Artículo científico

Experiencias del Sistema de Innovación Agrícola Local para enfrentar los desafíos productivos en el municipio Perico

Experiences of the Local Agricultural Innovation System to face productive challenges in the Perico municipality

Katerine Oropesa Casanova[1], Katia Bober Felices[1], Taymer Miranda Tortoló[1], Hilda C Machado Martinez[1], Juan A Alfonso LLanes[2], Antonio Suset Pérez[1], Wendy Ramírez Suarez[1], Néstor Francisco Núñez García[2], Geyusky M Gonzales Flores[3], Juan C Lezcano Freires[1], Gertrudis Pentón Fernández[1]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba*

Correo electrónico: katerine.oropesa@ihatuey.cu

[2]*Filial Universitaria Municipal, Perico, Cuba*

[3]*Asociación Nacional de Agricultores Pequeños, Perico, Cuba*

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4310-5019

Resumen

El objetivo del trabajo fue mostrar cómo el Sistema de Innovación Agrícola Local (SIAL) en el municipio Perico, provincia Matanzas, Cuba, pudo resolver desafíos productivos a partir de que se detectaron en la Plataforma Multiactoral de Gestión (PMG), lo cual se inició con la problemática de bajo rendimiento en la producción de *Ipomoea batatas* (boniato) en el polo productivo de La Angelina. Para ello se utilizaron diferentes métodos científicos y técnicas de investigación como: diagnósticos del contexto, encuestas, muestreos de suelo, entre otros. Además, se sistematizaron los resultados que se alcanzaron en el territorio con la implementación de este tipo de enfoque en las diferentes dimensiones; lo que permitió realizar varios ciclos de aprendizaje y, a su vez, contar con un plan de medidas para incrementar los rendimientos del boniato y mejorar el suelo como recurso fundamental e irremplazable, capaz de sustentar los cultivos y la vida en general.

Palabras clave: gestión, *Ipomoea batatas*, rendimiento, suelo.

Abstract

The objective of the work was to show how the Local Agricultural Innovation System (SIAL, for its initials in Spanish) in the Perico municipality, Matanzas province, Cuba, was able to solve productive challenges from the moment they were detected in the Management Multi-Actor Platform (MMP), which started with the problem of low yield in the production of *Ipomoea batatas* (sweet potato) in the productive zone La Angelina. For such purpose different scientific methods and research techniques were used, such as: context diagnosis, surveys, soil sampling, among others. In addition, the results that were reached in the territory with the implementation of this type of approach in the different dimensions, were systematized; which allowed to perform several learning cycles and, in turn, have a plan of measures to increase sweet potato yields and improve the soil as fundamental and irreplaceable resource, capable of supporting crops and life in general.

Keywords: management, *Ipomoea batatas*, yield, soil

Introducción

El desarrollo de una nación depende de la adquisición de madurez para vivir de los recursos disponibles con independencia. Es preciso lograrlo con éxito en todo el territorio, y esto radica en las personas que lo habitan, en su capacidad de ser, en su deseo de cambiar, en su confianza para emprender, en definitiva, en asumir protagonismo (Giménez, 2015).

Por eso, cuando se aborda el desarrollo local, se debe ver como un proceso que no puede existir si no es en el marco de la autonomía local, pero debe realizarse por actores locales que acepten el desafío de poner sobre sus hombros su propio destino (Campos, 2012). Además, esta autora en el 2003 planteó que el enfoque de desarrollo local sostenible implica necesariamente la participación amplia de seres humanos como entes activos y sujetos principales de la conservación.

En este sentido, Cuba, como parte de la implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución (PCC, 2012), demanda una profundización de la proyección de la educación superior hacia el desarrollo local municipal. Este propósito concuerda plenamente con los objetivos del proyecto "Programa de Innovación Agrícola Local" (PIAL), dirigido por el

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). En el marco de dicho proyecto se han realizado acciones en diferentes municipios de varias provincias de Cuba, con el fin de mejorar la calidad de vida de las mujeres y los hombres, mediante el fortalecimiento de los Sistemas Locales de Innovación Agrícola Participativos, la generación de diversidad genética y tecnológica, así como la articulación de actores (Ortíz *et al*., 2017).

En la estrategia de desarrollo local del municipio Perico, se encuentran identificadas las principales dificultades que frenan o dificultan el progreso del territorio y, por tanto, aquellas cuestiones que deben ser atendidas a través de planes a corto, mediano y largo plazo, para satisfacer las necesidades básicas de la población. Entre las principales dificultades identificadas en la Estrategia Municipal de Desarrollo 2013-2020 (CAM, 2013), se encuentran: el deterioro de la producción agropecuaria, con énfasis en el fondo de tierras sin un uso adecuado y poca diversidad de la producción agropecuaria, la baja oferta de servicios personales, técnicos y gastronómicos, el bajo nivel de conservación y la degradación del ecosistema (deforestación, compactación y pérdida de la fertilidad del suelo; pérdida de la biodiversidad) y una débil educación ambiental.

Con el propósito de solucionar estas limitantes y, sobre todo, de articular actores en el municipio, el proyecto PIAL puso a consideración del gobierno una alternativa, fruto de su experiencia de trabajo: la creación de un Sistema de Innovación Agropecuaria Local (SIAL). Esta iniciativa no espera pasivamente por las demandas de desarrollo de los agricultores, sino que las incita y dinamiza a escala multitudinaria, mediante el acceso a la diversidad en las zonas de aprendizaje. Después, multiplica la actitud y la actividad innovadora durante sus ciclos y redes de aprendizaje, y atrae permanentemente a los agricultores y los actores de las cadenas agroalimentarias locales (La O y Roselló, 2017).

En la Plataforma Multiactoral de Gestión (PMG) se detectó el desafío relacionado con la disminución del rendimiento del boniato (*Ipomoea batatas* L.) en la CCS José Martí del poblado La Angelina, uno de los mayores polos productivos de este tubérculo a escala nacional. El boniato es fundamental para el territorio, ya que constituye el sexto cultivo alimentario en orden de importancia a escala mundial (Rossel *et al*., 2014). En Cuba es una de las viandas más importantes en la alimentación de la población; se dedican 47 617 ha a su cultivo y su producción anual es de 517 618 toneladas aproximadamente (ONEI, 2018). Debido a su naturaleza rústica, amplia adaptabilidad, corto ciclo, y a que su material de plantación puede ser multiplicado fácilmente, el boniato se planta durante todo el año y en todas las regiones del país (Rodríguez *et al*., 2017). En el contexto cubano de la producción agrícola, el manejo de los cultivos debe incluir programas nutricionales integrados, donde se implemente la compensación nutricional a través de enmiendas orgánicas como parte de una agricultura sustentable, que permita producir con los medios que existen en el sector productivo (Simó *et al*., 2018).

El objetivo de este trabajo fue mostrar como el SIAL en el municipio Perico, provincia Matanzas, Cuba, fue capaz de resolver desafíos productivos, en este caso a partir de la problemática de la producción de boniato.

Materiales y Métodos

El SIAL consiste en organizar localmente la interrelación entre los actores que intervienen en el funcionamiento de las cadenas agroalimentarias, de manera que se destinen los limitados recursos disponibles a la investigación de las necesidades concretas de los agricultores y los actores que integran las cadenas productivas; se aproveche el saber local de los mismos agricultores y otros actores para estimular la diversificación y el incremento de la producción de forma sostenible. Además, para que se facilite el acceso de las unidades productivas y otros actores de las cadenas a los conocimientos de sus homólogos, generados en el territorio por las universidades y los centros de investigación (Ortíz *et al*., 2017).

Para ello es necesario que participen dos actores fundamentales: Los Grupos de Innovación Agropecuaria Local (GIAL) y las Plataformas Multiactorales de Gestión. Los GIAL están constituidos por agricultores, representantes de Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), empresas, el Movimiento de Agricultura Urbana y Suburbana[1]

[1]Agricultura urbana. Se practica en el contorno interior de cada caserío, pueblo o ciudad, y su periferia. En ella se concentran las mayores producciones de hortalizas en general, con amplio uso de los organopónicos, los huertos intensivos, semiprotegidos, los microhuertos caseros y las fincas suburbanas, con explotación integral (agrícola, pecuaria y forestal) (Rodríguez-Nodals, 2014).

o agricultores individuales, agrupados en función de un interés mutuo para resolver desafíos comunes de sus fincas; mientras que las PMG son lideradas por el gobierno local y cuentan con la facilitación de los Centros Universitarios Municipales (CUM), la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) y/u otras entidades; estas se encargan de coordinar y organizar, en el municipio, la gestión del conocimiento, así como promover la creación y el desarrollo de los GIAL (Labrador, 2017).

La PMG del territorio de Perico fue creada en el año 2014, a partir de la fusión con el Grupo Municipal de Desarrollo Local, y solidifica su funcionamiento como ente de implementación del Programa Integral de Desarrollo Municipal (PIDM) y como herramienta gerencial, para facilitar la conducción efectiva del Gobierno Municipal en los programas, los proyectos y las estrategias de desarrollo, en la que además se propuso participaran, por primera vez, los productores.

Esta plataforma es dirigida por el presidente del Consejo de la Administración Municipal (CAM), la vicepresidenta primera del CAM y la vicepresidenta del CAM que atiende la esfera de producción de alimentos. La coordina y facilita la funcionaria de este consejo que atiende el Programa de Desarrollo Integral Municipal, de conjunto con la Universidad Municipal e investigadores de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), y los coordinadores de proyectos, quienes actúan como catalizadores del proceso de gestión del conocimiento y la innovación.

Es un espacio para la consolidación de alianzas estratégicas para impulsar el desarrollo en el municipio; es una herramienta eficaz que favorece el trabajo en equipo y la conformación de un plan común que se gestiona desde el Gobierno, lo cual ha permitido modificar los estilos de dirección vertical por una orientación hacia estilos más dirigidos a la participación activa y protagónica de los dirigentes de base y de la población (Miranda *et al*., 2018). Dicha plataforma contribuye a la toma de decisiones a partir de propuestas concretas para la concertación entre el PIDM y los proyectos que apoyan su implementación, sobre la base del conocimiento y la innovación. Está conformada según se muestra en la figura 1.

Se aplicó la metodología descrita por Ortíz *et al.* (2017), como alternativa para solucionar el bajo rendimiento de la producción de boniato (fig. 2).

Esta propuesta se basa fundamentalmente en cuatro etapas, las que se describen a continuación:

Etapa I. Feria de diversidad. Identificación y generación de demandas para el desarrollo

Se consideró la posibilidad de que la disminución de los rendimientos del boniato en la Cooperativa de Créditos y Servicio (CCS) José Martí del poblado La Angelina (Primero de Mayo) podía deberse a la baja calidad del material biológico utilizado y, por tal motivo, se obtuvieron 20 clones procedentes del Instituto Nacional de Viandas Tropicales (INIVIT). Estos clones se plantaron en la finca Cayo Piedra, del productor Fernando Donis, perteneciente a dicha CCS, con el objetivo de realizar una feria de diversidad y que los productores líderes (7) en la producción de este cultivo escogieran las variedades de su preferencia, según diferentes criterios de selección.

Etapa II. Manejo del suelo. Organización Social de la Innovación

En este sentido se crea el GIAL del boniato con los productores líderes en este cultivo. Los clones de boniato obtenidos en la feria no expresaron su máximo rendimiento en nueve fincas, y estuvieron por debajo de la media histórica. Se infirió, después de un análisis en el GIAL, que la causa del bajo rendimiento podía deberse al mal uso y manejo del suelo.

Para confirmar esta suposición, se realizaron encuestas a los integrantes del GIAL sobre las características generales de las fincas en estudio, con énfasis en la utilización de prácticas agroecológicas que permitieran conservar o mejorar el suelo, como recurso fundamental e irremplazable; posteriormente se creó el GIAL de suelo.

Además, se organizó intercambio con el GIAL de suelo de la provincia de Las Tunas, por su amplia experiencia en el trabajo con dicho recurso (Ray-Hayne, 2016; Estrada, 2016). Para ello se involucraron otros productores interesados, actores del gobierno y estudiantes de los politécnicos Fabricio Ojeda del municipio de Perico y Cesar Escalante de Jagüey Grande, así como estudiantes de la sociedad científica del preuniversitario municipal y de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Matanzas; quienes, a partir de los aprendizajes, se vincularon a acciones concretas para transformar la realidad de los sistemas productivos que estaban afectados.

Etapa III. Análisis del suelo. Acción colectiva orientada por visiones compartidas

Después de concluido el ciclo de aprendizaje relacionado con la variedad de boniato, comenzó a

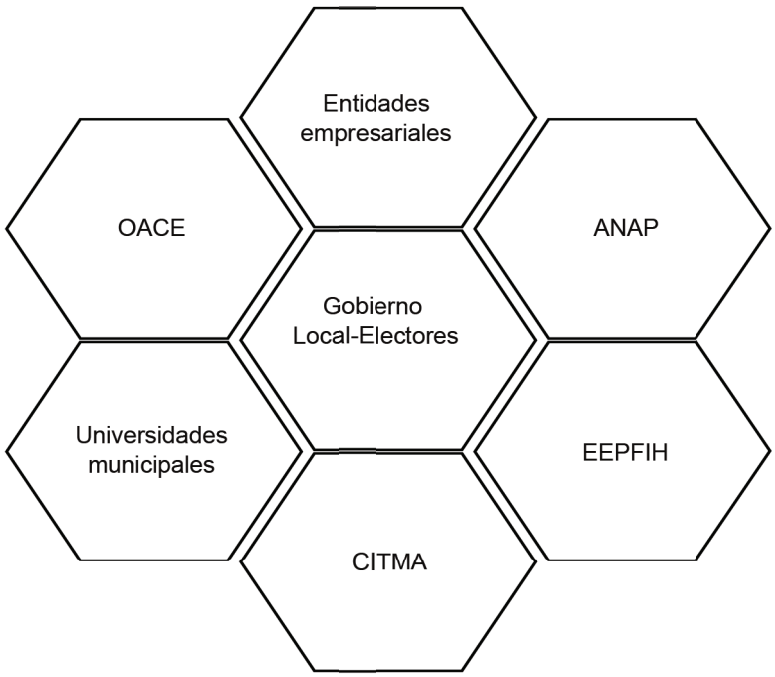


Figura1. Red de actores que interactúan en la PMG. Elaboración propia a partir de García-Naranjo *et al.* (2015)

OACE: Organismos de la Administración Central del Estado (Dirección Municipal de Economía y Planificación, Dirección Municipal de Finanzas y Precios, Dirección Municipal de Educación, Dirección Municipal de Cultura, Dirección Municipal de Salud Pública, Dirección Municipal de Trabajo y Seguridad Social, Dirección Municipal de Planificación Física (IPF), Dirección Municipal de Servicios Comunales, Dirección Municipal de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI), Dirección Municipal de Construcción del Poder Popular y Delegación Municipal de la Agricultura). ANAP: Asociación de Agricultores Pequeños, CITMA: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, EEPFIH: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey

surgir un nuevo ciclo vinculado con el suelo. Con el conocimiento adquirido en la provincia de Las Tunas durante el intercambio, se formó un grupo de trabajo con los productores, los estudiantes y los profesores, gestionado desde la PMG, con diferentes propósitos:

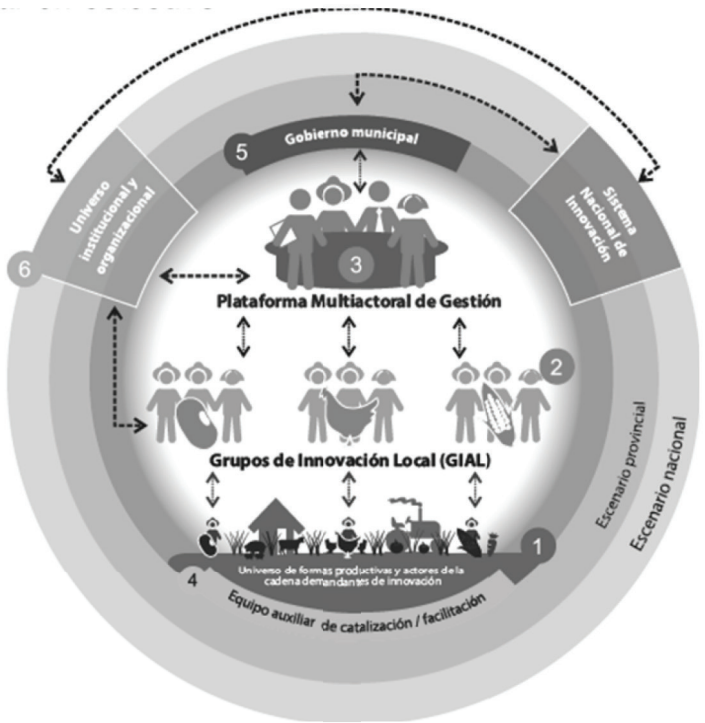
- Vincular a los productores, los estudiantes y los profesores en tareas concretas del municipio.
- Relacionar la asignatura Suelo de la carrera de Ingeniería Agronómica con actividades prácticas del territorio.
- Trabajar en la formación vocacional de estudiantes de la educación media.
- Realizar muestreo de suelo en fincas de La Angelina.

Los muestreos de suelo en cada área se realizaron a una profundidad de 0-10 y 10-20 cm, mediante un esquema en zigzag que abarcó la toma de diez puntos distribuidos a lo largo y ancho del terreno. Las muestras de suelo en cada estrato se homogenizaron por separado, para obtener muestras representativas de 1 kg de peso aproximadamente. Se empleó el método colorimétrico, con el colorímetro SMART3, para conocer las características químicas del suelo.

Etapa IV. Sinergias. Socialización de resultados y efectos del proceso

Se realizó un proceso de sinergia con el proyecto "Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local" (BASAL), a través de la PMG, ya que Perico es uno de los escenarios en que interviene dicho proyecto. Se caracterizó el suelo y se identificaron serias limitantes para la producción del tubérculo.

El proyecto BASAL, dentro de sus objetivos, procura reducir las vulnerabilidades del sector agropecuario ante la incidencia de sequías cada vez más frecuentes e intensas, el aumento de la temperatura



1- Universo de formas productivas y actores de la cadena demandantes de la información.
2- Grupo de Innovación Agrícola Local (GIAL).
3- Plataforma Multiactoral de Gestión (PMG).
4- Equipo auxiliar de catalización/facilitación
5- Gobierno municipal
6- Universo institucional y organizacional

Figura 2. Diagrama del Sistema de Innovación Agrícola Local,
Fuente: Ortiz (2016)

mínima del aire (que propicia la aparición de plagas y enfermedades), así como la elevación del nivel del mar, responsable de la salinización de las aguas subterráneas y el suelo agrícola.

Resultados y Discusión

Etapa I. Organización de una feria de diversidad

La feria de diversidad se considera un buen mecanismo para hacer llegar a los productores de estos sistemas agrícolas las variedades de mejor comportamiento que las que tradicionalmente han utilizado.

Cárdenas *et al.* (2016) demostraron que las ferias de diversidad brindan grandes potencialidades en la introducción, la evaluación y la selección participativa de materiales foráneos y nacionales, con vistas a lograr incrementos en la diversidad de cultivares de interés, mejor adaptados a las condiciones locales.

En la feria de diversidad participó el GIAL integrado por siete campesinos productores de boniato de la CCS que tenía la problemática con este cultivo, así como otros interesados en adquirir nuevas variedades. También asistieron el coordinador de agroecología y el facilitador de la ANAP del municipio.

En este sentido, los productores coincidieron en que los indicadores que tuvieron mayor peso para la selección o el rechazo de los clones fueron el rendimiento y la afectación por *Cylas formicarius* (tetuán); el 71,4 % prefirió la variedad IB-8 (tabla 1).

La selección del clon IB-8 coincide con lo reportado por Ricardo (2007), quien evaluó 14 clones de boniato a través del fitomejoramiento participativo, en las condiciones edafoclimáticas del municipio Puerto Padre, provincia Las Tunas. De acuerdo con los criterios de los productores, los clones más seleccionados fueron INIVIT B-24 e INIVIT B-8 con un 30 y 21 %, respectivamente.

Etapa II. Experiencias en el manejo del suelo

En la figura 3 se muestra que el objeto social del 100 % de las fincas fue la producción agrícola;

Tabla 1. Relación de variedades escogidas por productor y los criterios de selección.

Variedad	Productor	Criterio de selección
IB-1, IB-2, IB-3, IB-4, IB 2005, IB-5, IB-6, IB-7, IB-8, IB-9, IB-10, IB-12, IB-17, IB-23, IB-26, IB-61, C 78-354, IB 2005-2013, IB Morado, Variedad local.	1 2	-Desarrollo y porte foliar -Número de raíces tuberosas -Rendimiento -Resistencia al tetuán
IB-8	3 4 5 6 7	-Rendimiento -Desarrollo y porte foliar -Número de raíces tuberosas -Resistencia al tetuán

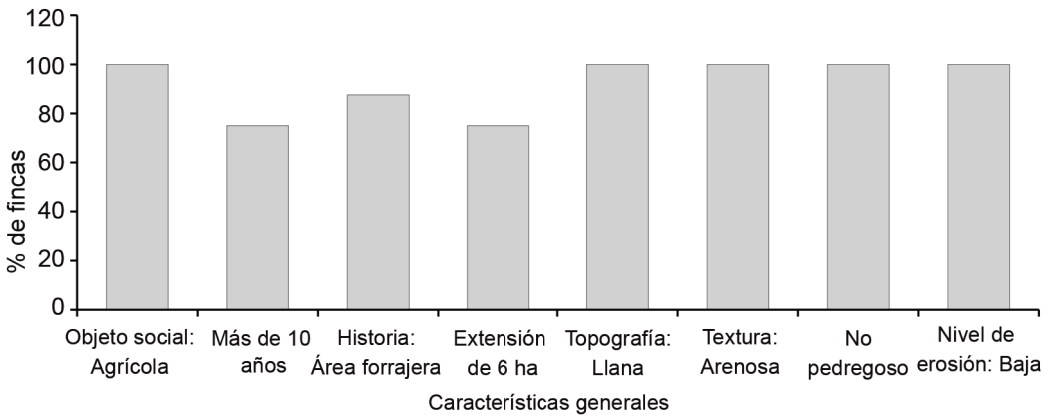


Figura 3. Características generales de las fincas de la CCS José Martí.

el 80 % tenían más de diez años de explotación, y aunque los entrevistados declararon que el grado de erosión era bajo, no es lo que se percibió en el terreno. Todas las fincas presentan una topografía llana, suelos con textura arenosa; mientras que la pedregosidad no constituyó una limitante en estas áreas.

Al analizar el empleo de prácticas agroecológicas (fig. 4), como alternativa para la sustentabilidad de los sistemas, se destaca el bajo uso de enmiendas (22 %), la poca utilización de bioproductos (43 %) y abonos orgánicos (40 %), así como del laboreo mínimo (20 %); ello pudo contribuir a la disminución de la fertilidad del suelo, según lo planteado por Leyva *et al.* (2017).

La utilización de bioproductos constituye una prioridad para el desarrollo de la agricultura cubana en la búsqueda de nuevas alternativas para la nutrición de las plantas, con el fin de reducir el uso de fertilizantes químicos y suplir las deficiencias de minerales en el suelo.

Varios estudios plantean que la utilización de diferentes bioproductos como un componente vital de los sistemas sostenibles, constituye un medio económicamente atractivo y aceptable para reducir los insumos externos, incrementar la cantidad y calidad de los recursos internos, además de ser una buena opción para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Becerra-de-Armas *et al.*, 2014; João *et al.*, 2016; Bécquer *et al.*, 2019).

Es necesario buscar nuevas alternativas de fertilización amigables con el medio ambiente, para disminuir la aplicación continua de fertilizantes nitrogenados, que pueden ocasionar impactos negativos en los agroecosistemas, como la lixiviación de nitratos, la contaminación de recursos hídricos, y las emisiones gaseosas, que causan daños irreparables al ambiente (Zahid *et al.*, 2015) y riesgo potencial para la humanidad (Vejan *et al.*, 2016).

De manera general, el uso de diferentes prácticas agroecológicas constituye una alternativa que contribuye a la sustentabilidad de los agroecosistemas y al manejo de los recursos naturales en zonas rurales (Fuentes y Marchant, 2016).

A su vez, estas prácticas agroecológicas mantienen la cubierta vegetativa como una medida efectiva de conservar el agua y el suelo, a través del uso

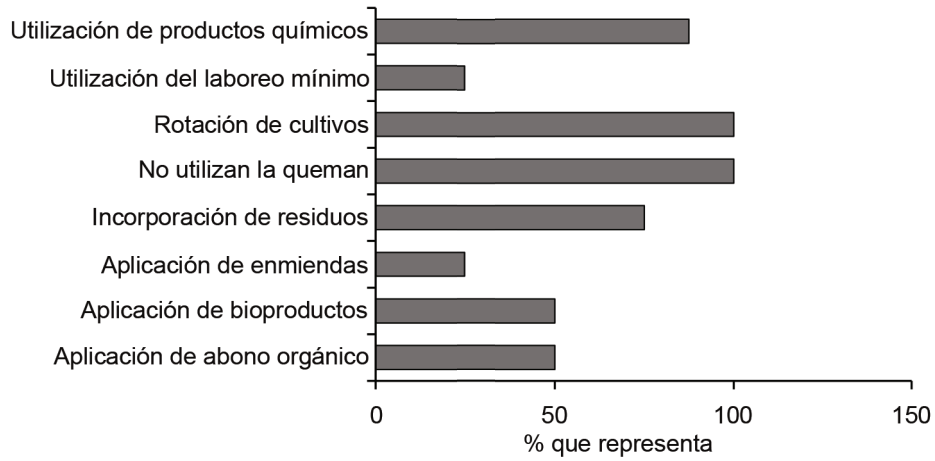


Figura 4. Porcentaje de prácticas agroecológicas empleadas en las fincas.

de prácticas como labranza cero, "mulch" cultivos de cobertura y otros métodos apropiados. Proveen un suministro regular de materia orgánica (estiércol, compost y promoción de la actividad y biología del suelo). Aumentan los mecanismos de reciclaje de nutrientes mediante los sistemas de rotación basados en leguminosas e integración de ganado, entre otros; y promueven la regulación de las plagas con el aumento de la actividad biológica de los agentes de control, debido a la introducción y/o la conservación de los enemigos naturales y antagonistas.

Etapa III. Análisis de suelo en fincas de productores de La Angelina

El análisis de suelo de las fincas arrojó la siguiente información (tabla 2): los contenidos de PO_4 se mantuvieron elevados en todas las entidades, por lo que no fue un factor limitante; mientras que el K_2O, que es un elemento esencial para el desarrollo del cultivo, al igual que el nitrógeno, varió de medio a alto.

Rodríguez *et al.* (2019), al evaluar diferentes concentraciones de NPK y determinar la solución nutritiva

Tabla 2. Resultados del análisis de suelo en siete fincas.

Productor	Profundidad, cm	PO_4	Nitrógeno-amoniacal	Mg	K_2O	N_2O	NO_3	SO_4
1	0-10	Alto	Bajo	Alto	Medio	Medio-alto	Medio	0
	10-20	Alto	0	Alto	Medio	Alto	Medio	0
2	0-10	Alto	Bajo	Alto	Alto	Medio-bajo	Medio-alto	Bajo
	10_20	Alto	Bajo	Alto	Alto	Medio-alto	Medio-alto	Bajo
3	0-10	Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio
	10-20	Alto	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto	Bajo
4	0-10	Alto	Medio	0	Alto	Medio	Medio	0
	10-20	Alto	Medio	0	Alto	0	Medio	Bajo
5	0-10	Alto	Bajo	0	Alto	Alto	Medio	Bajo
	10-20	Alto	0	0	Medio	Medio-alto	0	Bajo
6	0-10	Alto	Bajo	Bajo	alto	Medio-alto	Medio	Bajo
	10-20	Bajo	Bajo	0	Medio	Medio-alto	Medio	Medio bajo
7	0-10	Alto	0	0	Alto	Medio-alto	Bajo	Alto
	10-20	Alto	Bajo	Medio-bajo	Alto	Medio-alto	Alto	Bajo

más apropiada para el crecimiento y rendimiento del boniato, obtuvieron que las respuestas a las diferentes combinaciones de N, P y K tuvieron una tendencia creciente, excepto con bajas dosis de P (10 kg P_2O_5 ha^{-1}) y K (40 kg K_2O ha^{-1}). Con todas las concentraciones de P y K la respuesta al N fue positiva, y mayor con las intermedias y altas de los otros dos nutrientes.

Así mismo, Ngailo *et al.* (2013) determinaron además que el exceso de nitrógeno favorece en gran medida el desarrollo de la parte aérea de la planta y perjudica las raíces. Por tal motivo, es importante no utilizar demasiado compost o estiércol, ni intercalar en todas las rotaciones con leguminosas. También es importante la relación nitrógeno-potasio disponible. Hay una respuesta a la fertilización por debajo de 100 ppm de potasio y de 1-2 ppm de fósforo. El potasio es fundamental, ya que engrosa las raíces a partir del transporte de los fotoasimilados.

Al analizar el contenido de Mg, solamente fue alto en las fincas de los productores 1 y 2; mientras que en las otras varió de 0 a bajo. El papel más importante de este elemento es que forma parte de la molécula de la clorofila, por lo que su deficiencia implica insuficiencia de clorofila y disminución del proceso fotosintético. El magnesio se encuentra formando parte de minerales primarios como silicatos ferromagnésicos, que se encuentran en las rocas ígneas básicas y ultra básicas. En Cuba, en suelos sustentados por serpentinitas no se presentan deficiencias de Mg a pesar de tener pH ácidos (Ferríticos y Fersialíticos, Pardos rojizos ferromagnesiales), que no es el caso del suelo en estudio (Martín y Durán, 2011). Además, según estos autores los cultivos que mayores necesidades tienen de magnesio son las hortalizas y los frutales.

Etapa IV. Sinergia con otros proyectos

Según el proyecto BASAL, a partir del análisis de suelo en la finca la Angelina, se realizó una clasificación, la cual se describe a continuación: el suelo es Húmico Marga Típico, cuya formación está determinada por la acumulación de humus, condiciones de hidromorfía y calcificación, aspectos que se deben al depósito de margas que sustentan esta formación; ocupan zonas de transición entre terrenos drenados y pantanos turbosos, son fuertemente humificados en su parte superior, y en su parte inferior presentan color blanquecino por la mezcla de carbonatos finos con la arcilla.

Este tipo de suelo muestra, como factor limitante principal, condiciones de drenaje general deficiente; regularmente se encuentra saturado por el ascenso del manto freático, y ocurren encharcamientos en la propia estación seca, lo que se agudiza en la estación lluviosa. Es evidente la presencia de un manto freático cercano a la superficie, situación que al parecer se refuerza por la proximidad del canal El Roque. En algunas fincas de la zona se aprecian manifestaciones salinas, aspecto que hay que estudiar debidamente (BASAL, 2015).

Como respuesta a los resultados del estudio de suelos, la CCS trazó un plan de medidas para mejorar las características físicas, y la diversidad biológica en los suelos, el cual se detalla a continuación:

- Reforestar 48 ha con frutales y maderables para la delimitación de las fincas y ayudar a disminuir la erosión por el viento y las aguas.
- Establecer un plan de conservación y mejoramiento de los suelos
- Aplicar medidas en el movimiento de la agricultura ecológica a 698 ha (siembra de abonos verdes, utilización de residuos de cosecha, aplicación de materia orgánica, empleo de bioproductos, diversificación de las fincas, entre otros).
- Elaborar proyecto de conservación de los suelos.
- Incluir los proyectos en FONADEF, relacionado con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de suelos.
- Promover la impartición de cursos y talleres sobre diversidad biológica del suelo.

Este plan de medidas constituye una herramienta fundamental para proyecciones futuras de la CCS y del municipio; además, ayuda a solucionar el desafío detectado en la PMG del gobierno de Perico.

Consideraciones finales

La Angelina, en la actualidad, cuenta con clones nuevos de boniato, con la caracterización química del suelo, y con un plan de medidas para su mejora y conservación, lo que permitirá a corto plazo aumentar los rendimientos productivos del boniato.

Además, el gobierno de Perico, a partir de la PMG, es capaz de detectar desafíos, los que se solucionan de manera conjunta, a través de ciclos de aprendizajes en la acción, en los que intervienen los actores involucrados y los catalizadores.

El SIAL, como metodología, resultó una herramienta que puede ser eficaz para que los gobiernos locales contribuyan a la gestión de sus estrategias de desarrollo. Articula productores, representantes de los gobiernos, universidades, centros de investigación, asociaciones institucionales y no institucionales; lo que permite estimular las demandas municipales y las acciones que cierren ciclos. También

ayuda a la descentralización de su gestión, lo cual posibilita atender las exigencias de los contextos donde se implementa y acompaña.

Agradecimientos

A los productores, entidades productivas y a la PMG del municipio de Perico los que propicieron la obtención de estos resultados; así como al Proyecto Internacional Programa Agrícola Local (PIAL), financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) , el cual contribuyó con el financiamiento para el desarrollo de la investigación.

Referencias bibliográficas

BASAL. *Informe de proyecto Diagnóstico del componente SUELO en el municipio Perico (fincas de intervención del proyecto BASAL).* La Habana: Bases ambientales para la sostenibilidad alimentaria local, 2015.

Becerra-de-Armas, E.; Lugo, L.; Más, R.; Pineda, E. & Villas, Y. Uso del biofertilizante *Azospirillum* como fuente alternativa para la fertilización nitrogenada de la caña de azúcar *ICIDCA. Sobre derivados de la caña de azúcar*. 48 (3):49-53, 2014.

Bécquer, C. J.; González, P. J.; Ávila, U.; Nápoles, J. A.; Galdo, Yaldreisy; Muir, Ivón *et al.* Efecto de la inoculación de microorganismos benéficos y Quitomax® en *Cenchrus ciliaris* L., en condiciones de sequía agrícola. *Pastos y Forrajes*. 42 (1):39-47, 2019.

CAM. *Programa de Desarrollo Local del municipio Perico (2013-2020)*. Perico, Cuba: Consejo de la Administración Municipal, 2013.

Campos, Maybe. *Modelo de Gestión Estratégica. Experiencias en la UBPC "El Zapato", municipio Martí, provincia de Matanzas.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural, EEPF Indio Hatuey, 2012.

Cárdenas, Regla M.; Travieso, C. F.; Montenegro, Anayza; Ortiz, R. & Lamz, A. *Selección participativa de cultivares de garbanzo (Cicer arietinum L.) en feria de diversidad de San Antonio de los Baños*. Artemisa, Cuba, 2016.

Estrada, R. *Para no echar por tierra la protección de los suelos*. El Tiempo21. Las Tunas, Cuba. http://www.tiempo21.cu/2016/09/26/no-echar-tierra-la-proteccion-los-suelos/, 2016.

Fuentes, N. & Marchant, C. ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad de la agricultura familiar de montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile. *Cuad. Desarro. Rural*. 13 (78):35-66, 2016. DOI: https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.cpas.

García-Naranjo, M. A., Alfonso, A. & Machado-Martínez, Hilda. P*resentación en la Reunión de la Plataforma Multiactoral de Gestión en el Gobierno de Perico*. Matanzas, Cuba: Proyecto PIAL, 2015.

Giménez, Ana. *Enfoque LEADER 2007-2013. Programa territorial de desarrollo rural en las comarcas del noroeste, Rio Mula, Pedanías Altas de Lorca y Sierra Espuña. Región Murcia. España*. España: Edita Integral, Sociedad para el Desarrollo Rural, 2015.

João, J. P.; Mutunda, M. P.; Taíla, A. F. & Rivera-Espinosa, R. Potencialidad de los inoculantes micorrízicos arbusculares en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Kibala, Angola. *Cultivos Tropicales*. 37 (2):33-43, 2016.

La O, M. & Roselló, Tamara. *Buenas prácticas para la innovación agropecuaria local. Un enfoque participativo en la gestión del desarrollo*: Proyecto de Innovación Agropecuaria Local. Cuba, 2017.

Labrador, Leydis M. PIAL, de programa a sistema, en pos del desarrollo agropecuario. *Periódico Granma*. La Habana. http://www.granma.cu/cuba/2017-05-26/pial-de-programa-a-sistema-en-pos-del-desarrollo-agropecuario-26-05-2017-00-05-25, 2017.

Leyva, Santa L.; Masaguer, A.; Ruz, Raquel & Badoguin, Aime. Efecto de dos sistemas de labranza y aplicación de compost en el rendimiento de los pastos. *Revista La Técnica*. 18:18-24, 2017.

Martín, N. J. & Durán, J. L. *El suelo y su fertilidad.* La Habana: Editorial Félix Varela, 2011.

Miranda, Taymer; Machado, Hilda; Lezcano, J. C.; Suset, A.; Oropesa, Katerine; Tirado, F. D. *et al.* Aprendizajes en el proceso de gestión del desarrollo local en un municipio matancero. *Pastos y Forrajes*. 42 (1):73-80, 2018.

Ngailo, S.; Shimelis, H.; Sibiya, J. & Mtunda, K. Sweet potato breeding for resistance to sweet potato virus disease and improved yield: Progress and challenges. *African J. Agric. Res.* 8 (25):3202-3321, 2013.

ONEI. *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Anuario estadístico de Cuba 2017.* La Habana: Oficina Nacional de Estadística e Información, 2018.

Ortiz, R. *Sistema de Innovación Agropecuaria Local, SIAL. Tríptico del proyecto.* La Habana: SIAL, 2016.

Ortíz, R.; Miranda, Sandra; La O, M.; Rivas, A.; Romero, María I.; Alfonso, J. A. *et al.* Manual del sistema de innovación agropecuaria local. Conformación y funcionamiento. Por un enfoque participativo del desarrollo. Una propuesta interinstitucional para enfrentar el desafío de la seguridad y soberanía alimentaria de Cuba. *Cultivos Tropicales*. 37 (2):134-140, 2017.

PCC. *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, Resolución VI Congreso del PCC*. La Habana: Partido Comunista de Cuba. http://www.cubadebate.cu, 2012.

Ray-Hayne, Adalys. *Realizan en Las Tunas Taller de agricultura de conservación.* El Tiempo21. Las Tunas, Cuba. http://www.tiempo21.cu/2016/12/12/realizan-las-tunas-taller-agricultura-conservacion/, 2016.

Ricardo, A. *Evaluación participativa de catorce clones de boniato (Ipomoea batatas) en las condiciones edafoclimáticas en el municipio Puerto Padre perteneciente a la provincia Las Tunas*. Las Tunas, Cuba: Universidad de Las Tunas. http://roa.ult.edu.cu/handle/123456789/801, 2007.

Rodríguez, A.; Morales, A.; Rodríguez, Dania; Pastrana, I. J. & Méndez, Claudia A. Origen, evolución y distribución del boniato (*Ipomoea batatas* (l.) Lam.). Una revisión. *Rev. Agricultura Tropical*. 3 (1):1-13, 2017.

Rodríguez, A.; Posada, A.; León-Velarde, C.; Mares, V. & Quiroz, R. Respuesta del camote (I*pomoea batatas* L.) en cultivo sin suelo a diferentes niveles de NPK, 2019.

Rodríguez-Nodals, A. *La agricultura urbana y suburbana en Cuba: Genuina expresión de la agricultura familiar. Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar. La agricultura urbana y suburbana en Cuba: Genuina expresión de la agricultura familiar.* Roma: FAO. http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/342696, 2014.

Rossel, G., Alagon, R., Tay, D., Simon, R., Grueneberg, W. & Schafleitne, R. 2014. Development of a globally representative SSR marker kit for sweet potato (lpomoea batatas). Plant and Animal Genome XXll Conference. P738, San Diego, CA. Disponible en: https://pag.confex.com/pag/xxii/webprogram/Paper11250.html.

Simó, J.; Espinosa, E.; Espinos, A.; Almeida, F. M. de. & Rivera, R. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de material de propagación en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* (l.) Lam.). *Rev. Agricultura Tropical*. 4 (2):10-12, 2018.

Vejan, P.; Abdullah, R.; Khadiran, T.; Ismail, S. & Nas-rulhaq-Boyce, A. Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability. A review. *Molecules*. 21 (5):573, 2016. DOI: http://doi.org/10.3390/molecules21050573.

Zahid, M.; Abbasi, M. K.; Hameed, S. & Rahim, N. Isolation and identification of indigenous plant growth promoting rhizobacteria from Himalayan region of Kashmir and their effect on improving growth and nutrient contents of maize (*Zea mays* L.). *Front Microbiol*. 6, 2015. DOI: http://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00207.

Recibido el 5 de febrero del 2019
Aceptado el 23 de julio del 2019