



INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA
ACTA 1 DE 2018
(29 DE ENERO)

HORA: HORA: 9:30 am – 11:00 am.

LUGAR: Sala de juntas IBUN

Asistentes

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	PRINCIPAL	SUPLENTE	CONTROL ASISTENCIA
1. Agrícola	Mónica Guzmán	Daniel Uribe(No)	Si
2. Doctorado	Sonia Ospina	No aplica	No
3. Salud	María Teresa Reguero	No Aplica	Si
4. Bioprocesos	Gustavo Buitrago	No aplica	No
5. Representante de profesores	Sonia Ospina (no)	María Teresa Reguero	Si
6. Profesora invitada	Nubia Moreno	No aplica	Si
7. Profesor Invitado	Yoshie Hata	No aplica	Si
8. Profesora invitada	Dolly Montoya	No aplica	Si
9. Profesor invitado	Fabio Aristizábal	No aplica	Si
10. Director IBUN	Carlos Arturo Martínez	No aplica	Si
11. Proyectos	Ibonne García	No aplica	Si

AGENDA PROPUESTA

1. Verificación del quórum
2. Aprobación de Acta No19 y 20 del 2017
3. Seminario institucional – definición de temática
4. Convocatoria reconocimiento de Actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología – Proceso de Autoevaluación
5. Compromisos y varios
 - Solicitud aval estancia de investigación estudiante extranjera – Dolly Montoya
 - Convenio de cooperación técnico científica IBUN - COLOMBIA DREMS MARIHUANA S.A.S.

DESARROLLO DEL ORDEN DEL DÍA

1. Verificación del quórum

Verificado el quórum necesario, se da por instalado el Comité Académico y se inicia la sesión a las 9:30 de la mañana. La reunión fue coordinada por el profesor Carlos Arturo Martínez, Director del Instituto de Biotecnología y la secretaría realizada por Ibonne García.

2. Aprobación de las Actas No19 y No20 de 2017

El profesor Carlos Martínez comenta que se recibieron algunas observaciones de forma a las Actas por parte de la profesora María Teresa Reguero. La oficina de proyectos informa que las correcciones ya habían sido incluidas. En consideración de lo anterior el Comité Académico aprueba las Actas No19 y 20 del 2017.

3. Seminario institucional – definición de temática

El profesor Carlos Martínez comenta que se requiere establecer la temática del seminario institucional para el 2018, por lo que escuchará sugerencias al respecto. La profesora Yoshie Hata, propone que se cree como una asignatura para que los estudiantes se puedan escribir y de esta manera asegurar la asistencia, al respecto el profesor Emiliano Barreto comenta que no es posible ya que entonces sólo se podría ver una vez en un semestre.

También se discute que podría articularse a los programas de posgrado y que de alguna manera este pueda ser tenido en cuenta en algunas asignaturas de dichos programas y además que se podría cambiar el horario para que este no se sobrelape con otras asignaturas y así se asegure una mayor asistencia.

La profesora Mónica Guzmán propone que en esta ocasión se dé el espacio a los estudiantes de pregrado y posgrado que hacen sus trabajos de grado y tesis en el Instituto, podrían ser grupos de dos a tres estudiantes que presenten conjuntamente y corresponderían a 4 o 5 sesiones por semestre. La profesora Dolly Montoya también sugiere que se haga el seminario de presentación e introducción al trabajo en el Instituto más detallado especialmente en lo que corresponde a seguridad en el laboratorio y sistema de calidad si es necesario hacer más de una sesión y que este sea de mayor interacción con los estudiantes, además de presentar un informe de los productos académicos y del trabajo en conjunto que hacen los grupos de investigación del IBUN. Al respecto la oficina de proyectos complementa diciendo que esto también nos ayudaría en el proceso de autoevaluación que estamos llevando a cabo y sería el espacio indicado para mostrar los resultados del diagnóstico realizado.

Los miembros del Comité Académico acuerdan que además se continúe con las conferencias magistrales de profesores externos (nacionales y extranjeros) que visiten el Instituto con el propósito de realizar actividades en los posgrados, se abrirá el espacio para la charla en la temática del expertis del profesor visitante, los cuales corresponden 4 y 5 charlas por semestre según el histórico de los últimos años.

Teniendo en cuenta que quedarían cuatro o cinco sesiones por semestre se define invitar a expositores que trabajen en una misma línea que sea de interés para la comunidad del IBUN y además conservar el horario del jueves 8:00 am a 9:00 am semanalmente por este semestre y a mitad del mismo discutir la posibilidad de cambiarlo de 11:00 a 12:00 de la mañana.

La Dirección se compromete a informar a los docentes que no pudieron asistir al Comité la metodología propuesta.

4. Convocatoria reconocimiento de Actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología – Proceso de Autoevaluación

Sobre los avances realizados la Oficina de proyectos informa a los miembros del Comité Académico que se realizó la consulta a Colciencias sobre como podíamos presentar los Estados financieros de los últimos cinco años en consideración a que somos un centro dependiente de la Universidad Nacional de Colombia, si era posible presentar los estados financieros generales de la Universidad ya que estamos bajo un único NIT. Al respecto Colciencias nos responde que se deben enviar tanto los informes financieros de la Universidad así como los específicos del Instituto, debidamente firmados por la instancia que considere pertinente el Representante Legal y la normativa interna.

La respuesta por escrito se remitió al señor Oscar Alba Jefe de la Dirección Académica, teniendo en cuenta que esta dependencia es responsable de la ejecución financiera de los recursos del Instituto, con el fin de que estos informes sean generados.

Adicionalmente se comenta a los profesores que junto con la citación a este Comité Académico se había enviado la información de producción académica y de proyectos ejecutados a todos los grupos de Investigación durante los últimos cinco años, con el ánimo de que realizarán la verificación de esta información y les permitiera hacer un análisis del grupo, adicionalmente menciona que toda la información de producción académica, de talento humano y proyectos ejecutados se podía jalar al formulario digital de la Convocatoria desde los Grup_LAC.

Adicionalmente se plantea que con el fin de avanzar en la construcción del Plan Estratégico se considera que podrían proyectarse por grupos las metas de I+D como se habían realizado en el 2016 para la vigencia 2016-2018, al respecto el profesor Emiliano Barreto aclara que esta se había realizado no por grupo sino por área. La dirección al respecto menciona que es necesario realizar la actualización de los Grup_LAC y para esto se requeriría que cada grupo designe a un investigador para que trabaje con la Oficina de proyectos para hacer también corrección de productos que no hayan sido aprobados en la convocatoria anterior.

El Comité Académico sugiere que se contrate a un profesional que sepa manejar la plataforma de Colciencias para hacer este trabajo lo más rápido posible con cada uno de los grupos.

5. Compromisos y varios

- **Solicitud aval estancia de investigación estudiante extranjera – Dolly Montoya**

La Oficina de proyectos informa que la ORI Bogotá envió una solicitud para la realización de una estancia de investigación de la Estudiante Mónica Ranger de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Bonn – Alemania. La pasantía se realizará durante los meses de febrero a mayo de este semestre bajo la dirección de la profesora Dolly Montoya.

El Comité Académico da aval para la realización de la estancia de investigación.

- **Convenio de cooperación técnico científica IBUN - COLOMBIA DREMS MARIHUANA S.A.S.**

El profesor Fabio Aristizábal comenta a los miembros del Comité Académico que este convenio se generó a través de un proyecto que se había formulado en el 2016 para pasar al Fondo de C&T del Sistema General de Regalías en el cual se involucraba el cultivo del Caucho Natural con Marihuana sin

embargo, este proyecto finalmente no fue aprobado. La empresa **COLOMBIA DREMS MARIHUANA S.A.S.** decidió financiar el componente de investigación en Marihuana para lo cual se formuló el convenio que se presenta. Adicionalmente menciona que el proyecto tiene un componente de caracterización agronómica de variedades de interés de la empresa, que será realizada por un grupo de la Facultad de Ciencias Agrarias, así como su caracterización fitoquímica la cual se realizaría con el grupo de Farmacia de la profesora Yoshie y la caracterización molecular por el grupo de Bioprocesos.

- **Contrato 05-2018 entre Colciencias y el IBUN**

El cual corresponde a un proyecto de investigación aprobado en la convocatoria 776 de generación de nuevo conocimiento de Colciencias. El proyecto maneja la temática de biocontrol con especies bacterianas de origen marino y fue presentado por las profesoras Dolly Montoya y Nubia Moreno.

- **Contrato 164-2018 entre Colciencias y el IBUN**

El cual corresponde a la estancia posdoctoral de Luis Miguel Serrano a través de la convocatoria 784 de 2017 de Colciencias, la cual se realizará bajo la dirección de la profesora Dolly Montoya en alianza con Ecodiesel. Se menciona que esta convocatoria estaba dirigida a Doctores graduados desde el 2014 y que hubiesen sido financiados por Colciencias.

El Comité Académico solicita el envío del resumen del convenio y de los contratos para tener una mayor claridad de las propuestas financiadas, además que dichos resúmenes son requeridos por el Consejo de Instituto.

Siendo las 11:00 y habiendo agotados los temas de la agenda se da por terminada la reunión.

Original firmado

CARLOS ARTURO MARTÍNEZ RIASCOS
C.C. 94.432.342
Director IBUN

Original firmado

IBONNE AYDEE GARCÍA ROMERO
C.C. 35.529.186
Oficina de Proyectos

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA
Resúmenes Convenios y contratos Comité Académico No1 de 2018

1. Nombre: CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN TÉCNICA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA CELEBRADO ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA Y COLOMBIA DREMS MARIHUANA S.A.S.

Objeto: ejecutar técnica y financieramente el proyecto “INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE EXTRACTOS ESTANDARIZADOS CON BASE EN *Cannabis sp.* CON POTENCIALES APLICACIONES TERAPÉUTICAS”

Grupos de Investigación:

Bioprocesos y Bioprospección- IBUN - Prof. Responsable Fabio Aristizábal

Principios Bioactivos en plantas medicinales- Dpto. Farmacia Prof. Responsable Yoshie Hata

Sistemas integrales de producción agrícola y forestal – SIPAF – Fac. Ciencias Agrarias. Prof. Responsable Jairo Cuervo

Duración: 60 meses

Valor del Convenio:

Recursos en efectivo **\$2.000.000.000** (Dos mil millones de pesos) aportados por **COLOMBIA DREMS MARIHUANA S.A.S.**

Recursos en Especie **\$600.000.000** (seiscientos millones de pesos) aportados por la Universidad Nacional de Colombia representados en tiempo de personal docente y administrativo, infraestructura, uso de equipos, bases de datos y software.

RESUMEN DEL PROYECTO:

Colombia, a partir de la expedición del Decreto 2467 de 2015 del Ministerio de Salud y Protección Social, se encuentra reglamentado “el cultivo de plantas de *Cannabis*, la autorización de la posesión de semillas para siembra, el control de las áreas de cultivo, así como procesos producción y fabricación, exportación, importación y uso destinados a fines estrictamente médicos y científicos”. Lo anterior permite evaluar múltiples potencialidades de aplicación terapéutica e industrial para obtener diversos productos, a partir de sus diferentes variedades y órganos vegetales.

Cannabis sp L. fue una de las primeras plantas utilizadas con fines medicinales y su cultivo ha sido conocido desde tiempos inmemorables. Las aplicaciones de la planta son variadas; en terapéutica para el alivio del dolor, entre otros; en la industria para la obtención de fibras, de aceites para la fabricación de tintas y preparación de jabones, de aceites esenciales para la industria cosmética y como alimento, ya que sus semillas tienen importante valor nutricional.

Teniendo en cuenta la ilegalidad que hasta ahora ha acompañado el cultivo y uso de la *Cannabis sp* a nivel mundial y local, es necesario empezar a estudiar diversas variedades de la planta que se puedan localizar en nuestro país y establecer su potencial utilidad terapéutica y/o medicinal. De allí se plantearon los siguientes objetivos: 1) Estudiar al menos 5 variedades de *Cannabis sp* con el fin de realizar su caracterización, mediante análisis fitoquímicos,

genómicos y transcriptómicos y elegir una variedad para el desarrollo de un extracto estandarizado con potencial aplicación medicinal, II) Establecer condiciones agronómicas óptimas de cultivo de la variedad de *Cannabis sp* elegida para obtener los cannabinoides III) Establecer condiciones de extracción y purificación óptimas para los cannabinoides IV) Realizar la caracterización química de los extractos obtenidos V) Evaluar potenciales usos alternativos para la obtención de fibras de una variedad de *Cannabis sp*. tipo fibra. El tiempo de ejecución del proyecto es de cinco años y el valor total es de \$2.000.000.000. La participación de instituciones de investigación reconocidas garantizarán los resultados del proyecto que incluye la cofinanciación representada en bienes y servicios y por valores de \$600.000.000 para el caso del Instituto de Biotecnología (IBUN), la Facultad de Ciencias Agronómicas y del Departamento de Farmacia de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

El uso de diferentes preparados con base en plantas medicinales es uno de los campos con mayor impacto en la actualidad debido a la amplia diversidad de plantas con potencial farmacéutico y los diferentes usos para tratar múltiples enfermedades. En este sentido, la *Cannabis sp.* es una planta con amplios estudios y usos medicinales, entre otros. En algunos países se han adelantado estudios sobre su actividad como agente terapéutico, inhibidor de los cuadros de náuseas, vómito, pérdida de apetito y dolor en pacientes con cáncer que reciben quimioterapia o en pacientes que padecen sida. De forma experimental también se está utilizando con éxito en los cuadros de arteriosclerosis múltiple, principalmente para suprimir los espasmos sintomáticos, adicionalmente existen reportes donde se mejoran tratamientos de glaucoma. A pesar de ello, en nuestro país su estudio ha sido limitado debido a las restricciones legales y los impedimentos jurídicos que sólo hasta inicios del año 2016 se empezó a reglamentar. Actualmente ya existe una vía legal que permite su producción y estudio con fines medicinales. Por lo anterior, el proyecto plantea la posibilidad de iniciar estudios claros orientados a explorar su potencial medicinal.

* La profesora Mará Teresa Reguero sobre este proyecto realizó la siguiente observación “OJO Como este convenio involucra la participación de 3 profesores que están adscritos a otras Unidades Académicas, no sé si requeriría la autorización de los directores de dichas Unidades. Adicionalmente por el trabajo que se va a desarrollar por ejemplo la caracterización agronómica y la caracterización fitoquímica supongo que se haría uso de los laboratorios de esas mismas Unidades Académicas”.

2. Nombre: CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. FP44842-005-2018 CELEBRADO ENTRE FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE BOGOTÁ.

Objeto: Ejecutar técnica y financieramente el proyecto “Desarrollo de estrategias de control biológico en cultivos forestales y transitorios de interés comercial para Colombia empleando bacterias nativas colombianas. Código 100177657973”.

Grupos de Investigación:

Bioprocesos y Bioprospección- IBUN - Prof. Responsable Dolly Montoya y Nubia Moreno
Bionegocios- Economía – Inv. Responsable Ing. A.: Juan Carlos Castrillón Fierro

Valor Convenio:

Recursos en efectivo: \$199.820.000 (ciento noventa y nueve millones ochocientos veinte mil pesos) aportados por Colciencias de los cuales \$ 5.820.000 (cinco millones ochocientos veintemil pesos) son asignados para seguimiento.

Recursos en especie: \$277.637.904 (Doscientos sesenta y siete seiscientos treinta y siete mil novecientos cuatro pesos) aportados por la Universidad Nacional de Colombia representados en tiempo de personal docente y administrativo, infraestructura, uso de equipos, bases de datos y software.

Resumen del proyecto:

En Colombia, el sector agropecuario presenta un crecimiento del 7.7% en su aporte al producto interno bruto anual del país. La diversidad agrícola está conformada por una extensa variedad de cultivos que incluyen cultivos transitorios y forestales. De estos, los cultivos del tomate (*Solanum lycopersicum*) y caucho natural (*Hevea brasiliensis*) se destacan por presentar un alto impacto económico y fuerte crecimiento respectivamente en el sector agrícola nacional.

Infortunadamente, se han reportado pérdidas en producción de estos cultivos alrededor del 50% por la presencia de hongos fitopatógenos como *Pseudocercospora ulei* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol), agentes causales del mal suramericano de la hoja de caucho y la marchitez vascular de tomate. Actualmente, en el país se desconoce gran parte de la información básica (fenotípica, patogénica y genómica) de estos patógenos y los métodos de control químicos y culturales para su manejo son insuficientes por lo cual se busca obtener información que permita caracterizar los aislamientos de estos fitopatógenos presentes en el país y complementar las estrategias de control mediante el uso de propuestas alternativas como el control biológico.

El uso de bacterias nativas de Colombia provenientes de ambientes marinos, se propone como una vía para la selección de biocontroladores que actúen sobre hongos fitopatógenos de interés como *P. ulei* y *F. oxysporum*. Esta propuesta se basa en el conocimiento de la capacidad de estos microorganismos de tolerar condiciones medio ambientales estresantes, presentar una alta versatilidad metabólica y producir metabolitos antifúngicos altamente activos y de amplio espectro. Sin embargo, para el uso de esta clase de bacterias en procesos de formulación de bioinoculantes es necesario establecer (i) su capacidad de producir compuestos bioactivos antifúngicos, (ii) su capacidad para reducir *in vivo* los síntomas generados por fitopatógenos (en este caso *P. ulei* y Fol en cultivos de caucho natural y tomate), (iii) evaluar el proceso de colonización asociado a las bacterias seleccionadas con el fin de establecer su potencial uso como biocontroladores y (iv) determinar el impacto y la existencia de mercado que soporten el desarrollo para este tipo de inoculantes.

En este contexto, el presente proyecto de investigación busca seleccionar al menos un aislamiento marino proveniente de los arrecifes coralinos de Santa Catalina y Providencia como potencial biocontrolador de *P. ulei* y/o Fol. Adicionalmente, se pretende con el aislamiento seleccionado realizar un estudio químico para determinar la naturaleza de los

compuestos antifúngicos asociados a su actividad y confirmar su posible uso como inoculante al evaluar su actividad antifúngica *in vivo* y caracterizar el proceso de colonización de la bacteria bien sea en la filósfera de plantas de caucho natural o en la rizósfera de plantas de tomate.

Adicionalmente, este proyecto propone obtener información genotípica sobre ambos fitopatógenos (*P. ulei* y Fol), con el objetivo de aportar conocimiento básico sobre los factores asociados a patogenicidad y posibles blancos de acción de biocontroladores sobre los aislamientos obtenidos. Por otra parte, se pretende realizar un estudio de mercado que permita establecer preliminarmente lineamientos de posicionamiento diferencial de los Bioinsumos dirigidos a las cadenas de valor de los dos sistemas de cultivos estudiados. En conjunto, toda la información derivada de este proyecto permitirá contribuir en los procesos de manejo integrado de estos hongos fitopatógenos y apoyará los procesos de desarrollo de productos de base biotecnológica para el sector agrícola nacional.

3. Nombre: CONTRATO DE FINANCIAMIENTO DE RECUPERACIÓN CONTINGENTE No. FP44842-164-2018 CELEBRADO ENTRE FIDUCIARIA LA PREVISORA S.A. - FIDUPREVISORA S.A. ACTUANDO COMO VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN, FONDO FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Objeto: realización de una estancia postdoctoral de un profesional con doctorado en el marco de la propuesta de investigación denominada “PROPUESTA DE UN MODELO MULTIESCALA PARA PRODUCIR 1,3-PROPANODIOL EN UNA BIORREFINERÍA EN ECODISEL COLOMBIA S.A”.

Grupos de Investigación:

Bioprocesos y Bioprospección- IBUN - Prof. Responsable Dolly Montoya

Valor Convenio:

Recursos en efectivo: \$84.000.000 (ochenta y cuatro millones de pesos) aportados por Colciencias. En esta convocatoria no se solicitó contrapartida en especie.

Resumen del proyecto

La obtención de PDO mediante fermentación de *Clostridium* ha sido ampliamente estudiada por el grupo de investigación de Bioprocesos y Bioprospección donde se han ejecutado y se siguen ejecutando varias tesis de maestría y de doctorado. El grupo inició investigaciones en 1995 a partir del aislamiento de cepas de *Clostridium* productoras de solventes, posteriormente se realizaron un gran número de estudios bioquímicos y moleculares. Entre los últimos estudios para la obtención de PDO, destaca la optimización del medio de cultivo, el análisis proteómico de proteómica, obtención de mutantes, la secuenciación y anotación del genoma y la tesis de doctorado de Luis Miguel Serrano, la cual culminó en el 2016 y tuvo una distinción laureada. Este último trabajo, consistió en el desarrollo de un modelo metabólico de escala genómica, el cual fue validado satisfactoriamente empleando datos experimentales tanto en estado estacionario como en estado dinámico.

A partir de la madurez del grupo de investigación Bioprocesos y Bioprospección, y el interés de Ecodiesel Colombia S.A., se logró una vinculación estratégica y se ejecutó el macroproyecto Programa estratégico para la biotransformación sostenible de glicerina cruda en 1,3-Propanodiol y prospectiva para desarrollar una biorrefinería en Ecodiesel Colombia S.A. . Dicho proyecto estuvo financiado entre los años 2013 y 2015 por la convocatoria 562 de Colciencias. Entre los principales resultados del macroproyecto está el desarrollo de un modelo de una biorrefinería para producir PDO con capacidad mínima de procesamiento de glicerol igual a 13 mil toneladas al año. La simulación del modelo estuvo centrada en los procesos aguas abajo del biorreactor, es decir las etapas de separación y purificación del PDO. A partir de los análisis técnico-económicos se estimó que la biorrefinería en efecto es viable al mejorar los ingresos anuales.

No obstante, durante el desarrollo del modelo de la biorrefinería se realizaron suposiciones en la etapa del biorreactor. Durante este primer modelo se asumió el biorreactor como una caja negra, es decir que en el análisis de sensibilidad técnico-económico de la biorrefinería, las perturbaciones al biorreactor están restringidas al modelado típico de caja negra donde pocas variables son incluidas, haciendo este primer modelo de biorrefinería susceptible de mejoras como las propuestas en este proyecto, donde se espera incluir más co-productos y más cepas estudiadas. Adicionalmente, la biorrefinería simulada no contempló etapas aguas arriba del biorreactor, como es el caso de la generación del inóculo requerido en el biorreactor. Dicho inóculo es crítico en la operación adecuada del biorreactor y por lo tanto requiere una estrategia viable de generación que reduzca tiempos y costos, sin afectar la calidad de la biomasa requerida en el biorreactor, por consiguiente se espera mejorar la simulación de la biorefinería con la inclusión de estas etapas aguas arriba del biorreactor.

Por lo tanto, dado los avances ya logrados por el PhD Luis Miguel Serrano como co-investigador del grupo de Investigación de Bioprocesos y Bioprospección, se propone el presente proyecto de investigación postdoctoral. Este nuevo proyecto se planea desarrollar desde el grupo de investigación pero conjuntamente con Ecodiesel Colombia S.A. y de esta manera continuar con esta alianza estratégica Universidad-Industria. La investigación se centrará en la integración del modelo metabólico de escala genómica, con el primer modelo de una biorrefinería de PDO anexada a la planta de Ecodiesel Colombia S.A. Dicha integración multiescala buscará simular comportamientos más reales de la conversión de glicerol a PDO empleando la cepa nativa colombiana *Clostridium* sp IBUN 158B, permitiendo establecer parámetros de mayor significancia del biorreactor y de la generación de su inóculo en la economía del proceso y además se evaluará el potencial empleo de cepas mutantes que puedan también favorecer la economía de la biorrefinería.