

UNIVERSIDAD DE CALDAS
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADOS
Proyecto financiado por el Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías
e-mail: aprovechamiento.residuos@ucaldas.edu.co

Segunda Rendición de Cuentas, diciembre 20 de 2016

Nombre del proyecto: **Implementación de una estrategia integral a través de innovación biotecnológica para el aprovechamiento de residuos en el Departamento de Caldas**

1. Contexto general

El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 retoma un estudio del Banco Mundial (Larsen, 2004) donde se estima que los costos para la economía colombiana asociados con la contaminación atmosférica urbana e intradomiciliaria, los servicios deficientes de abastecimiento de agua, saneamiento e higiene y los desastres y la degradación de los suelos ascienden al 3,7% del PIB, los cuales recaen con mayor peso sobre los segmentos vulnerables de la población. El Departamento de Caldas no es ajeno a esta situación. En el informe de la Superservicios (2008) "Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia" se enuncia que el departamento produce en promedio 572,8 toneladas día de residuos, aumentando un 23,73% el indicador de 2006. Cada día producimos más basura y es necesario aplicar Ciencia, Tecnología e Innovación para dar soluciones. De forma paralela, existe una tendencia mundial hacia productos ambientalmente más sanos lo que implica minimizar los impactos ambientales negativos maximizando la eficiencia de la producción. En este orden de ideas el concepto de economía azul, acuñado por Gunter Paulli director global de la iniciativa ZERI, cobra relevancia en el sentido de que en la naturaleza la basura no existe, cada producto residual es la base para un nuevo producto. El reto es aprovechar los residuos agrícolas y agropecuarios mediante el uso de biotecnologías para generar valor socioeconómico y ambiental, partiendo de las capacidades científicas de la Universidad, la Empresa y el Estado en Caldas. Bajo este enfoque, partimos desde la formación técnica y tecnológica hasta la formación doctoral, a fin de formar y preparar talento humano capaz de desarrollar investigación aplicada que se traduzca en soluciones para el aprovechamiento de los residuos agroindustriales y agrícolas de Caldas. Estos desarrollos pueden traducirse en paquetes tecnológicos a la medida para un municipio, un sector o una empresa, patentes o incluso de nuevas empresas de base tecnológica a partir de los residuos. El proyecto parte de la iniciativa de la planta de Bioprocesos y Agroindustria y del Grupo de Investigación en Alimentos y Agroindustria (Categoría A1) de la Universidad de Caldas.

2. Objetivos del Proyecto

Objetivo General

Diseñar e implementar una estrategia integral para el tratamiento y aprovechamiento de residuos en el sector agrícola y agroindustrial de Caldas, mediante innovación en procesos biotecnológicos y la formación del capital humano pertinente para la generación de valor en el sector agrícola y agroindustrial de Caldas.

Objetivos Específicos

- a. Formar recursos humanos con las competencias necesarias para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos agroindustriales y agrícolas.
- b. Diseñar e implementar bioprocesos para el aprovechamiento y mitigación de los residuos agroindustriales y agrícolas.
- c. Aumentar la cobertura de las soluciones tecnológicas eficientes para el manejo de los residuos agrícolas y agroindustriales en Manizales y en los municipios de Caldas.
- d. Fortalecer la creación de empresas de base biotecnológica para el aprovechamiento de residuos agropecuarios y agroindustriales del Departamento de Caldas.

3. Productos

A continuación, se relacionan los productos del proyecto con su estado de avance a 30 de noviembre de 2016.

Objetivo específico a: Formar recursos humanos con las competencias necesarias para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos agroindustriales y agrícolas.

PRODUCTO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	AVANCE DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE AVANCE
Número de doctores formados	1	Formación de un doctor en Colombia	Se financió la siguiente tesis doctoral: 1. Pedro José Barragán: Evaluación del plasma sanguíneo bovino en cultivo de lactobacilos por fermentación sumergida y sistemas alimentarios (en preparación del informe final; último semestre del programa doctoral).	95%
Beneficiarios de beca hasta un 88% (*) de estudios de doctorado en el país.	2	Beca matrícula para doctorado	Se están financiando las matrículas y sostenimiento de tres estudiantes de doctorado en Ciencias Agrarias de la Universidad de Caldas en las siguientes temáticas: 2. Liliana María Vargas: Obtención de carbohidratos con potencial antiinflamatorio y citotóxico de <i>Agaricus brasiliensis</i> por fermentación sumergida (sexto semestre del programa doctoral). 3. Diego Andrés Ospina: Estudio de características físico-químicas y grupos de microorganismos durante el proceso de compostaje con y sin adición de roca fosfórica (sexto semestre del programa doctoral). 4. Yésica Alejandra Patiño: Obtención de un preparado enzimático de ligninasas por fermentación en estado sólido empleado <i>Trametes versicolor</i> y residuos agroindustriales (quinto semestre del programa doctoral).	Liliana: 85,7% Diego: 85,7% Yésica: 71,4%
Número de investigadores apoyados para movilización (estudiantes de doctorado)	2	Apoyo para pasantía en el exterior.	Pasantía Internacional en el China National Engineering and Research Center of JUNCAO Technology at Fujian Forestry and Agricultural University (FAFU), Fuzhou, People's Republic of China	100% (viajaron Liliana y Juan Camilo)

Beneficiarios de beca para estudios de maestría orientadas a la investigación en el país	3	Beca matrícula para maestría	Se financiaron tres estudiantes de Maestría en Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Caldas en las siguientes temáticas: 1. Juan Camilo Henao: Estudio del efecto de la luz azul sobre varias actividades lignocelulolíticas y la producción de basidiomas del hongo <i>Schizophyllum commune</i> (Finalizado). 2. Rafael Eduardo López: Evaluación del tratamiento fotocatalítico de lixiviados generados en el procesamiento de lodos provenientes de plantas de sacrificio de aves (Informe final en evaluación). 3. María Berenice Ocampo: Evaluación de la producción de biomasa de la microalga <i>Scenedesmus</i> sp bajo la influencia de la luz roja, amarilla y blanca, utilizando CaCO ₃ como fuente de carbono (Informe final en evaluación).	100% para los tres estudiantes (uno ya graduado)
Número de investigadores apoyados para movilización (estudiantes de maestría)	3	Apoyo para pasantía en el exterior	Pasantía Internacional en el Instituto Tecnológico de Costa Rica en la temática de Procesos de escalamiento de cultivo microalgal y sus técnicas de cultivo	33,33% (viaje de Berenice)
Tesis doctorales financiadas	3	Aporte en equipos e insumos necesarios para el desarrollo de los proyectos.	Se financiaron cuatro tesis doctorales	Pedro: 100% Liliana: 85,7% Diego: 85,7% Yésica: 71,4%
Tesis de maestría financiadas	3	Aporte en equipos e insumos necesarios para el desarrollo de los proyectos.	Se financiaron tres tesis de maestría	100%
Profesionales y tecnólogos formados en temáticas objeto de estudio del proyecto. 4 diplomados	80	Realización de diplomados	Se realizó el primer diplomado en Tecnología del cultivo de macromicetos. Se está promocionando el segundo diplomado en Aprovechamiento de residuos agroindustriales por métodos biotecnológicos, el cual está próximo a realizarse. Los dos diplomados restantes están programados para el año 2017.	25% (un diplomado)

Personas capacitadas en competencias laborales o técnicas (recicladores y comunidad)	80	Realización de curso de capacitación	Se realizó un primer ciclo de conferencias sobre Aprovechamiento de residuos con la participación de expertos nacionales en la utilización de residuos para la obtención de productos de valor agregado dirigido a la comunidad en general y a los recuperadores asociados al PGIRS Manizales. Se está iniciando el curso de capacitación en aprovechamiento de residuos y producción de compost a un grupo de recuperadores de los Municipios de Aguadas y la Dorada.	95%
Artículos de investigación generados y publicados en revistas indexadas internacionales	4	Elaboración de publicaciones científicas	Se han publicado cinco artículos en revistas indexadas internacionales: Artículo: EVALUACIÓN DEL PROCESO DE HIDROCAVITACIÓN EN LA CONSERVACIÓN DE PULPA DE LULO (<i>Solanum quitoense</i>) Artículo 2: EFECTO DE LA HIDROCAVITACIÓN EN LA LIBERACIÓN DE AZÚCARES DEL ASERRÍN DE ROBLE: EVALUACIÓN EXPLORATORIA Artículo 3: MODELAMIENTO DE LA CINÉTICA DE HIDRÓLISIS DE LAS PROTEÍNAS DEL PLASMA SANGUÍNEO BOVINO CON ENDOPROTEASA ALCALINA BACTERIANA Artículo 4: SIMULACIÓN DEL PROCESO DE REFINACIÓN DE ACEITE DE PALMA Artículo 5: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA EN EL CULTIVO DEL HONGO <i>SCHIZOPHYLLUM COMMUNE</i> EMPLEANDO RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	Liliana: 85,7% Diego: 85,7% Yésica: 71,4%
Artículos de investigación generados y publicados en revistas indexadas nacionales	4	Elaboración de publicaciones científicas	Se han publicado dos artículos en revistas indexadas nacionales: Artículo: Determinación de la velocidad de producción de biomasa de la especie <i>Scenedesmus</i> sp. Artículo: Ligninasas de <i>Coriolus versicolor</i> por Fermentación en Estado Sólido para Alimentación de Rumiantes+F4	100% (viajaron Liliana y Juan Camilo)
Libros de investigación generados	2	Elaboración de publicaciones científicas	En diseño de contenido	100% para los tres estudiantes (uno ya graduado)

Objetivo específico b: Diseñar e implementar bioprocesos para el aprovechamiento y mitigación de los residuos agroindustriales y agrícolas.

PRODUCTO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	AVANCE DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE AVANCE
Incremento del portafolio de bioprocesos de aprovechamiento y tratamiento de residuos mediante dotación en equipos a nivel piloto para tecnologías de bioseparación		Dotación tecnológica, (equipos y software)	A través de la dotación tecnológica que permitió el proyecto, la Planta de Bioprocesos y Agroindustria logró un incremento sustancial en las actividades de desarrollo tecnológico que ofrece al sector productivo, a la comunidad académica y a otras comunidades y entidades. En particular, se amplió la base de equipos de separación, de transformación biológica y de procesamiento a nivel piloto para realizar prototipaje con miras al posterior desarrollo de paquetes tecnológicos (en futuros proyectos) a ser ofrecidos al sector productivo; adicionalmente, se adquirieron equipos de laboratorio y otros equipos auxiliares. Los equipos de bioseparación fueron diseñados y construidos con el fin de realizar la concentración y purificación inicial de bioproductos obtenidos a partir de matrices sólidas y líquidas. Cabe destacar que los equipos de bioseparación y para tratamiento térmico fueron diseñados por el grupo de investigadores del proyecto. Los demás equipos fueron seleccionados y comprados a diferentes proveedores.	100%
Acondicionamiento de infraestructura para el montaje de nuevos equipos (con recursos propios de la Universidad de Caldas)	100	Adecuación de edificios para montaje de equipos	Con los recursos de la contrapartida en efectivo de la Universidad de Caldas se financió la adecuación de las siguientes áreas de la Planta de Bioprocesos y Agroindustria: laboratorio general que comprende zona de preparación de muestras, zona de microbiología general y unidad de análisis instrumental, unidad de operaciones unitarias, laboratorio de aguas residuales y área de cubículos para estudiantes de postgrado; estas áreas, a excepción de la última, tienen las instalaciones necesarias para la conexión de equipos que requieren diferentes tipos de servicios como electricidad, agua, aire comprimido y vapor de caldera.	100%
Desarrollo de proyectos con el sector agroindustrial (industrial o agropecuario) para estructurar paquetes tecnológicos en diferentes fases de desarrollo.	15	Contratación de personal científico y administrativo para el desarrollo de los proyectos	Se han formulado y presentado seis proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico ante diferentes entidades financiadoras externas (Colciencias, BIOS, recursos estampilla pro Universidad de Caldas y Universidad Nacional de Colombia sede Manizales). Estos proyectos se han presentado en alianza con empresas del sector productivo o para impactar el sector productivo. Las actividades de contratación de personal, insumos y	40%

PRODUCTO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	AVANCE DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE AVANCE
		Insumos y reactivos	reactivos, servicios técnicos, talleres y actividades relacionadas y salidas de campo, están consignadas en cada uno de los proyectos. Actualmente, se están formulando dos proyectos de investigación y desarrollo para el sector agroindustrial. Los proyectos presentados son los siguientes: 1. Evaluación de la producción de <i>Ganoderma lucidum</i> y su actividad antiinflamatoria bajo dos condiciones de cultivo en estado sólido: luz azul y suplementación con germanio 132 en alianza con la empresa REISHI de Colombia y la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales (Recursos Estampilla pro Universidad de Caldas y Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales). 2. DISEÑO Y EVALUACIÓN A NIVEL PILOTO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EMPLEANDO UNA COMBINACIÓN DE TRATAMIENTOS CON FILTRO DE ARENA, PROCESO BIOLÓGICO CON HONGOS MACROMICETOS Y FOTOCATÁLISIS en alianza con la empresa Multialimentos de Colombia SAS (Colciencias). 3. Producción de ácido láctico y poliláctico a nivel piloto empleando residuos agroindustriales. Fase I: Obtención de ácido láctico y diseño conceptual del proceso de polimerización hasta ácido poliláctico en alianza con la empresa ARGUS SAS (Colciencias). 4. Secuenciación genómica y ensamblaje de cuatro especies de hongos macromicetos de importancia biotecnológica (CENTRO DE BIOINFORMÁTICA Y BIOLOGÍA COMPUTACIONAL DE COLOMBIA CBBC – BIOS). 5. Aprovechamiento de recursos y residuos agropecuarios para el desarrollo de un sistema integrado ambientalmente responsable basado en tres procesos productivos en alianza con la empresa Jaraguay SAS (colciencias). 6. VALIDACIÓN DE UN INOCULANTE BIOLÓGICO DE BASE MICROBIOLÓGICA COLOMBIANA, PARA LA TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES, EN COMPUESTOS ESTABLES Y BENÉFICOS PARA EL SUELO, proyecto en alianza con la empresa PRO-AMB (Colciencias)	
Servicios técnicos para el proyecto	Talleres y actividades relacionadas	Salidas de campo		

PRODUCTO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	AVANCE DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE AVANCE
Revisión de experiencias nacionales e internacionales y establecimiento de alianzas (9 nacionales y 3 internacionales)	12	Visita de expertos a países en América y en Colombia	El grupo de investigadores del proyecto participó en la Feria mundial de nutraceuticos Supply Side West 2014, realizada en la Vegas EUA y en donde se reconocieron modelos de negocio de empresas que producen sustancias bioactivas y nutraceuticas para el mercado mundial.	8% (con la carta de intención con Fuzhou en China, sería un 16%)
Desarrollo de prototipos de productos obtenidos de residuos ya desarrollados.	2	Personal científico especializado	Prototipo de Biorreactor de 50 Litros con automatización y control para la producción de biosustancias y prototipo de del proceso del cultivo de <i>Ganoderma lucidum</i> (en desarrollo).	50%

Objetivo específico c: Aumentar la cobertura de las soluciones tecnológicas eficientes para el manejo de los residuos agrícolas y agroindustriales en Manizales y en los municipios de Caldas.

PRODUCTO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	AVANCE DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE AVANCE
Desarrollo y aplicación de biotecnologías no convencionales de tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios en dos municipios de Caldas.	2	Desarrollo de tecnologías no-convencionales en la Planta de Bioprocesos y Agroindustria	<p>Se estructuró, tramitó y suscribió un convenio de cooperación científica entre un instituto de investigación de Ucrania (Tekmash) y la Universidad de Caldas para la adquisición y puesta en marcha de un equipo de cavitación hidrodinámica para experimentación en tratamiento de aguas residuales como lixiviados de rellenos sanitarios. Este equipo ya fue instalado en el Laboratorio de Aguas Residuales de la Planta de Bioprocesos y Agroindustria. La experimentación se iniciará en enero de 2017.</p> <p>Se han vinculado dos estudiantes de maestría para adelantar la fase experimental del tratamiento de lixiviados por cavitación.</p> <p>Se adelantaron visitas a los rellenos sanitarios de La Dorada y Aguadas con el objeto de reconocer sus procesos de recolección y manejo de lixiviados; se tomaron muestras de los lixiviados para su posterior análisis en la Planta de Bioprocesos y Agroindustria.</p>	60%
Implementación o mejoramiento de biotecnologías convencionales de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos.	2	Desarrollo de tecnologías convencionales en la Planta de Bioprocesos y Agroindustria	<p>Se está estructurando el documento técnico sobre el cultivo de nuevas especies de macromicetos a partir de residuos sólidos: cultivo de <i>Schizophyllum commune</i></p> <p>Se está estructurando el documento técnico sobre mejoramiento de la tecnología de compostaje mediante suplementación y manipulación de variables físico-químicas.</p>	50%
Conformación de dos asociaciones de recicladores en dos municipios de Caldas en el marco de los PGIRS	2		Esta actividad se realizará en el año 2017	50%

Objetivo específico d: Fortalecer la creación de empresas de base biotecnológica para el aprovechamiento de residuos agropecuarios y agroindustriales del Departamento de Caldas.

PRODUCTO	CANTIDAD	ACTIVIDAD	AVANCE DE ACTIVIDAD	PORCENTAJE DE AVANCE
Spin off creado a partir del uso de residuos agrícolas	1	Contratación de consultoría especializada	Se suscribió el contrato con Incubar Manizales para este propósito	10% (contrato de ejecución firmado con Incubar e inicio de actividades)
Patentes solicitadas en Colombia	1	Trámite ante la SIC	La Superintendencia de Industria y Comercio otorgó la Patente: "BIORREACTOR PARA LA OBTENCIÓN DE SUSTANCIAS BIOACTIVAS POR FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO EMPLEANDO HONGOS MACROMICETOS"	100%
Patente solicitada en EUA	1	Trámite ante la USPTO	En trámite ante la United States Patent and Trade Office (USPTO)	100%
Red de aliados para emprendedores	1	Talleres con stakeholders	Se suscribió el contrato con Incubar Manizales para este propósito	10% (contrato de ejecución firmado con Incubar e inicio de actividades)
Planes de negocio para emprendedores	2		Se suscribió el contrato con Incubar Manizales para este propósito	15% (contrato de ejecución firmado con Incubar e inicio de actividades)

4. Presupuesto

a. Distribución general de los recursos

Presupuesto		
Ítem	Valor (\$)	% ejecución
Recurrentes Universidad de Caldas	1.985.300.000	85,00
Efectivo Universidad de Caldas	180.000.000	100,00
Recurrentes Secretaría de Vivienda Departamental	90.000.000	90,00
Recurrentes Incubadora de Empresas	10.000.000	50,00
Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del SGR	2.053.752.632	92,50
Total	4.319.052.632	

5. Preguntas

Espacio libre para la realización de preguntas previas a la reunión de Rendición de Cuentas.