



APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL PROCESO DE CANNABIS MEDICINAL

Infografías

Laura Victoria Estrada Mejía
Sandra Milena Pino Cardoso
Sara Victoria Marín Zuluaga
Sol Enit Gómez Domínguez
Zeneth Vanessa García Marulanda
Katherin Castro Ríos (Editora)

TABLA DE CONTENIDO

- 3** Introducción
- 4** Etapas y actores en la cadena
- 5** Uso alternativo del extracto de hojas de *Cannabis sativa*: control de *Fusarium* spp.
- 6** Uso alternativo del extracto de hojas de *Cannabis sativa*: control de nematodos
- 8** Producción de Lipasas a partir de subproductos de *Cannabis* medicinal

TABLA DE CONTENIDO

- 11** Generación de energía a partir de biomasa del proceso de *Cannabis* medicinal
- 14** Aprovechamiento del tallo de *Cannabis sativa* para obtención de fibras utilizadas en el reforzamiento de compuestos poliméricos
- 15** Producción de bioetanol a partir de subproductos de *Cannabis* medicinal

INTRODUCCIÓN

El Cannabis medicinal posee una gran demanda a nivel internacional, debido a los múltiples beneficios de salud que se han evidenciado científicamente, esto ha promovido producción en Colombia soportada por un reciente marco normativo que le ha dado el estatus de legalidad que requería. Ya existen diversas empresas legalmente constituidas en el país que producen la flor deshidratada o productos derivados de este con mayor valor agregado. Una de estas empresas es Cubikan Group fundada en 2017, ubicada en Anserma Nuevo, Valle del Cauca y con un gran potencial de exportación de productos de alta calidad, promoviendo la generación de empleo y el talento colombiano.

Sin embargo como toda empresa en crecimiento y con deseos de implementar investigación, desarrollo tecnológico e innovación, buscan de la mano de estas herramientas la solución para sus recientes retos. Uno de estos es el aprovechamiento de los subproductos de cosecha y procesamiento para un obtener un recurso con un valor agregado adicional a sus ingresos primarios e incorporar a su empresa conocimientos de la economía circular, siendo además más responsables con el medio ambiente.

Por lo tanto el presente documento pretende dar una respuesta a la necesidad planteada por la empresa, impactando en las posibles soluciones que esta u otras empresas del sector puedan implementar a futuro, articulando respuestas a las necesidades del sector productivo agrícola y fortaleciendo las relaciones entre la Universidad Católica de Manizales a través de la Maestría en Microbiología Agroindustrial y la empresa Cubikan group.

CADENA AGROINDUSTRIAL DE CANNABIS MEDICINAL

La cadena agroindustrial del cannabis medicinal involucra un conjunto de procesos, actividades y actores que se cohesionan para dar valor agregado a esta especie y contribuir al desarrollo y reactivación economía en algunas regiones del país.

PROCESOS

ACTIVIDADES

ACTORES

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO I+D



Generar variedades de fácil adaptación a las condiciones agroecológicas de las zonas de cultivo y estandarizar el material vegetal en función a los usos industriales.

- Desarrollo de investigaciones para la generación de nuevos conocimientos y mejoramiento genético de las especies y/o variedades de interés.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS



Desarrollar semillas según requerimientos de calidad, certificadas y autorizadas para uso.

- Aplicación de métodos de propagación.
- Estandarización del material vegetal.
- Sometimiento a pruebas de evaluación agronómicas para la comercialización de semillas.
- Producción de variedades (psicoactivos - THC) y no psicoactivos (CBD, CBN), terpenos y otros componentes químicos de manera diferencial.
- Importación de semillas.
- Tramite de licencias de semillas.

CULTIVO Y COSECHA



Fijar espacios y condiciones para la implementación y posterior aprovechamiento del material vegetal (hojas, tallos, flores, taices).

-Definición del tipo de cultivo (exterior, interior o mixto).
-Adecuación de infraestructura.
-Preparación de sustrato y/o terreno.
-Germinación de semillas.
-Siembra (plantas o esquejes)
-Monitoreo de factores ambientales. Trasplante.
-Fertilización, control de plagas y enfermedades.
-Control de crecimiento vegetativo: (tamaño, forma y rendimiento de la planta).
-Floración y cosecha (corte, secado, curado).
- Acompañamiento técnico.
-Aplicación de buenas prácticas de cosecha.
-Aprovechamiento de tallo, hojas, inflorescencia.
-Transporte

TRANSFORMACIÓN



Extraer materias primas como insumo principal en la fabricación de productos terminados.

-Recepción de la cosecha
-Procesamiento para la obtención de aceites, resina, tintura, extractos y preparados.
-Aprovechamiento de subproductos de cosecha y procesamiento.
-Fabricación de derivados

COMERCIALIZACIÓN



Fijar estrategias para la distribución del producto final con destino al cliente y consumidor final.

-Establecimiento de canales de venta.
-Concertación de acuerdos para comercialización.
-Tramitación de permisos y licencias.
-Comercialización y distribución de productos para el consumo final.
-Marketing.
-Exportación de semillas y productos derivados
-Comercialización de flor seca.
-Transporte

- Centros de investigación.
- Entidades Académicas.
- Entidades Financiadoras.
- Talento humano calificado.
- Proveedores de equipos especializados.

- Laboratorios de investigación.
- Laboratorios de análisis de potencia y calidad.
- Productores de semilla.
- Talento humano capacitado.
- Proveedores de equipos especializados.
- Proveedores de servicios de infraestructura.
- Ministerios de salud y agricultura.
- Entidades de Vigilancia y Control.

- Productores.
- Proveedores de semilla.
- Talento humano calificado.
- proveedores de equipos especializados.
- Transformadores.
- Mano de obra calificada.
- Asistencia técnica Institucional.
- Proveedores de insumos especializados.
- Ministerio de justicia y del derecho.
- Entidades de Financiación.

- Laboratorios farmacéuticos.
- Plantas de extracción y fabricación de derivados.
- Proveedores de equipos especializados.
- Recurso humano calificado.
- Entidades de Vigilancia y Control.

- Comerciantes.
- Exportadores.
- Empresas de transporte y logística.
- Talento humano calificado.



USO ALTERNATIVO DEL EXTRACTO DE HOJAS DE *Cannabis sativa*: CONTROL DE *Fusarium spp.*

Laura Victoria Estrada Mejía



- THC 1 - 2 %
- CBD 1.1 - 2.1%
(Flavonoides, aminoácidos, ligninas, terpenoides, alcaloides)

- Contenido metabolitos de las hojas de *Cannabis sativa*

- Con Metanol:
400 g mat veg + 20 ml metanol
- Con Acetato:
1 g muestra seca + 20 ml acetato de etilo.
- Agua
- Petróleo



Tipos de extracto



- Los hongos patógenos constituyen pérdidas en los cultivos
- Su control se a hecho por medio de fungicidas sintéticos
- El uso de estos ha sido restringido, debido a los problemas ambientales y problemas en la salud humana

- Los hongos del género *Fusarium* tienen una amplia distribución.
- Gran importancia desde el punto de vista agrícola y económico.
- En Colombia, apenas se han registrado 4 especies patogénicas.

- Se ha empleado nanopartículas de ZnO mejorado con Ag usando el extracto de hojas de *Cannabis sativa* como agente reductor y estabilizador.

- El uso de nanopartículas inhibió el crecimiento de hongos (*Fusarium spp.*)
- Las nanopartículas de ZnO mejoradas con Ag indicaron la máxima inhibición contra *Fusarium sp*

En la actualidad para manejos de cultivos para exportar u orgánicos se tiene restricción de algunos nutrientes como la plata, pero el ZnO se usa en bajas concentraciones.

Proceso y método



- Extractos usados en el estudio

- Extracto de hoja:
10 g de hojas secas
100 ml de agua
- Para las nanopartículas:
5 ml de NaOH
10 ml de extracto de hoja
- Para ZnO + Ag:
50 ml de nitrato de Zn
10 ml de NaOH
12 ml de extracto de hoja

- Normatividad

- Resolución 1005 de 2007
Por la cual se dictan disposiciones para el control de los registros de los insumos agropecuarios.



USO ALTERNATIVO DEL EXTRACTO DE HOJAS DE *Cannabis sativa*: CONTROL DE NEMATODOS

Laura Victoria Estrada Mejía



CONTENIDOS DE LAS FLORES

- Mas de 545 componentes;
- 104 canabinoides,
- 120 terpenoides,
- 26 flavonoides ,
- 11 esteroides.
- Planta y de sus compuestos muy útiles a nivel medicinal

- Con Metanol:
- Con Acetato
- Vapor
- Agua
- Petróleo



Tipos de extracto



- **NEMATODOS:**
- Considerados plagas en cultivos.
- Debido a que su acción genera daño en uno de los órganos más importantes para la plantas: **La raíz**

- La mayoría de los nematicidas conocidos han retirado del mercado debido a los efectos en la salud humana.

- Concentración de Metabolitos:
- Canabinoides
- Hojas 1.1 y 2.1%
- Raíces 0.001 - 0.004%
- Tallos:0.005 - 0.008%
- Flores 15 - 20%

- El extracto presentó efectividad a medida que su dosis incrementaba en concentración
- Es una excelente alternativa de manejo amigable con el ambiente y reemplazo químicos



Proceso y método



Metodología empleada

- Se usaron 25 g de flores frescas
- 2 Lts de vapor de agua
- Se deshidrataron con Na₂SO₄

Normatividad

- Resolución 1005 de 2007
Por la cual se dictan disposiciones para el control de los registros de los insumos agropecuarios.



Bibliografía

- Arbeláez Torres, G. (2000). Algunos aspectos de los hongos del genero *Fusarium* y de la especie *Fusarium oxysporum*. *Agronomía Colombiana*, 17(1-3): 11-16.
- Benelli, G., Pavela, R., Petrelli, R., Cappellacci, L., Santini, G., Fiorini, D., . . . Maggi, F. (2018). The essential oil from industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) by-products as an effective tool for insect pest management in organic crops. *Industrial Crops and Products*. 122: 308-315. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.032>
- Jin, D., Dai, K., Xie, Z., & Chen, J. (2020). Secondary Metabolites Profiled in Cannabis Inflorescences, Leaves, Stem Barks, and Roots for Medicinal Purposes. *Scientific reports*, 10(1): 3309. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60172-6>
- Mukhtar, T., Kayani, M. Z., & Hussain, M. A. (2013). Nematicidal activities of *Cannabis sativa* L. and *Zanthoxylum alatum* Roxb. against *Meloidogyne incognita*. *Industrial Crops and Products*. 42: 447-453. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.027>

PRODUCCIÓN DE LIPASAS A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE CANNABIS MEDICINAL



Hojas y Biomasa después de la extracción (sustrato)

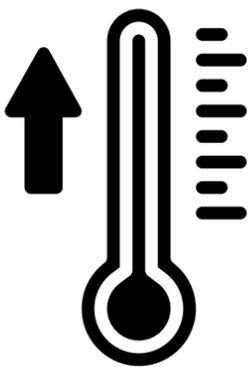
Sandra Milena Pino Cardoso

PRE-TRATAMIENTO DEL SUSTRATO



Obtener producto mas efectivo y exitoso

- **Físicos:** molienda y homogenización.
- **Mecánicos:** reducir tamaño del sustrato.
- **Térmicos:** calentamiento del sustrato (55°C).
- **Ultrasonido:** eficiente en la degradación y extracción, costo elevado.
- **Químicos:** sustancias químicas para rendimiento de la enzima.



FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO (SSF)

Proceso que busca producir enzimas

- **Contenido en humedad del sustrato:** Aw, tipo de microorganismo.
- **Temperatura:** actividad metabólica de los microorganismos (30°C).
- **Aireación y Agitación:** supervivencia del microorganismo, homogenización y eliminación de CO₂.
- **pH:** zona neutra (6.8-7.0)
- **Selección del microorganismo:** hongos o bacterias.



Hongos: especies de *Aspergillus* y *Penicillium*.

- *A niger*, *A. versicolor*

- *P. expansum*, *P. camemberti*

Bacterias: *Acinetobacter sp*, *Morexella sp*, *Pseudomonas fluorescens*.

BIO-REACTOR O FERMENTADOR

Evaluar, modificar y controlar

- De tambor rotatorio:

Ventaja: permite una limpieza y esterilización fácil y rápida.

Desventaja: control de la temperatura.

- Celdas de madera:

Ventaja: reproducibilidad de las fermentaciones.

Desventaja: el vaciado de los sólidos fermentados.

- De olla tapada:

Ventaja: Crecimiento uniforme.

Desventaja: imposibilidad de escalado.

- Bandeja:

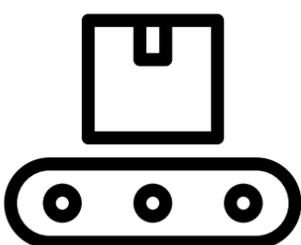
Ventaja: control de temperatura, humedad y ventilación.

Desventaja: elevado requerimiento espacial y en mano de obra.

- Cintas transportadoras:

Ventaja: permite mecanizar el proceso.

Desventaja: control de temperatura.



PRODUCCIÓN DE LIPASAS A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE CANNABIS MEDICINAL



Hojas y Biomasa después de la extracción (sustrato)

Sandra Milena Pino Cardoso

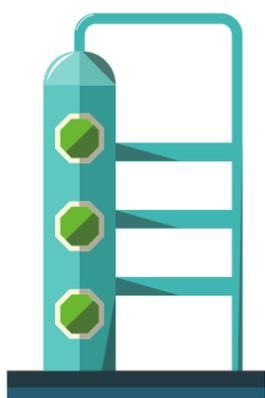


ADICIONAR INÓCULO

Hongos o bacterias

Producción de enzimas: **LIPASAS**.

Lipasas: enzimas que degradan sustratos con alto contenido graso.



PROCESO DE EXTRACCIÓN O SEPARACIÓN

- Centrifugación
- Microcentrifugación
- Ultrapurificación
- Precipitación con solvente: etanol (permite recuperar un 93% de actividad lipolítica).
- Filtración para obtener la lipasa.
- Cromatografía.

USO Y NORMATIVIDAD

Prueba piloto para establecer el contenido de cannabidiol en las lipasas.



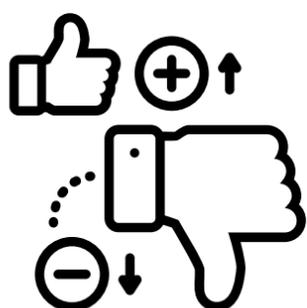
- Alimentos: restricciones por parte del Invima.
- Cosméticos, homeopáticos y fitoterapéuticos (registro sanitario).

Reglamentado con:

Ley 1787 de 2016: acceso seguro al uso del *Cannabis*.

Decreto 613 de 2017: uso seguro al uso médico y científico del *Cannabis*.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS



Ventajas:

Al utilizar la Fermentación en Estado Sólido:

- Disminución en el costo.
- Mayor simplicidad en el diseño de los fermentadores.
- Menor energía y mayor rendimiento de producción.
- Reducido volumen de efluentes.

Desventajas:

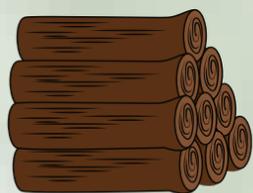
- Frecuente necesidad de pre-tratamientos.
- Dificultad de control y regulación de las variables del cultivo (temperatura, humedad, pH).

Bibliografía

- Aceves Diez, Angel Emilio, & Castañeda Sandoval, Laura Margarita (2012). Producción biotecnológica de lipasas microbianas, una alternativa sostenible para la utilización de residuos agroindustriales. *Vitae*, 19(3).
- Arias, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*. 2(2): 42-45.
- Berrio, R., Coca, J., Diaz, E., Dustet, J., Hernández, O., Martinez, S. Producción y caracterización de las lipasas de *Aspergillus niger* y *A. fumigatus* (2001). *Biotecnología Aplicada*. 18: 216-220.
- Caballero, M.E. (2018). Políticas Públicas del Cannabis Medicinal en Colombia, un Análisis de la Actualidad Normativa en el País. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.
- Cohecha, D.F, Pineda, K.B, Rey, A.C. (2020). Análisis y desarrollo de estrategias de internacionalización de la industria del cannabis medicinal de Colombia. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia.
- Cujilema-Quitio, Mario César; León-Revelo; Gualberto, Rizo Porro; Mariela, Taramona Ruiz, Luis; Ramos-Sánchez, Luis Beltrán (2018). Producción de Lipasas por Fermentación Sólida con *Aspergillus niger*: influencia del pH. *Revista Centro Azúcar*. 45 (Oct-Dic): 1-9.
- Jiménez, S., Niño, J., Pieschacon, M., (2018). Química Verde en la Agroindustria del Cannabis. *CannaWorldCongress*. Recuperado de <https://cannaworldcongress.com/wp-content/uploads/2020/03/Cannaworld-Congress-Tomo-1-1-79-93.pdf>
- Pastrana, L. (1996). Fundamentos de la fermentación en estado sólido y aplicación a la industria alimentaria. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 1: 4-12. doi: 10.1080/11358129609487556
- Prieto, L.G, Torres, R.Y. (2020). Desarrollo de un proceso de fermentación en estado sólido (SSF) para la obtención de proteínas durante la valorización de residuos orgánicos en biorreactores a escala laboratorio. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia.
- Ramírez, J. (2019, diciembre). La industria del cannabis medicinal en Colombia. Fedesarrollo. Recuperado de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3823/Repor_Diciembre_2019_Ram%C3%ADrez.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Sanchez, A, (s.f). Recuperación, Purificación y Caracterización de Lipasas producidas por *Candida rugosa*. Aplicación a la Resolución de Compuestos Quirales y Diseño del Reactor Enzimática. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sandiego, P, (2019). Técnicas de Extracción y Caracterización de Cannabinoides a partir de la Planta Cannabis Sativa L. Tesis de pregrado, Universidad de las Illes Balears.

GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA DEL PROCESO DE CANNABIS MEDICINAL

Sara Victoria Marín Zuluaga



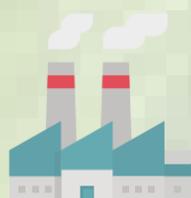
Biomasa natural



Cultivos energéticos



Biomasa residual



BIOMASA

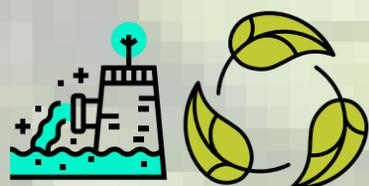
**PROCESOS
OBTENCIÓN
ENERGÍA**

**ENERGÍA A
PARTIR
BIOMASA**

1KG Biomasa =
16-18MJ Electricidad

BIOMASA

PROCESOS



Húmeda(>60%)



Seca(<60%)

Físicos
(Presión)

Bioquímicos
(Fermentación)

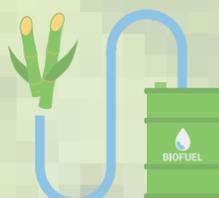
Termoquímicos
(Combustión,
pirólisis,
gasificación)



Biodiesel



Biogás



Bioetanol



Energía de
hidrógeno

VENTAJAS

DESVENTAJAS

Reemplazo energías



Cierre de ciclos



Uso cenizas como
fertilizante



Poca producción
energía

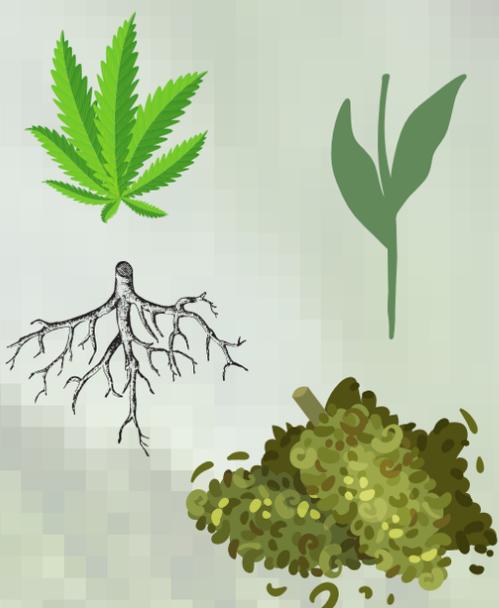


Se necesita gran
cantidad de residuos

**VENTAJAS
Y
DESVENTAJAS**

GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA DEL PROCESO DE CANNABIS MEDICINAL

Sara Victoria Marín Zuluaga



BIOMASA RESIDUAL CANNABIS MEDICINAL

Biomasa húmeda
Hasta 70%

FERMENTACIÓN AERÓBICA

Biomasa con alto contenido de azúcar

Presencia de oxígeno



Bioetanol

Sustituye la gasolina

FERMENTACIÓN ANAERÓBICA

Biomasa con bajo contenido carbono

Ausencia de oxígeno (Biodigestor)



Biogás

Transporte Como Gas natural

PROCESOS BIOQUÍMICOS OBTENCIÓN ENERGÍA

PROCESOS ENERGÉTICOS CULTIVO EN INVERNADERO DEL CANNABIS MEDICINAL



LEY 1715/2014

Promueve las energías renovables

DECRETO 2462/2018

DAA energía a partir de biomasa >10MW



Investigación, innovación y uso FNCER

Guía práctica para incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014

Importación de equipos, materiales e insumos

NORMAS

Bibliografía

- CERDÁ, E. (2012). ENERGÍA OBTENIDA A PARTIR DE BIOMASA. CUADERNOS ECONÓMICOS DE ICE, (83).
- GONZÁLEZ, J. R. Q., & GONZÁLEZ, L. E. Q. (2015). BIOMASA: MÉTODOS DE PRODUCCIÓN, POTENCIAL ENERGÉTICO Y MEDIO AMBIENTE. I3+, 2(2), 28-44. COLOMBIA. DIARIO OFICIAL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. LEY 1715. (13, MAYO, 2014). BOGOTÁ, D.C., 2014.
- KRASZKIEWICZ, A., KACHEL, M., PARAFINIUK, S., ZAJĄC, G., NIEDZIÓŁKA, I., & SPRAWKA, M. (2019). ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING HEMP BIOMASS (CANNABIS SATIVA L.) FOR ENERGY PURPOSES: A CASE STUDY. APPLIED SCIENCES, 9(20), 4437.
- KRONBERGS, A., ŠIRAKS, E., ADAMOVIČS, A., & KRONBERGS, Ē. (2011). MECHANICAL PROPERTIES OF HEMP (CANNABIS SATIVA) BIOMASS. IN ENVIRONMENT. TECHNOLOGIES. RESOURCES. PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE (VOL. 1, PP. 184-190).
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (S.F.). GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DE LOS INCENTIVOS TRIBUTARIOS DE LA LEY 1715 DE 2014. COLOMBIA.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA. (2008). ENERGÍA BIOMASA. ARGENTINA.
- SER COLOMBIA ASOCIACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES. (2018). MEMORIA JUSTIFICATIVA PARA LA MODIFICACIÓN NORMATIVA EN RELACIÓN CON LA SOLICITUD DE PRESENTAR DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS EN EL PROCESO DE LICENCIAMIENTO AMBIENTAL PARA PROYECTOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE. BOGOTÁ.
- UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. (2015). INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN COLOMBIA. BOGOTÁ, COLOMBIA: LA IMPRENTA EDITORES S.A.
- SCHALLENBERG RODRÍGUEZ, J., PIERNAVIEJA IZQUIERDO, G., HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C., UNAMUNZAGA FALCÓN, P., GARCÍA DÉNIZ, R., DÍAZ TORRES, M., SUBIELA ORTIN, V. (2008). ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA. CANARIAS, ESPAÑA.

APROVECHAMIENTO DEL TALLO DE *Cannabis sativa* PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRAS UTILIZADAS EN EL REFORZAMIENTO DE COMPUESTOS POLIMÉRICOS

Sol Enith Gómez Domínguez

Las fibras vegetales se están convirtiendo en una alternativa realmente llamativa para aplicaciones industriales por su bajo costo, peso ligero y por ser una materia prima renovable con propiedades superiores a otros materiales cuando se utiliza como refuerzo en materiales compuestos de matriz polimérica.

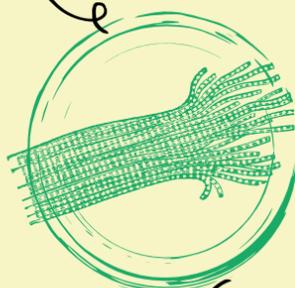
PROCESO PARA EL APROVECHAMIENTO

EXTRACCIÓN DE FIBRA



Lavado de materia prima

Lavado y separación de la cañamiza y otras impurezas presentes (polvo, arena, y otros materiales contaminantes).



Extracción de las fibras de refuerzo

Enriado y explosión por vapor para la separación de fibras.



Obtención del material compuesto

Secado, molienda y tamizado.



Microscopia electrónica

Morfología de partículas.

PREPARACIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO



Mezclado

Matriz termoplástica de almidón + Fibra de refuerzo.



Unión de la fibra a la matriz

Inter difusión, adhesión mecánica.



Matriz polimerica reforzada

Películas de celofán, rayón, celuloide y variedades de plásticos

Bibliografía

- Elkhaoulani, A., Arrakhiz, F. Z., Benmoussa, K., Bouhfid, R., & Qaiss, A. (2013). Mechanical and thermal properties of polymer composite based on natural fibers: Moroccan hemp fibers/polypropylene. *Materials and Design*, 49, 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.01.063>.

- Luzi, F., Fortunati, E., Puglia, D., Lavorgna, M., Santulli, C., Kenny, J. M., & Torre, L. (2014). Optimized extraction of cellulose nanocrystals from pristine and carded hemp fibres. *Industrial Crops and Products*, 56, 175–186. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.006>.

- Patiño, N. (2020). Protocolo para obtención de biopolímeros por plastificación de polisacáridos provenientes del maíz (*Zea Mays*) en el Centro de Experimentación Académica. (CEASA). <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/Salache1120700020921110%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.reuma.2018.06.001%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.arth.2018.03.044%0Ahttps://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1063458420300078?oken=C039B8B13922A2079230DC9AF11A333E295FCD8>.

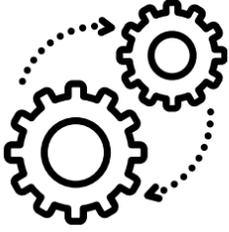
- Tanasă, F., Zănoagă, M., Teacă, C. A., Nechifor, M., & Shahzad, A. (2020). Modified hemp fibers intended for fiber-reinforced polymer composites used in structural applications—A review. I. Methods of modification. *Polymer Composites*, 41(1), 5–31. <https://doi.org/10.1002/pc.25354>.

- Velásques, S., Pelaéz, G., & Giraldo, D. (2016). Uso de fibras vegetales en materiales compuestos de matriz polimérica: una revisión con miras a su aplicación en el diseño de nuevos productos Use of vegetable fibers in polymer matrix composites: a review. 77–86.

PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE SUBPRODUCTOS DE CANNABIS MEDICINAL

Zeneth Vanessa García Marulanda

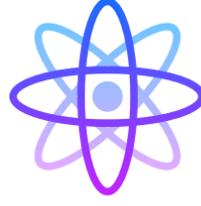
PRETRATAMIENTOS



Mecánico



Térmico



Físico-químico



Biológico

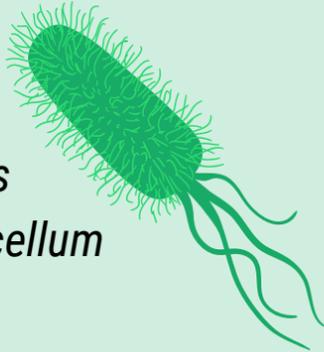
HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA

Temp 45°-55°C
pH 4.8-5.8.

Degradación celulosa- enzimas celulasas

Bacteria

- Cellulomonas* sp.
- Cellvibrio* sp.
- Ruminococcus albus*
- Clostridium thermocellum*



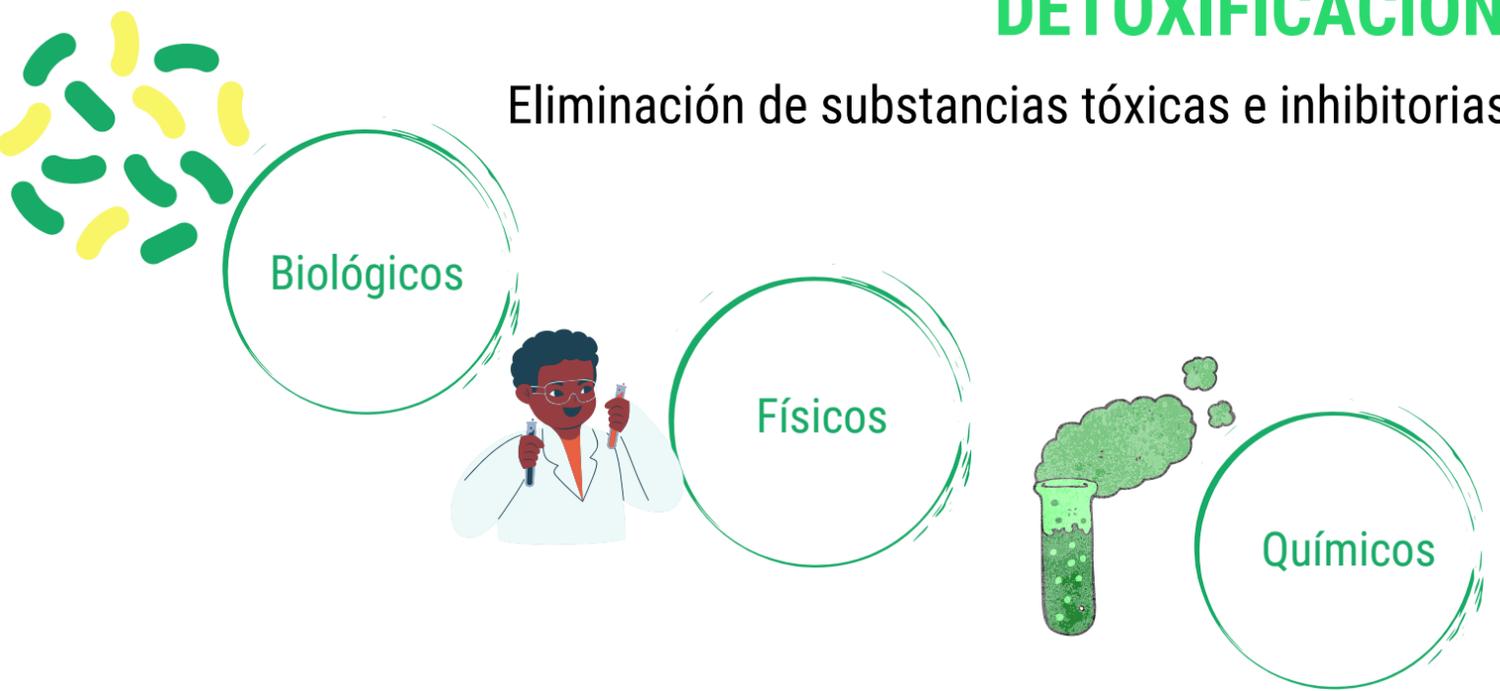
Hongo

- Trichoderma* sp.
- Penicillium pinophilum*
- Fusarium solani*
- Aspergillus niger*
- Bacillus subtilis*

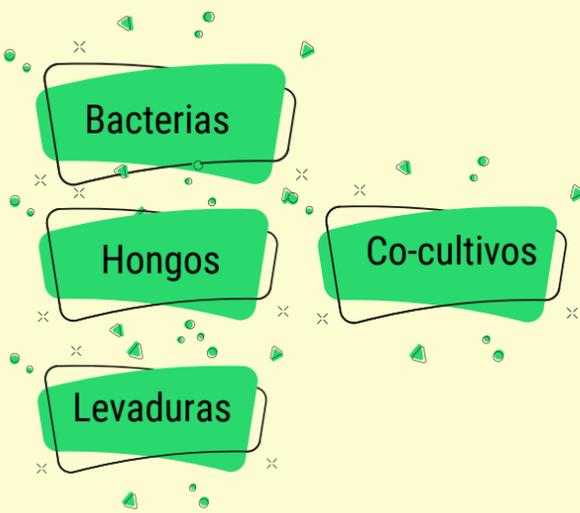


DETOXIFICACIÓN

Eliminación de sustancias tóxicas e inhibitorias



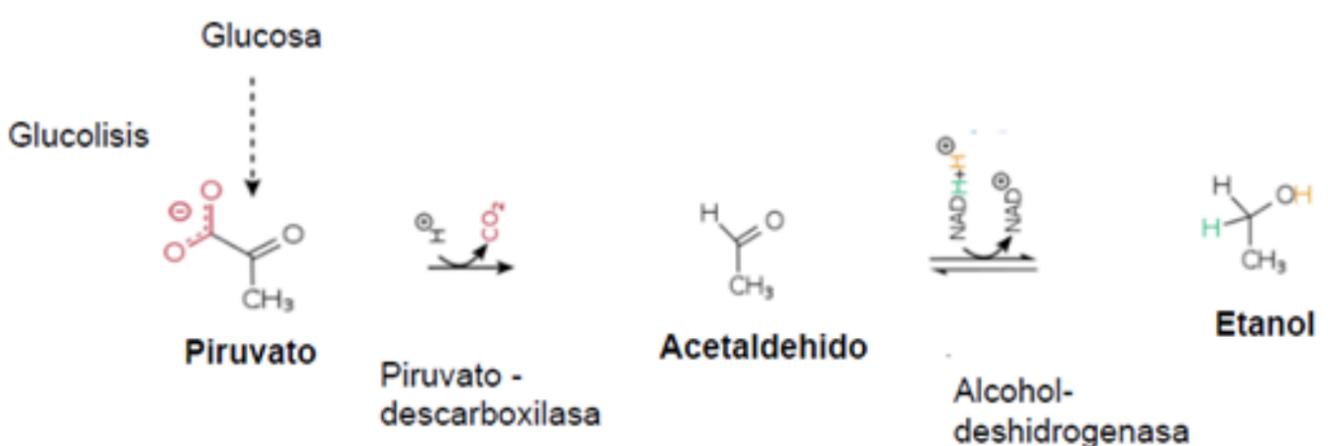
FERMENTACIÓN



- Residuos lignocelulósicos son una buena fuente de azúcares reductores.

- Dependiendo del residuo lignocelulósico varían las condiciones de las diferentes etapas del proceso.

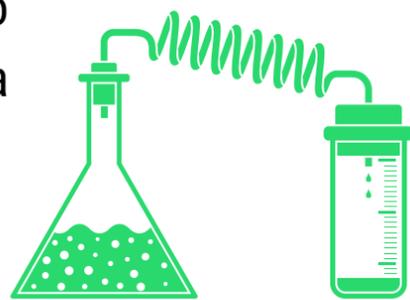
FERMENTACIÓN POR LEVADURAS



DESTILACIÓN

Recuperación de etanol del mosto fermentado

Destilación: Alternativa para superar el punto azeotrópico por la aplicación de alto vacío hasta la adición de solvente.

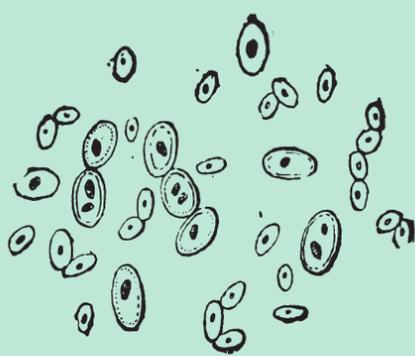


Adsorción-permeación:

Zeolitas y membranas de pervaporación

Estos procesos alcanzan una pureza de 99,5% de etanol.

FERMENTACIÓN LEVADURAS (OMG)



- Principal interés de la industria obtención de cannabinoides con uso medicinal.

- Levaduras genéticamente modificadas con genes de interés pueden ser utilizados para la producción de cannabinoides.

USO Y NORMATIVIDAD

Ley 1787 de 2016:

Acceso seguro e informado uso médico y científico del cannabis.

Decreto 613 de 2017:

Beneficios pequeños productores y cultivadores Cannabis medicinal.

Resolución 2891 de 2017:

Costos de evaluación, seguimiento y control.

Resolución 2892 de 2017:

Protocolo de seguridad implementado en instalaciones (investigación y producción de Cannabis).



VENTAJAS Y DESVENTAJAS



- Disminución de residuos contaminantes.
- Disminución de gastos energético.
- Buena fuente energía renovable.
- Rendimiento de biocombustible inferior al de combustibles fósiles.
- Costo de producción alto.

Bibliografía

- Casanova, L. B. (2017). Caracterización de las principales enzimas celulolíticas de *Myceliophthora thermophila* implicadas en la degradación de biomasa lignocelulósica y mejora de la hidrólisis de hemicelulosa para la producción de bioetanol de segunda generación (Doctoral dissertation, Tesis doctoral) Universidad de Sevilla, Sevilla, España. 82).
- Ji, A., Jia, L., Kumar, D., & Yoo, C. G. (2021). Recent Advancements in Biological Conversion of Industrial Hemp for Biofuel and Value-Added Products. *Fermentation* 2021, 7, 6.
- Luo, X., Reiter, M. A., d'Espaux, L., Wong, J., Denby, C. M., Lechner, A., ... & Keasling, J. D. (2019). Complete biosynthesis of cannabinoids and their unnatural analogues in yeast. *Nature*, 567(7746), 123-126.
- Malagón Micán, M. L., Garay Hernández, C.A., & Peña Peña, N. (2017). Obtención de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos.
- Riaño, A. M. S. (2010). Producción de bioetanol a partir de subproductos agroindustriales lignocelulósicos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 1(5).
- Zhao, J., Xu, Y., Wang, W., Griffin, J., Roozeboom, K., & Wang, D. (2020). Bioconversion of industrial hemp biomass for bioethanol production: A review. *Fuel*, 281, 118725.



Con el apoyo de:



**Universidad[®]
Católica
de Manizales**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

**Acreditación de
Alta Calidad**
en el camino de la excelencia
Res. 013600 - 09 dic.2019- vig. 4 años



CUBIKAN GROUP
CANNABIS EXPERTS TO PROTECT YOU