicos, con el fin sólo de producir y elevar los rendimientos de las cosechas, se producen cambios sustanciales en las condiciones de vida de la microflora edáfica, lo que se ha traducido en una destrucción de las asociaciones microbianas y cambios de su actividad funcional y bioquímica. El fenómeno que resulta de estas alteraciones ecológicas, es la degradación paulatina de la fertilidad de los suelos, debido fundamentalmente a la perdida de materia orgánica (en cantidad y calidad), la obtención de productos cada vez con menor calidad para su consumo y la contaminación del ambiente y demuestra la necesidad de tomar acciones urgentes para detener el proceso de degradación y comenzar a introducir métodos de mejoramientos.

Entre las acciones consideradas importantes para evitar el proceso de degradación y la pérdida de calidad de la materia orgánica de los suelos, ha tenido una importancia capital la aplicación de abonos orgánicos, especialmente los que tienen una estructura química y composición microbiológica estabilizada, ya que evitan el deterioro del equilibrio microbiano y facilitan un suministro “programado de los nutrientes”, a la par que garantizan una mayor incorporación de sustancias húmicas al sistema coloidal del suelo (captura de carbono).

Como resultado de esta labor es que se introducen de manera acelerada diferentes métodos para la producción de abonos orgánicos, fundamentalmente mediante las técnicas del compostaje y la lombricultura. La aplicación de abonos orgánicos constituye una práctica tan antigua como la agricultura y existen elementos para confirmar que antes de que se conocieran los fertilizantes minerales, y los mecanismos de la nutrición de las plantas, ya se practicaba la mejora de los suelos con abonos orgánicos, especialmente el compost.

En Cuba ha sido una práctica muy común la utilización de los residuos de la industria azucarera, como la cachaza (torta de filtro, que constituye el 3 o 4 % del total de la caña de azúcar que se muele), residuos de centros de acopios, y las aguas residuales de la producción de azúcar y sus derivados en los suelos, especialmente los dedicados al cultivo de la caña de azúcar. Estas resultan una importante fuente de nutrientes para las plantas y para el mejoramiento de sus propiedades físicas, según comprobaron Arzola *et al.* (1990) y Paneque y Martínez (1992).

Otra práctica muy utilizada para restituir nutrientes en los suelos es la aplicación de estiércol de diversos animales, especialmente el de ganado vacuno, el cual según Crespo y Gutiérrez (1992), si se mezcla con zeolita en proporción 8:1 (base seca), añadiendo además fosforita, se logra aumentar el nitrógeno disponible y se duplica la solubilidad del fósforo.

El compost también se utiliza de forma generalizada empleando para ello el “Método Indore” (aeróbico), el cual fue practicado por primera vez por Sir. Albert Howard, agrónomo del gobierno inglés quien estuvo en la India entre 1905 y 1934 y lo empleó para atender la necesidad de mejoramiento de los suelos y de los cultivos en la región. Los sistemas más utilizados son el compostaje en pilas y el compostaje de corral (Peña 2009). Cada sistema de compostaje

puede usar los mismos residuales orgánicos, la diferencia entre uno y otro radica en la manera de preparar dichos residuales y en la forma de construcción.

Una variante muy común en Cuba es la llamada “biotierra”, práctica impulsada por la Universidad Central de Las Villas (Mayea 1994), la misma se obtiene al inocular los desechos orgánicos con diversos microorganismos que contribuyen a su degradación acelerada. El producto obtenido es un abono orgánico de alta calidad que en dosis relativamente pequeñas (6-7 t/ha) produce efectos positivos.

La lombricultura es más reciente, no obstante por su impacto productivo, económico y medioambiental ha logrado consolidarse en todo el país. Esta tecnología a partir de residuales producidos por la actividad humana, que en su mayoría constituyen contaminantes, produce humus de lombriz, considerado el mejor fertilizante orgánico del mundo y proteína para la alimentación animal y humana. A partir de su introducción en la década de los 80 ha pasado por varias etapas, las cuales han estado matizadas por factores que determinaron su avance inicial y su consolidación final.

Etapas en la producción de humus de lombriz y principales resultados en su aplicación

La primera etapa puede ser definida como de investigación, concientización y comienzo de su introducción en la producción. Se realizaron los primeros estudios ecológicos sobre la lombriz en la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, dirigidos fundamentalmente a investigar los ciclos de vida de las especies, ecología y sistemática, formas de cría en diferentes sustratos y cría masiva (Reinés *et al.* 1998). Con la introducción del primer pie de cría de lombriz procedente de Filipinas (*Perionyx excavatus*) e Italia (*Eisenia foetida*) se comienzan los estudios sobre su comportamiento y la adaptación de la tecnología para su cultivo en las condiciones climáticas de Cuba. Un papel fundamental en estos estudios lo desempeñó un grupo de investigadores dirigidos por el Dr. Jorge Ramón Cuevas del Instituto de Suelos, entonces perteneciente a la Academia de Ciencias de Cuba.

La segunda etapa puede ser definida como de introducción de la tecnología en el escenario productivo. En ella se construyeron 168 unidades básicas de lombricultura, cada una de una hectárea,

con un potencial productivo de 2 000 a 3 000 t de humus anuales a partir fundamentalmente de estiércol vacuno, por cuanto estas fueron ubicadas en las Empresas Ganaderas en todas las provincias del país.

Estas unidades funcionaban totalmente mecanizadas, con el empleo de implementos adaptados o completamente desarrollados por mecanizadores cubanos, lo que permitió un aumento acelerado de la producción de humus de lombriz.

En esta etapa se ejecutó un proyecto ramal de investigaciones y un programa nacional para el desarrollo de la lombricultura en todo el país. La actividad estuvo estructurada a través de una comisión nacional, constituida por un sector administrativo (Minag) y un sector científico (centros de educación e investigaciones), apoyados por una comisión nacional de expertos en la lombricultura de diferentes instituciones (Reinés *et al.* 1998).

Estas investigaciones estuvieron dirigidas a establecer los procedimientos para determinar la calidad del humus obtenido en el país, unificando las técnicas analíticas, establecer las medidas de manejo y conservación del mismo y determinar las dosis de humus de lombriz y su sinergismo con los fertilizantes minerales para 12 principales tipos de suelos y 16 cultivos de interés económico en nueve provincias del país así como precisar el efecto residual o acumulativo de su aplicación.

En síntesis los resultados más importantes alcanzados con las investigaciones fueron los siguientes:

- Se determinaron los métodos analíticos más adecuados para analizar el humus de lombriz y se determinaron las características químicas y biológicas del humus producido a partir de los residuales más importantes de Cuba (tabla 2). Se estableció además la forma correcta para almacenarlo de manera que permanezca con sus características el mayor tiempo posible (Gandarilla y Martínez 1995).
- Se precisaron las dosis de humus en los siguientes cultivos: tabaco (*Nicotiana tabacum*), papa (*Solanum tuberosum*), boniato (*Ipomoea batatas*), plátano (*Musa spp.*), plantas “*in vitro*”, de tomate (*Solanum lycopersicum*), pimiento (*Capsicum annuum*), ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), arroz (*Oryza sativa*), maíz (*Zea mays*), pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*), hierba rhodes (*Chloris gayana*), viveros de papaya (*Carica papaya*) y guayaba (*Psidium guajava*). En

Tabla 2. Composición del humus de lombriz obtenido a partir de diferentes residuales

Parámetro	Estiércol vacuno	Estiércol porcino de lecho	Estiércol porcino de corral	Cachaza	Residuos de cafeto	Hojarasca
pH	6,5 - 7,1	5,6 - 6,1	6,2 - 6,6	7,0 - 7,4	6,1 - 6,5	-
CE (ds/m)	1,5 - 3,9	2,0 - 2,8	0,7 - 2,2	0,4 - 1,1	0,5 - 1,7	1,3 - 2,9
MO (g/kg)	490 - 640	420 - 640	540 - 590	500 - 600	740 - 800	460 - 680
N (g/kg)	16,0 - 27,0	21,0 - 30,0	22,0 - 31,0	11,0 - 19,0	34,0 - 37,0	18,0 - 24,0
P (g/kg)	2,0 - 9,0	9,0 - 27,0	12,0 - 15,0	10,0 - 21,0	0,2 - 3,0	6,0 - 10,0
K (g/kg)	2,0 - 5,0	0,8	2,0	2,0 - 3,0	1,0 - 2,0	2,0 - 3,0
Na (g/kg)	0,4	0,2	1,0	0,6 - 1,0	0,3 - 0,9	0,6 - 0,8

Fuente: Martínez *et al.* (2003).

dependencia del tipo de suelo, las dosis oscilan entre 2-8 t/ha, con valor más frecuente de 4 t/ha, conjuntamente con el 25-50 % de la fertilización mineral que requiere el cultivo.

La aplicación del humus tiene un efecto residual sobre los rendimientos de al menos dos cosechas sucesivas en cultivos de ciclo corto, pero puede llegar hasta los tres años en plantaciones permanentes como plátano y pastos (Hernández *et al.* 1989; Caballero *et al.* 2001). A partir de estos resultados se confeccionó un Manual para la Manipulación y Uso del Humus de Lombriz (Gandarilla y Martínez 1995), que fue generalizado

Tabla 3. Combinación de humus de lombriz (HL) y fertilizantes minerales (FM) recomendados para suelos y cultivos

Suelos	Cultivos	Dosis de HL y FM	Beneficios
Ferralítico Cuarcítico	Tabaco	De 2 - 8 t/ ha más 25 - 75 % de fertilizantes minerales	Menor uso de fertilizantes minerales Mayor rendimiento
Pardo Sialítico	Papa		
Ferralítico Rojo típico	Tomate		
Ferralítico Rojo lixiviado	Ajo		
Ferrítico	Cebolla		
Vertisol	Pimiento		
Hidromorfo	Arroz		
	Boniato Pastos		

Fuente: Gandarilla *et al.* (1995).

Estos resultados contribuyeron a aumentar el conocimiento teórico-práctico que se tiene sobre las características del humus de lombriz y sus relaciones con el suelo, los fertilizantes minerales y las plantas que además, brindan un impacto muy positivo en la economía del país a través de modificaciones muy beneficiosas en el sistema de producción agropecuario.

Esta segunda etapa estuvo caracterizada, por el fuerte trabajo de capacitación realizado con el personal de educación superior, los técnicos y los productores que serían los encargados de conducir el cultivo; con estos últimos el trabajo fue dirigido a estimular el uso del humus de lombriz, mediante la realización de talleres, confección de plegables, folletos divulgativos, libros y otros (Reinés *et al.* 1998; Peña *et al.* 2002; Martínez *et al.* 2003 y Arias *et al.* 2008).

Además dada las posibilidades de extrapolar la tecnología por la coincidencia de las condiciones climáticas, se realizaron varios cursos internacionales contribuyendo de este modo a la formación de los lombricultores de América Latina y el Caribe.

La tercera etapa es de plena introducción y desarrollo de la tecnología, impulsada a partir de la depresión de la producción por las dificultades económicas que presentó el país motivada por la caída del campo socialista del este de Europa y la pérdida de más del 70 % del comercio y el recrudecimiento del bloqueo de Estados Unidos. Estas dificultades se manifestaron de inmediato en la pérdida de la capacidad de compra de fertilizantes minerales y piensos para la alimentación animal, por lo que fue necesaria la máxima potenciación de la producción de abonos orgánicos, para compensar el déficit de fertilizantes minerales.

Lo anterior entre otras cuestiones provocó la necesidad de cambio en la conducción del ganado, con una disminución brusca del tiempo de estabulación, lo que trajo como consecuencia la reducción de la disponibilidad de estiércol para las lombrices, el cual constituía la base fundamental de producción del humus de lombriz en el país. Como consecuencia, disminuyó la producción de humus, pero paradójicamente aumentó la necesidad de su aplicación como medida necesaria para atenuar la caída de los rendimientos de los cultivos que se produjo por la carencia de los fertilizantes minerales.

Para que se tenga una idea se expone la situación que se presentó en el área de cultivos varios del Minag (tabla 4 y figura 2).

Tabla 4. Área de cultivos varios sin fertilizantes minerales (Cancio *et al.* 2010)

Año	Área total sembrada en el año (m ha)	Área total sembrada que no recibió fertilizantes (m ha)	%
1998	470,9	384,1	82
1999	422,4	325,1	77
2000	441,3	400,8	91
2005	738,8	714,9	97
2008	548,4	458,7	84

A partir de esta fecha y hasta la actualidad, se ha mantenido como promedio anual entre el 75 y el 80 % del área de cultivos varios sin la aplicación de fertilizantes minerales.

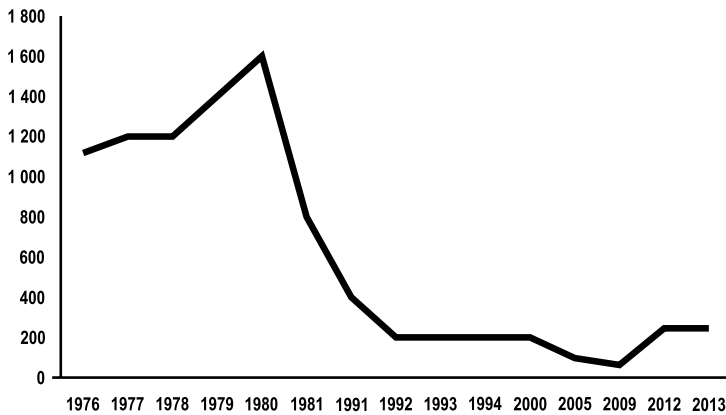


Figura 2. Consumo histórico (mt) de fertilizantes minerales en Cuba
Fuente: Instituto de Suelos (2013).

También se presentaron problemas con otros insumos, equipos y herramientas, lo que hizo imposible mantener la producción de humus de lombriz en las grandes unidades. Por esta razón se produce un cambio en la estrategia de desarrollo del cultivo, pasando a la primera prioridad, el desarrollo de producciones a pequeña y mediana escala, aunque sin renunciar a mantener algunas unidades grandes. Para lograr este propósito, fue necesario un gran trabajo de capacitación a los productores y técnicos y población en general, con el fin de lograr diversificar los residuales a emplear.

Un apoyo importante, tanto para elevar los índices de producción, como para la capacitación de los productores, significó la creación del subprograma de abonos orgánicos en el marco del programa nacional de Agricultura Urbana.

Como resultado de este trabajo se logró un alto nivel de generalización, obteniéndose una significativa recuperación de la producción de humus de lombriz, hasta alcanzar producciones de cerca de un millón de toneladas en el año. Esto fue posible entre otras razones por la diversificación de los residuales empleados como alimento de las lombrices y el establecimiento de policultivos con la introducción de diferentes alternativas de sombras naturales que permitieron elevar los índices de aprovechamientos de las áreas dedicadas a esta práctica.

Generalización de la producción y el uso de los abonos orgánicos

La cuarta y última etapa es de consolidación y generalización, se caracteriza por el empleo masivo de sistemas de producción agrícola sostenibles, sobre la base del reciclaje de los restos orgánicos y una amplia utilización de los abonos orgánicos, lo que provocó la necesidad de experimentar un crecimiento en su producción de manera de poder satisfacer las necesidades crecientes de la producción.

Para conseguir este propósito en el año 2001 se creó el programa nacional emergente de abonos orgánicos, a través del cual se han realizado acciones encaminadas a lograr la máxima popularización de la tecnología, su implantación en todas las unidades productivas del país y su uso en la mayoría de los cultivos.

Con este objetivo se priorizó la capacitación de los productores a todos los niveles en los sistemas de tratamiento de los residuales sólidos orgánicos a partir de la lombricultura y el compostaje y una adecuada labor divulgativa sobre las características de estos sistemas, en especial el cultivo de lombrices y su cuidado, de manera que se garantizara elevar la eficiencia del cultivo y la aplicación óptima de sus productos.

Como resultado del trabajo, hoy el país cuenta con 168 centros municipales de producción de abonos orgánicos y un microcentro en la mayor parte de los consejos populares, desde donde se realiza un fuerte trabajo de generalización de esta tecnología (figura 3).

Así es posible encontrar la producción de abonos orgánicos en todas las unidades de producción agropecuarias, en un número importante de patios, en los hogares y en unidades especializadas,

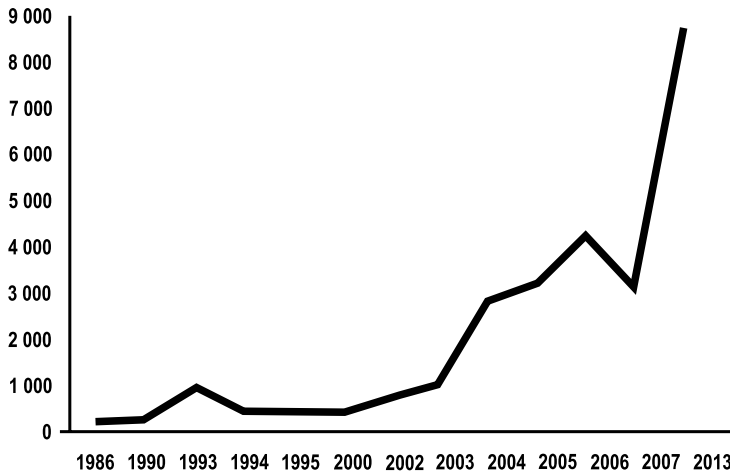


Figura 3. Aplicación de abonos orgánicos (mt) en áreas de cultivos varios.
Fuente: Instituto de Suelos (2013).

lográndose cifras record de producciones de humus de lombriz y compost de 6 y 15 millones de toneladas respectivamente, con el empleo de los más disímiles sustratos para su producción y diferentes alternativas de sombra natural empleando sistemas de policultivo así como de sombra artificial.

Los productos (humus de lombriz y compost) han sido ampliamente utilizados con diferentes fines en forma sólida y líquida, con muy buenos resultados y en la mayoría de los cultivos, contribuyendo de manera decisiva a la sostenibilidad de la producción agrícola del país en especial en las áreas comprometidas con el sistema de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar (figura 4).

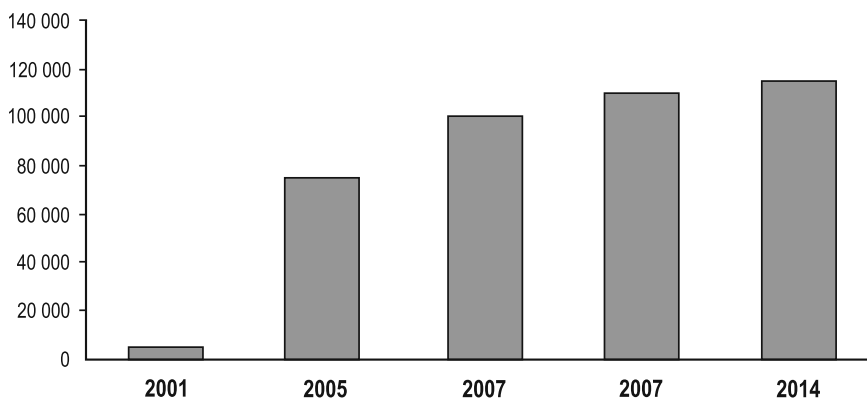


Figura 4. Materia orgánica aplicada en la Agricultura urbana (Mt).
Fuente: GNAUSU (2015).

Con el uso de estas tecnologías se ha logrado además un notable impacto medio ambiental, contribuyendo a convertir en recursos útiles en los últimos 15 años, unos 400 millones de toneladas de residuales que constituían una fuente altamente contaminante del medio ambiente.

El trabajo realizado durante todos estos años ha representado un importante impulso a las acciones para conservar y elevar los niveles de captura de carbono en los suelos, como única manera de hacer sostenibles los sistemas agrícolas empleados y lograr la necesaria soberanía alimentaria.

No obstante lo alcanzado, continúan en la actualidad los trabajos de investigación-desarrollo, encaminados a dar respuestas a problemas aún no resueltos, entre ellos, mejorar la calidad del humus de lombriz y el compost mediante el uso de buenas prácticas de producción y mediante la combinación de los residuales que se le proporcionan como alimento a las lombrices, la combinación del humus con otros productos orgánicos y biofertilizantes y el uso de la carne de lombriz para la alimentación animal.

Este último producto, a pesar del desarrollo alcanzado en la tecnología y de los resultados obtenidos en las investigaciones sobre su utilización para la alimentación de diferentes especies de animales (Camps y Reinés, 1986; García 2003), ha sido poco utilizada en la práctica productiva, por lo que será importante la búsqueda de métodos que permitan su generalización, entre otras cosas por los importantes contenidos de proteína, microelementos y aminoácidos que posee, factores importantes desde el punto de vista nutricional (Cuevas *et al.* 1987; Reinés *et al.* 1998; Martínez *et al.* 2003 y Peña 2009), además de la facilidad para su producción. Según investigaciones por cada tonelada de estiércol fresco se producen 500 kg de humus y 100 kg de carne de lombriz (Peña 2009).

La depresión de la producción de azúcar y el cierre de centrales azucareros, ha provocado una drástica reducción de los residuales generados por esta industria, lo que repercute en una disminución de la producción de abonos orgánicos y obliga a la búsqueda y utilización de nuevas fuentes no tradicionales.

En la actualidad un lugar destacado en las investigaciones lo ocupa el uso de los residuales sólidos urbanos y los productos de su tratamiento, prestándose una especial atención a los peligros potenciales de contaminación que puede entrañar su empleo en la

agricultura. Para lograr un uso más amplio de este residual, será importante realizar un intenso trabajo comunitario, que permita sensibilizar a los pobladores en la necesidad de hacer selección “*in situ*” del mismo, lo que disminuye sus niveles de contaminación.

También se comienza a introducir de manera acelerada por muchos productores los microorganismos eficientes, a partir de la potenciación de los microorganismos benéficos nativos y aplicando los principios del Bocashi, con la utilización de diferentes materiales alternativos en cada zona.

Estos microorganismos eficientes, cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelados y antioxidantes, estos últimos, promueven la descomposición de materia orgánica y aumentan el contenido del humus de los suelos, con el consecuente incremento de los rendimientos de los cultivos. Por todo esto esta tecnología debe convertirse en una importante alternativa en el futuro.

Bibliografía

- Arias, E.; F. Martínez.; A. Morales y C. García. 2008. Manual de Procedimiento de Abonos Orgánicos. Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba. 28 p.
- Arzola, N.; V. Paneque; H. Battle; L. Morejón; C. Alfonso y G. Hernández. 1990. La cachaza como enmienda orgánica y fertilizante para la caña de azúcar. Folleto INCA. La Habana. Cuba. 15 p.
- Caballero, R; J. Gandarilla; D. Pérez y D. Rodríguez. 2001. Tecnología de fertilización orgánica para elevar los rendimientos y mantener la fertilidad de los suelos en los huertos intensivos. Boletín No.4 SCCS. ISSN 1609-1876. Publicación electrónica. 10 p.
- Calero, B; A. Morales; L. Font y C .A. Alfonso. 2001. Estado microbiológico de un Ferralsol sometido a diferentes sistemas de manejo agrícola. Boletín No.4 SCCS. ISSN 1609-1876. Publicación electrónica. 10 p.
- Camps, D; M. Reinés.1986. Utilización de la Vermiharina como fuente proteica animal en pollos de engorde. Revista cubana de Ciencias Avícolas13:145. La Habana, Cuba.
- Cancio R; M. Soca y A. Fernández. 2010. Manual Práctico de Nutrición Integrada en Viandas, Hortalizas y Granos por el Servicio Pedólogo-Agroquímico. Dirección Nacional de Suelos, Minag. La Habana. 19 p.
- Crespo, G. y O. Gutiérrez. 1992. Estudio de métodos para aumentar la efectividad del estiércol vacuno como abono orgánico. Resúmenes del I Taller Internacional sobre Biofertilizantes en los trópicos. La Habana. 127 p.

- Cuevas, J.; J. Morejón; M. Ojeda y V. Vale. 1987. Instructivo técnico para el desarrollo de la lombricultura en Cuba. La Habana, Cuba. 34 p.
- Gandarilla, J. y F. Martínez. 1995. Manual de Uso y Manejo del Humus de Lombriz. Instituto de Suelos del Minag. La Habana. Cuba. 170 p.
- Gandarilla, J.; F. Martínez y B. Calero. 2001. Lombricultura. Uso y manejo del humus. Boletín resumen II Congreso Iberoamericano de Química y Física Ambiental. 150 p. Publicación electrónica.
- García M. D. 2003. Estudio de integración de la vermicultura a la producción porcina en Cuba. Tesis para opción al título Académico de Máster en producción porcina mención: Nutrición y Alimentación porcina. IIP. La Habana. Cuba
- Hernández, J.; J. Rodríguez; B. Toscano; M. Monederos; H. Vázquez; E. Peñafuerte y D. Chang. 1989. Resultado de los ensayos realizados con el humus producido por las lombrices denominado humus L. Resultado Cient. Tec. Código 18RF124 del Minag.
- Martínez, F. y B. Calero. 2001. Influencia de algunos tratamientos agrotécnicos en el suelo sobre los procesos de mineralización y síntesis de la materia orgánica. Universidad Autónoma de Puebla México – Instituto de Suelos de Cuba. Memorias del Coloquio Cuba-México. 60 p.
- Martínez, F.; B. Calero; R. N. Vargas-Nogales e I. Revestí. 2003. Lombricultura. Manual Práctico. Primera edición. IS. La Habana 99 p.
- Mayea, S. 1994. Tecnología para la producción de compost (biotierra) a partir de la inoculación con microorganismos de diversos restos vegetales Cida, La Habana. 22 p.
- Paneque, V. y M. Martínez. 1992. Evaluación de la vinaza del CAI “Héctor Molina” como fertilizante para la caña de azúcar. La Habana, Cuba 6 p.
- Peña, T.E. 2009. La Lombricultura como alternativa de descontaminación ambiental y de nutrición. Inifat. La Habana. Primera Edición. Pp 98-121.
- Peña, T.E.; R.M. Carrión.; F. Martínez.; R.A. Nodals.; C. N. Companioni. 2002. Manual para la Producción de Abonos orgánicos en la Agricultura Urbana. INIFAT, La Habana. 102 p.
- Peña, E.; M. Carrión; F. Martínez; N. Companioni y A. Rodríguez. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la Agricultura Urbana. PNUD. Ed. INIFAT. La Habana. 75 p.
- Ponce de León, D. 2004. Las reservas de carbono orgánico de los suelos minerales de Cuba. Aporte metodológico al cálculo y su generalización espacial. Tesis Dr. Ciencias Agrícolas. Unah. La Habana. 100 p.
- PNMCS, 2010. Programa nacional para el Mejoramiento y Conservación de los Suelos. Instituto de Suelos MINAG, Cuba.
- Reinés, M.; C. Rodríguez; A Sierra y M. Vázquez. 1998. Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo. Ducere, S. A. de C.V. México. 61 p.

RIEGO PARA PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS

Reinaldo Cun y Carmen Duarte

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric)

La Habana

El riego constituye un paradigma para la agricultura del mundo entero, ya que permite dominar los procesos productivos con relativa independencia con respecto a las condiciones climáticas. A nivel mundial es considerado como una actividad cara, que demanda insumos y puede degradar el medio con un mal uso.

La superficie irrigable o potencial de riego de Cuba se estima en 2,7 millones de hectáreas (Minag 2008). La técnica de riego más generalizada es el riego superficial (331 390 ha), la aspersión (figura 1), incluyendo pivotes centrales y laterales rodantes, alcanza las 108 902 ha, el riego localizado 26 470 ha y otras técnicas ocupan 6 120 ha. El potencial embalsado en el país es de 8 800 MM de m³, posee 635 cuencas hidrográficas (Laíz 2011). Una parte considerable de los recursos hídricos del país se almacenan en numerosas presas, mermando su volumen durante los períodos secos, cada vez más prolongados en los últimos años.

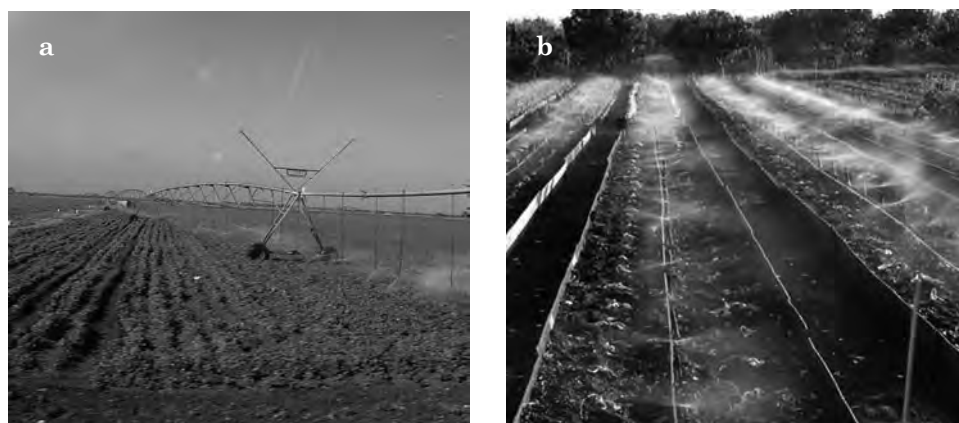


Figura 1. Sistema de aspersión por pivote central en la agricultura convencional (a) y de microaspersores en organopónico (b).

El agua subterránea, que en su mayor parte se almacena en acuíferos cársicos con conexiones al mar, está sujeta a la intrusión marina, incrementando su contenido salino y dureza. A pesar de que la lluvia promedio anual para Cuba es 1 335 mm, su desigual distribución espacial y las anomalías climáticas que ocurren a nivel mundial en las últimas décadas, han condicionado la aparición recurrente de prolongadas y severas sequías.

En la actualidad existen limitaciones en las fuentes de abasto, por lo que se hace imprescindible el óptimo aprovechamiento de los recursos hídricos. El empleo eficaz de este limitado recurso depende en gran medida de su caudal (volumen por unidad de tiempo), por lo que es muy importante contabilizar la cantidad que se utiliza y dispone en la fuente de abasto. La sustentabilidad de la agricultura depende en gran medida del uso adecuado del recurso agua.

Demanda de agua

Dada la situación anterior, las tendencias actuales en la nación están dirigidas a las transformaciones de máquinas de pivote central de accionamiento hidráulico en eléctricas, en cuanto a la aspersión, la aplicación de tecnologías de baja intensidad y aumentar en áreas con el uso del riego por goteo y microirrigación, todo lo que permite el ahorro de agua y de energía.

Según trabajos realizados en el Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), actual Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), relacionados con el consumo hídrico de diferentes cultivos de importancia agrícola, desde 1969 hasta la actualidad, las mayores demandas las presentan el plátano (*Musa spp.*) con 12 284 m³/ha y el arroz (*Oryza sativa*), 10 478 m³/ha, para la época más seca y de 9 266 m³/ha para la lluviosa. Estos resultados son utilizados actualmente en el cálculo de las demandas de agua y en la conformación del esquema hidráulico nacional por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

La agricultura es la entidad que más agua demanda en el mundo (70 %), debido al consumo de la misma por unidad de producción y a deficiencias de los sistemas de regadío. Estudios realizados que comparan los rendimientos y eficiencias de consumo del agua (agua demandada por la evapotranspiración en relación a la producción alcanzada), para distintos cultivos tomados del Boletín 33 de la Fao

y resultados alcanzados en Cuba, muestran que los rendimientos en la mayoría de los cultivos están por debajo de los valores reportados por la Fao (Doorembos y Kassam 1979), por lo tanto las eficiencias también son menores.

En el caso del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), éste es favorecido en nuestro país con una excelente atención agrícola por lo que sus rendimientos alcanzados son similares a los mayores obtenidos a nivel mundial, por lo tanto, la eficiencia del consumo del agua, también es elevada. Nuestros índices de consumo netos de agua para la planificación y operación de los sistemas de riego están acordes con los valores internacionales, por lo tanto las causas que originan los altos consumos de agua por la agricultura se derivan de la baja eficiencia en su uso, influyendo esta en altos consumos brutos.

El aumento de los conocimientos en diversas disciplinas relacionadas con la producción vegetal intensiva, ha permitido llegar a un modelo de lo que sería el riego ideal. Según Martínez y Tarjuelo (2006), este debe poseer las características siguientes: atender preferentemente la capa superior, más fértil y aireada del suelo, donde reside la mayor parte de las raíces activas; establecer una condición de humedad media del suelo, no saturada, igual o levemente inferior a la capacidad de campo.

También asegurar que el establecimiento del grado deseable de humedad no implique el desplazamiento del oxígeno ni afecte la adecuada estructura porosa del suelo; distribuir uniformemente y de forma localizada la humedad en el suelo; ahorro de agua y protección de los acuíferos mediante un humedecimiento de la superficie, restringido solo a lo necesario para el cultivo, evitando pérdidas por percolación vertical; lograr el riego mediante una tecnología dotada de seguridad operativa, tolerante al empleo de aguas de mala calidad, mínimo gasto energético y posible de automatizar.

La producción de hortalizas a nivel mundial en los últimos años, se ha convertido no solo en un medio para obtener ingresos económicos, sino en una vía para mejorar el régimen alimenticio de los habitantes de zonas urbanas y suburbanas (Montero *et al.* 2009). En Cuba, existe un gran interés por la producción de estas especies de forma orgánica, tanto en condiciones controladas como en huertos. Para cumplir estos objetivos no solo es necesario el control de plagas y la nutrición de las plantas, también es muy importante el uso sostenible y manejo eficiente del agua.

En las últimas décadas el acceso a la misma se ha convertido en un punto crítico con el consecuente incremento de conflictos entre los agricultores, la industria y la población.

Manejo de riego mediante la técnica de goteo

Tanto el déficit como el exceso de agua afecta el desarrollo de las plantas y por consiguiente los rendimientos y la calidad de las cosechas (Cun y León 1997), esto demuestra que el cultivo es menos sensible al volumen de agua que al momento de su aplicación.

En la actualidad es importante acudir a la estrategia del riego deficitario controlado, sobre todo en zonas con escasos recursos hídricos, esta se basa en la reducción de los aportes hídricos en aquellos períodos fenológicos en los que un déficit hídrico no afecta a la producción y calidad de la cosecha, cubriendo plenamente la demanda de las plantas durante el resto del ciclo del cultivo. El riego por goteo es clave en la aplicación de esta estrategia (Pereira *et al.* 2010), caracterizado por la capacidad de disminuir el consumo de agua y los costos asociados a su explotación (reducida mano de obra). Mediante esta tecnología el agua se aplica localmente donde las raíces del cultivo se desarrollan.

Según los resultados obtenidos por Cun y León (1997), en el cultivo del tomate variedad Campbell-28, al probar diferentes niveles de humedad en un suelo Ferralítico Rojo compactado, por fases de desarrollo de cultivo y utilizando el riego por goteo, la mayor respuesta productiva (48,9 t/ha), se alcanzó cuando se regó con la norma de riego que requería el cultivo durante todo su ciclo vegetativo, es decir, al 100 % de su evapotranspiración (T1), dosis total 280 L/m³.

Al comparar con otras estrategias (tratamientos), se apreció que al provocar un déficit del 25 % en la fase de floración-fructificación y un 50 % en la fase de maduración-cosecha (T2), el rendimiento fue inferior pero sin que los frutos perdieran calidad. La disminución del número de riegos (30) con relación al tratamiento 1 (47 riegos) y el monto en pago de salario en esta actividad, implicó una disminución de los costos de producción. La relación beneficio-costos fue superior, donde se recupera \$1,95 por cada peso invertido en la producción.

Fertirriego con productos orgánicos

En Cuba se acometen esfuerzos prioritarios para introducir técnicas de manejo agrícola que permitan producir alimentos durante todo el año, unido al mejoramiento de la eficiencia en el uso de los recursos hídricos y el empleo de productos biológicos (Duarte y Rodríguez 2003). En el cultivo protegido, el aporte de agua y nutrientes se realiza generalmente mediante el riego por goteo y el uso de inyectores hidráulicos y eléctricos para fertilizantes, dependiendo del estado fenológico de las plantas, así como del ambiente en que estas se desarrollan.

Los problemas ocasionados por la práctica de la Revolución Verde han obligado a retomar opciones más sanas, dando lugar al uso de la fertilización orgánica sin dejar en su totalidad la tradicional o mineral (Altieri 1997). Por lo tanto en los últimos años se ha llevado a cabo la aplicación, a través de los sistemas de riego, de algunos productos biológicos que contienen microorganismos, los cuales contribuyen a la sustitución parcial o total de los productos químicos y reducen el costo de producción.

Algunos autores como Montero (2008), Montero *et al.* (2009) y Dell' Amico *et al.* (2002), han demostrado el efecto beneficioso de hongos micorrízicos arbusculares sobre las plantas sometidas a estrés hídrico, al igual que los biofertilizantes líquidos CBFERT y EcoMic[®], elaborados a partir de las microalgas y sus derivados y a base de hongos micorrizógenos del género *Glomus*, respectivamente, los que han permitido un aumento en el rendimiento (Inca 2007).

Manejo de la fertirrigación

Duarte y Rodríguez (2003), en condiciones de organopónico, evaluaron los fertilizantes líquidos CBFERT, COMBI (3-6,5-10-0,6) fertirrigando el cultivo del tomate, variedad Manalucie, con la bomba inyectora Amiad, además de compararlo con un cultivo testigo fertirrigado solo con nitrógeno foliar. Los resultados de este trabajo mostraron que el mejor tratamiento fue el que se fertirrigó con fertilizante ecológico CBFERT, lo cual se demostró a partir del análisis del área foliar y del incremento del 34 % en el número de frutos por planta y del 37 % en el rendimiento (9,7 kg/m²).

Otro resultado importante de la fertirrigación ecológica lo constituyó la dosificación del fertilizante ecológico Fitomas-E[®] en el

fertirriego del cultivo del tomate, variedad Vyta, donde se definió la dosificación más efectiva. Se probaron dosis de 0,21; 0,32; 0,42; 0,5; 0,8 y 1 L/ha, siendo la más representativa esta última concentración donde se obtuvo un rendimiento de 9,9 kg/m², diferenciándose estadísticamente con el resto de los tratamientos (tabla 1).

Tabla 1. Manejo de la fertirrigación ecológica en el cultivo del tomate en condiciones de organopónico

Variedad	Sistema de producción	Fertilizante	Momento de aplicación	Dosis L/ha	Rendimiento (kg/m ²)
Manalucie	Organopónico	CBFERT	Fase vegetativa	0,5	9,6
Vyta		Fitomas E [®]		1	9,9

En otro estudio realizado por Duarte y González (2009), para la cuantificación diaria del fertilizante Fitomas-E[®] a partir de su composición de 150 g/L de extracto orgánico para el fertirriego en organopónico, se utilizó el criterio de las curvas de velocidad de acumulación de materia seca en función de la biomasa aérea total del cultivo de tomate en diferentes períodos de crecimiento, con lo cual se procedió a validar el método a partir del modelo de Bugarín (2009), propuesto para tomate en condiciones de invernadero e hidroponía.

Se utilizaron las dosis de fertilizantes más efectivas, según los trabajos anteriores, proponiéndose un testigo, 0,7 L/ha (dosis recomendada por el Instituto de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca) y 1 L/ha (dosis recomendada por Duarte *et al.* 2006). Los resultados se aprecian en la figura 2.

De lo anterior se deriva la posibilidad de realizar la cuantificación de la demanda nutrimental por períodos y diaria, en el cultivo de tomate, con vistas a realizar los ajustes necesarios en el manejo de la fertirrigación, ya que con anterioridad se ha estudiado por numerosos autores, la demanda total a través del rendimiento en materia seca total y el requerimiento interno de los nutrientes de interés, por lo que Rodríguez *et al.* (2001), a pesar de haber validado éste procedimiento, consideran que el mismo no permite conocer la demanda parcial durante un determinado período de crecimiento de un cultivo.

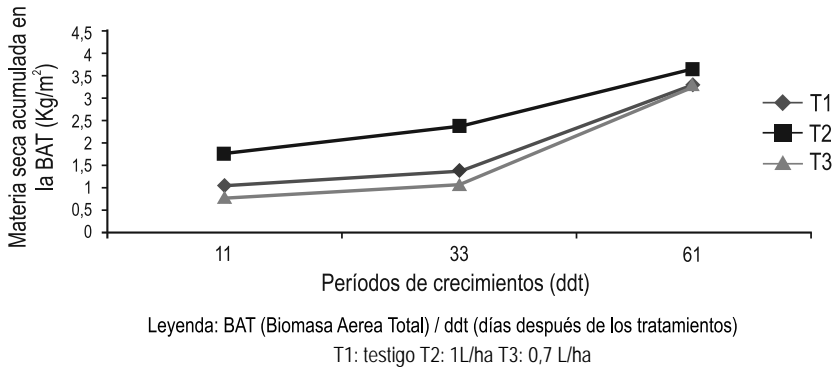


Figura 2. Curvas del comportamiento de la MS en función de la biomasa aérea total para diferentes tratamientos de fertilizante en el fertirriego.

En la fertirrigación en cultivos protegidos en áreas de la filial de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (Actaf) en Güira de Melena, Artemisa, se probaron dos fertilizantes ecológicos para medir el efecto de la fertirrigación con diferentes dosis sobre el rendimiento de la variedad de tomate F1 3019, inyectados a través del dispositivo Venturi.

Se definieron en estos trabajos las dosis más efectivas, las cuales se relacionan en la tabla 2 y permitieron definir la factibilidad del uso de estos fertilizantes orgánicos mediante un programa de fertirrigación. Se tuvo en cuenta la factibilidad del uso de cada uno, obteniéndose una ganancia de \$18,80 pesos/ha (moneda nacional), a favor del uso del Fitomas-E[®], con relación al uso del CBFERT de acuerdo al precio unitario del litro de fertilizante.

Tabla 2. Manejo de la fertirrigación ecológica en el tomate bajo condiciones de cultivo protegido

Variiedad	Sistema de producción	Fertilizante	Momento de aplicación	Dosis L/ha	Rendimiento (kg/m ²)
F1 3019	Cultivo protegido	CBFERT	20 y 40 días después del trasplante	0,1	8,1
		Fitomas-E [®]	20 días después del trasplante	0,2	9,1

El estudio de indicadores económicos y de eficiencia del uso del agua y los fertilizantes en el cultivo del tomate en diferentes condiciones de producción, mostró que en el fertirriego ecológico, se tuvo en cuenta solo el costo del CBFERT de 100 pesos/ha y el Fitomas E[®] de \$15,00 pesos/ha, ya que solo se aplican fertilizantes en la fertirrigación. Se destaca el incremento de los rendimientos (12,3 y 3,8 t/ha) a favor de los resultados de investigación aplicadas a la producción, asociados a una disminución de los volúmenes de agua aplicados por tonelada producida del cultivo del tomate, lo que se traduce en un incremento de la eficiencia del uso del agua por el cultivo del 61 % en los organopónicos y del 28 % para los cultivos protegidos.

Este aumento de la eficiencia contribuye a disminuir la denominada agua virtual, concepto que engloba el uso total del recurso hídrico en todo el proceso productivo de un cultivo y cuyo manejo es una herramienta actual indispensable en la definición de estrategias para el enfrentamiento a la sequía, asociado al principio no negociable de alcanzar la autosuficiencia alimentaria del país.

Aplicación de bioplaguicidas a través del sistema de riego

En Cuba se han realizado diferentes trabajos basados en la aplicación de productos biológicos a través del sistema de riego, dentro de estos tenemos el realizado por Calderón y Ponce (1997), en la Empresa de Cultivos Varios de Batabanó en la provincia de Mayabeque en un área de 5 ha, plantadas de plátano Burro CEMSA.

En ésta investigación se realizaron aplicaciones de un biopreparado del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, con una dosis de 10 L /ha a una concentración de 10⁷ conidios/mL. Se estudiaron dos formas de aplicación al cultivo, una a través del sistema de riego localizado de alta frecuencia (RLAF), utilizando difusores microjet y la otra opción fue a través de una asperjadora convencional.

Los resultados obtenidos mostraron gran homogeneidad en la concentración del producto aplicado a través del RLAF, durante el tiempo de aplicación (25 min), como en las diferentes zonas del campo donde se realizaron estudios. En la viabilidad de las unidades formadoras de colonias no existieron diferencias estadísticas

entre las diferentes áreas de muestreo en el campo, ni en el tiempo transcurrido durante las aplicaciones. Por lo tanto, dichos autores recomiendan que se puede aplicar el biopreparado a base de *B. bassiana* a través del sistema de riego localizado para el control de plagas en el cultivo del plátano debido a su homogeneidad de distribución y viabilidad.

Mesa *et al.* (2010), probaron diferentes formas de aplicación al cultivo del tomate del biofungicida *Trichoderma* en condiciones de organopónico. Los tratamientos consistieron en aplicar la cepa TS 3 (con 10^9 conidios/ml) con una mochila asperjadora de 16 L de capacidad, a través de un sistema de riego localizado con difusores microjet utilizando una bomba inyectora biofert acoplada al mismo y un tratamiento testigo sin aplicar.

Los resultados obtenidos mostraron que a medida que el cultivo se desarrolla existe un incremento de la incidencia de *Alternaria solani* (enfermedad fungosa), siendo menor en la primera fase de desarrollo del cultivo, comportándose de igual forma todos los tratamientos. El mayor grado de infestación para todos los casos fue en la etapa de maduración-cosecha.

Este aumento de la infestación pudo estar dado por las débiles precipitaciones ocurridas y por los cambios bruscos de los valores de temperatura y humedad relativa. La aplicación de este hongo entomopatógeno mediante la técnica de aspersión foliar con mochila, tuvo mejor efecto en el control de la enfermedad (85 %). Cuando se aplicó a través del sistema de riego localizado el control de la enfermedad fue de un 60 %, no obstante se observaron las plantas más vigorosas, con mayor cantidad de hojas y frutos en este tratamiento.

Los rendimientos obtenidos de manera general estuvieron en el orden de los 11 kg/m² no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos. Desde el punto de vista económico se recomienda la aplicación a través del sistema de riego debido a que para la aplicación foliar se necesita una persona.

Uso de programadores de riego

En Cuba se utiliza el riego localizado de alta frecuencia en grandes extensiones, pequeñas parcelas, casas de cultivo y en la producción de diferentes cultivos como plátano, cítricos, hortalizas, entre otros cultivos, ya que es un sistema que ahorra agua por mini-

mizar las pérdidas por conducción y aplicación. Estos sistemas son instalados de manera fija, formados por varias unidades de riego que se operan consecutivamente de forma manual en la mayoría de los lugares.

Dados los diferentes tiempos de aplicación y la elevada frecuencia de los riegos, característicos de estos sistemas, es factible la automatización de los mismos. El uso de la automatización mejora considerablemente la eficiencia de la explotación de los sistemas y la fertilización ya que la principal actividad del regante consistirá en la recarga de los fertilizantes a los tanques de mezcla, la limpieza de los filtros y vigilar que los emisores funcionen correctamente.

A nivel nacional se han desarrollado diversos tipos de programadores, dentro de los más significativos se tiene el desarrollado de forma artesanal por Osvaldo Franchi-Alfaro Roque en su finca La Joya en San José de las Lajas, Mayabeque. Este consiste en la utilización de un envase plástico de refresco, contrapeso de metal, una manguerita de polietileno utilizada para transfundir en hospitales, una válvula de bola y un bastidor que sostiene estos elementos. La explotación del mismo se desarrolla de una forma sencilla permitiendo programar el tiempo de riego con la frecuencia adecuada.

En dependencia del diámetro de la tubería utilizada y el caudal conducido por la misma, se puede controlar una determinada cantidad de emisores, en este caso la instalación cuenta con una tubería principal de polietileno con un diámetro de $\frac{3}{4}$ " regando con 120 difusores microjet (Delgado 2002). Este programador puede instalarse en otros sistemas como es el caso del riego por goteo, sus beneficios son muchos, tales como: no tiene gasto energético; necesita muy poca inversión para su construcción; es de muy fácil explotación; evita encharcamientos y humaniza el trabajo (figura 3).

En el IAgric (antiguo IIRD), se desarrolló por Rodríguez y Leal, (2002), una tecnología que permitió satisfacer los requerimientos de automatización del riego localizado, adaptándose a los diferentes diseños hidráulicos y a las características propias de cada región.

Esta tecnología está conformada por el programador de riego RIEGOMATIC; familia de válvulas eléctricas VEH; solenoide estándar para el accionamiento eléctrico de las válvulas; válvula piloto de tres vías; cuadro de mando hidráulico; tubería de polietileno para el mando hidráulico; accesorios para tubería de control. En la actualidad la tecnología se ha generalizado a más de 2 900 ha en el país para el riego del cultivo del plátano y 40 ha de hidropónicos.

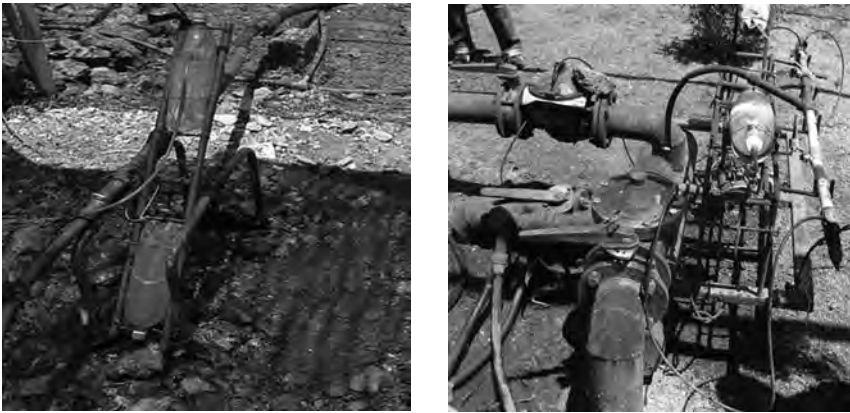


Figura 3. Programador de riego Franchi, acoplado a la entrada de conductores de agua.

En estos lugares se han obtenido ahorros de fuerza de trabajo, agua (6 a 10 %) y portadores energéticos ya que se logra exactitud en la aplicación de la norma de riego al cultivo. Todos estos aspectos tratados consiguen un aumento de la producción y de la calidad operativa del sistema.

Para la automatización del riego localizado se puede utilizar como fuente la alimentación por la energía solar, ejemplo práctico se tiene en las áreas del plan viadero Limoncito en la provincia de Holguín. En este caso se instaló un sistema automático, como se describió con anterioridad, alimentado por energía solar (paneles solares). El sistema trabaja de forma ininterrumpida, gobernando las válvulas situadas en los cabezales de riego, con una autonomía de cinco días, garantizando el riego automático en condiciones de baja iluminación (días con gran nubosidad).

La automatización con energía solar representa 1,8 % del costo del sistema de riego localizado, además de las ventajas habituales respecto al método convencional, esta posee cinco adicionales: se obtiene un ahorro de agua de 6 a 10 % debido al cumplimiento del programa de riego; ahorra y mejora el uso de fertilizantes; facilita el riego nocturno por lo que se eleva la eficiencia y uniformidad del mismo; posibilita el riego de alta frecuencia, pudiendo fraccionarse la norma de riego diaria para obtener mejor uso del agua; protege el sistema de riego contra roturas debido a errores o negligencias, por lo cual se alarga su vida útil.

Desde 1996 hasta la fecha se han instalado cinco sistemas de este tipo que cubren 147 ha cada uno, con excelentes resultados,

lo que muestra la sostenibilidad del riego con el uso de energía alternativa.

Alternativas ecológicas para el suministro de agua en la agricultura

La bomba de golpe de ariete. Es una máquina hidráulica que utiliza la energía, en este caso, del agua que fluye de una altura relativamente pequeña de una fuente de abasto, elevando un porcentaje de la misma a mayor altura (figura 4). Cierta cantidad de agua se desperdicia o derrama pudiendo utilizarse en otros propósitos o simplemente que siga su curso de aguas abajo.

Este equipo basa su funcionamiento en el fenómeno hidráulico conocido como “golpe de ariete”, que no es más que la sobrepresión creada en una tubería conductora debido al cierre brusco de una válvula en la misma, esto provoca que varíe bruscamente la presión del líquido y fluya a lo largo de la tubería a una velocidad definida como propagación de la onda de choque.

Esta máquina es muy utilizada para el riego de pequeñas parcelas y el abasto de agua a la ganadería con el ahorro de combustibles fósiles que permite disminuir la emanación de CO₂ al medio.



Figura 4. Bombeo por ariete hidráulico.

El abasto de agua a la ganadería en Cuba sigue siendo un problema, debido a las prolongadas sequías ocurridas en los últimos años,

ante lo cual el Ministerio de la Agricultura ha desarrollado diferentes iniciativas para garantizar el agua al ganado, dentro de estas se encuentran los molinos de viento, embalses y tranques. Según Sarduy (2000), se ha trabajado en la introducción de un tipo de bomba llamada, “bomba vaquera”, basada en el uso de diafragmas. El animal, previamente enseñado por el hombre, empuja un péndulo o palanca para alcanzar el agua en la parte de atrás de una escudilla. Esta acción activa a un émbolo que bombea agua hacia la escudilla y abastece al animal del agua que necesita para beber.

Tratamiento magnético del agua (TMA) para el riego de los cultivos. El TMA, según Ros (1989), es la acción de hacer pasar un fluido con electrolitos disueltos a través de un campo magnético, el cual provocará una inducción cumpliendo con los principios de Faraday. El campo magnético altera el equilibrio entre los iones de las sales del agua y pasando estas de un estado incrustante a otro neutro o adherente, sobre el agua ocurren cambios en distintos parámetros como pH, tensión superficial, solubilidad, densidad óptica, conductividad eléctrica, etc., por las variaciones de los valores de los gases disueltos en el líquido.

Según Berenguer (1991), cuando se usa para el riego agua tratada magnéticamente, uno de los efectos más significativos observados es la desgasificación de la solución y el incremento del número de cristales de CaCO_3 reduciendo la supersaturación del agua natural. La gran concentración de dióxido molecular disuelto en el agua afecta la masa y humedad transferida al suelo, la solubilidad de los fertilizantes y su entrada a las células de las plantas (Carbonell y Martínez 1998).

El tratamiento magnético del agua de riego produce varios efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Se ha evidenciado que el sistema radicular crece más, por lo que hay mayor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados y los nutrientes existentes en la reserva del suelo. En este sentido Duarte (2006), resaltó un aumento en la disponibilidad de nutrientes mediante el tratamiento magnético del agua de riego.

Trabajos realizados por Duarte y González (2009), en la Estación Experimental de Riego y Drenaje del IAgri, con la utilización de un electromagnetizador de 3" de diámetro e intensidad magnética de 1 300 gauss, acoplado al sistema de

riego, muestran valores interesantes de evapotranspiración, rendimientos y calidad de las cosechas en comparación a los testigos regados con agua sin tratar. En la figura 5 se muestran estos resultados.

Influencia del TMA en la evapotranspiración y coeficientes de cultivo. Para evaluar la evapotranspiración y determinar los coeficientes en tomate (*Solanum lycopersicum*), ajo (*Allium sativum*) y cebolla (*Allium cepa*), se tuvieron en cuenta las variaciones de la humedad volumétrica del suelo para cada cultivo; así como las láminas de agua almacenada en cada área de acuerdo a un mismo régimen de riego realizado e igual aporte por lluvias. A continuación se observan los valores de las medias de la evapotranspiración de los cultivos para el testigo y el tratamiento magnético del agua (figura 5).

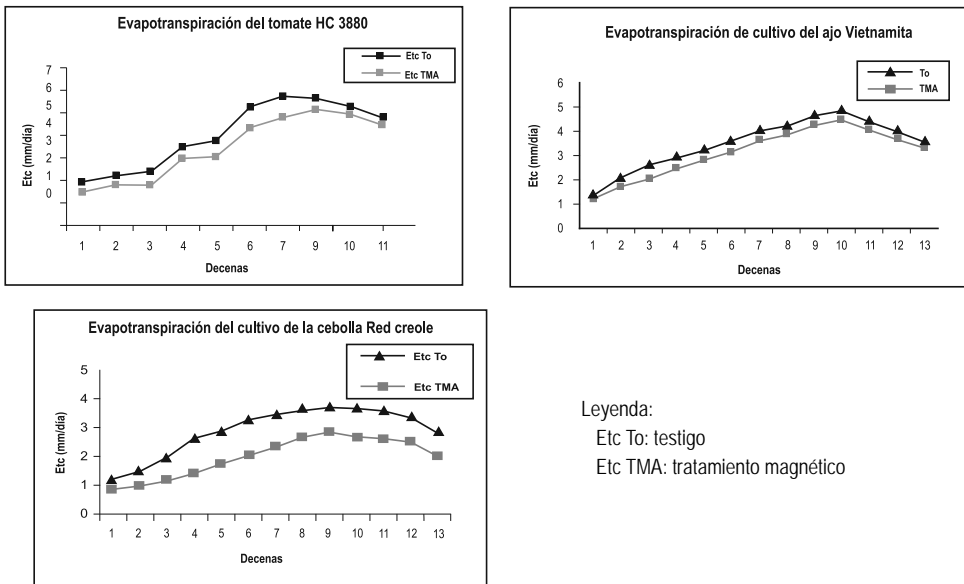


Figura 5. Efecto del riego con agua tratada magnéticamente en la evapotranspiración de los cultivos tomate, ajo y cebolla.

Se puede apreciar que existió una tendencia durante el ciclo a que la evapotranspiración en condiciones de TMA estuviera por debajo de la determinada en la otra área, lo que infiere que las plantas regadas con tratamiento magnético realizaron menor consumo de agua.

El proceso pudiera estar asociado al TMA como un regulador del proceso de pérdida de agua a través del vegetal y de la superficie

del suelo (Bansal 1993 y Gonet 1985). Este efecto permite que exista mayor disponibilidad del agua para las plantas de tomate, ajo y cebolla, por tanto se detecta mayor humedad en el suelo.

Por otra parte el TMA beneficia algunos indicadores foliares, como se aprecian en la tabla 3, donde se observan aumentos del contenido de potasio en porcentaje de materia seca. Este macroelemento desempeña una función de extrema importancia en el régimen hídrico de los cultivos, pues eleva la turgencia de las células manteniendo la presión interna de los tejidos vegetales por lo que el TMA se comportó como regulador de la evapotranspiración del cultivo.

Tabla 3. Influencia del Tratamiento Magnético del Agua (TMA) en los indicadores foliares y de frutos

Variantes	Tomate		Ajo		Cebolla	
	Testigo	TMA	Testigo	TMA	Testigo	TMA
N foliar (%)	4,00	5,60	1,80	2,12	2,04	2,79
P foliar (%)	0,20	0,31	0,19	0,16	0,27	0,29
K foliar (%)	4,50	5,30 (17,7 %)	2,45	2,8 (14,3 %)	1,56	1,77 (13,4 %)
Ca foliar (%)	2,3	3,6	2,7	3,8	2,2	2,5
Mg foliar (%)	1,15	1,50	0,19	0,24	0,26	0,29
Zn foliar (%)	52	66	190	260	-	-
Cu foliar (%)	55	73	62,5	96,8	-	-
Fe foliar (%) (ppm)	668	720	1 297,3	1 304,3	-	-
Mn foliar (%) (ppm)	110	110	30,2	30,2	-	-
Materia seca fruto (%)	5,56	6,22 (12 %)	17,95	19,16 (6,7 %)	18,5	21,3 (11,5 %)
Materia seca agua consumida	0,018	0,025	0,039	0,048	0,049	0,081

En la tabla 4, se aprecian los valores promedio de rendimientos de los cultivos en los años de estudio. Se observa, en la misma que el TMA se ha comportado como un estimulador sobre el vegetal, que ha influido en el incremento de la producción de tomate y ajo en peso fresco y de cebolla en peso seco. Estos aumentos oscilaron