

# UNISCJSA



**Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central  
“Juan Santos Atahualpa”**

**Repositorio Institucional**

**Obtención de etanol de alto rendimiento y ácido acético a partir del  
mucilago del café**

<https://repositorio.uniscjsa.edu.pe/>



**Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central  
Juan Santos Atahualpa**

**Vicepresidencia de Investigación**

**Proyecto de Investigación**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**I. Información del Grupo de Investigación**

<b>Título de proyecto</b> :	“Obtención de etanol de alto rendimiento y ácido acético a partir del mucilago del café”
<b>Nombre del Grupo de Investigación</b> :	Ecoproducción
<b>Escuela Profesional</b> :	Ingeniería Ambiental
<b>Línea de Investigación</b> :	Producción Sostenible
<b>Localización del estudio</b> :	La Merced
<b>Conformidad de condiciones para la investigación</b> :	

**II. Palabras claves: (05 palabras claves)**

Mucilago, fermentación alcohólica, alcohol etílico, acetobacter aceti, ácido acético

**III. Descripción del Proyecto: Resumen Ejecutivo: (200 palabras)**

Las aguas residuales del beneficio de café generan problemas ambientales: cambio climático global, destrucción de la capa de ozono, acidificación de la biosfera, generación de tóxicos y desechos peligrosos, contaminación del suelo, contaminación atmosférica y contaminación del agua. La Selva Central es una región netamente cafetalera, y observando la contaminación del mucilago del café y el no aprovechamiento de las aguas miel subproducto proveniente del proceso de obtención del café, nos hemos puesto en la tarea de obtener el alcohol etílico por fermentación de la biomasa y la transformación del alcohol etílico en ácido acético

utilizando el acetobacter aceti en presencia de oxígeno. Donde los principales parámetros a tener en cuenta son básicamente factores intrínsecos como la concentración de alcohol etílico, la concentración de azúcares, la concentración del mismo ácido, el modo de operación del biorreactor, el PH y la temperatura.

Por otro lado, si los resultados obtenidos son satisfactorios, podemos pensar en darle vía libre a esta excelente propuesta y de esta forma capacitar a pequeños y medianos agricultores cafetaleros y obtener un plus mitigando los impactos ambientales negativos. De esta manera se habrá descubierto un potencial uso de las aguas mieles como fuente ingreso económico.

#### **IV. Antecedentes:**

Llaguno y Polo, (1991). Menciona, obtenido el alcohol etílico por fermentación alcohólica sobre la biomasa tratada por cualquiera de los tres métodos preliminares (fermentación directa, hidrolisis del almidón o degradación de la biomasa), la segunda etapa del proceso consiste en llevar a cabo la transformación del alcohol etílico utilizando acetobacter aceti, el proceso consiste en una oxidación de soluciones fermentadas (que contengan alcohol) en presencia de oxígeno.

McMillan, (1994). Menciona la fermentación de los azúcares es llevada a cabo por levaduras o bacterias) y produce etanol, así como grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Además, produce otros compuestos oxigenados indeseables como el metanol, alcoholes superiores, ácidos y aldehídos. Típicamente la fermentación requiere unas 48 horas.

Caylak y VardarSukan, (1998). La producción de etanol a partir de biomasa por fermentación es posible mediante el uso de células libres o inmovilizadas. Ambos tienen ventajas y desventajas. Los microorganismos utilizados en la industria se seleccionan para proporcionar la mejor combinación posible de las características del proceso y equipo utilizado. Las cepas seleccionadas deben tener tolerancia a altas concentraciones de azúcar y alcohol. El uso de células inmovilizadas sobre todo en los procesos industriales ha atraído una considerable atención durante los últimos años, debido a las ventajas que trae comparadas con los procesos tradicionales. La inmovilización es la restricción de la movilidad celular dentro de un espacio definido. La inmovilización proporciona altas concentraciones de células y la

reutilización de la célula. También elimina los problemas de lavado además de las tasas de dilución y los costosos procesos de la recuperación de la célula y el reciclado.

Sun y Cheng, (2002), Menciona una fuente potencial para la producción de alcohol etílico es utilizar materiales lignocelulosicos tales como residuos de cultivos, pastos, forrajes, aserrín, viruta de madera, los residuos sólidos de los animales y residuos industriales.

## **V. Planteamiento del problema:**

Las nuevas reglamentaciones en el ámbito ambiental, tanto nacional como internacional, propenden porque el productor se responsabilice de la buena disposición y tratamiento de los residuos que se generen en su proceso productivo (sólidos, líquidos y gaseosos), de forma que no ocasionen impactos ambientales adversos para el ecosistema, a la vez que buscan minimizar la generación de los gases tipo invernadero, por su efecto sobre el calentamiento global del planeta, entre los que se destacan los óxidos de nitrógeno y de azufre, provenientes de la combustión de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo.

Debido a que la Selva Central es una zona cafetalera por excelencia, y observando el problema de la contaminación de los ríos y suelos con el mucilago del café o aguas miel, nos hemos propuesto en minimizar estos impactos ambientales obteniendo alcohol etílico y ácido acético, sustancias químicas de gran demanda en el mercado nacional muy utilizado en los laboratorios de las universidades, laboratorios químicos, laboratorios farmacológicos y de uso industrial; generando de esta manera un plus económico a los agricultores cafetaleros; considerando esta situación problemática se ha visto conveniente formular el siguiente problema: ¿Es posible obtener etanol de alto rendimiento y ácido acético a partir del mucilago del café, mediante fermentación directa del alcohol etílico utilizando acetobacter aceti?

## **VI. Metodología de Trabajo:**

La investigación se desarrollará en los laboratorios de la Universidad Nacional Intercultural de la Selva Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA), a una altitud de 700 m.

Obtención del Alcohol

Método: Experimental

Diseño: Experimental completamente aleatorio, con arreglo factorial 4 x 4.

Unidad experimental: Estará conformada por una muestra de mucílago fresco de 1L.

Cada tratamiento estará constituido por seis unidades experimentales.

Obtención del alcohol: Los materiales a utilizar serán: Mucílago de café. Obtenido del beneficio de 150 kg de café, sin seleccionar, en un equipo Becolsub 300, dotado de un desmucilagador mecánico operado con un caudal de agua de 550 ml/min.

Microorganismos: Se emplearán tres cepas comerciales de *Sachharomyces cerevisina* y una enzima comercial pectinolítica. Las dos levaduras prensadas corresponden a dos marcas comerciales que existen en el mercado.

Tratamientos: Se evaluarán 16 tratamientos, cuatro tipos de hidrólisis (natural, ácida, alcalina y enzimática) y cuatro tipos de inóculo (natural, levadura prensada 1, levadura prensada 2 y levadura seca).

La obtención del ácido acético

Ya obtenido el alcohol etílico por fermentación alcohólica sobre la biomasa tratada por el método preliminar de fermentación directa, la segunda etapa del proceso consistirá en llevar a cabo la transformación del alcohol etílico utilizando acetobacter aceti. Aunque el proceso será relativamente simple, ya que solo consiste en una oxidación de soluciones fermentadas (que contengan alcohol) en presencia de oxígeno. Las principales variables a tener en cuenta son básicamente factores intrínsecos como la concentración de alcohol etílico, la concentración de azúcares, la concentración del mismo ácido, el modo de operación del biorreactor, la concentración de la materia orgánica, el PH y características de la materia prima.

En realidad, será un proceso de fermentación aeróbica; es decir en presencia de oxígeno. Se basará en la oxidación de líquidos fermentadores (10-15% alcohol) que en presencia de oxígeno el acetobacter aceti producirá una solución del 3 al 7% de ácido acético aproximadamente.

## **VII. Objetivos:**

### **General:**

Obtener etanol de alto rendimiento y ácido acético a partir del mucilago del café como subproducto del proceso de obtención del café por fermentación oxidativa.

### **Específicos:**

1. Obtener etanol de alto rendimiento por fermentación alcohólica sobre la biomasa
2. Transformar el alcohol etílico en ácido acético utilizando la bacteria acetobacter aceti
3. Generar un plus económico en el pequeño y mediano agricultor cafetalero con la obtención del alcohol y ácido acético.

## **VIII. Hipótesis:**

### **Hipótesis general**

Por fermentación oxidativa del mucílago del café se obtiene alto rendimiento de etanol y ácido acético.

### **Hipótesis específicas**

- Con la hidrólisis enzimática del mucílago del café seguida de una fermentación con adición de levaduras se obtiene alto rendimiento de etanol.
- Por fermentación directa del etanol utilizando la bacteria acetobacter aceti se obtiene ácido acético.
- Con la obtención del alcohol y ácido acético se genera un plus económico en agricultor cafetalero.

## **IX. Justificación:**

Las nuevas reglamentaciones en el ámbito ambiental, tanto nacional como internacional, propenden porque el productor se responsabilice de la buena disposición y tratamiento de los residuos que se generen en su proceso productivo (sólidos, líquidos y gaseosos), de forma que no ocasionen impactos ambientales adversos para el ecosistema, a la vez que buscan minimizar la generación de los gases tipo invernadero, por su efecto sobre el calentamiento global del planeta, entre los que se destacan los óxidos de nitrógeno y de azufre, provenientes de la combustión de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo.

En la zona cafetera se generan subproductos como la pulpa y el mucílago de café obtenidos durante el beneficio del fruto, que de no ser tratados de forma apropiada se convierten en importantes fuentes de contaminación, pero que podrían ser utilizados para la producción de alcohol, con dos propósitos: evitar la contaminación ambiental en la zona cafetera y obtener un plus económico.

El proceso se llevará a cabo en dos etapas en la primera etapa el objetivo es producir el sustrato (alcohol etílico) a partir del mucilago del café y en la segunda etapa utilizando el alcohol etílico como sustrato para la producción de ácido acético.

Por lo tanto, es importante evidenciar este problema en la universidad con un enfoque intercultural. El proyecto nos ayudará a ver con claridad la situación de la Selva Central con respecto a la contaminación que generan los agricultores cafetaleros durante el procesamiento del café, y la transformación de las aguas miel en etanol y ácido acético, sustancias químicas de gran demanda en el mercado nacional; por lo expuesto se hace necesario ejecutar el presente estudio.

#### **x. Contribución e impacto:**

El aporte científico se fundamenta esencialmente en la fermentación de azúcares fermentables de las aguas miel en la primera etapa del proceso y en la segunda etapa de fermentación acética.

La producción de ácido acético por vía biológica y las posibles fuentes potenciales de azúcares fermentables que posee las aguas miel son los aportes de esta investigación. Por consiguiente, se ha de prestar especial atención a los principales factores que influyen de manera directa en la producción del ácido acético a partir del mucilago del café.

Determinar los factores que limitan la glicosis fermentativa del etanol: concentración del etanol resultante, acidez del sustrato, concentración de azúcares, contacto con el aire, temperatura, ritmo de crecimiento de las cepas.

Determinar los aspectos a tener en cuenta en la producción del ácido acético por fermentación del alcohol etílico: concentración de la materia prima (alcohol etílico), concentración del ácido acético, rangos óptimos de las concentraciones de etanol y ácido acético y su influencia sobre el crecimiento bacteriano, influencia de la temperatura en el crecimiento de los microorganismos, influencia de la aireación y la concentración del inóculo que es un parámetro importante para una óptima fermentación.

El impacto será de envergadura por la generación de recursos económicos a los pequeños y medianos agricultores cafetaleros que se preocupan en cuidar el medio ambiente.

## **XI. Referencias Bibliográficas:**

1. BLANDÓN, G.; RODRÍGUEZ, N.; DÁVILA, M. T. Caracterización microbiológica y físico-química de los subproductos del beneficio del café en proceso de compostaje. Cenicafé 49. 1998.
2. CABRERA, S. DE; CALZADA, J.F.; GIL, L.A.; ARRIOLA, M.C. DE. Etanol de cerezas y mucílago de café. In: SIMPOSIO Internacional sobre la Utilización Integral de los Subproductos del Café, 3. Guatemala, febrero 16-18, 1987. Guatemala, ICAITI-ANACAFÉ-PNUMA, 1987.
3. CALLE V., H. Subproductos del café. Chinchiná (Colombia). Cenicafé. 1977.
4. CALLE V., H. Producción de alcohol con los desperdicios del café. Cenicafé 2, 1951.
5. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFÉ. Anuario Meteorológico Cafetero 2007. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ. 2009.
6. MADIGAN, T.M., et al. Biología de los microorganismos. Décima edición. Pearson Educación S.A. Madrid, 2005.
7. RÍOS A., S. Manual de Análisis Químico del Mucílago del Café. Disciplina de Química Industrial. Cenicafé. Chinchina.1995. (Mecanografiado).
8. RODRÍGUEZ V., N. Balance energético en la producción de etanol a partir de la pulpa y el mucílago de café y poder calorífico de los subproductos del proceso del cultivo de café. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ. Disciplina de Calidad y Manejo Ambiental. 2007..
9. SURESH, BALA, «Acetic Acid», Chemicals Economic Handbook, SRI International, 2003
10. VALENCIA A., G.; CALLE V., H. La miel de café y su composición. Cenicafé (Colombia) 1968.
11. ZAMBRANO F., D. A. Estudios de planta piloto para el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales del proceso de beneficio húmedo del café. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Cenicafé, 1994.
12. ZAMBRANO F., D. A; ISAZA H., J. D. Lavado del café en los tanques de fermentación. Revista Cenicafé, 1994.

13. ZAMBRANO F., D. A.; RODRÍGUEZ V., N.; LÓPEZ P., U.; OROZCO R., P. A.; ZAMBRANO G., A.J. Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café. Chinchiná, CENICAFÉ. 2006, (Boletín Técnico N° 29).

## XII. Calendario de actividades:

N°	Actividad	Fecha Inicial	Fecha Final
1	Revisión de literatura	02-09-2019	30-09-2019
2	Definición del problema	01-10-2019	31-10-2019
3	Elaboración del marco teórico	01-11-2019	30-11-2019
4	Definición de hipótesis	02-12-2019	31-12-2019
5	Selección y diseño de instrumentos	01-01-2020	31-01-2020
6	Definición de la muestra	03-02-2020	9-02-2020
7	Prueba exploratoria	02-03-2020	31-03-2020
8	Aplicación experimental	01-04-2020	30-04-2020
9	Procesamiento de los datos	01-05-2020	30-05-2020
10	Elaboración del informe final	01-06-2020	33-06-2020
<b>Duración</b>			<b>10 meses</b>

## XII. Integrantes:

Integrante	Apellidos y Nombres	Condición o Nivel	Grado	Título de la Tesis (Docentes)
Responsable	Rutti Marín José Miguel <a href="https://orcid.org/0000-0003-2220-1623">https://orcid.org/0000-0003-2220-1623</a>	Ordinario	Doctor	Relación de conciencia ambiental y educación ambiental en docentes del IESTP Jaime Cerrón Palomino de Chupaca-2016
Co-Responsable	Medrano Osorio Rubén Américo <a href="https://orcid.org/0000-0003-2181-9608">https://orcid.org/0000-0003-2181-9608</a>	Ordinario	Magister	
Miembro (s)docente(s)	1. Huaranga Rivera Herbert Víctor <a href="https://orcid.org/0000-0002-8054-4213">https://orcid.org/0000-0002-8054-4213</a> 2. Sánchez Castro Angélica <a href="https://orcid.org/0000-0003-0680-7836">https://orcid.org/0000-0003-0680-7836</a> 3. Lavado Meza Carmencita del Rocío <a href="https://orcid.org/0000-0003-1620-7180">https://orcid.org/0000-0003-1620-7180</a>	Ordinario Contratada Ordinario	Doctor Doctora Magister	

<b>Colaboradores Estudiantes</b>	1. Cruz Cerrón Dana Nicole Cod. 2018100091 2. Contreras Tovar Luís Alejandro Cod. 2018100090		Cuarto  Cuarto	
<b>Miembros externos</b>	1. Consuelo Francisca Vílchez <a href="https://orcid.org/0000-0003-3940-2341">https://orcid.org/0000-0003-3940-2341</a> 2. Camargo Caysahuana Andrés <a href="https://orcid.org/0000-0003-3509-4919">https://orcid.org/0000-0003-3509-4919</a>		Magister  Magister	

### PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Item	Und.	Descripción	Precio unitario	Precio total
<b>A. Materiales e insumos</b>				
1	1	Tóner para impresora	S/. 250.00	S/. 250.00
2	3	Reactivos químicos (ácidos, bases, microorganismos)	S/. 400.00	S/. 1200.00
3	4	Envases de vidrio de 20 L.	S/. 150.00	S/. 600.00
4	6	Materiales de laboratorio (vasos, probetas, pipeta)	S/. 50.00	S/. 300.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/. 2350.00</b>
<b>B. Bienes de capital</b>				
5	5	USB memoria	S/. 47.00	S/. 235.00
6	2	Equipo de destilación	S/. 800.00	S/. 1600.00
7	1	Cámara filmadora de 24.2	S/. 3,350.00	S/. 3,350.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/. 5185.00</b>
<b>C. Servicios</b>				
8	4	Consultoría de investigadores externos y evaluadores pares de libro	S/. 500.00	S/. 2000.00
9	4	Análisis de muestra	S/. 286.25	S/. 1,145.00
10	1	Procesamiento de datos (SPSS)	S/. 500.00	S/. 500.00
11	1	Publicación de resultados en Libro virtual (implementación de Repositorio de revistas y libros OJS/DSpace)	S/. 3500.00	S/. 3,500.00
12	1	Gastos de revisión y edición de artículos científicos del equipo de investigación (redacción y	S/. 500.00	S/. 500.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/. 8,145.00</b>
<b>D. Pasajes y viáticos</b>				
13	Varios	Pasajes y viáticos (hospedaje, alimentación y movilidad local) del equipo de investigación hacia las fincas cafetaleras, para desarrollar el	S/. 3500.00	S/. 3500.00

14	Varios	Pasajes terrestres, viáticos, hospedaje e inscripción como ponente para participar en eventos científicos (nacional) (3partipantes)	S/. 400.00	S/. 1600.00
<b>SUB TOTAL</b>			<b>S/. 5100.00</b>	
<b>E Gastos administrativos</b>				
15	1	Servicio de impresión de informes y artículos.	S/. 500.00	S/. 500.00
16	5	Papel bond (millares)	S/. 24.00	S/. 120.00
17	1	Courier inscripción del ISBN en la biblioteca nacional. (1)	S/.100.00	S/.100.00
<b>SUB TOTAL</b>			<b>S/. 720.00</b>	
<b>TOTAL, GENERAL</b>			<b>S/. 21,000.00</b>	