



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

## DOCUMENTO DE PROYECTO

Cuba

**Título del Proyecto:** Utilización de bacterias promotoras del crecimiento como biofertilizantes para incrementar la productividad del cultivo de la caña de azúcar y otros cultivos bioenergéticos.

**Número del Proyecto:** 109500-108850

**Asociado en la Implementación:** ICIDCA, AZCUBA

**Fecha de Inicio:** Abril 2018 **Fecha de finalización:** Abril 2020

**Fecha de reunión del Comité Local de Revisión del Proyecto (LPAC):** 20/03/2018

### **Breve Descripción**

Los cultivos bioenergéticos, cuyo objetivo es la producción de biomasa con alto potencial energético, están despertando un gran interés durante los últimos años. Una de las razones principales, es que la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles ayudará a reducir tanto las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, como el uso de los derivados del petróleo. Entre los cultivos de mayor potencial bioenergético para la elaboración de biocombustibles se encuentran la caña de azúcar, sorgo azucarado, maíz y trigo.

La caña de azúcar es responsable en el mundo del 70% de la producción total de azúcar. Al igual que otras gramíneas, la caña de azúcar, posee elevados requerimientos nutricionales, debido a su gran capacidad de producción de biomasa asociada a la prolongada duración de su ciclo. Entre los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, el nitrógeno es el más importante, sin embargo también requiere cantidades suficientes de fósforo y potasio para desarrollar un buen sistema radicular, especialmente en suelos pobres. Por ésta razón, la fertilización del cultivo es una práctica agronómica necesaria que, en general, se efectúa mediante el agregado de fertilizantes químicos sintéticos. El uso indiscriminado de éstos ocasiona no sólo una grave contaminación ambiental, sino también efectos adversos sobre la salud de los trabajadores y de las personas que habitan poblaciones cercanas a los cañaverales, además de incrementar los costos de producción y producir un deterioro físico, químico y biológico del suelo, lo que repercute directamente en su capacidad productiva. Durante los últimos años, la creciente necesidad de implementar sistemas agrícolas sustentables en el manejo de los cañaverales y asegurar la sostenibilidad de los programas bioenergéticos, es necesario disminuir y/o reemplazar el uso de insumos contaminantes que demandan altos niveles de energía fósil, entre los que se destacan de manera significativa los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Una alternativa viable, ambiental y económica para el manejo integral de los cultivos energéticos, es la utilización de biofertilizantes constituidos por bacterias promotoras del crecimiento (PGPB por sus siglas en inglés Plant Growth Promoting Bacteria) capaces de mejorar la nutrición, sanidad y el crecimiento vegetal a través de diferentes mecanismos tales como: la fijación biológica de nitrógeno, producción de fitohormonas, solubilización de fosfatos, etc. Entre las bacterias PGPB asociadas a gramíneas más estudiadas durante los últimos años se encuentran las pertenecientes a los género *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.

Teniendo en cuenta la importancia económica y ambiental de los biofertilizantes como alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos en el manejo integral de cultivos energéticos, el objetivo principal de este proyecto es desarrollar procesos técnicamente y económicamente viables para el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*, obteniendo cepas autóctonas de las diferentes regiones, caracterizadas en forma bioquímica y molecular, que permitan desarrollar biofertilizantes estándar, con calidad y estabilidad, y evaluar su utilización en el crecimiento y la productividad del cultivo de la caña de azúcar y otros cultivos bioenergéticos como el

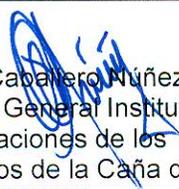
maíz, el sorgo, el trigo, sustituyendo parcialmente o total la fertilización química. Estos objetivos, forman parte de la estrategia de Gobierno de los países involucrados en el proyecto para el desarrollo de una agricultura sostenible, más equilibrada con el medio ambiente.

Efectos a los que contribuye el proyecto (MECNUD/CPD, RPD o GPD): Fortalecidas las capacidades nacionales para promover soluciones medioambientales innovadoras para el desarrollo sostenible y que a su vez contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población.

Producto(s) Indicativo(s): Seleccionadas las cepas autóctonas de bacterias *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*. Indicador 1.1 No. de cepas seleccionadas por capacidades como promotoras del crecimiento vegetal y caracterizadas por métodos bioquímicos y moleculares. **Producto 2** Producción a escala piloto de las bacterias *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*, 2.1 Recuento de bacterias obtenidas y estabilidad en el tiempo. **Producto 3:** Biofertilizantes aplicados en cultivos energéticos (caña de azúcar y sorgo). Indicador 3.1. Variables agronómicas de los cultivos caña de azúcar y sorgo. Meta: 1

<b>Total de recursos requeridos:</b>	<b>23000.00 USD</b>	
<b>Total de recursos asignados:</b> <b>23000.00 USD</b>	<b>TRAC PNUD:</b>	
	<b>Donante:</b>	PGTF
	<b>Donante:</b>	
	<b>Gobierno:</b>	76000.00 CUP
<b>En especie:</b>		
<b>No financiado:</b>		

Acordado por (firmas):

Gobierno: MINCEX	PNUD	Asociado en la Implementación: ICIDCA
 William Diaz Director DOEI / MINCEX	 Consuelo Vidal Representante Residente	 Arodis Caballero Núñez Director General Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, ICIDCA
Fecha:	Fecha:	Fecha:



<sup>1</sup> Nota: Ajuste los casilleros de firma según corresponda

## I. DESAFÍOS DE DESARROLLO

En los últimos 50 años la producción agropecuaria aumentó aproximadamente 10 veces, incrementándose el consumo de fertilizantes químicos nitrogenados, los cuales son responsables del 80% del nitrógeno que se vuelca en el ambiente por actividades humanas. Por lo tanto se ha generado la necesidad de fomentar el uso de productos agrícolas más seguros y eficientes.

La caña de azúcar es una planta de gran interés agrícola, que se cultiva ampliamente en los países tropicales, y que requiere para su crecimiento y desarrollo grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados. La mayor parte de esta planta se destina a la producción de azúcar. Sin embargo, es fuente importante de calorías y materia prima de numerosos subproductos. Uno de los principales problemas en el cultivo de caña de azúcar, es el elevado nivel de nitrógeno combinado que la planta requiere para su desarrollo, por lo que es de suma importancia la sustitución de la fertilización tradicional por alternativas más económicas y menos dañinas al medio ambiente.

El empleo de bacterias fijadoras de nitrógeno representa una gran oportunidad para la agricultura ecológica ya que mientras que el nitrógeno fijado en el suelo por las bacterias se encuentra disponible directamente justo en el lugar donde es requerido, los fertilizantes inorgánicos aplicados al suelo sufren pérdidas de hasta el 50%, debido a los procesos naturales de lixiviación y denitrificación. Estos procesos dan lugar a la contaminación de aguas subterráneas, ríos y lagos, causando daños ecológicos irreparables que pueden constituir un riesgo para la salud animal y humana.

El proceso de la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN) llevado a cabo por las bacterias de los géneros *Azospirillum*, y *Gluconacetobacter* capaces de asociarse con gramíneas como, caña de azúcar, sorgo, maíz y trigo tiene grandes perspectivas si se tiene en cuenta el uso de estos cultivos en la alimentación humana y animal.

En diversos estudios se ha demostrado la asociación radicular de *Azospirillum* sp. con diferentes gramíneas de importancia económica y alimenticia como maíz, trigo, sorgo y otros cultivos, así como el incremento de la biomasa seca y el contenido de nitrógeno total de las plantas inoculadas, a pesar de que los resultados han sido variables, se han logrado incrementos promedios en el rendimiento de grano hasta del 40% en trigo y cebada, 33% en millo perlado, 20% en sorgo, y por medio de la inoculación, en caña de azúcar se han logrado incrementos de un 30% en los rendimientos, sustituyendo el 50% de la fertilización nitrogenada. Por otro lado, ha sido demostrado que *G. diazotrophicus* tiene efectivamente la capacidad de excretar el 50% del nitrógeno fijado, así como de producir diversas auxinas, especialmente ácido indol acético y citoquininas, ejerciendo efectos directos sobre la fisiología de la planta e influir sobre el crecimiento de la caña de azúcar. Igualmente trabajos recientes han informado de antagonismo hacia fitopatógenos de la caña de azúcar como *Colletotrichum falcatum* Went y *Xanthomonas albilineans*, agentes causales de la pudrición roja y escaldadura foliar respectivamente, y el nematodo *Meloidogyne incognita*, perfilándose por tanto como posible controlador biológico de esas patologías. Los resultados positivos de su inoculación en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), sorgo (*Sorgum bicolor* L. Moench.), maíz (*Zea mays* L.), malanga (*Xanthosoma* spp.), boniato (*Ipomoea batata* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) refuerzan las perspectivas de poder utilizar con éxito esta bacteria en la elaboración de bioinoculantes.

Teniendo en cuenta estos aspectos se considera de gran importancia obtener biofertilizantes estandarizados a partir de bacterias promotoras del crecimiento del género *Azospirillum*, y *Gluconacetobacter*, que sean competitivos y de aplicación extensiva, establecer y estandarizar técnicas optimizadas de inoculación que sean prácticas, económicas y de fácil de manejo por el agricultor. Esto permitirá a los países que forman parte del presente proyecto incorporar estrategias para el desarrollo competitivo en un entorno donde la aplicación de fertilizantes es nula o escasa, como lamentablemente ocurre en no pocos países que tienen una agricultura subdesarrollada.

---

## II. ESTRATEGIA

Para la mayoría de los países subdesarrollados, e incluso los desarrollados, la utilización de los biofertilizantes constituye una vía muy promisorio para enfrentar diferentes situaciones que afectan la producción agrícola actual y que se han ido agudizando con el transcurso de los años, entre las que se encuentran: el encarecimiento del costo de los fertilizantes minerales dados los altos consumos energéticos que se requieren para su fabricación o procesamiento industrial; el agotamiento de las cada vez más limitadas reservas naturales de algunas fuentes de nutrientes; las reducidas disponibilidades de abonos orgánicos y de otras fuentes nutricionales alternativas poco costosas; y los efectos, actuales y potenciales, contaminantes del ambiente que se derivan de la utilización indiscriminada de productos químicos en la agricultura.

Tres reconocidas instituciones de investigación estudio y desarrollo de bioproductos para uso en la agricultura cañera y otros cultivos, provenientes de Argentina, Ecuador y Cuba realizarán el trabajo propuesto. Se cuenta con toda la infraestructura necesaria para llevar a cabo las actividades propuestas en el presente proyecto, desde laboratorios microbiológicos y químicos certificados, hasta las instalaciones a nivel industrial para la validación de los procedimientos, así como unidades de producción agrícola para la validación agronómica. Estos antecedentes permitirán un avance seguro del proyecto y la ejecución exitosa de sus objetivos.

Las instituciones involucradas cuentan con grupos de trabajo formados en investigación, desarrollo e innovación que han trabajado durante muchos años en anteriores proyectos similares con gran experiencia en procesos microbiológicos y biotecnológicos, por las características de sus objetivos y misiones, por lo que la transferencia de los resultados de este proyecto al el sector productivo agroindustrial se realizará con velocidad y eficacia.

Este proyecto será apoyado también por un proyecto nacional en Cuba (AZCUBA Grupo empresarial azucarero) para salarios y gastos de viaje. El Grupo Empresarial AZCUBA señaló las estrategias de un plan de medidas de mediano y corto tiempo, teniendo en cuenta la necesidad del uso de biofertilizantes, con dos propósitos fundamentales: la reducción en las importaciones de fertilizantes químicos y lograr la conservación del medio ambiente de acuerdo a las posiciones de las leyes del medio ambiente cubano y el Desarrollo Sostenible.

Para Cuba con la ejecución de este proyecto se pretende: (i) el aumento de la producción de alimentos con calidad y estimular el crecimiento y mejorar la productividad del cultivo de la caña de azúcar. (ii) La reducción de la contaminación en el sector agrícola es otro de los objetivos principales, a fin de mitigar la destrucción de la flora y la fauna de los ríos y mares de Cuba.

En el caso de Argentina, el programa Caña de Azúcar, que es el de mayor importancia de la EEAOC, está conformado por un equipo multidisciplinario que realizan investigaciones destinadas a determinar el potencial bioenergético de la caña de azúcar, utilizando la biofertilización como tecnología destinada a mejorar la productividad con un mínimo impacto ambiental. En este sentido, a fin de satisfacer las necesidades bioenergéticas, la EEAOC estableció el Programa Bioenergía y, dentro de este, generó el Proyecto Cultivos Energéticos. La institución, con apoyo de empresas privadas, trabaja desde entonces en la implementación del cultivo de sorgo sacarífero como cultivo bioenergético, seleccionando variedades que satisfagan los requerimientos de las industrias alcohólicas y en el ajuste de las mejores prácticas de manejo agronómico. Desde el año 2010, en el marco de numerosos convenios firmados con empresas de biofertilizantes, se comenzaron a realizar los primeros ensayos de biofertilización en sorgo azucarado, a fin de lograr la sustentabilidad de los programas bioenergéticos.

Los resultados finales de este proyecto serán utilizados tanto por el sector agroindustrial cañero y de otros cultivos, como por los complejos industriales biotecnológicos de los países que integran este proyecto. De hecho, al tener centros de gestión más fortalecida y laboratorios equipados y acreditados, las instituciones involucradas en el proyecto serán capaces de actuar como asesores técnicos y científicos de más fiabilidad en sus países y en otros de la región.

El proyecto tendrá efectos multiplicadores que contribuirán al desarrollo rural y a las oportunidades para el desarrollo de biofertilizantes y la diversificación agrícola. También busca en las iniciativas de reducción de costos en las producciones, y el aumento de la eficiencia global en biofábricas, para aumentar la producción de alimentos y energía, y la creación de nuevos empleos en las áreas rurales en las que estas tecnologías están instaladas.

Los resultados de este proyecto se pueden extender a instalaciones biotecnológicas, servir como experiencia para otros sectores de los países participantes, otros países de la región y del grupo de los 77.

### III. RESULTADOS Y ALIANZAS

#### *Resultados Esperados*

Al final del proyecto, se obtendrán dos procedimientos para la obtención de biofertilizantes a partir de bacterias promotoras del crecimiento vegetal por fermentación utilizando los subproductos de la industria azucarera, permitiendo su uso para el incremento de alimentos sanos y más productivos.

Los resultados se presentarán en otras zonas rurales como alternativas locales, así como llevar a todos aquéllos lugares donde la aplicación de fertilizantes es nula o escasa.

Estos objetivos tienen parte de la estrategia de Gobierno de los países involucrados en el proyecto para el desarrollo de corto, y mediano plazo en el desarrollo de una agricultura sostenible, inclusiva y más equilibrada con el medio ambiente.

Los cambios fundamentales que ejercerán los resultados de este proyecto están dados en:

1. Procesos viables para la producción de biofertilizantes a partir de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.
2. Reducir el uso de fertilizantes químicos en el manejo integral de cultivos energéticos.
3. Alternativa para mejorar la nutrición, sanidad y el crecimiento vegetal a través de diferentes mecanismos tales como: la fijación biológica de nitrógeno, producción de fitohormonas, solubilización de fosfatos,

A continuación se describen los resultados esperados con sus respectivas actividades y metas:

*Resultado 1.* Seleccionadas las cepas de bacterias endofíticas autóctonas promotoras del crecimiento de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.

*Actividades:*

- 1.1 Aislar cepas de bacterias autóctonas de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.
- 1.2 Seleccionar las cepas de bacterias a partir de sus características promotoras del crecimiento vegetal: fijación de nitrógeno, producción de fitohormonas y solubilización de fósforo.
- 1.3 Caracterización de las cepas por método bioquímico y molecular.

*Metas:*

- *Cepas con potencialidades para el desarrollo de biofertilizantes comerciales.*

*Resultado 2.* Procedimientos tecnológicos para la producción de las bacterias endofíticas, *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.

*Actividades*

- 2.1 *Diseñar medio de cultivo para el crecimiento de las cepas de *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.*
- 2.2 *Evaluar el crecimiento de las cepas de *Azospirillum* y *Gluconacetobacter* hasta fermentador de escala piloto.*
- 2.3 *Evaluar el comportamiento fisiológico y la estabilidad de los biofertilizantes producidos.*

*Metas:*

- *Validado a escala piloto procesos de fermentación con medio complejo de las cepas seleccionadas de *Azospirillum* y *Gluconacetobacter**
- *Evaluada la estabilidad de los biofertilizantes obtenidos.*

*Resultado 3* *Evaluados el efecto promotor de los biofertilizantes obtenidos a partir de las cepas *Azospirillum* y *Gluconacetobacter**

## *Actividades*

3.1 *Aplicar los biofertilizantes obtenidos de Azospirillum y Gluconacetobacter en caña de azúcar y sorgo.*

3.2 *Evaluar variables agronómicas*

## *Metas*

- *Validado el efecto promotor de los biofertilizantes en los cultivos de caña de azúcar y sorgo.*

*Resultado 4. Gestionado el conocimiento de especialistas y divulgado los resultados en eventos científico técnico.*

4.1 *Curso teórico-práctico, conferencias, talleres en unidades de producción*

4.2 *Presentación de resultados en eventos científicos técnicos.*

## *Metas*

- *Personal capacitado en el uso y producción de los biofertilizantes desarrollados*

### **Recursos Requeridos para lograr los Resultados Esperados**

Para el logro de los resultados del proyecto se requiere una acertada combinación de un conjunto de recursos materiales, equipamiento, tecnología, asesorías, metodologías, cursos formativos, misiones de intercambio, y referencias de buenas prácticas para avanzar en las metas previstas.

El proyecto cuenta con un presupuesto total de 23,000.00 dólares, solicitados al Pérez-Guerrero Trust Fund (PGTF) y 76,000.00 pesos cubanos, aportados por el gobierno (ICIDCA, AZCUBA) para salarios del personal, compras por importaciones, servicios, entre otros; que garanticen su implementación.

La distribución del presupuesto por resultados y actividades del proyecto, se refiere en el acápite VII. Presupuesto.

### **Alianzas**

Para garantizar los resultados previstos el proyecto se establecerán alianzas con actores nacionales e internacionales.

- Instituciones nacionales

La implementación del proyecto se realizará por el ICIDCA, AZCUBA y con el apoyo del PNUD se activarán relaciones y alianzas con entidades nacionales (INICA) y con los gobiernos provinciales y municipales involucrados en el proyecto. Se facilitará la institucionalización y sostenibilidad de las metodologías que el proyecto desarrollará, así como la capacitación de los beneficiarios.

- Instituciones internacionales

Las instituciones extranjeras participantes la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y el Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), aportarán su soporte científico y tecnológico, sus experiencias en las metodología utilizadas para lograr los objetivos propuestos y el incremento del conocimiento del personal vinculado al proyecto. De igual manera estas instituciones se beneficiarán con los procedimientos desarrollados para su posterior implementación en los procesos productivos de sus respectivos países.

### **Riesgos y Supuestos**

Los riesgos identificados estarán sujetos a un constante control y actualización durante cada etapa de ejecución del proyecto. En unna lógica intena – Operacional se identifican los siguientes:

- Mercado doméstico limitado por lo que son necesarias las importaciones. Lo cual depende de la disponibilidad existente y cambios de precios.
- Dinámica de los procedimientos para la adquisición de los recursos y respuesta de los procesos de pago.

- El personal técnico puede estar involucrado en capacitaciones u otras actividades en el exterior que provoquen ausencia durante algún período de tiempo que afecte la ejecución de acciones del proyecto.

Referidos al contexto (riesgos externos) podemos mencionar:

- Regulaciones y procedimiento aprobatorios del PNUD – Fondos Pérez Guerrero pueden retardar la ejecución del Programa de trabajo previsto.
- Impactos de los eventos meteorológicos que provoquen daños en los experimentos e infraestructuras

Consecuentemente se han previsto diversas medidas de mitigación y los espacios de la gobernanza del proyecto donde se tomarán las decisiones a cada riesgo identificado. Un elemento crítico será asegurar la capacidad de anticipar situaciones de conflictos generadas por los riesgos previstos, en particular de los externos sobre los que la Dirección del Proyecto tiene menos maniobrabilidad. (ver anexo 3: Análisis de Riesgo: Utilice el modelo de Registro de Riesgos (Risk Log)).

### ***Participación de las Partes Involucradas***

Las principales partes interesadas, el Instituto Cubano de investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) en su calidad de líder del proyecto y los demás entes de países participando (Argentina y Ecuador), en el proyecto quedan definidas en los dos grupos:

- *Grupos Objetivo: Investigadores y Especialistas de la UEB Bioprocesos Cuba 10.*
- *Otros Grupos Potencialmente Afectados: Productores cañeros de la CPA 26 de Julio y otras unidades productivas.*

Se seguirá la estrategia de capacitación mediante talleres, clases demostrativas, días de campo, entrenamientos y otros para lograr que se comprendan los beneficios de los resultados del proyecto.

### ***Cooperación Sur-Sur y Triangular (CSS/CTr)***

En el ámbito de la cooperación CSS será relevante impulsar las visitas e intercambios de experiencias entre los países que forman parte del proyecto en los siguientes aspectos:

- Selección de bacterias endofíticas autóctonas promotoras del crecimiento de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.
- Caracterización bioquímica y molecular de las cepas *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*
- Producción a escala de banco de las bacterias endofíticas a escala de banco
- Aplicaciones e de las bacterias *Azospirillum* y *Gluconacetobacter* en caña de azúcar y otros cultivos bioenergéticos.

La modalidad Triangular CTr se desarrollará a partir de los aportes que se produzcan con entidades internacionales colaboradoras, que puedan contribuir con tecnologías e innovaciones que faciliten la identificación de lecciones aprendidas. Además, se realizarán charlas de socialización de los principales resultados para que puedan ser aplicados en otros países.

### ***Conocimiento***

Con las bacterias seleccionadas y los procedimientos de producción desarrollados, se podrá disponer de nuevos biofertilizantes que podrán ser aplicados en la agricultura cañera y otros cultivos energéticos, reduciendo el uso de fertilizantes químicos. Los resultados se divulgarán en eventos científicos, publicaciones, charlas y conferencias con especialistas y productores de los países del área que cultivan caña de azúcar, sorgo y otros cultivos bioenergéticos. Las acciones del Proyecto contribuirán a la formación de capacidades locales y nacionales que requerirá una adecuada gestión para garantizar coherencia y eficiencia del mismo. Además, se crearán oportunidades para la colaboración e intercambio de experiencias sur-sur y triangulares.

La estrategia de comunicación se implementa para la información sobre el estado del proyecto, la planificación y el logro de transparencia máxima para todos los involucrados, así como para aumentar la sinergia del co-funcionamiento. Las reuniones de dirección interactivas y las reuniones técnicas juegan un papel importante en la estrategia de comunicación.

Toda la información (como minutas de las reuniones, informes de visitas, informes de tareas, publicaciones pertinentes, etc.) se comunicará al Coordinador del Proyecto que será responsable de encauzar esta información a las otras partes y al MINCEX. La estrategia de comunicación también servirá para intercambiar eficazmente con los productores y otros usuarios potenciales, etc.

Se incluirá en la página web del ICIDCA un sitio para socializar el avance de las acciones y los resultados del proyecto. A través de los informes parciales se podrá conocer el progreso del trabajo, en base a una planificación detallada que incluirá, el tiempo estimado a la realización y los hombres-meses empleados. El Coordinador resumirá el estado del proyecto.

### ***Enfoques transversales. Enfoque de género y generacional.***

En cuanto a género, el proyecto contempla una participación balanceada. El 70 % de los investigadores que participan en el proyecto son mujeres y en los cargos de especialización dentro de la planta de la UEB Bioprocesos Cuba 10, la participación femenina supera el 55%.

En cuanto a la juventud, la situación del envejecimiento poblacional en Cuba es un hecho contundente y al que debe atenderse con urgencia. Cualquier estrategia que se establezca para formar investigadores, y para introducir nuevos productos en la agricultura cubana deberá atender a la existencia de una fuerza laboral envejecida (la edad promedio supera los 50 años de edad) cuyos conocimientos no debe perderse, pero a su vez debe atraerse y retener a personas jóvenes para garantizar la renovación y la continuidad. En este caso se está fortaleciendo la capacitación de dos jóvenes recién graduados.

### ***Sostenibilidad y Escalamiento***

En el país existe el contexto institucional para promover lógicas de sostenibilidad de los resultados del proyecto entre los que se destaca la existencia de Planes de Vulnerabilidades y Riesgos, Planes Económicos, y Planes de Gestión Ambiental, etc.; que permitirán definir, implementar y monitorear estrategias, políticas, planes, programas y presupuestos que impactan en el desarrollo tanto en la dimensión económica, social y ambiental.

Desde la dimensión de la sostenibilidad social, las acciones del proyecto proveerán oportunidades de desarrollo con la introducción de adecuadas tecnologías productivas. Se contribuirá a reducir riesgos y promover prácticas socio-económicas sostenibles; ampliando la calidad del producto; así como la estabilidad laboral y la mejora de ingresos de entidades productivas, familias e individuos.

La sostenibilidad institucional estará respaldada por el dominio técnico y los conocimientos de gestión, innovación y administrativos de los actores participantes, así como el decisivo rol de los gobiernos territoriales (La Habana, Mayabeque), dan muestras de las importantes referencias para apoyar este criterio. Esto será respaldado además por la estructura del ICIDCA que consta de una plan de producción de bioproductos que permite la producción de los biofertilizantes que puedan ser distribuidos a las diferentes unidades de producción cañeras permitiendo replicar y amplificar los resultados del proyecto con lo cual se garantiza su sostenibilidad.

Un programa de formación, que incluya procesos de transferencia de innovación y asistencia técnica, resulta esencial para poder identificar, entrenar e introducir eficazmente las tecnologías y prácticas más adecuadas. En este esfuerzo se establecerán alianzas con actores nacionales e internacionales, junto a las acciones de cooperación sur-sur y triangular que se organicen.

---

## IV. GESTIÓN DEL PROYECTO

### ***Eficiencia y Efectividad de los Costos***

Los procedimientos desarrollados en este proyecto para la obtención de biofertilizantes a partir de bacterias promotoras del crecimiento vegetal de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter* y su aplicación en unidades productoras de caña de azúcar y otros cultivos energéticos constituyen uno de los principales aspectos que permitirá ampliar los criterios de eficiencia y efectividad para definir e implementar las acciones que respaldará el proyecto. Se definirán las estrategias actuando en las brechas identificadas, tanto productivas como tecnológicas para definir las inversiones adecuadas, asegurando elevar el mejor uso de los recursos disponibles (humanos, financieros y tecnológicos) para el logro de los resultados previstos.

La estrategia seleccionada, para introducir nuevos biofertilizantes en los cultivos cañeros generará impactos positivos en términos de productividad, nivel de costos y competitividad.

Las alianzas entre instituciones especializadas y las experiencias identificadas como buenas prácticas en lógica de cooperación sur-sur y triangular son aspectos que podrán contribuir a la eficiencia y efectividad del proyecto.

La conformación y efectiva coordinación de planes de trabajo por la dirección del proyecto y la anticipada coordinación con los procesos de planificación de los actores participantes han de ser aspectos que permitirán reducir riesgos e incrementando las capacidades logísticas hacia el logro de los resultados.

### ***Gestión del Proyecto***

El proyecto se implementará en el marco del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) bajo la modalidad de Implementación Nacional. Mediante dicha modalidad y en línea con lo que fue acordado en el CPAP y con lo establecido en la resolución 15/2006. El MINCEX es el organismo rector y coordinador de la cooperación internacional, responsable de definir las prioridades nacionales para la cooperación, así como evaluar y monitorear sus logros respecto a los resultados definidos.

El ICIDCA actuará como Entidad Nacional Implementadora del Proyecto y será responsable del logro de los productos previstos en el mismo con la participación de la UEB Bioprocesos Cuba 10. Como parte de esta responsabilidad, asumirá las actividades de Dirección y Administración del Proyecto.

Se creará un Comité de Seguimiento al proyecto a nivel nacional integrado por el MINCEX, el PNUD, un coordinador por cada país participante y otros especialistas. Este Comité lo presidirá el ICIDCA.

### ***Complementariedades.***

Durante la implementación se establecerán conexiones de trabajo entre instituciones nacionales y locales, así como entre proyectos afines; buscando optimizar la gestión del proyecto y activar sinergias con iniciativas existentes, sean estas apoyada o no por la cooperación. Un ejemplo de esto se buscará la sinergia con el proyecto INICA-PGTF el cual tiene una temática afín. Se asegura así de una parte coherencia y una mayor eficiencia en los procesos de coordinación, y de otra parte un efectivo proceso de decisiones sobre las actividades y los recursos del proyecto. De igual manera se buscará promover una mayor dinámica y eficacia a las complementariedades de corte metodológico y técnico entre actores.

### ***Monitoreo, evaluaciones y auditorías.***

El seguimiento, monitoreo y evaluación del proyecto se realizará de forma coordinada entre el ICIDCA, AZCUBA y el PNUD. Además, se conciben auditorías que realizarán autoridades competentes nacionales, así como aquellas que de forma conjunta acuerde el PNUD con el MINCEX y el ICIDCA en función de los criterios de selección. Entre los que se destacan: una auditoría al menos una vez en la vida del proyecto, así como análisis ante la existencia de retardos de la implementación que pueden poner en riesgo el logro de resultados; etc.

**DOCUMENTO DE PROYECTO***Cuba*Al servicio  
de las personas  
y las naciones

**Título del Proyecto:** Utilización de bacterias promotoras del crecimiento como biofertilizantes para incrementar la productividad del cultivo de la caña de azúcar y otros cultivos bioenergéticos.

**Número del Proyecto:** 109500-108850

**Asociado en la Implementación:** ICIDCA, AZCUBA

**Fecha de Inicio:** Abril 2018 **Fecha de finalización:** Abril 2020

**Fecha de reunión del Comité Local de Revisión del Proyecto (LPAC):** 20/03/2018

### Breve Descripción

Los cultivos bioenergéticos, cuyo objetivo es la producción de biomasa con alto potencial energético, están despertando un gran interés durante los últimos años. Una de las razones principales, es que la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles ayudará a reducir tanto las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, como el uso de los derivados del petróleo. Entre los cultivos de mayor potencial bioenergético para la elaboración de biocombustibles se encuentran la caña de azúcar, sorgo azucarado, maíz y trigo.

La caña de azúcar es responsable en el mundo del 70% de la producción total de azúcar. Al igual que otras gramíneas, la caña de azúcar, posee elevados requerimientos nutricionales, debido a su gran capacidad de producción de biomasa asociada a la prolongada duración de su ciclo. Entre los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, el nitrógeno es el más importante, sin embargo también requiere cantidades suficientes de fósforo y potasio para desarrollar un buen sistema radicular, especialmente en suelos pobres. Por ésta razón, la fertilización del cultivo es una práctica agronómica necesaria que, en general, se efectúa mediante el agregado de fertilizantes químicos sintéticos. El uso indiscriminado de éstos ocasiona no sólo una grave contaminación ambiental, sino también efectos adversos sobre la salud de los trabajadores y de las personas que habitan poblaciones cercanas a los cañaverales, además de incrementar los costos de producción y producir un deterioro físico, químico y biológico del suelo, lo que repercute directamente en su capacidad productiva. Durante los últimos años, la creciente necesidad de implementar sistemas agrícolas sustentables en el manejo de los cañaverales y asegurar la sostenibilidad de los programas bioenergéticos, es necesario disminuir y/o reemplazar el uso de insumos contaminantes que demandan altos niveles de energía fósil, entre los que se destacan de manera significativa los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Una alternativa viable, ambiental y económica para el manejo integral de los cultivos energéticos, es la utilización de biofertilizantes constituidos por bacterias promotoras del crecimiento (PGPB por sus siglas en inglés Plant Growth Promoting Bacteria) capaces de mejorar la nutrición, sanidad y el crecimiento vegetal a través de diferentes mecanismos tales como: la fijación biológica de nitrógeno, producción de fitohormonas, solubilización de fosfatos, etc. Entre las bacterias PGPB asociadas a gramíneas más estudiadas durante los últimos años se encuentran las pertenecientes a los género *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*.

Teniendo en cuenta la importancia económica y ambiental de los biofertilizantes como alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos en el manejo integral de cultivos energéticos, el objetivo principal de este proyecto es desarrollar procesos técnicamente y económicamente viables para el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, de los géneros *Azospirillum* y *Gluconacetobacter*, obteniendo cepas autóctonas de las diferentes regiones, caracterizadas en forma bioquímica y molecular, que permitan desarrollar biofertilizantes estándar, con calidad y estabilidad, y evaluar su utilización en el crecimiento y la productividad del cultivo de la caña de azúcar y otros cultivos bioenergéticos como el

## V. MARCO DE RESULTADOS<sup>2</sup>

**Efecto previsto conforme lo establecido en el MANUD/ Marco de Resultados y Recursos del Programa de País [o Global/Regional]: Fortalecer las capacidades nacionales para promover soluciones medioambientales innovadoras para el desarrollo sostenible y que a su vez contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población**

**Indicadores de Efecto según lo establecido en el Marco de Resultados y Recursos del Programa de País [o Global/Regional], incluidos las metas y la línea de base: EFECTO DIRECTO UNDAF No 3: Sectores productivos claves incrementan su productividad, eficiencia y competitividad, y activan cadenas de valor, en apoyo al incremento de las exportaciones y la sustitución de importaciones.**

**Producto(s) Aplicable(s) del Plan Estratégico del PNUD: Crecimiento y desarrollo sostenible e inclusivo**

**Título del Proyecto y Número del Proyecto en Atlas:**

PRODUCTO ESPERADO	INDICADORES DE PRODUCTO <sup>3</sup>	FUENTE DE DATOS	LÍNEA DE BASE		METAS (según frecuencia de recolección de datos)			METODOLOGÍA Y RIESGOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS
			Valor	Año	Año1	Año2	FINAL	
Producto 1 Seleccionadas las cepas autóctonas de bacterias <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i> .	1.1 Aislar cepas de bacterias autóctonas de los géneros <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i> .	Registros de laboratorio	No. de cepas autóctonas aisladas	2018	No. de cepas autóctonas aisladas		No. de cepas autóctonas aisladas	Revisión de resultados, dispersión de los datos
	1.1 Cepas seleccionadas por capacidades como promotoras del crecimiento vegetal	Registros de laboratorio	Dos cepas seleccionadas	2018	Dos cepas seleccionadas		Cepas de <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i> seleccionadas para ser usadas como biofertilizantes	Métodos estadísticos, revisión de resultados, dispersión de los datos
	1.2 Cepas caracterizadas bioquímica y molecular	Registros de laboratorio	Dos Cepas clasificadas	2018	Dos Cepas clasificadas		Dos Cepas clasificadas en género y especie	Revisión de resultados, dispersión de los datos

<sup>2</sup> El PNUD publica su información sobre proyectos (indicadores, líneas de base, metas y resultados) para cumplir con las normas de la Iniciativa Internacional para la Transparencia de la Ayuda (IATI). Es necesario asegurarse de que los indicadores sean S.M.A.R.T. (Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y con Plazos Establecidos), cuenten con líneas de base precisas y metas sostenidas por evidencia y datos confiables, y evitar abreviaturas para que los lectores externos comprendan los resultados del proyecto.

<sup>3</sup> Se recomienda que los proyectos utilicen indicadores de producto del Marco Integrado de Recursos y Resultados (IRRF) del Plan Estratégico, según resulte relevante, además de los indicadores de resultados específicos del proyecto. Los indicadores deben desagregarse por género o por otros grupos objetivo, según resulte relevante.

PRODUCTOS ESPERADOS	INDICADORES DE PRODUCTO <sup>4</sup>	FUENTE DE DATOS	LÍNEA DE BASE	METAS (según frecuencia de recolección de datos)				METODOLOGÍA Y RIESGOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS
				Año	Año 1	Año 2	FINAL	
<b>Producto 2:</b> Producción a escala piloto de las bacterias <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i> .	<b>2.1</b> Concentración de bacterias <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i> obtenidos en el proceso.	Registros de laboratorio	Valor Dos procedimientos de crecimiento de las bacterias <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i>	2018	Obtención de un procedimiento	Obtención de un procedimiento de las bacterias <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i>	Revisión de resultados, dispersión de los datos	
	<b>2.2</b> Composición de los medios de cultivos para el crecimiento de las bacterias.	Registros de laboratorio	Medio de cultivo definido que permita un buen desarrollo de las bacterias	2018	Evaluado cinéticas de crecimiento de las bacterias en los medios definidos	Evaluado cinéticas de crecimiento de las bacterias en los medios definidos	Medio de cultivo definido para la producción de las bacterias <i>Azospirillum</i> y <i>Gluconacetobacter</i>	Revisión de resultados, dispersión de los datos
<b>Producto 3:</b> Biofertilizantes aplicados en cultivos energéticos (caña de azúcar y sorgo)	<b>2.3</b> Viabilidad de las bacterias en el tiempo	Registros de laboratorio	Tiempo de supervivencia de las bacterias	2019	Evaluado el comportamiento de la viabilidad	Estabilidad de los biofertilizantes producidos.	Revisión de resultados, dispersión de los datos	
	<b>3.1</b> Comportamiento de diferentes variables agronómicas.	Registro de las evaluaciones	Evaluados los biofertilizantes en caña de azúcar y sorgo	2019	Estimado el aporte de los biofertilizantes en caña de azúcar y sorgo	Estimado el aporte de los biofertilizantes en caña de azúcar y sorgo	Revisión de resultados, dispersión de los datos	

<sup>4</sup> Se recomienda que los proyectos utilicen indicadores de producto del Marco Integrado de Recursos y Resultados (IRRF) del Plan Estratégico, según resulte relevante, además de los indicadores de resultados específicos del proyecto. Los indicadores deben desagregarse por género o por otros grupos objetivo, según resulte relevante.

PRODUCTOS ESPERADOS	INDICADORES DE PRODUCTO <sup>5</sup>	FUENTE DE DATOS	LÍNEA DE BASE	METAS (según frecuencia de recolección de datos)				METODOLOGÍA Y RIESGOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS
				Año	Año 1	Año 2	FINAL	
<b>Producto 4</b> Gestionado el conocimiento de especialistas y divulgado los resultados en eventos científico técnico.	<b>4.1</b> Talleres, conferencias, con especialistas e investigadores del proyecto y productores	Listado de participantes	Valor	2018	Capacitados especialistas e investigadores, así como productores	Capacitados especialistas e investigadores, así como productores	Revisión de documentos	
	<b>4.2</b> Presentación de resultados en eventos y publicaciones científicas	Evidencias de la participación en eventos y publicación	Evidencias de la participación en eventos y publicación	2019	Socializados los resultados en eventos y al menos una publicación	Socializados los resultados en eventos y al menos una publicación	Revisión de documentos	

<sup>5</sup> Se recomienda que los proyectos utilicen indicadores de producto del Marco Integrado de Recursos y Resultados (IRRF) del Plan Estratégico, según resulte relevante, además de los indicadores de resultados específicos del proyecto. Los indicadores deben desagregarse por género o por otros grupos objetivo, según resulte relevante.

## VI. MONITOREO Y EVALUACIÓN

### Plan de Monitoreo

Actividad de Monitoreo	Objetivo	Frecuencia	Medidas a Seguir	Asociados (si fuese conjunto)	Costo (si lo hubiese)
Seguimiento del progreso en el logro de los resultados	Reunir y analizar datos sobre el progreso realizado en comparación con los indicadores de resultados que aparecen en el Marco de Resultados y Recursos a fin de evaluar el avance del proyecto en relación con el logro de los productos acordados	Semestralmente	El comité directivo del proyecto analizará cualquier demora que afecte el avance esperado del proyecto.	N/A	N/A
Monitoreo y Gestión del Riesgo	Identificar riesgos específicos que pueden comprometer el logro de los resultados previstos. Identificar y monitorear medidas de gestión del riesgo mediante un registro de riesgos. Ello incluye medidas de monitoreo y planes que se pueden haber exigido según los Estándares Sociales y Ambientales del PNUD. Las auditorías se realizarán conforme a la política de auditoría del PNUD para gestionar el riesgo financiero.	Al menos una vez en la vida del proyecto	El comité directivo del proyecto identificará los riesgos y tomará medidas para controlarlos. Se mantendrá un registro activo para el seguimiento de los riesgos identificados y las medidas tomadas.	Actores asociados	N/A
Aprendizaje	Se captarán en forma periódica los conocimientos, las buenas prácticas y las lecciones aprendidas de otros proyectos y asociados en la implementación y se integrarán al presente proyecto.	Al menos una vez por año	El comité de seguimiento del proyecto capta las lecciones relevantes que se utilizarán para tomar decisiones gerenciales debidamente informadas.	N/A	N/A
Aseguramiento de Calidad Anual del Proyecto	Se evaluará la calidad del proyecto conforme a los estándares de calidad del PNUD a fin de identificar sus fortalezas y debilidades e informar a la gerencia para apoyar la toma de decisiones que facilite las mejoras relevantes.	Anual	El comité directivo del proyecto revisará las fortalezas y debilidades que se utilizarán para la toma de decisiones informadas a fin de mejorar el desempeño del proyecto	N/A	N/A
Revisar y Efectuar Correcciones en el curso de acción	Revisión interna de datos y evidencia a partir de todas las acciones de monitoreo para asegurar la toma de decisiones informadas.	Al menos una vez por año	El comité directivo del Proyecto debatirá los datos de desempeño, riesgos, lecciones y calidad que se	N/A	N/A

Actividad de Monitoreo	Objetivo	Frecuencia	Medidas a Seguir	Asociados (si fuese conjunto)	Costo (si lo hubiese)
<b>Informe del Proyecto</b>	Se presentará un Informe del Proyecto a la Junta Directiva y a los actores clave, incluyendo datos sobre el progreso realizado que reflejen los resultados logrados de conformidad con las metas anuales definidas de antemano en cuanto a productos, un resumen anual sobre la calificación de la calidad del proyecto, un registro de riesgos actualizado, con medidas de mitigación, y todo informe de evaluación o revisión preparado durante el período.	Anual y al finalizar el proyecto (Informe Final)	utilizarán para corregir el curso de acción. El Comité de Seguimiento asegurará la elaboración del Informe de proyecto y se aprueba por el Comité Directivo.	N/A	N/A
<b>Revisión del Proyecto (Junta Directiva del Proyecto)</b>	El mecanismo de gobernanza del proyecto (es decir, la Junta Directiva del Proyecto) efectuará revisiones periódicas del proyecto para evaluar su desempeño y revisar el Plan de Trabajo Plurianual, a fin de asegurar una elaboración del presupuesto realista durante la vida del proyecto. En el transcurso del último año del proyecto, la Junta Directiva realizará una revisión final del proyecto para captar las lecciones aprendidas y debatir aquellas oportunidades para escalar y socializar los resultados del proyecto y las lecciones aprendidas con los actores relevantes.	Al menos una vez por año	El Comité Directivo del Proyecto debatirá toda inquietud referente a la calidad o a un progreso más lento de lo esperado y acordará medidas de gestión para abordar las cuestiones identificadas.	N/A	N/A

**Plan de Evaluación<sup>6</sup>**

Título de la Evaluación	Asociados (si fuese un proyecto conjunto)	Producto Relacionado del Plan Estratégico	Efecto MANUD/CPD	Fecha de Realización Prevista	Principales Actores en la Evaluación	Costo y Fuente de Financiamiento
Evaluación de Medio Término	N/A					
Auditoría	N/A		CPD Outcome 26	A cierre del 1er Semestre 2019	Entidad contratada	Proyecto

<sup>6</sup> Opcional, si fuese necesario.