

CAMBIO CLIMÁTICO

ARTÍCULO ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10025.39529>

Matrices integradoras de acciones para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático a escala local

Integrative matrices of actions for the implementation of measures of adaptation to the climatic change to local scale

Dr.C. Teresa López-Seijas¹, Dr.C. Carmen Duarte-Díaz¹, Ing. Bernardo Calero-Martín¹¹

¹Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba;

¹¹Instituto de Suelos (IS), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El presente trabajo pretende conformar una herramienta metodológica que sirva de guía para el trabajo de ejecución y evaluación de impactos de las acciones para la implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climáticos propuestas en tres municipios de Cuba. Estos municipios fueron escogidos por presentar afectaciones significativas en cuanto a la degradación ambiental y los efectos de la variabilidad y el cambio climático y por su grado de especialización y/o peso relativo en producciones priorizadas por el país: arroz en el municipio Los Palacios; cultivos varios en Güira de Melena y pastos y forrajes para la ganadería lechera en Jimaguayú. La conformación de la matriz es el resultado de un trabajo participativo, donde se partió de la información definida en los diagnósticos antecedentes y se integró la propuesta de acciones de cada uno de ellos, priorizadas según los siguientes criterios de Pertinencia, Sostenibilidad, Eficacia y Eficiencia. Las matrices generadas resultan herramientas valiosas para visualizar la integración de acciones y guiar la implementación de las medidas de adaptación propuestas en los municipios involucrados, en los cuales la integración de las acciones de los diferentes componentes responde a las particularidades de cada sistema productivo diagnosticado y a la diversidad y cantidad de aplicaciones específicas propuestas.

Palabras clave: herramienta metodológica, degradación ambiental, sistemas agrícolas.

ABSTRACT. The present work seeks to constitute a methodological tool serving as guide for the execution work and evaluation of impacts of the actions for the implementation of measures of adaptation to the variability and the climatic change proposed in three municipalities of Cuba. These municipalities were chosen owing to the fact that they present significant affectations for environmental degradation and the effects of the variability and the climatic change and for their level of specialization and/or relative weight in productions prioritized by the country: rice in the municipality Los Palacios; various cultivations in Güira de Melena and grasses and forages for the dairy farming in Jimaguayú. The conformation of the matrix is the result of a participatory work, starting from the information defined in the precedent diagnoses and was integrated the proposal of actions of each one of them, prioritized according to the following approaches of Relevancy, Sustainability, Effectiveness and Efficiency. The generated matrices are valuable tools to visualize the integration of actions and to guide the implementation of the measures of adaptation proposed in the involved municipalities, in which the integration of the actions of the different components responds to the particularities of each productive system diagnosed and the diversity and quantity of specific applications proposed.

Keywords: methodological tool, environmental degradation, agricultural systems.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo da continuidad a los resultados del diagnóstico integral realizado en tres municipios del país en el marco del proyecto internacional *Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local* (BASAL), que se ejecuta en Cuba desde

el año 2013 con el financiamiento de la Unión Europea y la Agencia Suiza para el Desarrollo, COSUDE, y con la participación de diversas instituciones nacionales del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y del Ministerio de la Agricultura (MINAG), entre otros.

Los tres municipios de intervención fueron escogidos por presentar afectaciones significativas en cuanto a la degradación ambiental y los efectos de la variabilidad y el cambio climático y por su grado de especialización y/o peso relativo en producciones priorizadas por el país: Arroz en el municipio Los Palacios; Cultivos Varios en Güira de Melena y Pastos y Forrajes para la Ganadería lechera en Jimaguayú.

La *propuesta de medidas de adaptación al cambio climático a escala local* del proyecto BASAL considera los impactos del cambio climático para Cuba y específicamente para la agricultura, según los resultados expuestos en las Comunicaciones Nacionales de Cambio Climático y otros documentos de referencia en esta temática¹ (Centella *et al.*, 2001; Planos *et al.*, 2013; Planos, 2014). Esta valiosa información se complementó con los resultados de los diagnósticos de las vulnerabilidades de los sistemas seleccionados y como resultado se diseñaron y/o adoptaron un conjunto de medidas de adaptación y se definieron las acciones específicas para su implementación en cada municipio, que involucran la aplicación de una amplia gama de buenas prácticas y tecnologías conservacionistas de los recursos agua, suelo y energía².

El objetivo principal de este trabajo es conformar una herramienta metodológica que sirva de guía para el trabajo de ejecución y evaluación de impactos de las acciones para la implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climáticos propuestas en los municipios estudiados.

MÉTODOS

La conformación de la matriz es el resultado de un trabajo participativo, donde se partió de la información definida en los diagnósticos antecedentes y se integró la propuesta de acciones de cada uno de ellos, priorizadas según los siguientes criterios (tomado de PNUD, 2010): **Pertinencia:** aporte a la reducción de vulnerabilidades frente a la variabilidad y el cambio climático; **Sostenibilidad:** prioridades definidas en cada municipio para el desarrollo local; **Eficacia:** obtención de resultados de su aplicación en el tiempo del proyecto; **Eficiencia:** costo de la aplicación (equipamiento, personal, insumos, etc.)

Las primeras columnas de la matriz corresponden a la identificación de zonas y sitios de intervención de cada municipio donde serán aplicadas las acciones para la implementación de las acciones.

Los distintos componentes que aborda el Resultado 1 del proyecto BASAL en sus diagnósticos integrales en cada municipio de intervención son: **1.1 Suelo**, **1.2 Agua**, **1.3 Sistemas Productivos (Buenas Prácticas)**; **1.4 Sistemas de Apoyo**, dentro

del cual esta diferenciado **Energía**; **1.5 Genero**. Este último componente es transversal a todos los demás².

Las acciones definidas en cada componente para la implementación de las medidas de adaptación se incorporaron a la matriz **integradas en bloques de acciones** que son los siguientes:

Bloque I, fundamentalmente para el **componente SUELO**. Integra acciones de los componentes del diagnóstico 1.1 y 1.3 relacionadas con Buenas Prácticas agrícolas para el mejoramiento de los suelos, con acciones del componente 1.4 relacionadas con los servicios de mecanización necesarios para su aplicación.

Bloque II, fundamentalmente para el **componente AGUA**. Integra todas las acciones del componente 1.2 del diagnóstico relacionado con el recurso agua y la mejora de la eficiencia de su uso en los sistemas agrícolas, más las acciones del componente 1.4 que constituyen servicios de apoyo fundamentales para el componente Agua: implementación de las Brigadas de Uso y Calidad del Agua (**BUCA**) y el Servicio de Asesoramiento al Regante (**SAR**).

Bloque III, fundamentalmente para el **componente Sistemas Productivos**. Integra las acciones fundamentales que apoyan a los sistemas productivos, donde se incluyen las acciones para la producción de semillas de calidad y variedades adaptadas a las condiciones locales y los cambios climáticos esperados, así como para la producción de productos y medios biológicos que faciliten el manejo integrado de plagas.

Bloque IV, fundamentalmente para el **componente ENERGIA**. Este es el único bloque que integra solamente las acciones definidas para un solo tema del componente 1.4 (Energía), e incluye las aplicaciones de energías renovables que contribuyan al manejo de los residuales agropecuarios y a la reducción y eficiencia del consumo de energía convencional para la reducción de emisiones de gases contaminantes.

Las acciones integradas en cada bloque están codificadas con color y letras y su significado se detalla en la leyenda de la matriz, que incluye una denominación corta de la acción versus la problemática del diagnóstico que aborda.

La implementación de la acción que se refleja en la celda correspondiente a cada sitio puede implicar: **equipamiento o tecnología** que se introduce por BASAL, marcado con color y X; **servicio o producto** que se recibe de equipamiento BASAL, marcado solo con color; solo **capacitación o asesoría**, celdas en blanco.

El análisis horizontal o por filas de la matriz nos ofrece información del grado de integración por cada sitio de intervención, de las acciones correspondientes a los diferentes componentes abordados. El análisis vertical o por columnas nos ofrece información de las acciones de mayor aplicación en cada bloque y/o componente en las diferentes zonas y sitios de intervención.

Las celdas vacías indican un camino para futuras aplicaciones de la acción a partir de nuevos financiamientos, proyectos

¹ CENTELLA, A.; LLANES, J.; PAZ, L. (Editores principales): Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, La Habana, 2006.

² Proyecto BASAL: Informes y Resultados 11, Publicado en Memorias Convención Ingeniería Agrícola 2016- Publicaciones BASAL, ISBN 978-959-285-034-7, 37pp., 2016.

o intervenciones del gobierno municipal, ya que se dejará a la capacidad creada para ello con la capacitación y asesoría que se brinde a los actores claves.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas 1, 2 y 3 se presentan las matrices integradoras de los tres municipios y en la Tabla 4 se presenta una leyenda general que identifica los códigos de las acciones integradas en cada matriz.

El análisis vertical o por columnas de las matrices indica que en el bloque I, las acciones de *Subsolación* (M1) y aplicación de *Tecnologías conservacionistas de preparación de suelos* (M2) y en particular la *diversificación de los cultivos varios* (M3 GM), son particularmente importantes para el municipio Güira de Melena ya que contribuyen a disminuir las afectaciones por la compactación y la degradación física de los suelos, factores identificados como limitantes prioritarios en la sostenibilidad de la producción agrícola en el diagnóstico antecedente (Hernández *et al.*, 2016).

Las acciones relacionadas con la *rotación de arroz con otros granos y la introducción de aplicaciones terrestres* (M3LP y M3ALP), son medidas específicas del municipio Los Palacios y las de mayor importancia en este componente.

Para el caso del municipio **Jimaguayú**, las acciones de mayor impacto en este bloque, son las relacionadas con la limpieza de áreas infestadas de especies indeseables y el restablecimiento de áreas de pastos y forrajes (M2A Jim, M3 Jim, M3A Jim), que pretenden contrarrestar la deficiente producción de alimento animal, identificada en el diagnóstico como elemento limitante para la sostenibilidad de la producción de leche, lo cual se agudiza en un horizonte de variabilidad y cambio climático (Hernández *et al.*, 2016).

Otra de las acciones importantes para el mejoramiento de los suelos es el *fortalecimiento de capacidades para la producción de materia orgánica* (M4). Esta acción tiene una mayor importancia para el municipio **Jimaguayú**, por ser un municipio ganadero. Para el caso de **Güira de Melena y Los Palacios** las acciones se dirigen más a la incorporación de abonos verdes en los sistemas de rotación que se establezcan para la diversificación de los cultivos, coincidiendo con las recomendaciones establecidas por el Instituto de Suelos (2011) para la implementación de estas prácticas.

Por otra parte, en este bloque tienen particular importancia la implementación de áreas demostrativas para la *aplicación de los principios de la Agricultura de Conservación* (M5). El municipio **Güira de Melena** será el de mayor cantidad de áreas a establecer con esta práctica adaptativa, con dos sitios involucrados en la CCS Niceto Pérez.

Esta acción adaptativa está en correspondencia con trabajos impulsados en los últimos años por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, FAO, para establecer prácticas que contribuyan a la conservación de los recursos suelo y agua, que permitan mejorar la capacidad de infiltración y retención del agua en el suelo para las plantas para una mayor resiliencia de los sistemas agrícolas ante condiciones de sequías o inundaciones (Baker *et al.*, 2008).

También es una acción identificada dentro de las prácticas de Manejo Sostenible de Tierras según Urquiza *et al.*, (2011) y contribuye por tanto a la implementación de este manejo en el marco de la adaptación al cambio climático en el sector agrícola cubano.

En el municipio **Güira de Melena** el *fortalecimiento de la minindustria* (M8) en la CCS Frank País resulta una acción de particular importancia ya que incrementa las capacidades municipales para el procesamiento de picos de cosechas que puedan aparecer como consecuencia de los cambios en las temperaturas y su efecto sobre los ciclos de los cultivos.

Para el bloque II, en el municipio **Los Palacios**, son de particular importancia las acciones relacionadas con la *Nivelación de los Suelos y el Mantenimiento y la Rectificación de la red de canales de riego y drenaje* (A1, A2), que contribuyen al incremento de la eficiencia de conducción y aplicación del agua en los sistemas superficiales de riego para una mayor disponibilidad del recurso agua ante la tendencia en los últimos años al decrecimiento de las precipitaciones (Cisneros *et al.*, 2016).

Otras acciones significativas en este bloque, son las relacionadas con la *Sustitución o Mejoramiento de los Sistemas de Riego* (A3A GM) y la *Modernización del riego superficial* (A3). Esta última comprende la introducción en áreas demostrativas de la tecnología de riego por pulsos y la introducción de tuberías flexibles para los canales terciarios, en áreas de los sistemas arroceros tradicionales de **Los Palacios** y en sistemas de riego por surcos en **Güira de Melena**. Estas áreas constituirán polígonos demostrativos y permitirán evaluar en diferentes condiciones productivas el impacto de esta tecnología novedosa para el incremento de la eficiencia del uso del agua en los sistemas de riego superficial, ampliamente utilizados en estos municipios pero con muy bajos valores de eficiencia en el riego (menores al 40%).

De particular significación en el municipio **Güira de Melena** es la propuesta de *Sustitución de bombas en función del área a regar* (A3B GM), que contribuye significativamente a atenuar el impacto negativo de la intrusión salina y los altos consumos de energía para el riego. Se implementará en 4 sitios (fincas) de las zonas de intervención más afectadas con este fenómeno, en la región sur del municipio.

El mayor impacto en la aplicación de las acciones de este bloque para el municipio **Jimaguayú** se centra en el *Incremento de áreas de pastos y forrajes bajo riego* (A1 Jim), donde se define la introducción de 10 sistemas de riego por aspersión de baja intensidad que permitirán incrementar sustancialmente la utilización del agua subterránea disponible para el incremento de la producción de pastos y forrajes, que contribuya a disminuir el déficit de alimento animal en la época de seca, la que se ha hecho más intensa en los últimos años y se prevé un escenario futuro de mayor afectación por esta causa.

Una acción común para **los tres municipios** en este bloque, es que quedarán organizadas las *Brigadas para el control de la Disponibilidad, Uso y Calidad del Agua- BUCA-* (A5), Estas

brigadas brindarán información sobre la disponibilidad del agua y servicios de medición de la calidad del agua en puntos controles y la eficiencia de los sistemas de riego en los sitios de intervención del proyecto. La información que se genere estará a disposición de todos los actores, fundamentalmente del gobierno municipal, a través de su incorporación al Sistema de Información Ambiental Municipal (SIAM).

La acción de las BUCA se complementa igualmente en cada municipio con la *Implementación del Servicio de Asesoramiento al Regante- SAR (A6)* que dará servicios de pronóstico de riego, certificación de sistemas y capacitación y asesoría en la explotación de los sistemas de riego, a todos los sitios de intervención. Los beneficios de este servicio de asesoramiento al regante para el incremento de la eficiencia en el uso del agua para riego en al menos un 15% han sido demostrados por trabajos antecedentes en diferentes condiciones de sistemas agrícolas cubanos bajo riego (Cisneros *et al.*, 2013; Cisneros *et al.*, 2011)

En el bloque III se fortalecerán en los tres municipios, las entidades científicas locales para la *Producción de semillas y/o plántulas de cultivares adaptados así como para la evaluación de su calidad (SP1 LP, SP1 GM, SPJim, SP2)*. Las producciones y servicios que se generen deben cubrir las demandas específicas para cada sitio de intervención.

Una acción importante en el municipio **Güira de Melena** es el *Fortalecimiento del nuevo CREE que se creará en la Empresa Agropecuaria (SP5 GM)*, que debe complementar la disponibilidad de medios biológicos según las demandas específicas de cada sitio de intervención para contribuir al mejoramiento del manejo de plagas y a la disminución de los altos consumos de productos químicos. La aplicación del manejo integrado de plagas ha sido reconocida como una acción importante en la adaptación a la variabilidad y el cambio climático si se tiene en cuenta que los pronósticos de las afectaciones prevén incrementos de las temperaturas medias del aire que favorecen la aparición de plagas y enfermedades y aumentan la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas (INISAV-INIFAT, 2013).

Por último en el bloque IV, la acción de mayor alcance para el municipio **Los Palacios**, es el *Uso del gasificador de biomasa para el secado (E3 LP)*, medida que tendrá un gran impacto en la producción de calor y electricidad en el Molino Secadero de Troncoso perteneciente a la EAIG Los Palacios, así como en el tratamiento de los residuales y en la disminución del consumo energético de la Empresa por el concepto de secado, con el consiguiente aporte a la reducción de emisiones de gases contaminantes.

Esta es una tecnología novedosa para estos sistemas y está entre las acciones reconocidas como válidas en el proceso de transferencia de tecnologías para la adaptación y mitigación del cambio climático (Garea y Curbelo, 2013). Su introducción resulta una oportunidad de evaluación del impacto de la misma en la sostenibilidad de la cadena agro-industrial del arroz.

Por otra parte, se implementan también aplicaciones

puntuales para el aprovechamiento de energías renovables, las cuales están en mayor cantidad en el municipio **Jimaguayú**. Entre las principales acciones están la *Producción y uso de biogás con biodigestores (E1, EIA)*, la introducción de *Sistemas de energía eólica para el abasto de agua animal (E2)* y *Aplicaciones de energía solar (E3)* y *de energía fotovoltaica (E2A LP)*. En **Jimaguayú** los sitios de la UBPC Patria o Muerte y la UEB El Rincón, resultarán áreas demostrativas y de evaluación de los impactos de los diversos usos de energías renovables en el municipio.

Por último, es importante también resaltar que las entidades científicas nacionales y locales involucradas tienen un papel importante en el *Monitoreo y la evaluación de los impactos de las principales acciones que se apliquen (M7, A5, SP2, E5)*, lo cual constituye también una acción para la adaptación, ya que permite cuantificar los beneficios de este proceso. Estas entidades también tendrán un papel clave en la capacitación y asesoría, para lo cual forman equipo con los especialistas, técnicos y productores involucrados en el municipio, creando las capacidades técnicas necesarias para la continuidad de la evaluación de los beneficios de estas acciones más allá del tiempo del proyecto.

CONSIDERACIONES FINALES

- Las matrices generadas son herramientas valiosas para visualizar la integración de acciones y guiar la implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático propuestas por zonas y sitios de intervención, en los tres municipios analizados: Los Palacios, Güira de Melena y Jimaguayú.
- El grado de integración de las acciones de los diferentes componentes es diferente en cada municipio y responde a las particularidades de cada sistema productivo diagnosticado y a la diversidad y cantidad de aplicaciones específicas propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores principales del trabajo, desean agradecer a los investigadores siguientes: Dr.C. Enrique Cisneros Zayas, M.Sc. José Antonio Martínez Cañizares, M.Sc. Luisa Villarino, del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric); Dr.C. Oneyda Hernández del Instituto de Suelo; Ing. Y. Suárez de Cuba Energía; Dr.C. N. Pérez de la UCTB del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Los Palacios, Pinar del Río; M.Sc. J. L. Pozo del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical (INIFAT); M.Sc. Madelin Cruz de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF) de Jimaguayú, Camagüey. Por el apoyo decidido en la conformación de una herramienta metodológica que sirva de guía para el trabajo de ejecución y evaluación de impactos de las acciones, para la implementación de medidas de adaptación a la variabilidad y el cambio climático propuestas en tres municipios de Cuba.

TABLA 1. Matriz integradora de acciones para la implementación de medidas de adaptación definidas por R1 BASAL- municipio Los Palacios

Zona de intervención	Sitio de intervención	Entidad a la que pertenece el sitio	Área (ha)	Acciones para la implementación de las medidas de adaptación a aplicar por cada Componente del R1 BASAL:																											
				1.1 - 1.4 mejoram SUELOS y a plic. BP - SFTV. MECANIZACION												1.2 - 1.4 AGUA- mejora efíc uso agua + implement BUCA + SFTV. MECANIZACION						1.3 - 1.4 SIST. PROD. - producc. SFTV. MECANIZACION				1.4 ENERGIA - a plic. energías renovables y efíc. energ.					
				M1	M2	M3	M3.1	M3.2	M4	M5	M6	M7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	SP1	SP2	E1	E1.1	E2	E2.1	E2.2	E3	E3.1	E4	E5		
Zona 1	TERRAZAS	UEBA SM	144.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	SEMIBRRAZAS	CCS J G Ullioa		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Julio Norris	Autoconsumo UEBA		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Zona 2	126	CCS J G Ullioa	120.8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Corralito	UEBA SM, CCS J G Ullioa		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Marías	CCS J G Ullioa		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	SB al 64	UEBA SM, CCS J G Ullioa		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Guaímal 1	UEBA SM		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Zona 3	Guaímal 2	UEBA SM	343	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Guaíjaca	CCS J G Ullioa		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Pinar	CCS J G Ullioa		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
EAIG LP- UEBA SM		Fincas de cuatras La Francia		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
CCS J G Ullioa				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
GEARH LP																															
CubaEnergía																															
IS PR																															
IAgRIC PR																															
UCTB INCA LP																															

TABLA 2. Matriz integradora de acciones para la implementación de medidas de adaptación definidas por R1 BASAL- municipio Güira de Melena

Zona de intervención prioritaria	sitio de intervención	Acciones para la implementación de medidas de adaptación a aplicar por cada Componente del R1 BASAL:																										
		1.1.1.3 - 1.4. mejoramiento SUELOS y suelos para MEDIANAS Y GRANDES										1.2 - 1.3. AGUA - mejora y uso agua + implementación BUQA + Implementar BAR			1.3 - 1.4. BBT - PRODUCCIÓN - producciones de semillas y productos biológicos			1.4. ENERGÍA - eólica, energías renovables y efo. solar										
		U01	U02	U03	U04	U05	U06	U07	U08	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	E1	E2	E3	E4	E5	E6
OOSP tro de Mayo (6)	Fincas Fontanilla	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas Camacho	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas San José	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas San Pablo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OOSP Ubasies Diaz (7)	Fincas La Conchita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas Villa Carmelita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas Victoria 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas Victoria 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OOSP Nibabo Pérez (6)	Fincas 'La Reduza'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'El Des cans o'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Moranilla 1'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Moranilla 2'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OOSP Frank Petit (5)	Fincas 'La Navita'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Santa Ana 1'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Las Abellas' o San Manuel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Santa Ana 2'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OFA Paises Nardoca (1)	Fincas 'Los Mercados'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Mireña'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'La Monona'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'La Gallega'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OFA Valido Diaz (2)	Fincas 'San Juan y Luis Flores'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Granna 1'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OFA Tiberto Perez	La Gloria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'Triunfo'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UBPO Mercedes Yaguajay (2)	Fincas 'Esperanza 1'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fincas 'El Mamey'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Emp. Agrup. GM	Fincas 'El Mamey'	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Emp. Paraiso Artesanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Centro Abonca orgánicos	Centro Abonca orgánicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ONG - OIP Agrop	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UBPO Veraguas	UBPO Veraguas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Subenergía	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UBPO de	UBPO de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	UBPO de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UBPO de	UBPO de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	UBPO de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UBPO de	UBPO de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	UBPO de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TABLA 4. Leyenda general de las Matrices integradoras

Color	Código	Acción a aplicar vs. Problema o factor limitante
Bloque I. Componente SUELOS		
	M1	Subsolación vs Compactación
	M2	Tecnologías Conserv. Prep. Suelos vs Degradación física
	M3 LP	Tecnologías para rotación arroz con otros granos vs Poca biodiversidad, monocultivo
	M3A LP	Tecnologías para aplicaciones terrestres vs Alta dependencia aviación
	M3 GM	Tecnologías diversificación de cultivos varios vs Poca biodiversidad
	M2A Jim	Tecnologías para limpiar áreas infest especies indeseables vs. deficiente prod. pastos y forrajes
	M3 Jim	Tecnologías para restablecimiento de áreas de pastos y forrajes vs. Deficiente alimento animal
	M3A Jim	Tecnologías para áreas consumo familiar vs. Deficiente alimento animal
	M3B Jim	Tecnologías para mejora calidad leche vs. Pérdidas por calidad leche
	M4	Tecnologías para aplicación de materia orgánica vs baja fertilidad suelos
	M5	Tecnologías Agricultura Conservación vs Degradación suelos
	M6	Servicio mecan. y reparac. maquinaria vs Baja productividad, y alto consumo energía para labores
	M7	Evaluación de impactos de tecnologías introducidas vs Desconocim. impactos adaptación
Bloque II. Componente AGUA		
	A1	Nivelación de suelos vs baja eficiencia de aplicación agua para riego
	A2	Mtto y rectificación canales riego y drenaje vs Baja eficiencia conducción del agua para riego
	A1 Jim	Incremento áreas pastos y forrajes bajo riego vs baja producción en época de seca
	A2 Jim	Mejora producción materia orgánica vs baja fertilidad de los suelos para pastos
	A3	Modernización sistemas riego vs Baja eficiencia de uso de agua
	A3A GM	Sustitución o mejoramiento de Sistemas de riego vs Baja eficiencia uso agua
	A3B GM	Sustitución bombas en función de área a regar vs Altos índices extracción agua - intrusión salina
	A4	Rehabilitación de obras hidrométricas vs Deficiente control uso agua
	A5	Implementación BUCA vs Deficiente control sobre disponibilidad y calidad agua
	A6	Implementación SAR vs Deficiente explotación de sistemas de riego
Bloque III. Componente SISTEMAS PRODUCTIVOS		
	SP1 LP	Producción de semillas adaptadas de arroz y otros granos vs Pobre diversidad cultivos
	SP1 GM	Producción semillas adaptadas de granos, viandas y hortalizas vs Pobre diversidad cultivos
	SP1A	
	GM	Producción de plántulas de granos, viandas y hortalizas adaptadas vs Pobre diversidad cultivos
	SP1 Jim	Producción semillas de pastos y forrajes vs pobre diversidad cultivos
	SP2	Evaluación calidad semillas y efecto BP en cultivos vs Deficiencias calidad semillas
	SP3 GM	Lombricultura para producción de semillas vs Poca disponibilidad MO
	SP4 GM	Producción de abonos orgánicos vs Altos consumos productos químicos, contaminación
	SP5 GM	Producción medios biológicos para manejo plagas vs afectaciones por plagas y enfermedades
Bloque IV. Componente ENERGIA		
	E1	Producción y uso biogás con biodigestores vs residuales sin tratamiento
	E1A	Producción y uso biogás con geomembranas en lagunas vs residuales sin tratamiento
	E1B Jim	Aplicaciones para uso energía de biogás vs Alto consumo energía y emisiones asociadas
	E2	Sistemas energía eólica - abasto agua animales vs baja disponibilidad de agua para abasto animal
	E2 LP	Sistemas energía solar - abasto agua animales vs baja disponibilidad de agua para abasto animal
	E2A LP	Aplic. Energía fotovoltaica en ranchos vs bajo aprov. Energías renov. para reduc. emisiones
	E2A Jim	Aplicaciones energía fotovoltaica para acuartonamiento vs bajo aprov. energía renovable
	E2B Jim	Aplicaciones energía fotovoltaica para bombeo de agua vs Bajo aprov. Energía renovable
	E3	Aplicación de energía solar vs Alto consumo energía, bajo aprov. energías renovables
	E3 LP	Uso gasificador/biomasa para secado vs residuales sin tratam., bajo aprovecham. energías renov.
	E4	Control eficiencia energética vs Alto consumo energía para actividades agrícolas
	E5	Evaluación impacto de tecnologías energía renovables vs Desconocim. impactos adaptación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, C. J.; SOXTON, K. E.; RITCHIE, W.R.; CHAMEN, W.T.; REICOSKG, D. C.; RIBEIRO, M. F. S.; JUSTICE, S. E.; HOBBS, P. R. *Siembra con labranza cero en la Agricultura de Conservación*, 391pp., Publicación FAO. ISBN 978-92-5-305389-6, Roma, 2008.

- CENTELLA, A.; LLANES, J.; PAZ, L. (Editores principales). *Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, 169pp., Grupo Nacional de Cambio Climático. Instituto de Meteorología, ISBN 959-02-0333-7, La Habana, 2001.
- CISNEROS, E.; PLACERES, Z.; JIMÉNEZ, E.: Beneficios obtenidos con la implementación del Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) en diferentes zonas regables de la provincia Mayabeque, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2306-1545, RNPS-0622, 3(2): 46-52, 2013.
- CISNEROS, E.; DUARTE, C.; LÓPEZ, T. y colectivo de 32 autores: *Diagnóstico de la Disponibilidad, Calidad y Uso Eficiente del Agua para Riego en los municipios Los Palacios, Güira de Melena y Jimaguayú*, 33pp., Publicado en Memorias Convención Ingeniería Agrícola 2016- Publicaciones BASAL. ISBN 978-959-285-034-7, La Habana, 2016.
- CISNEROS, E.; LÓPEZ, T.; LEYVA, A.; PLACERES, Z.: "Consideraciones sobre el Servicio de Asesoramiento al Regante para las condiciones de Cuba", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 20 (3): 41-45, 2011.
- GAREA, B. y CURBELO, A.: *La transferencia de tecnología y el cambio climático. Un enfoque metodológico*, 110pp., Publicado por INSTEC, ISBN 978-959-300-041-3, La Habana, 2013.
- HERNÁNDEZ, O.; LA O, M.; PÉREZ, J.M.; CALERO, B. y COLECTIVO DE 22 AUTORES. Diagnóstico de las propiedades y factores limitantes de la fertilidad del suelo en los municipios Los Palacios, Güira de Melena y Jimaguayú, Publicado en Memorias Convención Ingeniería Agrícola 2016, 37pp., - Publicaciones BASAL, ISBN 978-959-285-034-7, La Habana, 2016.
- INISAV-INIFAT: *Manual para la Adopción del manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana*, 270 pp., Editor L.L. Vázquez. Primera Edición. Volumen II. ISBN 978-959-7194-43-9, La Habana, 2013.
- INSTITUTO DE SUELOS: *Manual para el manejo del abonado verde en suelos dedicados a cultivos varios*, 30 pp., Ed. CIGEA. ISBN: 978-959-287-026-0, 2011.
- PLANOS, E. O.: *Síntesis Informativa sobre Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*, 26pp., Sello Editorial AMA, ISBN: 978-959-300-044-4, La Habana, 2014.
- PLANOS, E.O.; GUEVARA, A.V.; RIVERO, R. (Editores): *Cambio Climático en Cuba: vulnerabilidad, impacto y medidas de adaptación*, Multimedia Instituto de Meteorología, INSMET, Sello Editorial AMA, ISBN: 978-959-300-035-2. La Habana, 2013.
- PNUD: *Designing Climate Change Adaptation Initiatives UNDP Toolkit for Practitioners*. ©2010 UNDP Bureau of Development Policy, 62 pp., 2010.
- URQUIZA, Ma. N.; ALEMAN, C.; FLORES, L.; RICARDO, M. P. y AGUILAR, Y.: *Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras*, 186 pp., Publicación auspiciada por el Programa de Asociación de Países para el Apoyo al Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Ed. CIGEA. ISBN: 978-959-287-027-7, 2011.

Recibido: 28 de abril 2016.

Aprobado: 21/09/2016.

Teresa López Seijas, Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric). La Habana. Cuba. Correo electrónico: directoradjunta@iagric.cu
Carmen Duarte Díaz, Correo electrónico: jdptoriego@aiagric.cu
Bernardo Calero Martín, Correo electrónico: proyectosuelos@oc.minag.cu