

14 Idea de Proyecto para el Sector Agricultura.

14.1 Breve resumen del sector.

El sector agrícola representa una importancia estratégica en el objetivo de reducir la vulnerabilidad alimentaria en el país. En la actualidad los rendimientos agrícolas en algunos de los cultivos más importantes, están por debajo de los niveles alcanzados por la mayoría de los países de la región. Entre los cultivos más relevantes para la base alimentaria de nuestro país figura el arroz, siendo este el de mayor consumo por parte de la población cubana (per cápita anual de 70 kg aproximadamente). Al mismo tiempo, mediante la evaluación de las principales vulnerabilidades ante el cambio climático en la agricultura, se pronostica una menor disponibilidad de agua para cultivos y animales.

Por tanto, aunque los escenarios indican que el arroz continuará teniendo rendimientos potenciales que pueden considerarse aceptables, la falta de disponibilidad progresiva del agua para regadío conllevará a la reducción de áreas plantadas consideradas como óptimas en la actualidad. Los estudios asociados a dichos rendimientos, demuestran un decrecimiento progresivo de estos cultivos en el presente siglo. Los impactos fundamentales del cambio climático en esta producción serán consecuencia de la reducción de la disponibilidad de agua, el aumento de la temperatura del aire y el aumento del nivel medio del mar.

Si las situaciones planteadas anteriormente se combinan con la baja eficiencia en los sistemas de riego, la escasa cultura de explotación de los suelos de algunos productores y la utilización de equipamientos en su mayoría arcaicos, se puede esperar un rápido aumento en la salinidad de los suelos y la erosión hídrica, así como un mayor gasto energético asociado a la explotación de este cultivo.

Con el fin de responder a estos escenarios, tributar al crecimiento de la producción agrícola nacional y garantizar la seguridad alimentaria de la población, resulta necesario adaptar los sistemas de producción, reducir la vulnerabilidad de los mismos ante el cambio climático, y proponer tecnologías de producción más eficaces y dirigidas a la sostenibilidad ambiental.

14.2 Idea de Proyecto para la tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz”.

14.2.1 Introducción y antecedentes.

En nuestro país se le presta gran importancia a los riesgos sobre la producción agrícola y la seguridad alimentaria, en particular para las poblaciones más vulnerables, que dependen fuertemente de la agricultura y al mismo tiempo disponen de recursos económicos y tecnológicos limitados. La agricultura es el sector más sensible a los efectos directos del cambio climático, ratificándose con el análisis de la situación actual en el contexto nacional cubano, el cual refleja: altas temperaturas, eventos de grandes precipitaciones, líneas pre-frontales destructoras, sequías intensas y otros eventos ocurridos con cierta frecuencia en las últimas décadas.

Es posible afirmar que en nuestro clima se han producido variaciones significativas desde mediados de los años 70' del siglo XX. Las evidencias obtenidas indican claramente que el clima de Cuba se ha hecho más cálido, siendo los años 1997 y 1998 los más calurosos. Desde mediados del pasado siglo, la temperatura media anual aumentó cerca de 0.6 °C ([Figura 23](#)), a causa de la marcada tendencia al incremento en la temperatura mínima ([Figura 24](#)). En términos generales, se está produciendo una expansión del verano, que se refleja en un aumento del

número de días consecutivos con temperaturas máximas superiores a los 30 °C y mínimas superiores a los 20 °C [27].

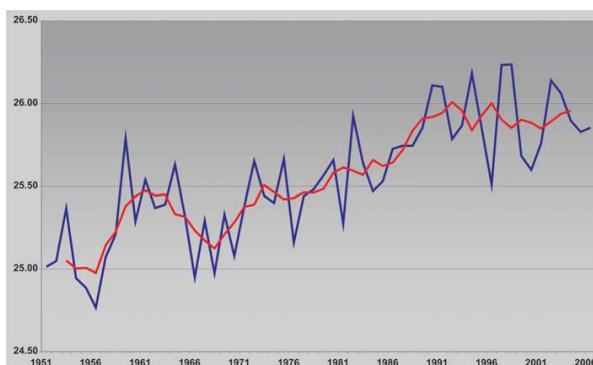


Figura 23. Temperatura media anual de Cuba entre 1951 y el 2006. Incluye las medias móviles de cinco años de dichos valores.

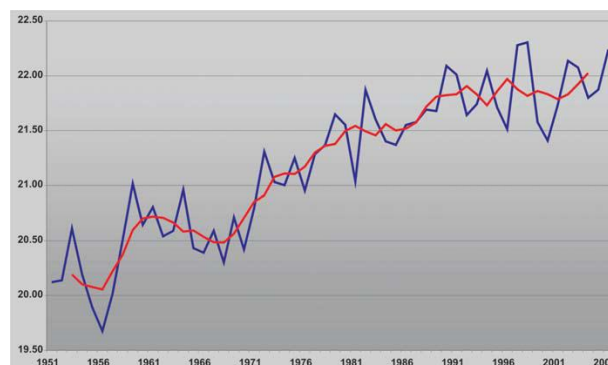


Figura 24. Temperatura mínima media anual de Cuba entre 1951 y el 2006. Incluye las medias móviles de cinco años de dichos valores.

Aunque las precipitaciones en Cuba no han mostrado variaciones significativas para períodos largos de registros, en las últimas décadas se ha producido un incremento de los acumulados del período poco lluvioso y un cierto decrecimiento en los acumulados del período lluvioso.

Se ha observado la existencia de una gran variabilidad multianual en la actividad ciclónica sobre Cuba (sucesión de períodos poco activos y muy activos). A partir del año 1996 y hasta el año 2008 un total de ocho huracanes afectaron al país, indicando la existencia de una nueva etapa muy activa. Lo más sobresaliente ha sido la ocurrencia de cuatro huracanes intensos desde el 2001, cifra que no se había registrado en década alguna desde 1791 hasta el presente. Además, el aumento en la frecuencia de sequías desde 1960, el incremento de los brotes de tornados desde 1977, así como el hecho de que los eventos de lluvias intensas de la década de los 80 fueran los mayores reportados en el siglo XX, sugieren que el clima en Cuba se está volviendo más extremo, lo cual es consistente con los resultados del informe del IPCC [28] para la región del Caribe.

14.2.2 Objetivos del proyecto.

- Aplicar sistemas de riego más eficientes y efectivos en las actuales áreas dedicadas al cultivo de arroz y en las nuevas 40 000 ha. proyectadas nacionalmente para contribuir al incremento de los rendimientos agrícolas en el período 2012-2016.
- Introducir tecnologías modernas y de mayor efectividad y productividad en la nivelación y/o alisamiento del suelo, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego.
- Reducir gradualmente las importaciones de arroz, a la vez que se mantiene el consumo per cápita en Cuba.
- Contribuir a la disminución del consumo de agua por parte del sector agrícola, ya que es el sector que mayor consumo de este recurso manifiesta (entre un 55 y 60% del consumo total de agua en el país).
- Mejorar los sistemas tecnológicos para los cultivos de arroz.

14.2.3 Objetivos específicos del proyecto.

- Aumentar en al menos un 20% la eficiencia de aplicación del agua para el riego.
- Disminuir entre un 15%-20% el consumo de agua en los sistemas de producción de arroz.
- Incrementar la productividad del agua (t/m^3) de hasta un 40%. Esto se comprende como el caudal de agua ahorrado que se podrá disponer para otros usos.
- Incrementar la productividad del arroz aproximadamente en un 15%.

14.2.4 Productos y resultados del proyecto.

Al implementar esta tecnología se puede disponer de herramientas, equipamiento y/o sistemas tecnológicos que permitirán:

- Aplicar tecnologías para automatizar la medición y el control del uso del agua en sistemas de producción de arroz a mediana y gran escala.
- Utilizar el riego intermitente o por pulsos en los sistemas de riego superficial a pequeña y mediana escala.
- Contar con un sistema más eficiente para la nivelación y/o alisamiento del suelo, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego.
- Poseer capacidades locales que garanticen acciones en los servicios de mantenimientos.
- Contar con resultados técnicos que permitan evaluar las tecnologías adquiridas mediante la red de laboratorios y polígonos de prueba.

Estos resultados pueden redundar en beneficios dirigidos a perfeccionar la capacidad del personal técnico y de los decisores, para así definir planes de siembra en función de la disponibilidad real del recurso agua. Así como en beneficios económicos y sociales importantes al aumentar el nivel de vida de los productores de arroz que constituyen hoy un sector importante y creciente en el sistema de producción agrícola del país.

14.2.5 Relación con el desarrollo sostenible del país y sus prioridades.

Al cierre del 2008, de una superficie de tierra firme de 10 676 000 ha. (exceptuando los cayos), Cuba dedicaba a las actividades agropecuarias 6 619 500 ha. (60,2% de la superficie total). De ellas más de 130 000 ha. son dedicadas al riego superficial, lo que representan el 75% del área bajo riego total, asimismo son dedicadas 90 000 ha. al riego del arroz y existe una proyección dentro del sistema de producción agrícola nacional para el crecimiento en más de 40 000 ha para el período 2012-2016. En la producción de este cultivo prevalecen las bajas eficiencias en el uso del recurso agua (estimada en menos del 40%), por tanto, es en estos sistemas de producción donde se consume la mayor parte de dicho recurso asignado para la producción agrícola.

No obstante, el arroz representa la base alimentaria de la mayor parte de la población cubana, ya que el consumo per cápita anual es de 70 kg aproximadamente. Aunque el país tiene una infraestructura con capacidad potencial para producir más de 200,0 Mt de este cultivo, esto no ha sido posible por limitaciones económicas, razón por la cual más del 60% del consumo total se importa desde países lejanos, con altos costos. Esto precisa introducir tecnologías que garanticen un correcto alisamiento del terreno antes de la siembra, la medición y el control del uso del agua

de riego de una manera efectiva y cada vez más precisa, lo que permite potenciar un sistema de toma de decisiones en tiempo real para el manejo del riego y el registro de su productividad.

Por tanto, esta tecnología guarda estrecha relación con las prioridades de desarrollo del país, debido principalmente a que permite un aumento en la aplicación eficiente del agua para el riego al reducir notablemente las pérdidas por percolación que se producen en el riego superficial tradicional, así como, posibilita la automatización del riego, lo que mejora la capacidad de explotación de estos sistemas, humanizando el trabajo y aumentando su productividad. Por otra parte la implementación de esta tecnología forma parte de las prioridades establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo Hidráulico [29] del país, y en particular dentro del sistema de la agricultura.

14.2.6 Alcance del proyecto.

Este proyecto pretende disponer de tecnologías adecuadas para nivelar y/o alisar el terreno, reparar y brindar mantenimiento a los canales para el riego hasta tecnologías para utilizar eficientemente el riego intermitente o por pulsos para los sistemas de riego superficial. Se pretende además, automatizar la medición y el control del uso del agua en sistemas de producción de arroz a mediana y gran escala y los sistemas de medición y control del uso del agua de riego. En fin es capaz de proveer al productor tecnologías más eficientes para el riego y un mejor aprovechamiento de los suelos.

La aplicación de la tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz” implica beneficios económicos tanto para la forma de producción estatal como para la no estatal. Además, se prevén incrementos en los cultivos, mejoras en la calidad de los suelos y altas contribuciones al ahorro del recurso agua. No solo recibe un alto impacto positivo la población, debido a que este cultivo representa la base alimentaria de la población cubana, sino que se evidencia un beneficio indirecto a las diversas formas de producción por conceptos de ahorro de combustible.

Lo anterior planteado tiene fundamento en las ventajas previstas de la nueva tecnología respecto a las tradicionalmente utilizadas en el país, a continuación se muestran las principales:

- Permite el ahorro de un 30 a un 50% de agua, respecto a los sistemas gravitacionales tradicionales,
- Se puede utilizar en cualquier sistema de labranza,
- Se controla el problema de la erosión,
- Se puede reducir notablemente el uso de mano de obra,
- Requieren bajo consumo energético, debido a que son sistemas de baja presión,
- Se puede automatizar el sistema,
- Se logran eficiencias de aplicación similares a la aspersion,
- Permite disponer de mayores longitudes de surco que las tradicionales, variando según textura y pendiente entre 200 y 800 m,

El actual proyecto posee un estrecho vínculo con el Macroproyecto: “Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana, para los años 2050 y 2100” [6], con el Programa cubano de enfrentamiento al cambio climático [3] y con los resultados de la Segunda

Comunicación Nacional para el Cambio Climático [5]. Debido a la transversalidad del proyecto se vincula con el Programa Nacional de Desarrollo Hidráulico [29] y considerando la instrumentación de la Resolución 44/2012 del CITMA sobre el Sistema de Programas y Proyectos [17], guarda relación con los siguientes proyectos:

- Alimento humano; a implementar por el Ministerio de la Agricultura (MINAG),
- Cambio climático en Cuba: impactos, mitigación y adaptación; a implementar por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

El plazo de aplicación es relativamente corto, aproximadamente en cinco años se pretende tener la capacidad instalada y a plena productividad.

14.2.7 Actividades del proyecto y calendario.

A continuación se muestra una tabla (Tabla 13) con el cronograma de actividades para la ejecución del proyecto. En este cronograma se muestra un orden cronológico de las actividades, la duración de cada una de estas y la etapa correspondiente del proyecto.

Tabla 13. Actividades del proyecto y calendario para la tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz”.

No	Actividades del proyecto	Año 1												Año 2												Año 3												Año 4												Año 5											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Componente 1: Preparación y capacitación técnica y organizativa para la nueva tecnología																																																													
1	Estudios de factibilidad económica.	■	■	■	■	■																																																							
2	Selección de los terrenos (áreas de trabajo).	■	■	■	■	■																																																							
3	Identificar el personal técnico adecuado.			■	■	■	■																																																						
4	Cursos de capacitación para el personal técnico relacionados con la tecnología que se va a difundir o transferir.							■	■	■	■	■																																																	
5	Adquisición de la tecnología.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																																	
Componente 2: Preparación, nivelación y/o alisamiento del terreno (área seleccionada).																																																													
6	Análisis topográfico del terreno.																																																												
7	Ejecución del proyecto de nivelación y alisamiento propuesto por los topógrafos.																																																												
8	Definición de la entrada del agua al terreno desde un canal terciario y ubicación de la válvula para el riego por pulsos en el lugar adecuado del terreno.																																																												
Componente 3: Preparación, reparación y mantenimiento de los canales.																																																													
9	Reparación y mantenimiento del canal terciario (canal encargado de suministrarle el agua a la válvula para el riego).																																																												
10	Reparación y mantenimiento del canal secundario (canal encargado de suministrarle agua al canal terciario).																																																												
11	Reparación y mantenimiento del canal primario (canal principal, encargado de distribuir la mayor cantidad de agua, suministra agua al canal secundario).																																																												
12	Colocar los medidores de caudales (caudalímetros o fluxómetros) en los canales correspondientes																																																												
13	Ejecutar los programas de mantenimiento.																																																												
Componente 4: Instalar el sistema de riego por pulsos.																																																													
14	Realización del procedimiento para la instalación de la toma de agua desde el canal terciario hasta la válvula.																																																												
Componente 5: Automatizar la medición y el control del uso del agua.																																																													
15	Acondicionamiento del lugar donde se instalará el equipo de automatización.																																																												
16	Ubicación adecuada del medidor de flujo en las paredes del canal.																																																												
17	Adquisición de los datos.																																																												
18	Automatización de las compuertas de entrega de agua en el canal terciario.																																																												
19	Automatización de las compuertas de entrega de agua en el canal secundario.																																																												
20	Automatización de las compuertas de entrega de agua en el canal primario.																																																												
Componente 6: Mantenimiento de los sistemas de medición y riego.																																																													
21	Diseño del programa de mantenimiento para los sistemas de medición y riego.																																																												

14.2.8 Presupuesto y requerimientos de recursos.

En la tabla a continuación (Tabla 14) se muestran los requerimientos capitales para la ejecución de las etapas del proyecto. Sin embargo, deben tenerse en cuenta otros aspectos que se también se enuncian.

Tabla 14. Costos del proyecto de aplicación de la tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz”.

Tecnología: “Perforación, recubrimiento y diseño de la explotación de pozos poco profundos para extracción de agua o para la recarga del manto subterráneo”	Componentes	Presupuesto
Tecnologías para la nivelación y/o alisamiento del terreno, la reparación y mantenimiento de los canales y en los sistemas de medición y control del uso del agua de riego.	Equipamiento para nivelar el terreno.	75 000 USD
	Equipamiento para la reparación y mantenimiento de los canales y de los sistemas de medición y control del uso del agua de riego.	3 500 USD/km de canal
El uso del riego intermitente o por pulsos para los sistemas de riego superficial a pequeña y mediana escala.	Válvula para el riego por pulsos para el riego.	3 300 USD
	Manga de 8 pulgadas bovina de 100 metros.	130 USD
	Manga de 10 pulgadas bovina de 100 metros.	168 USD
	Manga de 12 pulgadas bovina de 100 metros.	200 USD
	Válvulas o compuertas que se colocan en las mangas y que brindan agua al campo (cada 100 metros de manga hay 150 válvulas): Caja de 100 unidades.	238 USD (2.38 USD/válvula)

Tecnologías para la automatización de la medición y el control del uso del agua en sistemas de producción de arroz a mediana y gran escala.	Automatización del control del agua de las compuertas de entrega de agua en canales primarios.	15 000 USD
	Automatización del control del agua de las compuertas de entrega de agua en canales secundarios.	9 000 USD
	Automatización del control del agua de las compuertas de entrega de agua en canales terciarios.	3 000 USD
	Costo de los medidores de flujo	2 500 USD
Total		112 036 USD

Debe tenerse en cuenta además lo siguiente:

- El costo operativo es de aproximadamente 0.2 USD por mm de agua aplicada por ha., debido a la reducción notable de energía y mano de obra necesarias,
- El costo de mantenimiento es prácticamente nulo si lo comparamos con los sistemas de riego presurizados,
- Los canales promedio poseen aproximadamente 10 km de longitud.

Por tanto, el costo capital asciende a 170 000 USD.

14.2.9 Medidas complementarias.

Para optimizar los resultados previstos para la aplicación de la tecnología “manejo del agua en sistemas de producción de arroz” se puede ejecutar como medida complementaria la fertirrigación. Este proceso consiste en introducir fertilizante en forma de diluyente por una toma en la válvula, de esta manera se realizan dos procesos simultáneos, el de riego y el de fertilización.

14.2.10 Posibles complicaciones y desafíos.

Las principales dificultades que se podrían presentar vienen dadas por la calidad de productos importados, esto depende del proveedor del equipo; la reposición de las mangas (mangueras) para el riego; los terrenos dispuestos no resultan óptimos para la nivelación y/o el alisamiento; la falta conocimiento de nuevas tecnologías y la falta de cultura de explotación en sistemas avanzados. Por último, deben tenerse en cuenta las fallas humanas asociadas a operación y mantenimiento como una las principales complicaciones a tratar, debido a que este tipo de errores ocupa el 85% de los errores de operación.

14.2.11 Responsabilidades y Coordinación.

La coordinación de este proyecto estará a cargo del MINAG, o sea, llevaría la máxima responsabilidad. La capacitación del personal se coordinará por el MINAG mediante el apoyo del Instituto de Investigaciones e Ingeniería Agrícola (IIAagri) y el ISPJAE. El resto de las actividades aún cuando puedan ser ejecutadas por otros organismos, empresas, ministerios o proveedores de servicios serán coordinadas por el propio MINAG.