



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO  
DE RIESGOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BIOETANOL  
OBTENIDO MEDIANTE LA ADICIÓN DE ENZIMAS  
CELULOLÍTICAS A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES,  
ESPECÍFICAMENTE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas comosus*) Y  
CÁSCARA DE PAPAYA (*Carica papaya*)**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

**PABLO NAPOLEON NOBOA MORALES**

**DIRECTOR: Msc. GLORIA ROLDÁN**

**QUITO, FEBRERO, 2020**

© Universidad UTE. 2020

Reservo todos los derechos de reproducción

# FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

## TRABAJO DE TITULACIÓN

| DATOS DE CONTACTO    |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1718166711                         |
| APELLIDO Y NOMBRES:  | Noboa Morales Pablo Napoleon       |
| DIRECCIÓN:           | Rio Agoyán y Oswaldo<br>Guayasamín |
| EMAIL:               | pablonoboa@hotmail.es              |
| TELÉFONO FIJO:       | 022650249                          |
| TELÉFONO MOVIL:      | 0984887472                         |

| DATOS DE LA OBRA                             |  |
|--|--|
| TÍTULO:                                      | Evaluación del rendimiento de bioetanol obtenido mediante la adición de enzimas celulolíticas a partir de residuos vegetales, específicamente cáscara de piña ( <i>Ananas comosus</i> ) y cáscara de papaya ( <i>Carica papaya</i> )   |
| AUTOR O AUTORES:                             | Noboa Morales Pablo Napoleon   |
| FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN: | 31/01/2020   |
| DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:         | Msc. Gloria Roldán   |
| PROGRAMA:                                    | PREGRADO <input type="checkbox"/> x <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO   |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA:                      | Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales  |
| RESUMEN:                                     | En el presente trabajo se evaluó el rendimiento de la producción de bioetanol a partir de la cáscara de dos frutas piña ( <i>Ananas comosus</i> ) y papaya ( <i>Carica papaya</i> ) que suelen quedar como residuos y no son aprovechados. Para este proyecto se utilizó la cáscara de dichas frutas, como materia prima, 35 kg de piña y 32 kg de papaya. Los residuos fueron |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
|                                | <p>caracterizados a través de procesos fisicoquímicos, considerando la metodología de “Biomass to liquids” o BTL, aplicando hidrólisis térmica a 121 ° C y 1 atmósfera de presión en una autoclave. La hidrólisis enzimática se llevó a cabo con los siguientes parámetros, pH de 8 y temperatura de 50 °C con agitación durante 2 horas. La cantidad de celulasa proveniente de <i>Aspergillus sp.</i>, utilizada fue 1 ml de enzima por cada 0.45 g de celulosa. Se obtuvo un volumen de trabajo de 500 ml de muestra que luego se procedió a la fermentación con la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> a 25 °C, pH de 6.9, durante 5 días. Se utilizó la técnica de cromatografía de gases para determinar el porcentaje peso / volumen de bioetanol. Los resultados obtenidos, considerando 50 gramos de cáscara en base seca fueron, 2.25 g / L de etanol en la piña y 1.70 g / L de etanol en la papaya. Lo que representa un rendimiento de 61.98% y 60.81% respectivamente, considerando la hidrólisis enzimática. El análisis estadístico, mediante la prueba de Tukey, con una significancia al 5%, indica que hay una mayor producción de etanol a partir de las cáscaras de piña considerando el uso de la enzima celulasa.</p> |
| <p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p> | <p><b>Hidrólisis enzimática, bioetanol, biomasa, residuos lignocelulósicos, fermentación</b></p>  |
| <p><b>ABSTRACT:</b></p>        | <p>In this work, the yield of bioethanol production was evaluated from the peel of two pineapple (<i>Ananas</i></p>   |

*comosus*) and papaya (*Carica papaya*) fruits that are usually left as waste and are not used. For this project, the peel of various fruits, as raw material, 35 kg of pineapple and 32 kg of papaya are considered. The residues were characterized by physicochemical processes, specifying the methodology of "Biomass to liquids" or BTL, applying thermal hydrolysis at 121 ° C and 1 pressure temperature in an autoclave. Enzymatic hydrolysis was carried out with the following parameters, pH of 8 and temperature of 50 ° C with stirring for 2 hours. The amount of cellulase from *Aspergillus* sp., To use was 1 ml of enzyme per 0.45 g of cellulose. A working volume of 500 ml of sample was obtained, which was then fermented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast at 25 ° C, pH of 6.9, for 5 days. The gas chromatography technique was determined to determine the weight / volume percentage of bioethanol. The results obtained, probably 50 grams of husk on a dry basis were 2.25 g / L of ethanol in pineapple and 1.70 g / L of ethanol in papaya. Which represents a yield of 61.98% and 60.81% respectively, results in enzymatic hydrolysis. The statistical analysis, by

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | means of the Tukey test, with a significance of 5%, indicates that there is a greater production of ethanol from the pineapple shells recognized the use of the cellulase enzyme. |
| <b>KEY WORDS:</b> | <b>Enzymatic hydrolysis, bioethanol, biomass, lignocellulosic residues, fermentation</b>  |

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 

NOBOA MORALES PABLO NAPOLEON

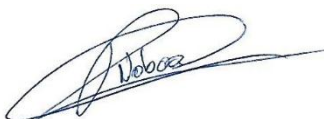
1718166711

**DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **NOBOA MORALES PABLO NAPOLEON**, CI 1718166711 autor del trabajo de titulación: **Evaluación del rendimiento de bioetanol obtenido mediante la adición de enzimas celulolíticas a partir de residuos vegetales, específicamente cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de papaya (*Carica papaya*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 26 de febrero del 2020



f: \_\_\_\_\_

**NOBOA MORALES PABLO NAPOLEON**  
1718166711

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Evaluación del rendimiento de bioetanol obtenido mediante la adición de enzimas celulolíticas a partir de residuos vegetales, específicamente cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de papaya (*Carica papaya*)** para aspirar al título de **Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales** fue desarrollado por **NOBOA MORALES PABLO NAPOLEON**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



---

Msc. Gloria Roldán Ing.  
**DIRECTORA DEL TRABAJO**  
C.I.1705862371



## DEDICATORIA

Dedico este trabajo y todo lo obtenido a mis padres Sergio y Patty porque son incondicionales conmigo, son y serán mi motivación para seguir adelante en cada sueño que tenga. Esto es un pequeño ejemplo de todo lo que viene. Esta vida no me alcanzará para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A Cinthy que siempre me motivo y es un ejemplo a seguir, por ser una mujer fuerte, valiente, amorosa e inteligente que siempre ha estado conmigo en todo momento, me da fuerzas, me da todo lo que necesito y espero que se sienta orgullosa de mí.

A mi hermana Gaby, que está en todo momento, nunca me abandona siempre se preocupa por mí, a pesar de la edad que tengo me trata como un niño consentido, a mi cuñado Alejandro que es una gran persona, que está en los malos y buenos momentos. Gracias ñaños.

A mis primas Sofy y Sary y mi sobrina Nathy, que son mis pequeñas ñañas, quiero ser para ellas una motivación para que sigan sus sueños y cumplan todos los objetivos que se propongan en su vida, que siempre sean únicas, y recuerden que cuentan conmigo para lo que necesiten.

A toda mi familia que siempre me presionó para acabar la tesis, entre bromas y motivaciones lograron impulsarme para llegar al final de este trabajo de investigación, espero que con esto se sientan felices porque estoy consiguiendo cumplir una meta más en mi vida, ser un profesional.

A mis amigos de toda la vida Michael, Tony y Tven, que siempre están ahí en la buenas y en las malas, porque están pendientes de mí y quieren que acabe para festejar como nosotros lo sabemos hacer.

## **AGREDECIMIENTO**

Agradezco a la Ingeniera Gloria Roldán por su apoyo y paciencia para desarrollar este proyecto de investigación, por sus consejos que me ayudaron a crecer como persona y profesional.

Les agradezco a mis padres porque gracias a ellos pude estudiar y día a día me impulsan a seguir adelante para ser mejor persona, se también que siempre me apoyarán en las decisiones que tomé en mi vida.

A los Ingenieros de la Universidad UTE ya que con sus consejos pude desarrollar el proyecto y siempre estuvieron preocupados del progreso, son excelentes profesionales y grandes personas en especial al Ingeniero Fausto Viteri.

A los profesores de Laboratorio que me facilitaron lo necesario para el desarrollo del proyecto.

Cinthy gracias por compartir hermosos momentos en todo este camino no tengo más palabras que decirte gracias me hiciste mejor persona, como dejar a un lado, a tus padres que siempre están preocupados por mí y ahí es cuando uno siente que ahí es.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   | PÁGINA |
|---|--------|
| RESUMEN .....   | 1      |
| ABSTRACT .....  | 2      |
| 1. INTRODUCCIÓN .....   | 3      |
| 2. METODOLOGÍA.....   | 6      |
| 2.1 CARACTERIZAR LOS DESECHOS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA PARA CONOCER SU COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA. 6  |        |
| 2.1.1 PREPARACIÓN INICIAL DE LA MUESTRA.....  | 6      |
| 2.1.2 DESHIDRATACIÓN .....  | 6      |
| 2.1.3 MOLIENDA .....  | 7      |
| 2.1.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE PIÑA Y PAPAYA .....   | 7      |
| 2.1.5 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD .....  | 7      |
| 2.2 PRODUCIR BIOETANOL POR FERMENTACIÓN CON <i>Saccharomyces cerevisiae</i> DE LOS SUSTRATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO HIDROLÍTICO TÉRMICO-ENZIMÁTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE PIÑA Y PAPAYA. .... | 8      |
| 2.2.1 ANÁLISIS DE CELULOSA .....  | 8      |
| 2.2.2 HIDRÓLISIS TÉRMICA.....   | 8      |
| 2.2.3 HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA .....   | 8      |
| 2.2.3.1 CONDICIONES PARA LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA .....   | 9      |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2.4 FERMENTACIÓN .....   | 9         |
| 2.3 EVALUAR EL RENDIMIENTO DE BIOETANOL RESULTANTE DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA.....   | 9         |
| 2.3.1 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE BIOETANOL.....   | 9         |
| <b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>   | <b>11</b> |
| 3.1 RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA PARA CONOCER SU COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA. ....  | 11        |
| 3.1.3 ANÁLISIS DE CELULOSA .....   | 13        |
| 3.2 RESULTADO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL POR FERMENTACIÓN CON <i>Saccharomyces cerevisiae</i> DE LOS SUSTRATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO HIDROLÍTICO TÉRMICO-ENZIMÁTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE PIÑA Y PAPAYA. .... | 14        |
| 3.2.1 HIDRÓLISIS TÉRMICA.....  | 14        |
| 3.2.3 HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA .....  | 14        |
| 3.2.4 FERMENTACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES .....  | 16        |
| 3.3 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BIOETANOL RESULTANTE DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA. ....  | 16        |
| 3.3.1 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE BIOETANOL....  | 16        |
| <b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>18</b> |
| 4.1 CONCLUSIONES.....  | 18        |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 4.2 RECOMENDACIONES ..... | 18        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b> | <b>19</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>        | <b>25</b> |

# ÍNDICE DE TABLAS

## PÁGINA

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Métodos y parámetros para caracterización de las muestras.....  | 7  |
| <b>Tabla 2.</b> Cantidad de celulasa utilizada para la hidrólisis enzimática para cáscara de piña y papaya. ....                            | 8  |
| <b>Tabla 3.</b> Caracterización inicial de las muestras de cáscara de piña y papaya en 100 g y su respectiva desviación estándar.....       | 11 |
| <b>Tabla 4.</b> Comparación con otros estudios de análisis de materia prima de residuos de cáscara de piña ( <i>Ananas comosus</i> ).....   | 12 |
| <b>Tabla 5.</b> Comparación con otros estudios de análisis de materia prima de residuos de cáscara de papaya (Carica papaya).....           | 13 |
| <b>Tabla 6.</b> Comparación de azúcares reductores antes y después de la HE entre las diferentes muestras. ....                             | 15 |
| <b>Tabla 7.</b> Comparación de bioetanol producido con otros estudios en g/L utilizando 50 g de base seca de cáscara de piña y papaya. .... | 16 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

## PÁGINA

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Diagrama de proceso para la obtención de bioetanol.....  | 10 |
| <b>Figura 2.</b> Azúcares reductores antes y después de la hidrólisis enzimática con su respectivo testigo en 50 de sustrato seco ..... | 15 |
| <b>Figura 3.</b> Concentración de bioetanol (G/L) obtenido de cáscara de piña y papaya .....  | 17 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   | <b>PÁGINA</b> |
|---|---------------|
| <b>Anexo 1.</b> Análisis de Celulosa de cáscara de piña y cáscara de papaya....   | 25            |
| <b>Anexo 2.</b> Resultados de la caracterización de las cáscaras de piña y papaya en base seca.....   | 26            |
| <b>Anexo 3.</b> Caracterización de azúcares reductores de cáscara de piña y papaya .....  | 28            |
| <b>Anexo 4.</b> Resultados de la caracterización de azúcares reductores antes de hidrólisis enzimática en cáscara de piña y papaya repetición 1 y 2 .....                       | 30            |
| <b>Anexo 5.</b> Resultados de la caracterización de azúcares reductores después de la hidrólisis enzimática y fermentación de cáscara de piña y papaya repetición 1 y 2 .....   | 33            |
| <b>Anexo 6.</b> Resultados de la caracterización de azúcares reductores después de la fermentación con hidrólisis enzimática de cáscara de piña y papaya repetición 1 y 2 ..... | 35            |
| <b>Anexo 7.</b> Resultados de la obtención de rendimiento de etanol en Testigos repeticiones 1 y 2 de cáscara de papaya.....  | 37            |
| <b>Anexo 8.</b> Resultados de la obtención de rendimiento de etanol en Testigos repeticiones 1 y 2 de cáscara de piña.....  | 39            |
| <b>Anexo 9.</b> Resultados de la obtención de rendimiento de etanol con hidrólisis enzimática en cáscara de piña repetición 1 y 2 .....   | 41            |
| <b>Anexo 10.</b> Resultados de la obtención de rendimiento de etanol con hidrólisis enzimática en cáscara de papaya repetición 1 y 2 .....                                      | 43            |
| <b>Anexo 11.</b> Cáscaras de piña y papaya en estufa de secado .....  | 45            |
| <b>Anexo 12.</b> Cáscara de piña y papaya deshidratada.....   | 46            |
| <b>Anexo 13.</b> Frascos autoclavables de Jarabe de cáscara de piña y papaya  | 47            |
| <b>Anexo 14.</b> Enzima <i>Aspergillus sp.</i> utilizada para la hidrólisis enzimática ...  | 47            |
| <b>Anexo 15.</b> Equipos utilizados para ajuste y control de condiciones en la hidrólisis enzimática.....   | 48            |



**Anexo 16.** Agitador para la fermentación de la solución de cáscara de piña y papaya durante 5 días ..... 48

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el rendimiento de la producción de bioetanol a partir de la cáscara de dos frutas piña (*Ananas comosus*) y papaya (*Carica papaya*) que suelen quedar como residuos y no son aprovechados. Para este proyecto se utilizó la cáscara de dichas frutas, como materia prima, 35 kg de piña y 32 kg de papaya. Los residuos fueron caracterizados a través de procesos fisicoquímicos, considerando la metodología de “Biomass to liquids” o BTL, aplicando hidrólisis térmica a 121 ° C y 1 atmósfera de presión en una autoclave. La hidrólisis enzimática se llevó a cabo con los siguientes parámetros, pH de 8 y temperatura de 50 °C con agitación durante 2 horas. La cantidad de celulasa proveniente de *Aspergillus* sp., utilizada fue 1 ml de enzima por cada 0.45 g de celulosa. Se obtuvo un volumen de trabajo de 500 ml de muestra que luego se procedió a la fermentación con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a 25 °C, pH de 6.9, durante 5 días. Se utilizó la técnica de cromatografía de gases para determinar el porcentaje peso / volumen de bioetanol. Los resultados obtenidos, considerando 50 gramos de cáscara en base seca fueron, 2.25 g / L de etanol en la piña y 1.70 g / L de etanol en la papaya. Lo que representa un rendimiento de 61.98% y 60.81% respectivamente, considerando la hidrólisis enzimática. El análisis estadístico, mediante la prueba de Tukey, con una significancia al 5%, indica que hay una mayor producción de etanol a partir de las cáscaras de piña considerando el uso de la enzima celulasa.

**Palabras Claves:** Hidrólisis enzimática, bioetanol, biomasa, residuos lignocelulósicos, fermentación.

## ABSTRACT

In this work, the yield of bioethanol production was evaluated from the peel of two pineapple (*Ananas comosus*) and papaya (*Carica papaya*) fruits that are usually left as waste and are not used. For this project, the peel of various fruits, as raw material, 35 kg of pineapple and 32 kg of papaya are considered. The residues were characterized by physicochemical processes, specifying the methodology of "Biomass to liquids" or BTL, applying thermal hydrolysis at 121 ° C and 1 pressure temperature in an autoclave. Enzymatic hydrolysis was carried out with the following parameters, pH of 8 and temperature of 50 ° C with stirring for 2 hours. The amount of cellulase from *Aspergillus* sp., To use was 1 ml of enzyme per 0.45 g of cellulose. A working volume of 500 ml of sample was obtained, which was then fermented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast at 25 ° C, pH of 6.9, for 5 days. The gas chromatography technique was determined to determine the weight / volume percentage of bioethanol. The results obtained, probably 50 grams of husk on a dry basis were 2.25 g / L of ethanol in pineapple and 1.70 g / L of ethanol in papaya. Which represents a yield of 61.98% and 60.81% respectively, results in enzymatic hydrolysis. The statistical analysis, by means of the Tukey test, with a significance of 5%, indicates that there is a greater production of ethanol from the pineapple shells recognized the use of the cellulase enzyme.

**Key Words:** Enzymatic hydrolysis, bioethanol, biomass, lignocellulosic residues, fermentation.

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevas alternativas energéticas para producir biocombustibles a partir de residuos de origen vegetal ha llevado a la investigación de nuevas técnicas para darles otros usos, la principal característica de los residuos vegetales es que en su composición corresponde a componentes lignocelulíticos conformados por celulosa hemicelulosa entre un 75-80 % (Sánchez, Gutiérrez, Muñoz, & Rivera, 2015) y para ello se ha elegido dos residuos diferentes que son la cáscara de piña y la cáscara de papaya.

La piña es una fruta con altos valores nutricionales es uno de los productos más cultivados en Ecuador con alrededor de 4.500 hectáreas con 74.000 toneladas de producción al año. El país exporta 59.200 toneladas a Chile, Bélgica, Alemania, Estados Unidos y 14.800 toneladas es para consumo nacional (ASOPIÑA, 2017). De lo cual alrededor de 5.180 toneladas de residuos que corresponde a la corteza de la piña puede ser aprovechada (Torres, 2018).

La papaya en el Ecuador tiene alrededor de 400 hectáreas que produce 1.646 toneladas métricas de las cuales 1.234 se exporta a Reino Unido, Países Bajos, Alemania, Perú y Colombia y 411 toneladas métricas para consumo interno de lo cual se obtiene de 131 toneladas métricas de residuo. (Torres, 2018).

Según datos del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censo (INEC) el 58 % de los residuos orgánicos es dispuesto en los rellenos sanitarios (INEC, 2016) y además al entrar en proceso de descomposición esta materia orgánica se pueden formar compuestos orgánicos volátiles (COV's) como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entre los más comunes (De la Cruz, 2015). Los residuos de las dos frutas contienen celulosa y azúcares reductores, de los cuales se puede obtener biocombustibles. (Fernández, 2009).

En general los residuos sólidos municipales han tenido un incremento considerable a nivel mundial según datos del Banco Mundial, (2018), se generan 2010 millones de toneladas de desecho y esto ha impulsado a buscar alternativas para aprovecharlos y convertirlos en biocombustible a través de diferentes tratamientos como hidrólisis térmica, hidrólisis ácida o hidrólisis enzimática (García & Yomara, 2015), este proceso no libera dióxido de carbono.

La hidrólisis térmica sirve para destruir la hemicelulosa y tener un mejor contacto con la celulosa (Herrera, 2005). En la hidrólisis térmica la materia lignocelulósica según los autores Riveros, Vargas, & Meyer, (2017), la temperatura óptima va desde 150 °C a 180 °C y una presión de 15 psi.

La hidrólisis ácida permite destruir compuestos como celulosa y lignina para así poder tener la mayor cantidad de azúcares fermentables esto se vuelve más eficiente con concentraciones de ácido hasta un 40 % durante una hora

logrando que hasta un 70 % de estos compuestos se solubilicen (Morales, 2015).

La hidrólisis enzimática reacciona específicamente con la molécula deseada (Santos & Zabala, 2016), lo que va a influir en la separación de las moléculas de la celulosa, a una determinada temperatura y tiempo, con un 96 % de la masa solubilizada (Guarnizo, Martínez, & Valencia, 2009).

En 2010 Ecuador comenzó a desarrollar biocombustibles a través de la hidrólisis térmica, a partir de la caña de azúcar con un porcentaje de 99.6 % de pureza de alcohol, para la producción de bioetanol se desarrolla a través de cuatro empresas ecuatorianas que producen 35 millones de litros anuales (Martínez, 2018).

Existen varios tipos de biocombustibles, según su fuente de obtención entre ellos se encuentran; Primera generación que provienen del fruto de las plantas (Herán & Araya, 2009). De segunda generación que provienen de los residuos forestales o agrícolas y están compuestos por celulosa, estos tienen un tratamiento más complejo desarrollado por Fischer-Tropsch el cual habla del "Biomass-To-Liquids" o BTL (Álvarez, 2010) (Faba, Díaz, & Ordóñez, 2014). De tercera generación o también conocidos como cultivos energéticos ya que el vegetal no es de carácter alimenticio y son de crecimiento rápido (Machado, 2010). Y por último los de cuarta generación que por medio de bacterias modificadas sin la necesidad de realizar más procesos se puede utilizar como materia prima anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) (Ramos, Díaz, & Villar, 2016).

Con los diferentes estudios citados previamente se quiere dar una mejor disposición a los diferentes residuos es por eso que en base a la experimentación se pretende analizar cuál es el mejor y óptimo proceso para la elaboración de bioetanol, los residuos a utilizar son la cáscara de piña y la cáscara de papaya a través de diferentes tratamientos como la hidrólisis térmica, hidrólisis enzimática y la fermentación, luego de realizar los procesos mencionados nos va a dar como producto final bioetanol para poder compararlo con otros estudios.

En el estudio de Cordero, Dimaano, Maynard, De la Cruz, & Quinto, (2016), el rendimiento de bioetanol obtenido es de 3.80 g/L y en este se realizó con una hidrólisis química, los datos reportados por Pardo, Ocegueda, Sánchez, & Alain, (2018) es de 4.34 g/L todos estos estudios se realizaron con cáscara de piña.

En el estudio de Akin-Osanaiye, Nzelibe, & Agbaji, (2005), obtuvieron un rendimiento 3.33 g/L por cada 100 g de materia prima este estudio realizó hidrólisis química para cáscara de papaya.

Estos productos se eligieron ya que la piña es el cuarto producto más cultivado en el Ecuador, mientras que la papaya ocupa el séptimo puesto en la producción nacional (Álvarez, 2019), es por eso que al estar estos productos entre los 10 más cosechados es necesario una correcta disposición de los residuos generados por estas frutas.

El presente trabajo tuvo como objetivo general evaluar el rendimiento de bioetanol obtenido mediante la adición de enzimas celulolíticas a partir de residuos vegetales, específicamente cáscara de piña (*Ananas comosus*) y cáscara de papaya (*Carica papaya*). Los objetivos específicos son: Caracterizar los desechos de cáscara de piña y papaya para conocer su composición fisicoquímica; producir bioetanol por fermentación con *Saccharomyces cerevisiae* de los sustratos obtenidos después del tratamiento hidrolítico térmico-enzimático a partir de cáscara de piña y papaya; y por último evaluar el rendimiento de bioetanol resultante de la adición de enzimas celulolíticas de cáscara de piña y papaya.

## **2. METODOLOGÍA**



## **2. METODOLOGÍA**

El trabajo se desarrolló en los laboratorios de la Universidad UTE, la parte experimental para la determinación de celulosa de las cáscaras de la piña y papaya se realizó en los laboratorio del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) y en los laboratorios de OSP (Oferta de Servicios y Productos de la Universidad Central del Ecuador) la determinación de la composición física (parámetros: humedad, cenizas), y química (proteínas azúcares reductores y grasa) además la investigación documental de fuentes primarias y secundarias. En la fase de gabinete se realizó un análisis comparativo de los resultados obtenidos de rendimiento del bioetanol con otros estudios similares a partir de la cáscara de piña y papaya según el estado del arte.

Se toma como referencia para la obtención de bioetanol los procedimientos realizados por diferentes investigadores como (Méndez y Pérez 2008) para la preparación del residuo vegetal, también se utilizó para el proceso de producción de bioetanol la metodología de (Tirado, Montero, & Acevedo 2015; Khawlaa et al 2014) y para el análisis del porcentaje de bioetanol se utilizó cromatografía de gases (De Meer, 2017), para este caso se adaptó la metodología de estos autores.

### **2.1 CARACTERIZAR LOS DESECHOS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA PARA CONOCER SU COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA.**

#### **2.1.1 PREPARACIÓN INICIAL DE LA MUESTRA**

A partir de 100 kg de fruta (piña-papaya) se obtuvo 35 Kg de piña y 32 kg de cáscara de papaya. La preparación de la muestra se procedió de la siguiente manera:

- En los dos casos para cáscaras de piña y papaya se lavó con 25 L de agua de la red pública para quitar impurezas presentes.
- Se cortó las cáscaras a un tamaño de 2 cm.
- Se dejó secar a temperatura ambiente (22-23) °C por 2 horas.

#### **2.1.2 DESHIDRATACIÓN**

- Se colocó en la estufa Memmert modelo (100-800) por 24 horas a 105 °C para deshidratar.

### 2.1.3 MOLIENDA

- En un molino de rodillos eléctrico de 1,5 Hp, la muestra deshidratada se molió a una malla de 200 micras.

### 2.1.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS MUESTRAS DE PIÑA Y PAPAYA

A través de la tabla 1 se muestra los métodos utilizados para la caracterización de grasa, azúcares reductores, proteína, cenizas y celulosa.

**Tabla 1.** Métodos y parámetros para caracterización de las muestras.

| Parámetro           | Método              | Laboratorio       |
|---------------------|---------------------|-------------------|
| Humedad             | AOAC 23.003:2003    | Laboratorio UTE   |
| Grasa               | MAL-03/AOAC 991.36  | Laboratorio OSP   |
| Azúcares reductores | MAL-53/PEARSON      | Laboratorio OSP   |
| Proteína            | MAL-04/AOAC 981.10  | Laboratorio OSP   |
| Cenizas             | MAL-02/ AOAC 923.03 | Laboratorio OSP   |
| Celulosa            | MO-LSAIA-02.03      | Laboratorio INIAP |

### 2.1.5 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

La humedad se realizó en el laboratorio de la Universidad UTE que consistió en aplicar el método AOAC 23.003:2003 (Association of Official Analytical Chemists) en donde la cáscara de la piña y la papaya fue sometida en la estufa (modell 100-800) a 105 °C durante 24 horas y se controlaba cada dos horas, después la cáscara deshidratada fue llevada al desecador de vidrio durante 15 minutos hasta que el peso se mantenga constante sin ninguna variación todo este proceso se realizó durante 13 días para la piña mientras que para la papaya fueron 9 días para deshidratar (Valencia, Rodríguez & Giraldo, 2011).

Para el cálculo de la humedad se utilizó la siguiente ecuación: (Valencia, Rodríguez & Giraldo, 2011)

$$\%Humedad = \frac{(\text{peso de bandeja+muestra húmeda}) - (\text{peso de la bandeja+muestra seca})}{(\text{peso de bandeja+muestra húmeda}) - \text{peso de la bandeja}} \times 100 \quad [1]$$

## 2.2 PRODUCIR BIOETANOL POR FERMENTACIÓN CON *Saccharomyces cerevisiae* DE LOS SUSTRATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO HIDROLÍTICO TÉRMICO-ENZIMÁTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE PIÑA Y PAPAYA.

### 2.2.1 ANÁLISIS DE CELULOSA

El presente análisis se realizó debido a que la celulosa es uno de los principales componentes de la cáscara de residuos de frutas y estos pueden ser hidrolizados para conseguir la fermentación, debido a que se utilizó enzima "*Celulasa Aspergillus Sp.*" para su degradación, este proceso libera azúcares fermentables como pentosas y glucosas, y estos azúcares pueden convertirse en bioalcoholes (Castro, Beltran, & Ortiz, 2012).

### 2.2.2 HIDRÓLISIS TÉRMICA

Para este paso se preparó una solución 5 % m/v de un total de 1000 mL de los cuales 50 g fue de harina de cascará de piña y papaya respectivamente que se obtuvo en el paso anterior y el restante de 950 ml será de agua destilada (Casabar, Unpraprom, & Ramaraj, 2019), todo este proceso se realizó en el autoclave, modelo SM510, durante 20 minutos a 1atm de presión y 121 °C (Choonut, Saejong, & Sangkharak, 2014) y el proceso de enfriamiento se realizó a temperatura ambiente 23 °C por 2 horas para poder trabajar en el siguiente tratamiento.

### 2.2.3 HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA

La mezcla resultante del tratamiento térmico fue sometida a un proceso de hidrólisis enzimática para esto se utilizó enzima comercial de especie *Aspergillus sp.* Se aplicaron las concentraciones de enzimas establecidas que por cada 0,45g de celulosa se colocó 1 ml de celulasa *Aspergillus sp.* (Adina, Florinela, Abdelmoumen, & Socaciu, 2010).

Para el cálculo de la cantidad de enzima se realizó de la siguiente ecuación de (Adina, Florinela, Abdelmoumen, & Socaciu, 2010).

$$\text{Cantidad de enzima} = \frac{\text{Celulosa} \times 1\text{ml}}{0,45\text{g}} \quad [2]$$

**Tabla 2.** Cantidad de celulasa utilizada para la hidrólisis enzimática para cáscara de piña y papaya.

| Cáscara para 25 g | Celulasa (ml) |
|-------------------|---------------|
| Piña              | 7.14          |
| Papaya            | 9.46          |

### 2.2.3.1 CONDICIONES PARA LA HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA

Para el acondicionamiento de la hidrólisis enzimática se realiza con hidróxido de potasio (KOH) al 0.1 M% con una cantidad aproximada de 25 ml se elevó el pH para la piña, mientras para la papaya se utilizó 20 ml hasta alcanzar un pH de 8 y la temperatura fue de 50 °C para la activación de la enzima *Aspergillus sp.* durante dos horas ya que esto recomienda el fabricante (SigmaAldrich, 2019a) y para la inactivación de la enzima la temperatura fue elevada hasta los 95 °C durante 10 minutos (Dimitrios, Varzakas, Apostolos, & Israilides, 2010).

### 2.2.4 FERMENTACIÓN

Para el proceso de la fermentación se preparó el medio de cultivo para la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura fue inoculada en agar Sabouraud a 25 °C durante 7 días (SigmaAldrich, 2019b), para la masa de levadura se calculó a través de la ecuación 3 (Mantilla, 2012), con proporción de levadura al 1% (Khawla et al., 2014), para la piña se añadió 0.07 gramos y para la papaya fue de 0.04 gramos de levadura en 6 ml de agar Sabouraud, las condiciones del jarabe fueron de un pH de 6.9 que se logró conseguir adicionando 8 ml de ácido acético al 5% y temperatura de 25 °C. la fermentación se dejó durante 5 días (Riveros et al., 2017).

Mediante la ecuación 3 explicada. (Mantilla, 2012).

$$\text{Masa de levadura} = \text{Peso de la concentracion} \times \text{AR \%} \times \text{peso de levadura \%} \quad [3]$$

## 2.3 EVALUAR EL RENDIMIENTO DE BIOETANOL RESULTANTE DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA

### 2.3.1 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE BIOETANOL

A través de la cromatografía de gases con detector FID (Flame ionization detection) permitió que la muestra se volatice para saber los componentes presentes en la muestra el rendimiento obtenido de la producción de bioetanol (De Meer, 2017; Parrales, Vera, & Pine, 2012), para el cálculo del rendimiento de la producción de bioetanol se hará en base a la cantidad de bioetanol obtenida en gramos después del proceso de fermentación y se dividirá para la cantidad de materia prima utilizada inicialmente (Escudero, 2015); ecuación 4.

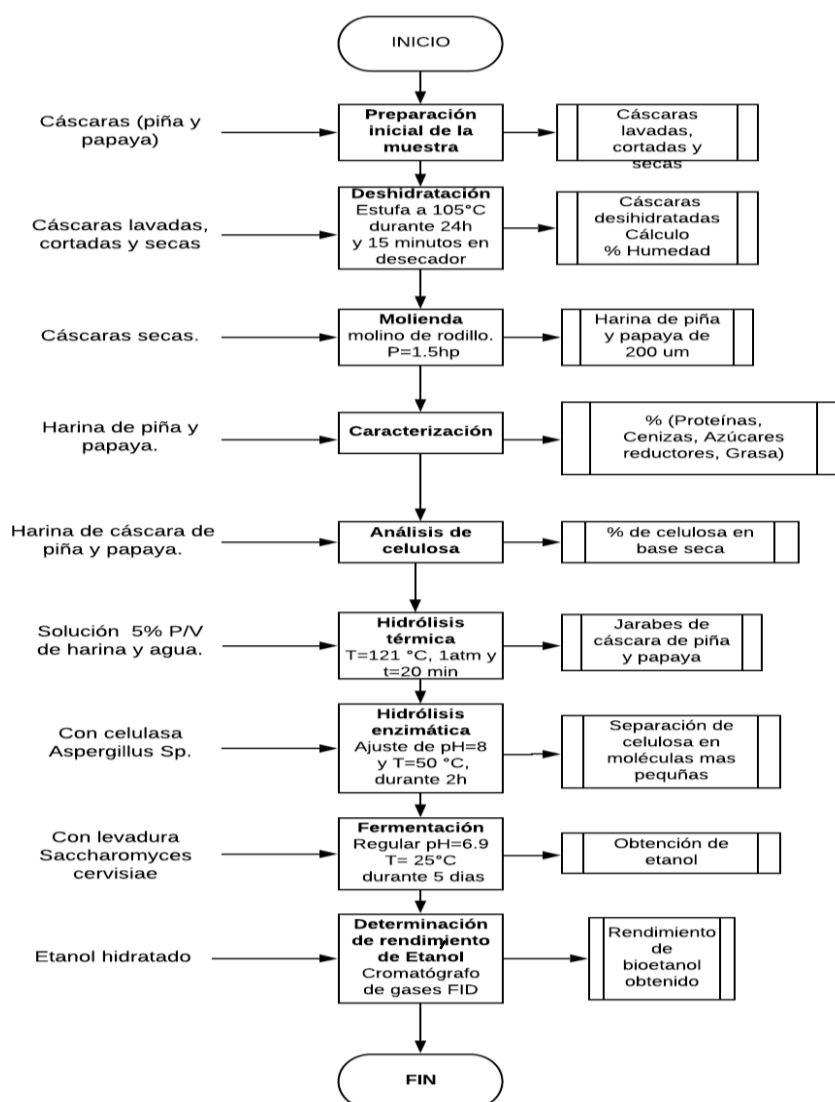
$$\% \text{Rendimiento} = \left( \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento teórico}} \right) \times 100 \quad [4]$$

Para el rendimiento teórico se determinó a través de la reacción de la glucosa para la producción de bioetanol:



El rendimiento estequiométrico implica que por cada 360 g/mol de azúcares ( $C_6H_{12}O_6$ ), se producirán 138 g/mol de etanol ( $C_2H_6O$ ). Entonces, se ha considerado este rendimiento estequiométrico teórico para determinar el rendimiento de la producción de etanol a partir de los residuos, cáscara de piña y de papaya. Así, por ejemplo, se tomará la cantidad de azúcares encontradas en el residuo y se comparará con los gramos de etanol al final de la fermentación. De tal manera que se pueda expresar el rendimiento de etanol medido comparado con el rendimiento estequiométrico.

A continuación, en la figura 1 se explica los pasos realizados para el desarrollo de bioetanol con cáscara de piña y cáscara de papaya.



**Figura 1.** Diagrama de proceso para la obtención de bioetanol  
Fuente: Modificado de (Yépez, 2019)

Para el análisis estadístico se realizó mediante el método de comparación de Tukey que nos permitió analizar si existió una variación en el rendimiento de etanol obtenido ( $p > 0.05$ ) entre los residuos de cáscara de piña y cáscara de papaya.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA PARA CONOCER SU COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de proteína, grasa, ceniza, humedad y azúcares reductores de la caracterización de desechos de la cáscara de piña y papaya:

**Tabla 3.** Caracterización inicial de las muestras de cáscara de piña y papaya en 100 g y su respectiva desviación estándar.

| Parámetro                            | Piña                        | Papaya                     |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Proteína (%) <sup>1</sup>            | 5.94 ± 0.05 <sup>*B</sup>   | 14.21 ± 0.20 <sup>*A</sup> |
| Grasa (%) <sup>1</sup>               | 1.09 ± 0.03 <sup>*B</sup>   | 1.35 ± 0.20 <sup>*A</sup>  |
| Ceniza (%) <sup>1</sup>              | 6.00 ± 0.06 <sup>*A</sup>   | 11.26 ± 0.15 <sup>*B</sup> |
| Humedad (%) <sup>2</sup>             | 85.01% ± 0.40 <sup>*A</sup> | 84.39 ± 0.30 <sup>*B</sup> |
| Azúcares Reductores (%) <sup>1</sup> | 17.93 ± 0.28 <sup>*A</sup>  | 12.26 ± 0.11 <sup>*B</sup> |

<sup>1</sup>Base Seca,

<sup>2</sup>Base Húmeda,

\*media ± Desviación estándar

Valores con una letra diferente son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ) con prueba de Tukey

<sup>1</sup>Base seca se refiere a que la cáscara se encuentra deshidratada y molida mientras que <sup>2</sup>base húmeda contiene el agua presente en la cáscara, en la cáscara de piña y papaya se puede observar que son estadísticamente diferentes a través de la prueba de Tukey y están representadas con letras (A, B) debido a que son frutas diferentes y por eso las características fisicoquímicas cambian, también se realizó la ± desviación estándar, los análisis se realizaron por duplicado y se caco la \* media de estos valores para ambos casos.

Para la caracterización de los residuos (piña, papaya) como la proteína, grasa, ceniza, humedad y azúcares reductores va a depender de varios factores (Nadzirah et al., 2013) explica que la cantidad de azúcares va a depender de la madurez de la fruta mientras más madura mayor será la cantidad de azúcares y la cantidad de ceniza dependerá de la cantidad de minerales que posea, el suelo y de factores ambientales como altitud, tipología, pluviosidad y pH (Wiley, 2018), por lo que la planta presenta mayor cantidad de proteínas y grasas los resultados obtenidos constan en el anexo 2.

##### 3.1.1 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE PIÑA

La tabla 4 hace una comparación entre el estudio realizado con harina de cáscara de piña (*Ananas comosus*) y otros estudios que se muestra a continuación.

**Tabla 4.** Comparación con otros estudios de análisis de materia prima de residuos de cáscara de piña (*Ananas comosus*).

| Parámetro               | Presente estudio | Otros estudios                                |
|-------------------------|------------------|---|
| Proteína (%)            | 5.94             | 5.11<br>(Diband, Rani, & Sai, 2016)           |
| Grasa (%)               | 1.09             | 1.80<br>(Cedeño & Zambrano, 2014a)            |
| Ceniza (%)              | 6.00             | 6.00<br>(Cedeño & Zambrano, 2014b)            |
| Humedad (%)             | 85.01            | 86.00<br>(Ever, 2008)                         |
| Azúcares Reductores (%) | 17.93            | 19.72<br>(Correia, Magalhães, & Macêdo, 2007) |

Los resultados obtenidos de proteína en cáscara de piña dio **un valor de 5.94 %** en comparación con el estudio de Diband, Rani, & Sai, (2016) obtuvieron un valor de 5.11 %.

Los resultados para grasa en cáscara de piña **fue de 1.09 %** que varían en comparación al estudio realizado por Cedeño & Zambrano, (2014a) obteniendo un valor de 1.8 %

La ceniza en cáscara de piña reportado por Cedeño & Zambrano, (2014b) es de 4.11 y en el estudio **se obtuvo un valor de 6.00 %**.

La humedad se determinó mediante la ecuación 1 ya establecida la cual nos **dio un valor de 85.01 %** para cáscara de piña mientras que en el estudio de Ever, (2008), reportaron 86.00 % de humedad que no presentan una diferencia significativa.

Y por último los azúcares reductores obtenidos de la cáscara de piña **en el estudio fue de 17.93 %** mientras que Correia, Magalhães, & Macêdo, (2007), reporto un valor de 19.72 % los resultados obtenidos constan en el anexo 3.

En cada caso la diferencia del contenido proteína, grasa, ceniza, humedad y azúcares reductores se debe a factores ambientales como altitud, tipología, pluviosidad, lugar de origen de la fruta y pH (Wiley, 2018).

Los resultados obtenidos se hicieron a 100 g de sustrato seco y se compararon con estudios similares para así poder observar si existe alguna variación en la composición físico-química de las diferentes muestras de cáscaras de piña como de papaya.

### 3.1.2 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA CÁSCARA DE PAPAYA

La tabla 5 hace la comparación entre la harina de cáscara de papaya (*Carica papaya*) y estudios realizados por diferentes investigadores.



Tabla 5. Comparación con otros estudios de análisis de materia prima de residuos de cáscara de papaya (*Carica papaya*).

| Parámetro               | Presente estudio | Otros estudios                                |
|-------------------------|------------------|---|
| Proteína (%)            | 14.21            | 14.01<br>Okai, Bateng, Amoah, & Aning, (2010) |
| Grasa (%)               | 1.35             | 2.27<br>Suchiritha et al., (2017)             |
| Ceniza (%)              | 11.26            | 11.31<br>Méndez et al., (2014)                |
| Humedad (%)             | 84.39            | 88.01<br>Pachacama, (2014)                    |
| Azúcares Reductores (%) | 12.26            | 14.4<br>Tejeda et al., (2010)                 |

Para la papaya en el estudio de Okai, Bateng, Amoah, & Aning, (2010) la proteína de la cáscara de papaya es de 14.01 % mientras que **en el presente trabajo fue de 14.21 %**.

La ceniza en cáscara de papaya en el estudio **se obtuvo 1.35 %** mientras que Suchiritha et al., (2017) reporta un valor de grasa de 2.27 %.

La grasa en cáscara de papaya el estudio de Méndez et al., (2014) obtuvieron 11.31 % mientras que **en el estudio es de 11.26 %** en ambos casos no existe una variación considerable.

Mientras que la humedad para la cáscara de papaya en el estudio de Pachacama, (2014), reportaron 88.01 % mientras que **el estudio presentó un valor de 84.39 %**.

En azúcares reductores de cáscara de papaya el estudio de Tejeda et al., (2010), obtuvieron 14.4 % de y **en el estudio se obtuvo 12.26 %** los resultados obtenidos constan en el anexo 3.

Los resultados obtenidos se hicieron a 100 g de sustrato seco y se compararon con estudios similares para así poder observar si existe alguna variación en la composición físico-química de las diferentes muestras de cáscaras de piña como de papaya

### 3.1.3 ANÁLISIS DE CELULOSA

El análisis de celulosa es importante ya que de este dependerá la cantidad de enzima necesaria para efectuar la hidrólisis enzimática. (Adina, Florinela, Abdelmoumen, & Socaciu, 2010).

Según López et al., (2014), en su estudio, el contenido de celulosa es de 27.00 g en 100 g de muestra en base seca para la piña mientras que **en este estudio es de 25.72 g** en 100 g de muestra seca los resultados obtenidos están en el anexo 1.

En el estudio de Saravana, Kumar Senthilkumar, Sornakumar, Saravanakumar, & Arthanariesewaran, (2017), reportaron que la papaya tiene

38.71 g y en este experimento **se obtuvo 34.04 g** de celulosa en 100 g de muestra seca los resultados obtenidos están en el anexo 1.

### **3.2 RESULTADO DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL POR FERMENTACIÓN CON *Saccharomyces cerevisiae* DE LOS SUSTRATOS OBTENIDOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO HIDROLÍTICO TÉRMICO-ENZIMÁTICO A PARTIR DE CÁSCARAS DE PIÑA Y PAPAYA.**

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la hidrólisis térmica e hidrólisis enzimática para obtener los azúcares reductores

#### **3.2.1 HIDRÓLISIS TÉRMICA**

Los autores Jayant, Deepesh, Sumeru, & Manoj, (2012), para la hidrólisis térmica combinaron con hidrólisis química con 50 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 4 % a 121 °C durante 20 minutos obtuvieron un resultado de 5 g/L de azúcares reductores, mientras que en el presente trabajo se preparó una solución al 5 % en 1 L de agua destilada de cáscara de piña **se obtuvo 4.65 g/L** a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos los resultados obtenidos están en el anexo 4.

Para cáscara de papaya En el estudio de Koubala, Christiaens, Kansci, & Vanloey, (2013), los resultados obtenidos fue de 3.44 g/L de azúcares reductores a una temperatura de 60°C durante 5 horas, mientras en el presente estudio **se obtuvo 3.65 g/L** por cada 50 g de muestra a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos los resultados obtenidos están en el anexo 4.

#### **3.2.3 HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA**

En el estudio realizado por Aopha, Saejong, & Kanokphorn, (2014) obtuvieron un valor de 4.53 g/L con cáscara seca de piña lo realizaron con *Cellulase100* FPU durante 72 horas a temperatura controlada de 25 °C mientras que en el presente trabajo con la enzima *Aspergillus sp.* **se obtuvo 9.60 g/L** durante dos horas a una temperatura de 25 °C, se concluye que la enzima de clase *Aspergillus sp.* es más eficiente al momento de hidrolizar los resultados obtenidos están en el anexo 5.

En el estudio de Tejeda et al., (2009), la hidrólisis de cáscara de papaya se realizó mediante (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) al 5 % durante 15 minutos en el cual obtuvieron 3 g/L de azúcares reductores mientras que en el **presente estudio fue de 7.40 g/L** los resultados obtenidos están en el anexo 5.

Los valores obtenidos tanto en la hidrólisis térmica y enzimática dependen del tamaño de la partícula que este al ser más pequeño tendrá mejor contacto con el medio que lo rodea, temperatura que puede variar entre (25 y 30 )°C y a el pH de la solución que debe estar entre 4.5 y 6.5 (Argote, Cuervo, Osorio, Dlgado, & Villada, 2015).

La tabla 4 contiene la cantidad de azúcares reductores antes de la hidrólisis y después de la hidrólisis enzimática (HE) en las diferentes muestras tanto de piña y papaya con su respectivo testigo.

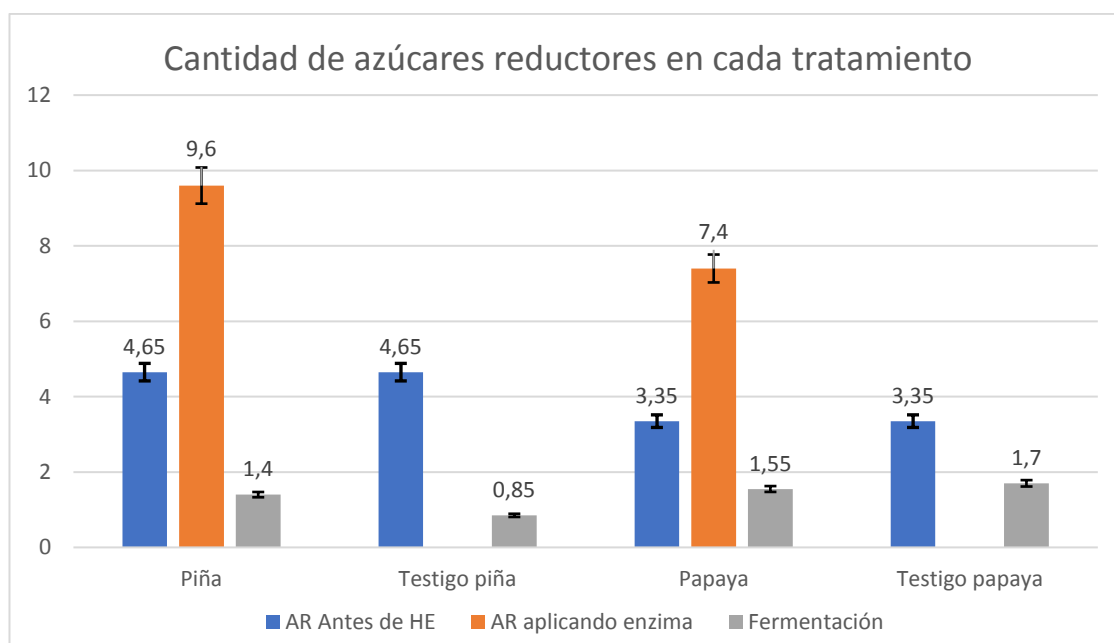
**Tabla 6.** Comparación de azúcares reductores antes y después de la HE entre las diferentes muestras.

| Tipo de muestra        | AR Antes de HE          | AR Después de HE       |                         |
|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                        |                         | AR aplicando enzima    | Fermentación            |
| Piña (g/L)             | 4.65±0.25 <sup>*A</sup> | 9.60±0.2 <sup>*A</sup> | 1.40±0.1 <sup>*A</sup>  |
| Testigo piña (g/L)++   |                         | -                      | 0.85±0.05 <sup>*A</sup> |
| Papaya (g/L)           | 3.35±0.25 <sup>*B</sup> | 7.40±0.1 <sup>*B</sup> | 1.55±0.05 <sup>*B</sup> |
| Testigo papaya (g/L)++ |                         | -                      | 1.70±0.1 <sup>*B</sup>  |

\*media ± Desviación estándar

Valores con una letra diferente son significativamente diferentes (p>0.05) con prueba de Tukey  
++sin adición de enzimas

Se puede observar en la tabla 4 la piña presenta mayores concentraciones de azúcares reductores con respecto a la papaya en cada tratamiento, y también se puede observar cuántos de estos azúcares se consumen en cada tratamiento.



**Figura 2.** Azúcares reductores obtenidos antes y después de la hidrólisis enzimática con su respectivo testigo en 50g de sustrato seco

Se puede observar en la figura 2 que la piña con 9.6 g/L y la papaya con 7.4 g/L aplicando hidrólisis enzimática tiene mayor cantidad de azúcares reductores con respecto a su testigo podemos concluir que las enzimas ayudaron a la obtención de una mayor cantidad de estos y con eso se podrá obtener mayor producción de bioetanol .

Además, la piña tiene mayor cantidad de azúcares reductores con respecto a la papaya y esto genero mayor cantidad de bioetanol y esto también sucede con los testigos.

### 3.2.4 FERMENTACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES

En el estudio de Casabar et al., (2019), a los tres días de la fermentación los azúcares reductores de la cáscara de piña fueron de 5.47 g/L utilizando *Trichoderma harzianum* como enzima y como pretratamiento hidróxido de sodio (NaOH) al 1 g/L de concentración mientras que en la fermentación utilizaron *Saccharomyces cerevisiae* el autor explica que esas condiciones evitaron la cristalización de la celulosa con lo cual mejoro el rendimiento, mientras que en el presente estudio a los cinco días **presento valores de 1.40 g/L** y para **el testigo fue de 0.85 g/L** ya que en este no se agregó enzimas y se dejó fermentar los resultados obtenidos están en el anexo 6.

Según Akin-Osanaiye, Nzelibe, & Agbaji, (2005), los azúcares reductores en cáscara de papaya después de la fermentación se realizó durante tres días obtuvo un valor de 4.6 g/L y utilizaron ácido sulfúrico al 5 % durante siete días mientras que en este estudio **se obtuvo 3.35 g/L** después de cinco días mientras que para el testigo **fue de 1.70 g/L** en este caso no se lo sometió a hidrólisis enzimática los resultados obtenidos están en el anexo 6.

### 3.3 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE BIOETANOL RESULTANTE DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS DE CÁSCARA DE PIÑA Y PAPAYA.

#### 3.3.1 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO DE BIOETANOL

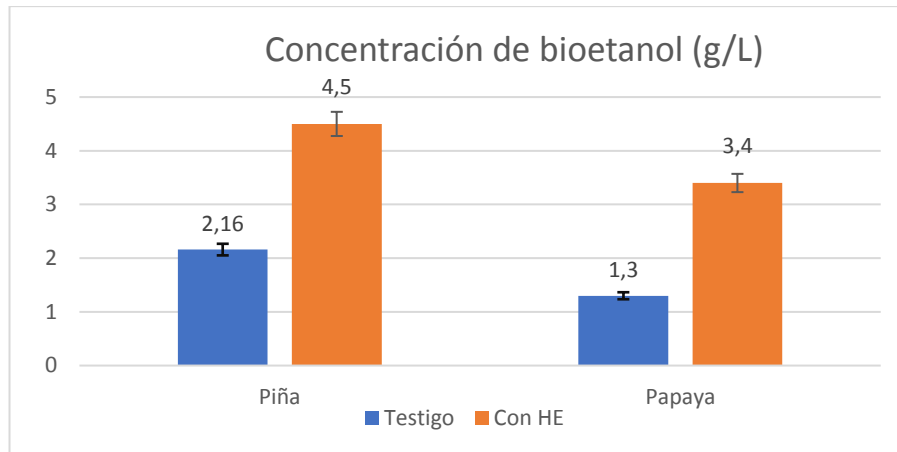
La tabla 5 muestra el rendimiento obtenido y se lo compara con otros estudios, para poder analizar el tipo de metodología con mayor eficiencia para la obtención de bioetanol a partir de las cáscaras de piña y papaya los resultados obtenidos constan en el anexo 7.

**Tabla 7.** Comparación de bioetanol producido con otros estudios en g/L utilizando 50 g de base seca de cáscara de piña y papaya.

| MUESTRA      | TESTIGO                 | CON HE                  | OTROS ESTUDIOS   |   |
|--------------|-------------------------|-------------------------|--|---|
| PIÑA (g/L)   | 2.16 ± 0.05<br>En 100 g | 4.50 ± 0.15<br>En 100 g | 3.8 en 100 g<br>(Cordero et al.,<br>2016)                      | 4.34 en 100 g<br>(Pardo, Amador,<br>Sánchez, &<br>Valdivieso, 2018) |
| PAPAYA (g/L) | 1.30 ± 0.05<br>En 100 g | 3.40 ± 0.1<br>En 100 g  | 3.33 en 100g<br>(Akin-Osanaiye,<br>Nzelibe, &<br>Agbaji, 2008) | 3.10 en 100 g<br>(Kumar, Gupta, &<br>Jahid, 2018)                   |

\*media ± Desviación estándar

La figura 3 expresa de una manera gráfica el contenido de la tabla 7 con respecto a la producción de bioetanol haciendo una comparación entre la piña y la papaya



**Figura 3.** Concentración de bioetanol (g/L) obtenido de cáscara de piña y papaya

En la figura 3, en la piña con la aplicación de hidrólisis enzimática **se obtuvo 4.50 g/L** de etanol mientras que en **el testigo fue de 2.16 g/L** en 100 g de sustrato seco mientras que en el estudio de Pardo, Amador, Sánchez, & Valdivieso, (2018), obtuvieron un rendimiento de 4.34 g/L de etanol en 100 g de muestra inicial las condiciones fueron 5 % de ácido sulfúrico a una temperatura de 92 °C durante 10 minutos, mientras en el estudio de Cordero et al., (2016), realizaron el experimento a 90 °C durante 2 horas con una concentración de ácido sulfúrico al 5% obteniendo un rendimiento de 3.8 g/L pero utilizaron con 100 g de materia inicial los resultados obtenidos constan en los anexos 8 y 9.

Para la papaya aplicando hidrólisis enzimática **se obtuvo 3.40 g/L** y en el **testigo se obtuvo 1.30 g/L** en 100 g de materia inicial, en el estudio de Akin-Osanaiye, Nzelibé, & Agbaji, (2008), obtuvieron un rendimiento de 3.33 g/L en 100 g de muestra inicial también utilizaron como agente químico sulfato de amonio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y la fermentación fue realizada con levadura de cerveza al 1 %, las condiciones fueron de pH de 4.5 durante 5 días, mientras que en el estudio de Kumar, Gupta, & Jahid, (2018), obtuvieron un rendimiento de 3.10 g/L en 100 g de muestra inicial pero utilizando la enzima comercial *Xylanase* lo cual necesita condiciones diferentes a las nuestra como un pH=4.8 a temperatura de 45 °C lo cual nos da valores muy parecidos al experimento realizado los resultados obtenidos constan en los anexos 7 y 10.

La reducción de azúcares reductores está relacionada con la cantidad de etanol producido en la cáscara de piña hay una reducción del 85 % mientras que para la papaya es del 79.05 % que se transformó en etanol.

El rendimiento de etanol, comparado con su rendimiento estequiométrico, con hidrólisis enzimática para la cáscara de **piña fue de 61.14% y para su testigo fue de 58.98 %** mientras que para la papaya con hidrólisis enzimática **fue de 60.07 % y para su testigo fue de 50.78 %** esto quiere decir que es más eficiente la producción de bioetanol con cáscara de piña esto se obtuvo con la fórmula 4.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 CONCLUSIONES**

El análisis físico-químico en los residuos de piña reporta que el contenido de celulosa es 25.72 % y de azúcares reductores 17.93 %, mientras que en la papaya, el contenido de celulosa es 34.04 % y de azúcares reductores 12.96 % en base seca, se concluye que estos porcentajes obtenidos en los residuos de las frutas estudiadas son una fuente eficaz y precursores para la producción de bioetanol.

Los azúcares reductores obtenidos al adicionar la enzima *Aspergillus sp* en la hidrólisis enzimática influyó de una manera positiva en la cantidad de bioetanol producido, esto se evidenció en los resultados con la cáscara de piña que produjo un aumento de 4.65 g/L a 9.6 g/L mientras que la cáscara de papaya aumento de 3.35 g/L a 7.4 g/L en azúcares reductores.

La cáscara de piña produce 2.25 g/L de bioetanol con eficiencia de 61.98 % y su testigo 1.08 g/L, mientras que la cáscara de papaya obtuvo 1.70 g/L con una eficiencia de 60.81% y su testigo obtuvo 0.65 g/L de bioetanol todo con 50 gramos de muestra seca inicialmente. Se concluye que los residuos de piña y papaya son una fuente de bioetanol con un rendimiento aceptable.

### **4.2 RECOMENDACIONES**

Buscar alternativas para generar bioetanol con otras enzimas en la hidrólisis enzimática, con el fin de que los procesos sean más eficientes en un menor tiempo de producción de bioetanol.

Estandarizar el proceso de producción de bioetanol para que en próximos estudios no se generen desperdicios como insumos o tiempo de elaboración así al momento de una comparación podamos evidenciar que residuo genera más cantidad de bioetanol siguiendo el mismo proceso.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## BIBLIOGRAFÍA

- Adina, C., Florinela, F., Abdelmoumen, T., & Socaciu, C. (2010). Application Of FTIR Spectroscopy For A Rapid Determination Of Some Hydrolytic Enzymes Activity On Sea Buckthorn Substrate. *Romanian Biotechnological Letters*, 15. <https://doi.org/https://e-repository.org/rbl/vol.15/iss.6/9.pdf>
- Akin-Osanaiye, B., Nzelibe, H., & Agbaji, A. (2005). Production of ethanol from *Carica papaya* (pawpaw) agro waste: effect of saccharification and different treatments on ethanol yield. *African Journal of Biotechnology*, 4, 657–659. <https://doi.org/https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/15159/59477>
- Akin-Osanaiye, B., Nzelibe, H., & Agbaji, A. (2008). Ethanol Production from *Carica papaya* (Pawpaw) Fruit Waste. *Asian Journal of Biochemistry*, 3(3), 188–193. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3923/ajb.2008.188.193>
- Álvarez, C. (2010). Biocombustibles: desarrollo histórico-tecnológico, mercados actuales y comercio internacional. *Ecoinforma*, 1, 63–67. <https://doi.org/http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/359/04carlosalvarez.pdf>
- Álvarez, P. (2019). Análisis exportaciones no petroleras ecuatorianas: Julio 2019, 2. <https://www.proecuador.gob.ec/informe-mensual-de-comercio-septiembre-2019/>
- Asopiña. (2017). Producción de Piña en Ecuador. <https://asopina-ecuador.com/>
- Banco Mundial. (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. Retrieved November 7, 2019, from <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Casabar, J., Unpraprom, Y., & Ramaraj, R. (2019). Fermentation of pineapple fruit peel wastes for bioethanol production. *Springer*, 1. <https://doi.org/10.1007/s13399-019-00436-y>
- Castro, C., Beltran, L., & Ortiz, J. (2012). Producción de biodiesel y bioetanol: ¿Una alternativa sustentable a la crisis energética? *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8, 93–99. Retrieved from <http://doi.org/revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/download/53846/47953>
- Cedeño, J., & Zambrano, J. (2014a). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí 38-39. Retrieved from <http://doi.org/repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS.pdf>
- Cedeño, J., & Zambrano, J. (2014b). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí 40-41. Retrieved from <http://doi.org/repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS.pdf>

doi.org/repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS.pdf

- Choonut, A., Saejong, M., & Sangkharak, K. (2014). The Production of Ethanol and Hydrogen from Pineapple Peel by *Saccharomyces cerevisiae* and *Enterobacter aerogenes*. *ELSEVIER*, 242–249. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.075>
- Cordero, P., Dimaano, M., Maynard, R., de la Cruz, A., & Quinto, A. (2016). Bioethanol Production from Pineapple (*Ananas comosus*) Peelings using *Saccharomyces cerevisiae* as Fermenting Yeast with Focus on Fermentation pH. *Researchgate*, 4(05, May-2015), 356–360. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/302639326\\_Bioethanol\\_Production\\_from\\_Pineapple\\_Ananas\\_comosus\\_Peelings\\_using\\_Saccharomyces\\_cerevisiae\\_as\\_Fermenting\\_Yeast\\_with\\_Focus\\_on\\_Fermentation\\_pH](https://www.researchgate.net/publication/302639326_Bioethanol_Production_from_Pineapple_Ananas_comosus_Peelings_using_Saccharomyces_cerevisiae_as_Fermenting_Yeast_with_Focus_on_Fermentation_pH)
- Correia, R., Magalhães, M., & Macêdo, G. (2007). Protein enrichment of pineapple waste with *Saccharomyces cerevisiae* by solid state bioprocessing. *Journal of Scientific and Industrial Research (JSIR)*, 66, 259–262. Retrieved from <http://doi.org/nopr.niscair.res.in/handle/123456789/1239>
- De la Cruz, M. (2015). *Influencia de la materia orgánica del suelo en el secuestro de carbono. Biochar, una estrategia potencial*. Universidad Complutense de Madrid. <https://doi.org/http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/LAURA%20MILIAN%20GAY.pdf>
- De Meer, J. (2017). Cuantificación de bioetanol mediante extracción orgánica y cromatografía de gases. *Técnicas Bioanalíticas*, 14, 23–25. <https://doi.org/https://www.studocu.com/es/u/3925568>
- Diband, F., Rani, A., & Sai, R. (2016a). Chemical composition of some selected fruit peels. *European Journal of Food Science and Technology*, 4(2056–5798), 12–15. <https://doi.org/http://www.eajournals.org/wp-content/uploads/Chemical-Composition-of-Some-Selected-Fruit-Peels.pdf>
- Dimitrios, A., Varzakas, T., Apostolos, V., & Israilides, C. (2010). Ethanol production from potato peel waste. *Elsevier*, 1898–1900. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.04.017>
- Escudero, D. (2015). *Obtención de bioetanol a partir de inulina proveniente de biomasa vegetal mediante sacarificación y fermentación*. Universidad Central del Ecuador. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4516/1/T-UCE-0017-111.pdf>
- Ever, M. (2008). *Obtención de fibra dietética a partir de piña (Ananas comosus)*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Retrieved from [repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2632/MiguelHijar.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0D](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2632/MiguelHijar.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0D)

- Faba, L., Díaz, E., & Ordoñez, S. (2014). Transformación de biomasa en biocombustibles de segunda generación. *Scielo*, 20. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v20n3/v20n3a2.pdf>
- Fernández, J. (2009). Introducción a la biomasa. In *Tecnología de las Energías Renovables* (Primera, pp. 304–305). Madrid.
- García, N., & Yomara, E. (2015). *Obtención de bioetanol a partir de la cáscara de la piña "Ananas sativus (Lindl) schult" de la zona de Cerritos - Pereira utilizando un bioreactor agitado tipo Batch, diseñado y construido en la escuela de Química - UTP*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/11059/5339>
- Guarnizo, A., Martínez, P., & Valencia, H. (2009). No Title. *Researchgate*, 15, 284–289. Retrieved from <https://doi.org/www.redalyc.org/pdf/849/84916714053.pdf>
- Herán, J., & Araya, M. (2009, June). *Biocombustibles*, 8–10. Retrieved from <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00099.pdf>
- Herrera, M. (2005). *Hidrólisis térmica del bagazo de la caña de azúcar para la producción de etanol vía de fermentación*. Universidad de Costa Rica. Retrieved from <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1582/1/25837.pdf>
- INEC. (2016). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Contenido. Retrieved November 1, 2019, from <https://bit.ly/2IL4aY7>
- Kumar, D., Gupta, A., & Jahid, M. (2018). No Title. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 8(3), 327–338. <https://doi.org/10.4172/2155-9821.1000327>
- López, M., WingChing, R., & Rojas, A. (2014). Meta-análisis de los subproductos de piña (Ananas comosus). *Agron. Mesoam*, 1, 386. Retrieved from [http://doi.org/www.mag.go.cr/rev\\_meso/v25n02\\_383.pdf](http://doi.org/www.mag.go.cr/rev_meso/v25n02_383.pdf)
- Machado, C. (2010, August). Situación de los Biocombustibles de 2da y 3era Generación en América Latina y Caribe, 76–80. Retrieved from <http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocombustibles/SITUACION DE BIOCMBUSTIBLES EN ALC.pdf>
- Mantilla, M. (2012). Hidrólisis ácida del bagazo de caña de azúcar y paja de trigo con una posterior fermentación alcohólica para obtención de etanol. Universidad Central del Ecuador.
- Martínez, H. (2018). Análisis Del Uso De Biocombustibles En Ecuador Periodo 2010-2017. Universidad Santiago de Guayaquil. Retrieved from <http://doi.org/repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10407/1/T-UCSG-PRE-ECO-CECO-244.pdf>
- Mendes, C., Patto, C., Mesquita, J., De Rezende, E., & Mendes, M. (2014). Chemical characterization of the flour of peel and seed from two papaya cultivars. *Scielo*, 1, 354. <https://doi.org/10.1590/fst.2014.0048>

- Morales, S. (2015). Hidrólisis ácida de celulosa y biomasa lignocelulósica asistida con líquidos iónicos. Universidad Autónoma de Madrid. Retrieved from [http://doi.org/digital.csic.es/bitstream/10261/132717/1/morales\\_de\\_la\\_rosa\\_silvia.pdf](http://doi.org/digital.csic.es/bitstream/10261/132717/1/morales_de_la_rosa_silvia.pdf)
- Moura, F., Spier, F., & Zavareze, E. (2010). Cookies made with different fractions. *Journal of Food and Nutrition*, 1, 579–589.
- Nadzirah, K., Zainal, S., Noriham, A., Normah, I., Siti Roha, A., & Nadya, H. (2013). Physico-chemical properties of pineapple and stored at different maturity stages. *International Food Research Journal*, 20, 225–231. [https://doi.org/http://scinet.dost.gov.ph/union/Downloads/30%20IFRJ%2020%20\(01\)%202013\\_280959.pdf](https://doi.org/http://scinet.dost.gov.ph/union/Downloads/30%20IFRJ%2020%20(01)%202013_280959.pdf)
- Okai, B., Bateng, M., Amoah, K., & Aning, J. (2010). The effects of dried pawpaw peels meal (DPPM) on the growth performance and carcass characteristics. In *Proceeding of the 30th GAZA Conference*, 8, 128–132. <https://doi.org/http://ir.knust.edu.gh/bitstream/123456789/5952/1/The%20effects%20of%20dried%20pawpaw%20peel%20meal.pdf>
- Pachacama, C. (2014). Diseño de un proceso para la elaboración de pasta de soya hidrolizada con enzimas presentes en cáscaras de piña (*Ananas comosus*) y papaya (*Carica papaya*). Escuela Politécnica Nacional. Retrieved from <https://doi.org/bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7388/1/CD-5543.pdf>
- Pardo, J., Amador, D., Sánchez, A., & Valdivieso, U. (2018). Obtención de bioetanol a partir de residuos de cáscara y pulpa de piña (*Ananas comosus*), 5, 1–4. Retrieved from [https://doi.org/repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/3841/Bioetanol\\_modalidad\\_poster\\_articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://doi.org/repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/3841/Bioetanol_modalidad_poster_articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pardo, J., Ocegueda, D., Sánchez, A., & Alain, U. (2018). Obtención de bioetanol a partir de residuos de cáscara y pulpa de piña (*Ananas comosus*), 1, 1–4. Retrieved from [https://doi.org/repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/3841/Bioetanol\\_modalidad\\_poster\\_articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://doi.org/repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/3841/Bioetanol_modalidad_poster_articulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Parrales, A., Vera, M., & Pine, W. (2012). *Cromatografía del Gas Natural*. Escuela superior politécnica del litoral. <https://doi.org/www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91597/D-68860.pdf>
- Ramos, F., Díaz, S., & Villar, M. (2016). Biocombustibles. *ELSEVIER*, 25, 69–75. [https://doi.org/https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25791/CNICET\\_Digital\\_Nro.cf291889-a370-4b7a-915b-4de3e1058c97\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://doi.org/https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25791/CNICET_Digital_Nro.cf291889-a370-4b7a-915b-4de3e1058c97_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Riveros, C., Vargas, T., & Meyer, G. (2017). Proteína celular en biomasa de la levadura producida a partir de residuos de cáscaras de naranja y papa para uso en la alimentación animal, 24–49. <https://doi.org/2027-6745>

- Ruíz, J., & Delgado, M. (2012). Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales, 18. Retrieved from [http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD\\_10/Nutricion\\_y\\_Dietetica/71.pdf#page=8](http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/SALUD_10/Nutricion_y_Dietetica/71.pdf#page=8)
- Sánchez, A., Gutiérrez, A., Muñoz, J., & Rivera, C. (2015). Producción de bioetanol a partir de subproductos agroindustriales lignocelulósicos. *UMBAGA*, 1. <https://doi.org/revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/58/58>
- Santos, J., & Zabala, A. (2016). Evaluación de la producción de etanol a partir de residuos orgánicos y sus diferentes mezclas, generados en la empresa de alimentos sas S.A.S. Fundación Universidad de América. Retrieved from <http://doi.org/repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/546/1/6102511-2016-2-IQ.pdf>
- Saravana, Kumaar Senthilkumar, T., Sornakumar, S., Saravanakumar, S., & Arthanariesewaran, V. (2017). Physicochemical properties of new cellulosic fiber extracted from *Carica papaya* bark. *Journal of Natural* 11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/15440478.2017.1410514>
- SigmaAldrich. (2019a). Condiciones para activación de enzima *Aspergillus sp.* Retrieved November 4, 2019, from <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/c2605?lang=en&region=EC>
- SigmaAldrich. (2019b). Specification sheet Alfa Amylase from *Aspergillus oryzae*. Recuperado el 10 de enero de 2019 de Aldrich, S. (2019). Specification sheet Alfa Amylase from *Aspergillus oryzae*.
- Suchiritha, D., Suneetha, J., Pavithra, C., & Durga, V. (2017). Nutritional properties of papaya peel. *Reshertgate*, 1. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/324202436\\_Nutritional\\_properties\\_of\\_papaya\\_peel](https://www.researchgate.net/publication/324202436_Nutritional_properties_of_papaya_peel)
- Tejeda, L., Tejeda, C., Villabona, A., Tarón, A., Alvear, M., Castillo, C., ... Marimon, W. (2009). Producción de etanol carburante a partir de las cáscara de mango (*Mangifera indica*) y papaya (*Carica papaya*). *Scielo*, 4, 41–47. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n1/v14n1a14.pdf>
- Tejeda, L., Villanoba, A., Alvear, M., Castillo, C., Henao, D., Marimón, W., ... Tarón, A. (2010). Producción de bioetanol a partir de la fermentación alcohólica de jarabes glucosados derivados de cáscaras de naranja y piña. *Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI*, 10, 120–125. Retrieved from [http://doi.org/www.acofi.edu.co/revista/Revista10/2009\\_I\\_51.pdf](http://doi.org/www.acofi.edu.co/revista/Revista10/2009_I_51.pdf)
- Tirado, D. F., Montero, P. M., & Acevedo, D. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad de Varias Matrices Alimentarias Comparative Study of Methods for Moisture Determination of Several Food Matrices, 26(2), 3–10.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>

Torres, K. (2018, September 22). Producción de piña en Ecuador. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/32-de-la-pina-ecuatoriana-se-exporta-hacia-chile>

Wiley, J. (2018). *Food Processing By-Products and their Utilization*. (A. Anil Kumar, Ed.) (primera ed). Thailandia. <https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=O7IIDwAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>


Yépez, A. (2019). *Obtención de bioetanol a partir de residuos de papa (Solanum tuberosum) mediante enzimas celulolíticas*. Universidad UTE.

**ANEXOS**


# ANEXOS

## Anexo 1. Resultado del análisis de Celulosa de cáscara de piña y cáscara de papaya

MC-LSAIA-2201-04



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD  
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS  
Paramericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134  
Casilla postal 17-01-340





**INFORME DE ENSAYO No: 19-130**

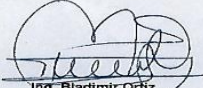
|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>NOMBRE PETICIONARIO:</b> Sr. Pablo Noboa<br><b>DIRECCIÓN:</b> Quito<br><b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 2 de agosto de 2019<br><b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> Del 25 de julio al 2 de agosto de 2019 | <b>INSTITUCIÓN:</b> Particular<br><b>ATENCIÓN:</b> Sr. Pablo Noboa<br><b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 24/07/2019<br><b>HORA DE RECEPCIÓN:</b> 09H35<br><b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Celulosa, azúcares reductores |  |
|--|---|--|

| ANÁLISIS    | HUMEDAD         | F.D.A. <sup>Q</sup> |                 | LIGNINA <sup>Q</sup> |                 | CELULOSA <sup>Q</sup> |                 | AZÚCARES REDUCTORES <sup>Q</sup> |                | IDENTIFICACIÓN    |
|-------------|-----------------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------|----------------|-------------------|
|             |                 | MO-LSAIA-01.01      | MO-LSAIA-02.02  | MO-LSAIA-02.03       | MO-LSAIA-02.03  | MO-LSAIA-02.03        | MO-LSAIA-02.03  | MO-LSAIA-02.03                   | MO-LSAIA-02.03 |                   |
| METODO REF. | U. FLORIDA 1970 | U. FLORIDA 1970     | U. FLORIDA 1970 | U. FLORIDA 1970      | U. FLORIDA 1970 | U. FLORIDA 1970       | U. FLORIDA 1970 | U. FLORIDA 1970                  | WATADA, 1955   |                   |
| UNIDAD      | %               | %                   |                 | %                    |                 | %                     |                 | %                                |                |                   |
|             |                 | R1                  | R2              | R1                   | R2              | R1                    | R2              | R1                               | R2             |                   |
| 19-0833     | 5,86            | 25,54               | 25,88           | 9,28                 | 8,74            | 25,55                 | 25,89           | 17,64                            | 18,21          | Cáscara de piña   |
| 19-0834     | 2,93            | 34,02               | 34,06           | 13,01                | 12,96           | 34,02                 | 34,06           | 12,37                            | 12,15          | Cáscara de papaya |

Los ensayos marcados con Q se reportan en base seca.  
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

  
**Dr. Iván Samaniego, MSc.**  
 RESPONSABLE TÉCNICO

  
**RESPONSABLES DEL INFORME**

  
**Ing. Bladimir Ortiz**  
 RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.  
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, más dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este su contenido total o parcialmente es prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Página 1 de 1



## Anexo 2. Resultados de la caracterización de las cáscaras de piña y papaya en base seca



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

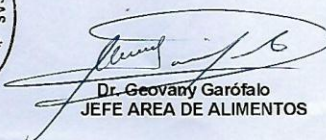
INF. LAB. ALI- 27444  
ORDEN DE TRABAJO No. 61919

|   |                        |
|---|------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA   |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO               |
| DESCRIPCIÓN:  | CASCARA DE PIÑA        |
| LOTE:   | ---                    |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                    |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                    |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 02/08/2019             |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 10:56                  |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 05-07/08/2019          |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS<br>A LA SECRETARÍA:  | 08/08/2019             |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                        |
| COLOR:  | Característico         |
| OLOR:   | Característico         |
| ESTADO:   | SOLIDO                 |
| Contenido: 100 g -  |                        |
| OBSERVACIONES:  |                        |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                        |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente             |

### INFORME

| PARÁMETROS             | UNIDAD | RESULTADO | METODO              |
|------------------------|--------|-----------|---------------------|
| Proteína (factor 6.25) | %      | 5.99      | MAL-04/ AOAC 981.10 |
| Grasa                  | %      | 1.06      | MAL-03/ AOAC 991.36 |
| Cenizas                | %      | 6.00      | MAL-02/ AOAC 923.03 |



  
Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1/11

RAI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Cáscara de piña



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27445  
ORDEN DE TRABAJO No. 61919

|   |                         |
|---|-------------------------|
| SOLICITADO POR:   | N OBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA    |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO                |
| DESCRIPCIÓN:  | CASCARA DE PAPAÑA       |
| LOTE:   | ---                     |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                     |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                     |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 02/08/2019              |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 10:56                   |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 05-07/08/2019           |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 08/08/2019              |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                         |
| COLOR:  | Característico          |
| OLOR:   | Característico          |
| ESTADO:   | SOLIDO                  |
| Contenido: 100 g  |                         |
| OBSERVACIONES:  |                         |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                         |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente              |

INFORME

| PARÁMETROS             | UNIDAD | RESULTADO | METODO              |
|------------------------|--------|-----------|---------------------|
| Proteína (factor 6.25) | %      | 14.01     | MAL-04/ AOAC 981.10 |
| Grasa                  | %      | 1.55      | MAL-03/ AOAC 991.36 |
| Cenizas                | %      | 11.41     | MAL-02/ AOAC 923.03 |



Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



2 111

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facquimuce.edu.ec](http://www.facquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)

### Anexo 3. Caracterización de azúcares reductores de cáscara de piña y papaya



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27519  
 ORDEN DE TRABAJO No. 62219

|   |                        |
|---|------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA   |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO               |
| DESCRIPCIÓN:  | PIÑA SECA Y MOLIDA     |
| LOTE:   | ---                    |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                    |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                    |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 06/09/2019             |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 12:11                  |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 23-25/09/2019          |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:   | 25/09/2019             |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                        |
| COLOR:  | Característico         |
| OLOR:   | Característico         |
| ESTADO:   | SOLIDO                 |
| Contenido: 30g  |                        |
| OBSERVACIONES:  |                        |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                        |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente             |

INFORME

| PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Azúcares Reductores | %      | 7.54      | MAL-53/ PEARSON |



X. *[Signature]*  
 Dr. Geovany Carofalo  
 JEFE AREA DE ALIMENTOS





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27520  
ORDEN DE TRABAJO No. 62219

|   |                        |
|---|------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA   |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO               |
| DESCRIPCIÓN:  | PAPAYA SECA Y MOLIDA   |
| LOTE:   | ---                    |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                    |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                    |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 06/09/2019             |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 12:11                  |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 23-25/09/2019          |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 25/09/2019             |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                        |
| COLOR:  | Característico         |
| OLOR:   | Característico         |
| ESTADO:   | SOLIDO                 |
| Contenido:  | 45g                    |
| OBSERVACIONES:  |                        |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                        |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente             |

INFORME

| PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Azúcares Reductores | %      | 12.16     | MAL-53/ PEARSON |



Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 / 11

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facqmuce.edu.ec](http://www.facqmuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)

**Anexo 4. Resultados de la caracterización de azúcares reductores antes de hidrólisis enzimática en cáscara de piña y papaya repetición 1 y 2**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27506  
ORDEN DE TRABAJO No. 62186

|   |                           |
|---|---------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOROJA GAVILANEZ SERGIO   |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA      |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO                  |
| DESCRIPCIÓN:  | JARABE DE CÁSCARA DE PIÑA |
| LOTE:   | ---                       |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                       |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                       |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 06/09/2019                |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 14:34                     |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 09-11/09/2019             |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 12/09/2019                |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>  |                           |
| COLOR:  | Característico            |
| OLOR:   | Característico            |
| ESTADO:   | LÍQUIDO                   |
| Contenido:  | 100 ml                    |
| OBSERVACIONES:  | Código: Piña t1           |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                           |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente                |

INFORME

| PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO         |
|---------------------|--------|-----------|----------------|
| Azúcares Reductores | %      | 0.44      | MAL-53/PEARSON |



*[Firma]*  
Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 in

RAI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facquimuce.edu.ec](http://www.facquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27507  
ORDEN DE TRABAJO No. 62186

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO      |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA        |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO                    |
| DESCRIPCIÓN:  | JARABE DE CÁSCARA DE PAPAYA |
| LOTE:   | ---                         |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                         |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                         |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 06/09/2019                  |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 14:34                       |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 09-11/09/2019               |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 12/09/2019                  |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>  |                             |
| COLOR:  | Característico              |
| OLOR:   | Característico              |
| ESTADO:   | LIQUIDO                     |
| Contenido: 100 ml   |                             |
| OBSERVACIONES:  | Código: Papaya t1           |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                             |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente                  |

INFORME

| PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Azúcares Reductores | %      | 0.31      | MAL-53/ PEARSON |



X.   
Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



2 / 11

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facqmuce.edu.ec](http://www.facqmuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27561  
ORDEN DE TRABAJO No. 62370

|   |                        |
|---|------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA   |
| MUESTRA DE:   | JARABE                 |
| DESCRIPCIÓN:  | VER DETALLE ABAJO      |
| LOTE:   | ---                    |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                    |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                    |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 02/10/2019             |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 09:09                  |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 16/10/2019             |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:   | 22/10/2019             |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                        |
| COLOR:  | Característico         |
| OLOR:   | Característico         |
| ESTADO:   | LIQUIDO                |
| Contenido: 100 ml   |                        |
| OBSERVACIONES:  |                        |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                        |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente             |

INFORME

| DESCRIPCIÓN         | PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|---------------------|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Jarabe AR papaya HE | Azúcares Reductores | %      | 0.36      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe AR piña HE   | Azúcares Reductores | %      | 0.49      | MAL-53/ PEARSON |



Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 / 1

RAI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facquimuce.edu.ec](http://www.facquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)

## Anexo 5. Resultados de la caracterización de azúcares reductores después de la hidrólisis enzimática y fermentación de cáscara de piña y papaya repetición 1 y 2



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27521  
ORDEN DE TRABAJO No. 62243

|   |                           |
|---|---------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO    |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA      |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO                  |
| DESCRIPCIÓN:  | VER DETALLE ABAJO         |
| LOTE:   | ---                       |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                       |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                       |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 16/09/2019                |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 10:42                     |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 23-25/09/2019             |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:   | 25/09/2019                |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                           |
| COLOR:  | Característico            |
| OLOR:   | Característico            |
| ESTADO:   | LIQUIDO                   |
| Contenido: 100 ml   |                           |
| OBSERVACIONES:  | Código: ver detalle abajo |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                           |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente                |

### INFORME

| DESCRIPCIÓN / CÓDIGO                      | PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|---|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Jarabe de papaya / HE Papaya              | Azúcares Reductores | %      | 0.75      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe de piña / HE Piña                  |                     |        | 0.94      |                 |
| Jarabe de Papaya / Papaya Te ARI          |                     |        | 0.16      |                 |
| Jarabe de piña AR TE / AR Piña Testigo P1 |                     |        | 0.08      |                 |



**Dr. Geovany Garófalo**  
 JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 / 11

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facquimuce.edu.ec](http://www.facquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

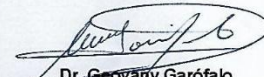
INF. LAB. ALI- 27560  
ORDEN DE TRABAJO No. 62352

|   |                        |
|---|------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA   |
| MUESTRA DE:   | JARABE                 |
| DESCRIPCIÓN:  | VER DETALLE ABAJO      |
| LOTE:   | ---                    |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                    |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                    |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 15/10/2019             |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 15:02                  |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 16/10/2019             |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 22/10/2019             |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                        |
| COLOR:  | Característico         |
| OLOR:   | Característico         |
| ESTADO:   | LIQUIDO                |
| Contenido:  | 100 ml                 |
| OBSERVACIONES:  |                        |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                        |
| MUESTREO POR:   | El Cliente             |

INFORME

| DESCRIPCIÓN          | PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|----------------------|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Jarabe de piña 2HE   | Azúcares Reductores | %      | 0.98      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe de papaya 2HE | Azúcares Reductores | %      | 0.73      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe de piña FE2   | Azúcares Reductores | %      | 0.09      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe de papaya FE2 | Azúcares Reductores | %      | 0.18      | MAL-53/ PEARSON |



  
Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 / 1

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facquimuce.edu.ec](http://www.facquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)

**Anexo 6. Resultados de la caracterización de azúcares reductores después de la fermentación con hidrólisis enzimática de cáscara de piña y papaya repetición 1 y 2**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27544  
ORDEN DE TRABAJO No. 62297

|   |                           |
|---|---------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO    |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA      |
| MUESTRA DE:   | ALIMENTO                  |
| DESCRIPCIÓN:  | VER DETALLE ABAJO         |
| LOTE:   | ---                       |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                       |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                       |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 24/09/2019                |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 14:54                     |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 30/09/2019 - 02/10/2019   |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 14/10/2019                |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                           |
| COLOR:  | Característico            |
| OLOR:   | Característico            |
| ESTADO:   | LIQUIDO                   |
| Contenido:  | 100 ml                    |
| OBSERVACIONES:  | Código: ver detalle abajo |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                           |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente                |

INFORME

| DESCRIPCIÓN / CÓDIGO               | PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|------------------------------------|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Jarabe de piña HE / Piña FE AR     | Azúcares Reductores | %      | 0.13      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe de papaya HE / Papaya FE AR | Azúcares Reductores | %      | 0.17      | MAL-53/ PEARSON |



Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 11

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.fucquimuce.edu.ec](http://www.fucquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. ALI- 27562  
ORDEN DE TRABAJO No. 62388

|   |                        |
|---|------------------------|
| SOLICITADO POR:   | NOBOA GAVILANEZ SERGIO |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | EPISQUE S7220 Y LITA   |
| MUESTRA DE:   | JARABE                 |
| DESCRIPCIÓN:  | VER DETALLE ABAJO      |
| LOTE:   | ---                    |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | ---                    |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | ---                    |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 15/10/2019             |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 15:05                  |
| FECHA DE ANÁLISIS:  | 16/10/2019             |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:   | 22/10/2019             |
| CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA   |                        |
| COLOR:  | Característico         |
| OLOR:   | Característico         |
| ESTADO:   | LIQUIDO                |
| Contenido:  | 100 ml                 |
| OBSERVACIONES:  |                        |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                        |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente             |

INFORME

| DESCRIPCIÓN           | PARÁMETROS          | UNIDAD | RESULTADO | METODO          |
|-----------------------|---------------------|--------|-----------|-----------------|
| Jarabe R2 papaya FEHE | Azúcares Reductores | %      | 0.16      | MAL-53/ PEARSON |
| Jarabe R2 piña FEHE   | Azúcares Reductores | %      | 0.15      | MAL-53/ PEARSON |



Dr. Geovany Garófalo  
JEFE AREA DE ALIMENTOS



1 / 1

RAL-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: [www.facquimuce.edu.ec](http://www.facquimuce.edu.ec) - E-mail: [laboratoriososp@hotmail.com](mailto:laboratoriososp@hotmail.com)

**Anexo 7. Resultados de la obtención de rendimiento de etanol en Testigos repeticiones 1 y 2 de cáscara de papaya**



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 197172  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Sergio Noboa  
**DIRECCIÓN:** Quito  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 13 de septiembre del 2019  
**MUESTRA:** Fermentado de papaya 1  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido color café  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 13 de septiembre del 2019  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 18 de septiembre del 2019  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**TOMA DE MUESTRA:** Por cliente  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 13 - 19 de septiembre del 2019  
**FECHA DE EMISION DEL INFORME:** 19 de septiembre del 2019  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 22.7°C 34%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

| PARÁMETRO      | METODO   | RESULTADO |
|----------------|--|-----------|
| Etanol (% p/v) | Catalogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.07      |

*Cecilia Luzuriaga S*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación de LABOLAB.



**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
 Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 115  
 E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 197442  
Hoja 1 de 1

**DATOS DEL CLIENTE**

**Nombre:** Noboa Sergio  
**Dirección:** Quito  
**Muestra:** Fermentado de papaya 2  
**Descripción de la muestra:** Líquido color café  
**Fecha Elaboración:** 07 de octubre del 2019  
**Fecha Vencimiento:** 21 de octubre del 2019  
**Fecha de Toma:** ---  
**Lote:** ---  
**Localización:** ---  
**Envase:** Frasco estéril  
**Conservación de la muestra:** Ambiente

**DATOS DEL LABORATORIO**

**Fecha de recepción:** 15 de octubre del 2019  
**Toma de muestra por:** Cliente  
**Fecha de realización del ensayo:** 15 - 23 de octubre del 2019  
**Fecha de emisión del informe:** 23 de octubre del 2019  
**Condiciones ambientales:** 23.7°C 47%HR

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO:**

| PARÁMETROS     | UNIDAD  | METODO   | RESULTADOS |
|----------------|---------|--|------------|
| Etanol (% p/v) | (% p/v) | Catálogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.06       |

*Cecilia Luzuriaga S*  
Dra. Cecilia Luzuriaga

GERENTE GENERAL



El presente informe solo es válido para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB, ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1000  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecillaluzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

**Anexo 8. Resultados de la obtención de rendimiento de etanol en Testigos repeticiones 1 y 2 de cáscara de piña**



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
**INFORME DE RESULTADOS**

Orden de trabajo N° 197171  
 Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Sergio Noboa  
**DIRECCIÓN:** Quito  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 13 de septiembre del 2019  
**MUESTRA:** Jarabe de cáscara de piña fermentado 1  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido color café  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 13 de septiembre del 2019  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 18 de septiembre del 2019  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**TOMA DE MUESTRA:** Por cliente  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 13 - 19 de septiembre del 2019  
**FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 19 de septiembre del 2019  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 26.4°C 26%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

| PARÁMETRO      | METODO   | RESULTADO |
|----------------|--|-----------|
| Etanol (% p/v) | Catalogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.10      |

Dr. Cecilia Lizuriaga  
 GERENTE GENERAL



El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.  
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación de LABOLAB.



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 197443  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Sergio Noboa  
**DIRECCIÓN:** Quito  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 15 de octubre del 2019  
**MUESTRA:** Jarabe de cáscara de piña fermentado 2  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido color café  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 07 de octubre del 2019  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 21 de octubre del 2019  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**TOMA DE MUESTRA:** Por cliente  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 15 - 23 de octubre del 2019  
**FECHA DE EMISION DEL INFORME:** 23 de octubre del 2019  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 22.7°C 34%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

| PARÁMETRO      | METODO   | RESULTADO |
|----------------|--|-----------|
| Etanol (% p/v) | Catalogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.11      |

*Cecilia Amunátegui S.*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación de LABOLAB.



**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1500  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecillialuzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

## Anexo 9. Resultados de la obtención de rendimiento de etanol con hidrólisis enzimática en cáscara de piña repetición 1 y 2



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
**INFORME DE RESULTADOS**

Orden de trabajo N°197744  
 Informe N° 197744  
 Hoja 1 de 1

### DATOS DEL CLIENTE

**Nombre:** Noboa Sergio  
**Dirección:** Quito  
**Muestra:** Jarabe de cáscara de piña fermentado HE1  
**Descripción de la muestra:** Líquido color café  
**Fecha Elaboración:** 18 de septiembre del 2019  
**Fecha Vencimiento:** 27 de septiembre del 2019  
**Fecha de Toma:** ---  
**Lote:** ---  
**Localización:** ---  
**Envase:** Frasco estéril  
**Conservación de la muestra:** Ambiente

### DATOS DEL LABORATORIO

**Fecha de recepción:** 24 de septiembre del 2019  
**Toma de muestra por:** Cliente  
**Fecha de realización del ensayo:** 24 - 30 de septiembre del 2019  
**Fecha de emisión del informe:** 24 de septiembre del 2019  
**Condiciones ambientales:** 23.7°C 47%HR

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO:

| PARÁMETROS     | UNIDAD  | METODO   | RESULTADOS |
|----------------|---------|--|------------|
| Etanol (% p/v) | (% p/v) | Catálogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.21       |

*Cecilia Luzuriaga S*

Dra. Cecilia Luzuriaga  
 GERENTE GENERAL



El presente informe solo es válido para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización expresa de LABOLAB, ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

### INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.

Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1000

E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador





ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 197655  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Sergio Noboa  
**DIRECCIÓN:** Quito  
**MUESTRA:** Jarabe de cáscara de piña fermentado HE2  
**CONSERVACIÓN:** Ambiente  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 02 de octubre del 2019  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido color café  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 02 de octubre del 2019  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 06 de octubre del 2019  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**TOMA DE MUESTRA:** Por cliente  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 02 - 07 de octubre del 2019  
**FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 07 de octubre del 2019  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 24.8 °C 50%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

| PARÁMETRO      | METODO   | RESULTADO |
|----------------|--|-----------|
| Etanol (% p/v) | Catalogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.24      |

*Cecilia Luzuriaga S*  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL



El presente informe solo es válido para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1500  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

**Anexo 10. Resultados de la obtención de rendimiento de etanol con hidrólisis enzimática en cáscara de papaya repetición 1 y 2**



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
**INFORME DE RESULTADOS**

Orden de trabajo N°197745  
 Informe N° 197745  
 Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Sergio Noboa  
**DIRECCIÓN:** Quito  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 de septiembre del 2019  
**MUESTRA:** Jarabe de cáscara de papaya fermentado HE1  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido color café  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 18 de septiembre del 2019  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 27 de septiembre del 2019  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** Frasco de vidrio  
**TOMA DE MUESTRA:** Por cliente  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 24 - 30 de septiembre del 2019  
**FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 30 de septiembre del 2019  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 26.4°C 26%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

| PARÁMETRO      | METODO   | RESULTADO |
|----------------|--|-----------|
| Etanol (% p/v) | Catalogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.16      |

Dra. Cecilia Luzuriaga  
 GERENTE GENERAL

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.  
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
 Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1500  
 E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecilia.luzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 197656  
Hoja 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Sergio Noboa  
**DIRECCIÓN:** Quito  
**MUESTRA:** Jarabe de cáscara de papaya fermentado HE2  
**CONSERVACIÓN:** Ambiente  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 02 de octubre del 2019  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido color café  
**FECHA DE ELABORACIÓN:** 02 de octubre del 2019  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 06 de octubre del 2019  
**LOTE:** ---  
**ENVASE:** Frasco estéril  
**TOMA DE MUESTRA:** Por cliente  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 02 - 07 de octubre del 2019  
**FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** 07 de octubre del 2019  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 24.8 °C 50%HR

**ANÁLISIS QUÍMICO:**

| PARÁMETRO      | METODO   | RESULTADO |
|----------------|--|-----------|
| Etanol (% p/v) | Catalogo Agilent Technologies<br>pág. 501 Modificado/<br>Cromatografía gases con detector<br>FID | 0.18      |

  
Dra. Cecilia Luzuriaga  
GERENTE GENERAL  
  
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1500  
E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cecillaluzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

Quito - Ecuador

## Anexo 11. Cáscaras de piña y papaya en estufa de secado



Cáscara de piña



Cáscara de papaya

## Anexo 12. Cáscara de piña y papaya deshidratada

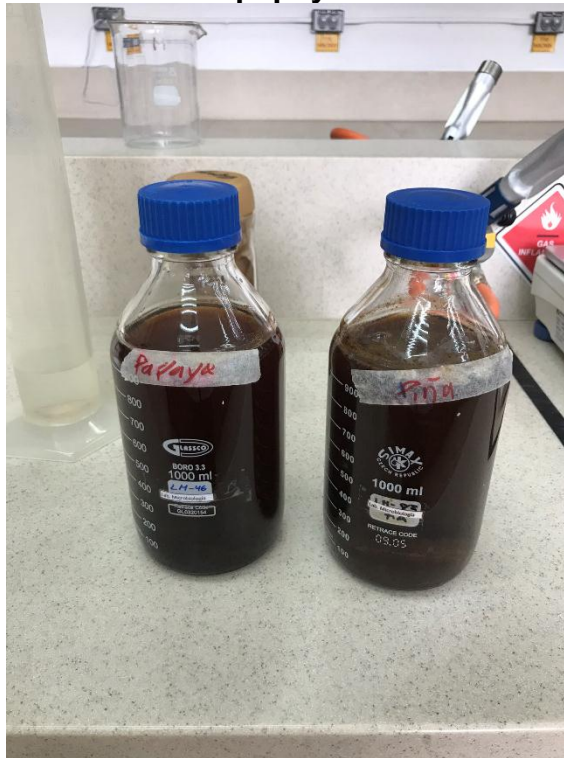


Cáscara de piña

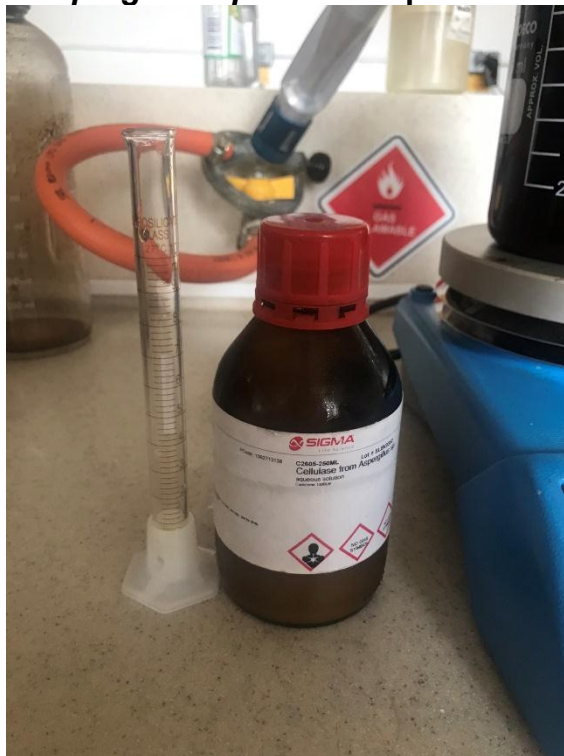


Cáscara de papaya

**Anexo 13. Frascos autoclavables de Jarabe de cáscara de piña y papaya**



**Anexo 14. Enzima *Aspergillus sp.* utilizada para la hidrólisis enzimática**



**Anexo 15. Equipos utilizados para ajuste y control de condiciones en la hidrólisis enzimática**



**Anexo 16. Agitador para la fermentación de la solución de cáscara de piña y papaya durante 5 días**



## Enlace de Urkund

[Urkund] 2% de similitud - gloria.roldan@ute.edu.ec  
report@analysis.urkund.com <report@analysis.urkund.com> Vie  
24/01/2020 12:54 Para: Gloria Maria Eloisa Roldan Reascos  
[gloria.roldan@ute.edu.ec](mailto:gloria.roldan@ute.edu.ec)

1 archivos adjuntos (323 KB) TESIS NOBOA MORALES PABLO  
NAPOLEON URKUND.docx;  
Documento(s) entregado(s) por: gloria.roldan@ute.edu.ec  
Documento(s) recibido(s) el: 24/01/2020 18:52:00 Informe generado el  
24/01/2020 18:53:22 por el servicio de análisis documental de Urkund.

### Mensaje del depositante:

-----  
Documento : TESIS NOBOA MORALES PABLO NAPOLEON  
URKUND.docx [D62952890]

Alrededor de 2% de este documento se compone de texto más o menos  
similar al contenido de 86 fuente(s) considerada(s) como la(s) más  
pertinente(s).

La más larga sección comportando similitudes, contiene 19 palabras y  
tiene un índice de similitud de 100% con su principal fuente.

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no  
indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta  
de rigor en el documento.

Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento  
analizado se encuentren en las fuentes identificadas. Es al corrector  
mismo de determinar la presencia cierta de plagio o falta de rigor  
averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento  
original.

Haga clic para acceder al análisis:

<https://secure.urkund.com/view/61089610-549853-991571>

Haga clic para descargar el documento entregado:

<https://secure.urkund.com/archive/download/62952890-651237-850776>