UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

INGENIERA/O AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"UTILIZACIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA MELAZA EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES"

AUTOR

Yorgelys Verónica Jachero Mongón

Nixon Alexander Villarroel Morocho

DIRECTOR DE PROYECTO / TRABAJO

Ing. Villafuerte Carrillo Franklin Rolando, Msc.

Puyo – Ecuador

Enero 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Yorgelys Verónica Jachero Mongón con cédula de ciudadanía N° 1550074882 y Nixon Alexander Villarroel Morocho con cédula de ciudadanía N° 1600483240 hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: **"**UTILIZACIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA MELAZA EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc Franklin Rolando Villafuerte Carrillo. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 29 días del mes de Enero del 2021.



YORGELYS JACHERO

1550074882

AUTOR 1



NIXON VILLARROEL

1600483240

AUTOR 2

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del trabajo de Integración Curricular aprueba el trabajo de Integración Curricular titulado: **"UTILIZACIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA MELAZA EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES"**



Dr. Pérez Martínez Amaury

Presidente del Tribunal



Dr. Hernández Ramos Hiran

Miembro del tribunal



Dr. Pérez Quintana Manuel Lázaro

Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 41-SAU-UEA-2021

Puyo, 18 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: JACHERO MONGÓN YORGELYS VERÓNICA con C.I. 1550074882 y VILLARROEL MOROCHO NIXON ALEXANDER con C.I. 1600483240, con el Tema: **"UTILIZACIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA MELAZA EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES.",** de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de la investigación Ing. Villafuerte Carrillo Franklin Rolando, MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 18 de febrero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2020, Yorgelys Verónica Jachero Mongón y Nixon Alexander Villarroel Morocho

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DEDICATORIA

A Dios, que sin el nada hubiera sido posible, que nos dio la fuerza para terminar nuestra carrera y este proyecto, que nos dio su protección, bendición y amor.

A nuestros padres por brindarnos su confianza, sus consejos e inculcarnos valores para ser personas de bien y por las palabras de aliento durante estos años de continua formación; jamás podremos recompensar todo lo que han hecho por nosotros.

A nuestros docentes por toda la paciencia y apoyo brindado al momento de transmitir sus conocimientos a lo largo de nuestra vida universitaria, de igual manera a nuestro tutor por ser nuestro guía, dedicar su tiempo y por depositar su confianza en nosotros.

Y no podría faltar a mi compañero, que desde primer semestre estuvimos juntos y nos propusimos que al finalizar haríamos este proyecto y así fue, en las buenas y en las malas apoyándonos.

Yorgelys Jachero, Nixon Villarroel

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, queremos dar gracias a Dios por permitirnos culminar esta etapa de formación, por habernos dado la oportunidad de seguir luchando día tras día para lograr nuestros objetivos.

También a la Universidad Estatal Amazónica por brindarnos todos los recursos y herramientas en donde nos permitieron formarnos como profesionales, a todos los docentes, quienes han sido nuestra guía durante nuestra formación académica y por siempre impregnar sus conocimientos con ética y profesionalismo.

Gracias a nuestros padres por ser el pilar fundamental para cumplir una de tantas metas, por confiar y creer en nosotros, por todos los consejos, valores, principios inculcados y porque siempre estuvieron ahí para darnos sus palabras de apoyo.

Igualmente queremos agradecer a nuestro tutor Franklin Villafuerte Msc, por brindarnos su amistad, sus consejos, su orientación y sobre todo sus conocimientos durante el desarrollo de nuestro proyecto de investigación ya que fue de vital importancia para poder culminar con éxito.

¡Muchas Gracias por todo!

Yorgelys Jachero, Nixon Villarroel

RESUMEN

La melaza es un subproducto de la industria azucarera que se caracteriza por ser un líquido denso y de color negruzco, es utilizada principalmente en la alimentación animal, como fertilizante para suelos y obtención de etanol, sin embargo, debido a sus características físico químicas puede ser utilizada para la obtención de otros productos. Por ende, el objetivo de la investigación es analizar bibliográficamente la utilización de melaza en procesos agroindustriales y así generar una alternativa para mejorar el uso de esta materia prima. La metodología aplicada es netamente bibliográfica, misma que se basa en la selección y recopilación de información de libros, artículos científicos, revistas científicas, etc. Las investigaciones demuestran que en la melaza existe una cantidad alta de carbohidratos (sacarosa, glucosa, fructosa), y pequeñas cantidades de proteínas, minerales y vitaminas. Por esta razón se puede obtener distintos productos agroindustriales como es el ácido cítrico, ácido láctico, etanol, alimento para animales de abasto, lisina y asimismo para el crecimiento microbiano, además que por su elevado contenido de azucares es utilizada como sustrato en diferentes procesos agroindustriales. Con respecto a la descripción de los procesos se tiene en cuenta que todos pasan por un proceso de fermentación dependiendo las condiciones y características que deben cumplir. Además, en el presente trabajo se detalló el proceso de obtención de los principales productos agroindustriales a base de melaza como es el etanol, ácido cítrico, ácido láctico y la obtención de alimento para animales, en sí la melaza es un subproducto que puede ser utilizado para la elaboración de varios productos, sin embargo en Ecuador la mayoría de estos no son realizados a gran escala debido a la falta de implementación en las diferentes industrias; por este motivo solo se realizan a nivel de laboratorios.

Palabras claves: melaza, usos agroindustriales, microorganismos, subproducto, composición fisicoquímica, procesos, productos.

ABSTRAC

Molasses is a by-product of the sugar industry that is characterized by being a dense blackish colored liquid. Molasses t's mainly used in animal feed, as a fertilizer for soils and to obtain ethanol; however, due to it's physical and chemical characteristics it can be used to obtain other products. Therefore, the objective of this research is to analyze bibliographically the use of molasses in agroindustrial processes and to generate an alternative that can improve the use of this raw material. The methodology applied is purely bibliographic, which is based on the selection and compilation of information from books, scientific articles and scientific journals. Research has shown that molasses contains a high amount of carbohydrates (sucrose, glucose, fructose) and small amounts of proteins, minerals and vitamins. For this reason, different agroindustrial products can be obtained such as citric acid, lactic acid, ethanol, animal food, lysine and for microbial growth. Because of it's high sugar content it's used as a substrate in different agroindustrial processes. In regard to the description of the processes, all of them go through a fermentation process depending on the conditions and characteristics that must be fulfilled. In addition, this work details the process of obtaining the main agroindustrial products based on molasses, such as ethanol, citric acid, lactic acid and animal food. Molasses itself is one of the by-products that can be used for the production of various products; however, in Ecuador most of these products are not made on a large scale due to the lack of implementation in the different industries; for this reason they are only made in laboratories levels.

Keywords: molasses, agro-industrial uses, microorganisms, by-product, physicochemical composition, processes, products.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN 11

1.1 Planteamiento del problema 11

1.2 Objetivos 11

1.3 Justificación 12

Capítulo 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 13

2.1 *Melaza* 13

2.2 *Proceso de obtención de melaza* 13

2.3 *Usos agroindustriales de la melaza* 16

2.4 Tipos de melaza 17

2.5 *Diferencia entre melaza de caña y melaza de remolacha* 18

2.6 Norma INNEN 1701 18

2.7 Factores que afectan la composición de la melaza 19

Capítulo 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 20

3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 20

3.2 Métodos de Investigación 20

Capítulo 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 21

4.1 Resultados 21

4.1.1 Composición físico química de la melaza 21

4.1.2 Uso de la melaza en procesos agroindustriales. 23

4.1.3 Descripción de los procesos de los principales productos obtenidos a partir de la melaza 25

4.2 Conclusiones 30

4.3 Recomendaciones 30

REFERENCIAS 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 *Aprovechamiento de la caña de azúcar* 16

Tabla 2-2 *Composición de melazas en Cuba* 17

Tabla 2-3 *Requisitos físicos y químicos* 18

Tabla 4-1 *Composición físico química de la melaza* 21

Tabla 4-2 *Vitaminas de la Melaza* 22

Tabla 4-3 *Minerales de la Melaza.* 23

Tabla 4-4 *Uso de la melaza en procesos Agroindustriales* 24

Tabla 4-5 *Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de Etanol* 25

Tabla 4-6 *Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de Ácido láctico* 26

Tabla 4-7 *Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de Ácido cítrico* 27

Tabla 4-8 *Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de alimento para animales* 28

Tabla 4-9 *Operaciones y condiciones de trabajo en el enriquecimiento proteico para la obtención de alimento en animales.* 29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Proceso de obtención de las melazas. 14

Figura 2-2 Factores que afectan la composición de la melaza 19

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país megadiverso que cuenta con una gran cantidad de flora y fauna, gracias a su clima tropical podemos encontrar una gran variedad de plantas que son utilizadas como una fuente económica directa para el país; como es el caso de la caña de azúcar. De esta planta se obtiene el azúcar que es uno de los productos principales más utilizado en el mundo, de igual manera se obtiene el subproducto llamado melaza, el cual ha generado en los últimos años un gran impacto en el sector agroindustrial. La utilización de la melaza ayudará en la creación de nuevos productos agroindustriales causando un impacto positivo para el país (Lagos-Burbano & Castro-Rincón, 2019).

En la actualidad el mayor exportador de caña de azúcar en el mundo es Brasil con una producción anual de 768.678.382 toneladas, por otra parte, nuestro país ocupa el puesto veinte a nivel mundial produciendo alrededor de 8.661.609 toneladas anuales de caña de azúcar, encontrando su mayor producción en las provincias de: Guayas, Cañar, Carchi, Imbabura, Los Ríos y Loja (Prado et al., 2018).

Así mismo por cada tonelada de caña verde procesada se obtienen alrededor de 44kg de melaza, existiendo diferentes usos para la misma; una parte es empleada para la alimentación de los animales de abasto, mientras que, la otra es usada para la obtención de ácido cítrico, bioplásticos, solventes, alcohol carburante y numerosos productos biotecnológicos (Vega et al., 2007).

1.1 Planteamiento del problema

¿Cómo utilizar la melaza para la obtención de productos agroindustriales?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Analizar bibliográficamente la utilización del subproducto “melaza” en procesos agroindustriales.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Determinar bibliográficamente la composición físico química del subproducto melaza.
- Identificar el uso de la melaza en los procesos agroindustriales.
- Describir los procesos de los principales productos obtenidos a partir de la melaza.

1.3 Justificación

El presente trabajo tiene como propósito analizar el subproducto melaza en diferentes procesos agroindustriales con el fin de maximizar su uso y a su vez comprender en que ámbitos se aprovecha de mejor manera; sabiendo que es uno de los principales subproductos en el procesamiento de la caña de azúcar. El cultivo de caña de azúcar en Ecuador es de 110 000 hectáreas de las cuales el 4% es destinada para la producción de melaza que a su vez esta no es bien aprovechada, ya que la mayoría de empresas solo se dedica a la obtención de alcohol en gran escala (Revista Líderes, 2012).

Por este motivo se quiere analizar los diferentes usos que se le puede dar a la melaza, enfatizando en los que son desconocidos para las personas como, por ejemplo: la obtención de ácido cítrico, bioplásticos, solventes, alcohol carburante y numerosos productos biotecnológicos. De igual manera se dará a conocer sobre la utilización más habitual que las personas emplean sobre la melaza (alimento para los animales de abastos y como abono para los cultivos) (Vega et al., 2007).

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Melaza

Es el subproducto que se obtiene de la cristalización del jugo concentrado, también conocida como miel oscura o miel final. La melaza contiene alrededor del 50% de azucares fermentables y 80% de sólidos solubles (Joseph & Bachhawat, 2014), esta se obtiene luego de la etapa de separación donde ya no se puede obtener más azúcares, es decir que no se puede seguir cristalizando la sacarosa; tiene un pH ligeramente ácido entre 5.5 y 6.5 esto varía dependiendo de la naturaleza y la temperatura que posea (Meneses, 2014).

También se caracteriza por tener un color oscuro negruzco, es un líquido denso con una contextura altamente viscosa que se obtiene de la fabricación de la caña de azúcar. Cabe destacar que las propiedades físicas y químicas varían porque la melaza se puede extraer tanto al principio de la refinación como al final, no obstante, se debe tener en cuenta que los ingenios la extraen en el proceso final, ya que ellos aprovechan al máximo la sacarosa para poder obtener su producto principal que es la caña de azúcar (Martín, 2004).

La melaza está constituida principalmente de azúcares reductores (glucosa, fructosa, lactosa). Según Vega et al. (2007) nos dice específicamente que los principales compuestos que se encuentra en la melaza son el agua y los carbohidratos. Así mismo, encontramos una mezcla compleja de diferentes tipos de azúcares, vitaminas, sustancias orgánicas e inorgánicas y compuestos nitrogenados.

2.2 Proceso de obtención de melaza

La melaza es el subproducto final que se obtiene de la refinación de la caña de azúcar, de manera que se puede observar los pasos en la (figura 2-1). Así mismo, se detallará todos los pasos que se debe seguir para obtener la melaza.

El primer paso para la obtención de la melaza es el almacenamiento donde luego de ser obtenida la caña es trasladada a los patios de los ingenios azucareros para que sean almacenadas. Hay que tener en cuenta que este almacenamiento no puede ser muy extenso, ya que el sol puede causar pérdidas en el contenido de sacarosa, también ocasiona una reducción en el rendimiento del jugo y su calidad; de modo que debe pasar a la molienda en

menos de 48 horas luego de ser cortada para así evitar pérdidas del producto (Fernández, 2018).

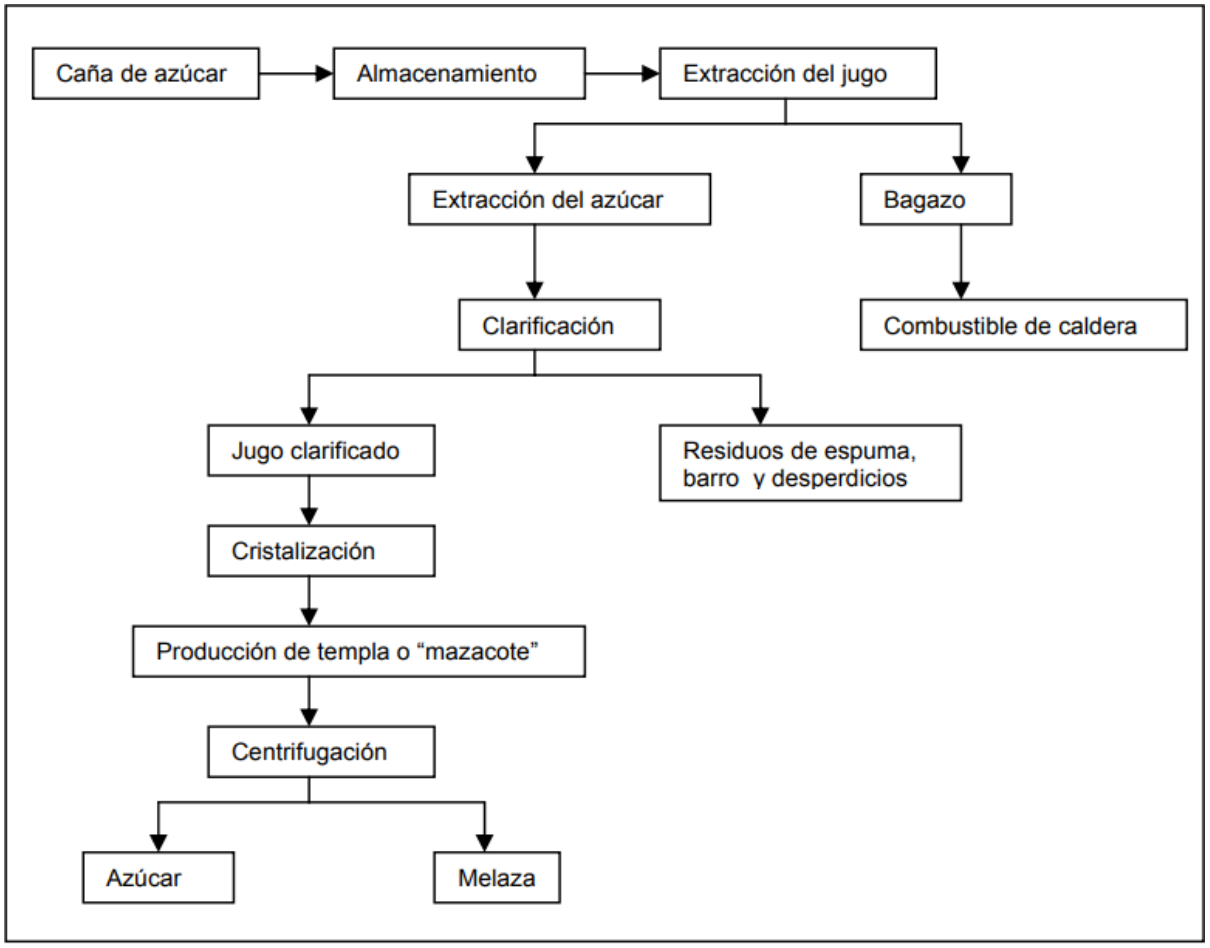

Figura 2-1
Proceso de obtención de las melazas.
Fuente: Ariza & Gonzalez (1997), citado por Fajardo & Sarmiento, 2014

Seguidamente pasamos a la extracción del jugo, esta etapa se realiza en una serie de molinos y cuchillas desmenuzadoras, aquí es donde se extrae la sacarosa de la caña de azúcar, donde se puede adicionar agua caliente debido a que esto ayuda en el proceso de la molienda, además mejora la extracción del jugo crudo.

Después la caña triturada pasa a los molinos más conocidos como trapiches, donde se realiza la extracción del jugo, enseguida que van saliendo se rocía las cañas con jugos claros y agua, esto ayuda a que se diluya el azúcar que va quedando en el bagazo luego de ser molido, a medida que se adquiera un mayor provecho en la extracción. Además, de esta manera se obtiene más del 90% de azúcar que hay en las cañas y lo que queda de este proceso

se utiliza como combustible para formar vapor y energía en las calderas (Fajardo & Sarmiento, 2014).

Posteriormente, se pasa a la clarificación, en esta etapa se eliminan las impurezas que quedan en el jugo mediante los bombeos que realizan los molinos, así evitamos la pérdida de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$). En la clarificación el jugo es mezclado con hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$ y calor; otro elemento que también se emplea con la cal es el ácido fosfórico (H_3PO_4); a este proceso se lo conoce como encalado.

Luego del encalado el jugo pasa a un proceso de sedimentación en los tanques clarificadores con el objetivo de separar los desperdicios, espumas, bagacillos y los barros, llamado cachaza que se encuentran presentes en el jugo de caña. Por ende, tendremos un pH óptimo, un jugo brillante de color amarillo cristalino, minimizará las pérdidas de azúcar y obtener un producto inocuo (Cadavid, 2007).

De ahí seguimos con la evaporación donde el jugo una vez que se encuentre limpio pasa a ser evaporado, aquí es donde se aumenta la concentración de azúcares cambiando de estado líquido a vapor; allí se absorbe hasta el 80% de líquido del jugo de la caña para conseguir un jarabe o meladura más concentrado de 60-65 ºBrix en una temperatura de ebullición más baja. Además, en esta etapa se puede aprovechar otro residuo de la caña de azúcar como es el bagazo para generar energía (vapor) y así usarla en las máquinas de evaporación (Ceja, 2014).

Ahora la etapa de cristalización se realiza en tanques de vacío o conocidos también como tachos donde el jarabe o melaza se evapora y se transforman en cristales hasta obtener una consistencia adecuada para después pasar a la fase de centrifugación.
Se realiza el trabajo de tres templas o cocimientos para así alcanzar la mayor concentración de sacarosa y como resultado de la cristalización obtenemos la masa cocida que es la miel (líquido) y el azúcar (cristales) (Campués & Tarupí, 2011).

En el siguiente paso tenemos la centrifugación que en esta etapa se separa el azúcar cristalizado de la miel, aquí se obtiene las aguas madres denominadas melazas de primera. Los cristales de azúcar que son retenidos en la centrifuga pueden ser lavados con agua caliente para eliminar los residuos de la miel, por último, se remueve el azúcar restante de la

máquina centrifuga (Fernández, 2018).

Finalmente, la melaza es enviada a un nuevo proceso de evaporación, seguidamente a la centrifugación hasta obtener las melazas finales; las cuales son el producto restante de los ingenios azucareros (Jeri, 2015).

2.3 Usos agroindustriales de la melaza

La melaza es un subproducto de la industria azucarera con un porcentaje alto de sacarosa, además se encuentran otros azucares en menor cantidad como la glucosa y la fructosa. Se caracteriza por tener un color oscuro y una apariencia viscosa, en la actualidad se utiliza como un sustrato en numerosos procesos agroindustriales (tabla 2-1), ya que es una buena fuente de carbono donde se pueden desarrollar células microbianas (Álvarez-Cao et al., 2019).

Tabla 2-1

Aprovechamiento de la melaza de caña de azúcar

Utilización	Generalidades
Alimentos	Alimentación rica en nutrientes.
Animales	Alimentación menos rica: desecados sobre pulpas, mezclas con diversos alimentos, pulverizados de forrajes, suplemento de ensilajes.
Recuperación de líquidos sin azúcar	Vinazas para la obtención de ácido glutámico. Lejías finales como alimento animal y para la obtención de aminoácidos.
Fermentación	Levaduras para panificación Levaduras para alimentación humana y animal: aditivo para piensos, extractos e hidrolizados de levadura, fuente de enzimas, vitaminas y ácidos nucleicos. Además, es el sustrato utilizado en la producción de proteína unicelular. Alcohol etílico Productos colaterales de fermentación alcohólica.

Fuente: Ariza & Gonzalez (1997), citado por Barrera, 2011

En el sector agroindustrial la melaza es muy importante, ya que está compuesta por azucares que son utilizados principalmente en los procesos de fermentación. Para la obtención de melaza de alta calidad se puede emplear dos métodos: el artesanal y el industrial, estos dos se caracterizan por la extracción del jarabe de azúcar crudo. Se pueden señalar otros productos que se obtienen de la melaza a partir de la fermentación como, por ejemplo: levaduras, proteína celular, ácido cítrico, vinagre, ácido láctico, etanol y lisina (Rein, 2007).

Cabe destacar que el subproducto melaza que genera la industria azucarera tiene un alto potencial para la economía del país porque se enfoca principalmente como una alternativa para diferentes procesos industriales que a su vez ayudaría en la disminución de costos de producción de las empresas; en Ecuador aún se desconoce el verdadero potencial de la melaza (Campos-Granados & Rojas-Bourrillon, 2019).

2.4 Tipos de melaza

En la industria azucarera existen dos tipos de melaza (tabla 2-2). La melaza rica se obtiene a partir de la caña de azúcar que aún no ha sido sometida a un proceso de clarificación, es decir que aún conserva todo su azúcar. La melaza final**,** también conocida como blackstrap, se caracteriza por tener una apariencia viscosa y un color negruzco con una densidad de 1.4. Esta melaza se obtiene en la etapa de centrifugación donde los ingenios aprovechan al máximo la extracción de los azucares, es así que alcanzan una pureza de 85°Brix (Martín, 2004).

Tabla 2-2

Composición de melazas en Cuba

Indicador, %	Rica	Final
Materia Seca	85,00	83,50
Nitrógeno	0,26	0,44
Cenizas	2,80	9,80
Azúcares totals	86,10	58,30
Sacarosa	28,60	40,20
Glucosa	29,30	8,90
Fructosa	28,20	9,20
Extracto libre de nitrógeno	95,60	87,40
Sustancias orgánicas no identificadas	9,50	29,10

Fuente: Martín, 2004

2.5 Diferencia entre melaza de caña y melaza de remolacha

La caña de azúcar se cultiva en países tropicales y subtropicales, mientras que la remolacha azucarera solo se cultiva en países de clima templado. (Pinzi & Dorado, 2011) La melaza de remolacha azucarera tiene una composición similar a la de la caña, pero con una menor concentración en azucares reductores, además su valor nutritivo es superior al de la melaza de caña ya que contiene más sacarosa y menos rafinosa (oligosacáridos). Cabe mencionar que ambas melazas se degradan fácilmente en el estómago de los rumiantes (rumen) (Carioca & Leal, 2011).

Por otra parte, la melaza de remolacha tiene un contenido en proteína bruta mayor al 9% y la caña un 4%. La melaza de caña de azúcar es rica en calcio, cloro, magnesio; mientras que la de remolacha es rica en sodio y cloro. (FEDNA, 2018) La melaza de caña de azúcar tiene características únicas que la hacen adecuada para su aplicación en la industria alimentaria. En cambio, la melaza de remolacha no ha tenido una gran aplicación en la dieta humana, especialmente por su fuerte olor y sabor a remolacha, lo que la hace poco atrayente para el consumo (Saric et al., 2016).

2.6 Norma INNEN 1701

De acuerdo a la norma (INNEN 1701) recomienda que la melaza debe cumplir con los siguientes requisitos físico químicos (tabla 2-3) que está destinada para la alimentación de los animales.

Tabla 2-3

Requisitos físicos y químicos

Requisitos	Unidad	Min.	Máx.	Método de Ensayo
Azúcares totales, como reductores	%(m/m)	46,0	-	INEN 1707
Cenizas sulfatadas	%(m/m)	-	16,0	INEN 272
Grados Brix	%(m/m)	77,5	-	INEN 273

Fuente: INEN, 1989

2.7 Factores que afectan la composición de la melaza

La melaza es el subproducto principal de la caña de azúcar contiene una fuente rica en sacarosa glucosa, fructosa. Estos tres monosacáridos son las principales fuentes de carbohidratos, por esta razón es un excelente sustituto para diferentes procesos agroindustriales. Además, la composición de la melaza es afectada por diferentes factores (figura 2-2) los cuales influye directamente en la composición de la melaza (Gilces & Veloz, 2009).

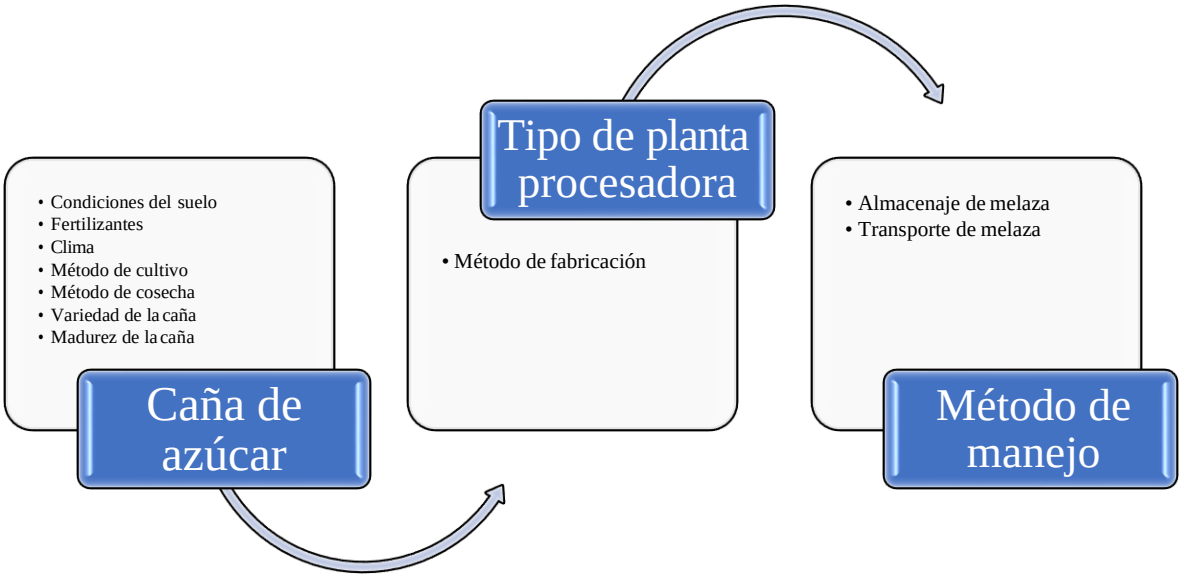

Figura 2-2
Factores que afectan la composición de la melaza.
Fuente: (Gilces & Veloz, 2009)

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

La investigación que se llevó a cabo fue netamente bibliográfica, estuvo fundamentada en la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de libros digitales, artículos científicos, revistas científicas, sitios web confiables. Esto permitió obtener información sobre la utilización del subproducto de la industria azucarera "melaza" en procesos agroindustriales.

3.2 Métodos de Investigación:

La metodología que se empleó en esta investigación consiste en el uso de fuentes fidedignas de información como: libros, revistas científicas, tesis y artículos científicos que se encuentran en páginas web de ciencia (Scielo, Redalyc, Google Books, Dialnet, IOP science). Además, se utilizó fuentes secundarias de información como es el caso de publicaciones periódicas de cualquier tipo, páginas de asociaciones gubernamentales y no gubernamentales.

De modo que se pudo obtener un trabajo de calidad con información sólida, es así que para cumplir estos objetivos se tomó en cuenta los siguientes pasos:

- Se realizó una lectura crítica y comprensiva de toda la información recopilada durante todo el trabajo.
- Se seleccionó los documentos que brindan información relevante sobre el tema propuesto.
- Se comparó la información planteada de los diferentes autores para así cerciorarnos sobre la información que fue colocada en el documento.
- Por último, la información obtenida trató específicamente sobre el uso de la melaza en procesos agroindustriales y como componente secundario, de esta forma se buscó defender el trabajo de integración curricular de una manera clara y concisa ante los miembros del tribunal.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Composición físico química de la melaza

La melaza es el subproducto derivado de la caña de azúcar, resultante de la cristalización y centrifugación del proceso de obtención del azúcar, siendo un jarabe denso y de color negruzco, además es una mezcla muy compleja que contiene principalmente azúcares como (lasacarosa, fructosa, glucosa) y otros componentes (tabla 4-1).

Tabla 4-1

Composición físico química de la melaza

	(Vega et al., 2007)	(J. Hernández et al., 2003)	(Saric et al., 2016)	(Rein, 2007)	(Palmonari et al., 2020)	Moorhead, (1994), citado por (Gallegos, 2009)	(Clarke, 2003)	(Barrera, 2011)
Sacarosa (%)	35	31,906	34	35,5 – 31,5	39,2	-	30 - 40	30-40
Glucosa	7	6,218	-	5,9 – 5,3	5,29	-	4 - 9	4-9
Fructosa	-	7,977	4	8,1 – 7,3	8,07	-	5 - 12	-
Cenizas	12		11,5		10,2	8,5	7 - 15	-
Compuestos no nitrogenados	5	-	-	2 – 4,5	-	-	1,5 - 6	-
Valor pH	-	6,6	5	-	-	-	-	-
°Brix		72,5		78 - 85	-	79,5	-	-
Azúcares totales	-	-	52,5	-	50,6	-	-	-
Rafinosa	-	-	-	-	0,60	-	-	-
Dextranos	-	-	-	-	0,09	-	-	-
Xilosa	-	-	-	-	0,01	-	-	-
Ácido láctico	-	-	-	-	1,77	1,50	-	-
Gravedad Especifica	-	-	-	-	-	1,41g/l	-	-
Compuestos Nitrogenados	4,5	-	-	-	-	-	-	-
Proteína Cruda	-	-	3	-	-	3	2,5 – 4,5	2,5 – 4,5
Agua	20	-	-	-	-	-	17 - 25	17-25

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

En la tabla 4-1 se observa los porcentajes de los compuestos encontrados por diferentes autores en la melaza, siendo la sacarosa el componente más abundante según Vega et al., 2007; J. Hernández et al., 2003; Saric et al., 2016; Rein, 2007 y Palmonari et al., 2020.

Además, Barrera (2011), Gallegos (2009) y Cárdenas (2017) muestran en sus estudios diferentes porcentajes de vitaminas y minerales, encontrando al calcio como uno de los minerales más sobresalientes de la melaza (tabla 4-2 y 4-3).

Por ende, la melaza es uno de los subproductos más importantes de la industria azucarera, debido a que en ella podemos encontrar distintos tipos de vitaminas que son usadas por diferentes microorganismos capaces de sintetizar este macronutriente; ayudando así en su desarrollo.

Tabla 4-2

Vitaminas de la Melaza

	(M. Cárdenas, 2017)	Moorhead, (1994), citado por (Gallegos, 2009)	Tellez, (2004); Yepez,(1995), citados por Barrera, (2011)	(Clarke, 2003)
Biotina	1,2 – 3,2 mg/kg	3,3 mg/kg	-	0,1 – 2 mg/kg
Ácido fólico	0,04	-	-	10-50
Inositol	4000-6000	-	-	-
Pantotenato cálcico	50-65	-	-	-
Piridoxina	2 – 6,5	-	-	1 – 10
Riboflavina	2 – 3	-	4,40mg/lts	1 – 6
Tiamina	1,5 – 2	-	0.88	2 – 10
Ácido nicotínico	300 – 800	-	-	-
Colina	60 – 80	880	600	-
Niacina	-	35,2	48,86	-
Ácido Pantoténico	-	37,4	42,90	2 – 25
Nicotinamida	-	-	-	1 – 25

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

Dentro de la composición de la melaza de caña de azúcar encontramos diferentes minerales como se puede observar en la tabla 4-3, los cuales ayudan al crecimiento de diferentes microrganismos (levaduras, bacterias) que se emplean en distintos procesos de fermentación.

Tabla 4-3
Minerales de la Melaza.

	Tellez, (2004); Yepez,(1995), citados por Barrera, (2011)	Moorhead, (1994), citado por (Gallegos, 2009)	M. Cárdenas, 2017
Calcio	0,74%	0,8%	0,7%
Magnesio	0,35%	-	0.35%
Fósforo	0,08%	0,08%	0,1%
Potasio	3,67%	3,60%	3,5%
Cloro	-	1,60%	1,3%
Sodio	-	0,20%	0,1%
Sulfuros	-	-	0,5%
Azufre	-	0,30%	-

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

4.1.2 Uso de la melaza en procesos agroindustriales.

La melaza es un producto que se obtiene a partir del refinamiento del azúcar, teniendo una textura viscosa que es considerada una fuente altamente nutricional siendo utilizada en diferentes procesos agroindustriales tal como se aprecia en la tabla 4-4.

En la tabla 4.4 se observa cómo es utilizada la melaza para la elaboración de diferentes productos agroindustriales debido a su buena composición físico química porque posee una fuente rica en nutrientes y carbono, además que por su alto contenido de azucares la melaza es utilizada como un componente secundario (sustrato) en la obtención del etanol, ácido láctico, ácido cítrico, glutamato monosódico, lisina y crecimiento microbiano, mientras que para la producción de bloques nutricionales para animales de abasto se utiliza la melaza como componente principal. Con respecto a la obtención de estos productos agroindustriales se tiene en cuenta que todos pasan por un proceso de fermentación dependiendo las condiciones y características que deben cumplir.

Tabla 4-4

Uso de la melaza en procesos Agroindustriales

Producto	Organismo	Comentarios	Autores
Etanol	*Saccharomyces cerevisiae*	Fermentación anaeróbica. Los productos incluyen alcohol potable, combustible e industrial. $1m^3$ de etanol requiere 4 t de melaza.	(Rein, 2007)
		Fermentación anaeróbica. Se estima que de una tonelada de melaza se produce 230 litros de etanol.	(MIDAGRI, 2015)
Ácido láctico	*Lactobacillus delbrueckii*	Utilizado a gran escala para la fabricación de plásticos biodegradables.	(Rein, 2007)
	Lactobacillus rhamnosus	En la actualidad existe una gran demanda a nivel mundial del ácido láctico como materia prima para la producción del biopolímero ácido poli-láctico (PLA), ya que es una alternativa biodegradable, biocompatible, y prometedora como sustituto de los plásticos derivados de petroquímicos.	(Anaya & López, 2018)
Ácido cítrico	*Aspergillus niger*	Aproximadamente el 70% de la producción total 1,5 millones de T/año se utiliza en 3 campos el primero en la industria de alimentos con el objetivo de preservar o mejorar los sabores y aromas de jugos de frutas, helados y mermeladas. El otro 20% se emplea en la industria farmacéutica para conservar las vitaminas, efervescentes, correctores de pH, entre otros. Y el ultimo 10% se utiliza en la industria química para el tratamiento de textiles.	(Muñoz-Villa et al., 2014)
	Aspergillus niger	Fermentación anaeróbica. Utilizado como aditivo alimentario, detergente y en productos farmacéuticos. 1 t de ácido cítrico requiere de 2,75-3 t de melaza.	(Rein, 2007)
	Aspergillus niger	Fermentación aeróbica mediante el inoculo *Aspergillus niger*, utilizando la melaza como materia prima. Por año existe 17 646 400 kg/año, 53 800 kg/lote de melaza, por lo cual se obtendrá 21 081.38 kg/lote de ácido cítrico.	(Guadalupe, 2019)
Alimento para animales de abasto	*Bacterias ácido lácticas*	Los ensilajes para los animales son muy digestibles y palatable, tiene efectos beneficiosos sobre el aparato digestivo, la calidad del alimento es por lo general estable.	(Molina, 2020)
		Es apetecible por los animales de abasto en niveles que oscilan entre el 5 -10%, la palatabilidad es mayor y las pérdidas por polvo disminuyen; sin embargo, en países que son productores de azúcar los niveles de melaza suelen ser superiores.	(Alvarez, 2017)
	Torula, Candida utilis	La melaza es una materia prima de muy buena calidad que se utiliza en procesos biotecnológicos para la elaboración de alimentos concentrados que ayuda en el crecimiento de los animales de abasto.	(Caro et al., 2002)
Crecimiento Microbiano	*Lactobacillus plantarum*	Son utilizadas como fermentadores de alimentos cárnicos, lácteos y vegetales, además del uso en biopreservación, para incrementar la vida útil de los productos o como potencial probiótico en la industria. La melaza contiene componentes esenciales que ayudan al crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL).	(Ossa et al., 2010)
	Lactobacillus	Los lactobacilos son bacterias ácido lácticas que se caracterizan por los diferentes usos e importancia a nivel industrial y es utilizada en fermentadores de alimentos como cárnicos, lácteos y vegetales. La melaza es una fuente rica en carbonos que ayuda al desarrollo de microorganismos.	(Cárdenas et al., 2019)
	Saccharomyces cerevisiae	Es una levadura con una elevada capacidad fermentativa, el uso más extendido está enmarcado en la panificación y en las industrias de fabricación de cerveza, vinos y alcohol. Al ser producida en un medio de melaza de caña de azúcar en alta concentración (22 %) a 33 °C, mejora su resistencia a elevadas concentraciones de etanol.	(Suárez et al., 2016)
Glutamato monosódico	*Micrococcus glutamicus o brevi-bacterium*	Sal sódica de ácido glutámico procedente de fermentación aeróbica. Principalmente de Asia. Utilizado como aromatizante. 1 t de ácido glutámico requiere 4 t de melaza.	(Rein, 2007)
Lisina	*Micrococcus glutamicus o brevi-bacterium*	Aminoácido utilizado como complemento alimenticio para animales.	(Rein, 2007)

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

4.1.3 Descripción de los procesos de los principales productos obtenidos a partir de la melaza.

La melaza se utiliza para la elaboración de etanol, líquido incoloro que se obtiene mediante la fermentación de los azúcares por medio de diferentes levaduras; especialmente de la *Saccharomyces cerevisiae*. En la tabla 4-5 podemos apreciar los pasos para la producción del etanol.

Tabla 4-5

Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de Etanol

Operaciones	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Hernández & Purihuaman, 2014)	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Morales et al., 2014)
Recepción	Melaza	Melaza
Dilución	-24ªBrix, con una cantidad de 350g de melaza.	-25 °Brix, con una cantidad de 1.12kg de melaza.
Ajuste de pH	-Adición de Ácido Sulfúrico al 98% (1-1.5-2ml) -pH 4,8 -4,6	-Adición de Ácido Fosfórico al 85%. -pH 4,5
Reducción de carga microbiana	-Bactol Q concentración de 10 ppm, 15 ppm y 20 ppm por muestra.	--------
Adición de nutrientes	----------	-Difosfato de Amonio (2g/l)
Preparación de levadura	-Se mezcla 5 g de levadura seca, con 150 ml de mosto, a una T°de 35 °C -Se utilizaron 3 tipos de levaduras: Fleishmann, Red Star y Fermipan Brown.	-Los medios de cultivos fueron inoculados con 0.5g de levadura previamente hidratada. -T° 30° C por 10min. -Se utilizaron 3 levaduras: Etanol Red, Safdistil plus, FT-858
Fermentación	-Con inoculación de 350g/1,064lts de solución de melaza -35°C y 24°Brix durante 60-90h -El Brix fue disminuyendo hasta obtener 7-9 Brix para iniciar la destilación.	-Se adicionó 1,2 kg/2lts de melaza. -32°C e iniciando a 25 °Brix y deteniéndose a 13,5 °Brix durante 32h.
Destilación:	Al destilado recogido se le midió su grado alcohólico utilizando un alcoholímetro de 15°C, y para ello la muestra se enfrió a esta temperatura.	-Utilizaron un alcoholímetro realizando una lectura a temperatura de 20°C.
Cantidad de producto Obtenido	-pH óptimo 4,8 -15ppm (mejor rendimiento alcohólico) con la levadura Fermipan -314,13 l/TM	-pH óptimo 4,5 -el mejor rendimiento alcohólico se obtuvo de la levadura FT-858 -315 l/Ton

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

El ácido láctico es un compuesto ternario que está formado por: carbono, hidrógeno y oxígeno que es obtenido de la melaza mediante un proceso de fermentación (tabla 4-6), también el ácido láctico es una alternativa prometedora para la sustitución de los plásticos, debido a que se pueden obtener bioplásticos los cuales son biodegradables y biocompatibles para el ambiente.

Tabla 4-6

Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de Ácido láctico

Operaciones	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Vidra et al., 2017)	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Coelho et al., 2011)
Recepción	Melaza	Melaza
Microorganismos	-*Lactobacillus casei* (NCAIM B.02467) y Lactobacillus sp (*MKT878).* -Estas cepas son bacterias productoras de ácido láctico eficientes, que puede convertir la glucosa en ácido láctico a través de la vía de fermentación homoláctica.	-*Lactobacillus plantarum* -Los cultivos madre fueron mantenidos en Man, Rogosa y Sharpe (MRS) medio de crecimiento con glicerol al 20% (v / v) a -20 ºC
Acidificación	-pH de 2,5 con H_2SO_4 en el autoclave a 121°C durante 20 minutos.	- con 1ml de H_2SO_4 (20%) en 100ml de solución de melaza.
Pretratamiento de melazas	-Realizaron mediante inversión enzimática (invertasa). -El pretratamiento enzimático comenzó con la adición. de enzima y continuó durante 30 minutos a pH 4,5 seguido de esterilización. Finalmente, el pH se ajustó a pH 6,5. mediante la adición de NaOH al 20%.	-----
Medio de Cultivo (Adición de Nutrientes)	-Está compuesto por un medio de cultivo denominado (MRS), que contiene lo siguiente: 10 g de peptona, 10 g de extracto de carne, 5 g de extracto de levadura, 20 g de glucosa, 1 g de Tween-80, 2 g de K_2HPO_4,5 g de acetato de sodio ($NaCH_3COO$), 2 g de citrato de amonio $(NH_4)_3C_6H_5O_7$, 0,2 g $MgSO_4$ x 7 H_2O y 0,05 $MnSO_4$ x H_2O	-Está compuesto por un medio de cultivo denominado (MRS), que contiene lo siguiente: 10 g de peptona, 10 g de extracto de carne, 5 g de extracto de levadura, 20 g de glucosa, 1 g de Tween-80, 2 g de K_2HPO_4,5 g de acetato de sodio ($NaCH_3COO$), 2 g de citrato de amonio $(NH_4)_3C_6H_5O_7$, 0,2 g $MgSO_4$ x 7 H_2O y 0,05 $MnSO_4$ x H_2O
Preparación del inóculo	- 215 mL de melaza hidrolizada enzimáticamente, 20 g de extracto de levadura y 83 g de $CaCO_3$ (Por litro). -Incubados a 37 ° C durante 3 días en una incubadora con una velocidad de agitación de 200 rpm.	-193,50 g/ L de melaza, 37,50 ml/L de CSL (Licor de maceración de maíz), 2.65 g/L K_2HPO_4 y 0.83 ml/L de Tween 80(Polisorbato 80) -Incubados a 35°C durante 48 horas en una incubadora con una velocidad de agitación de 150rpm.
Condiciones de fermentación	-630ml de medio de fermentación. - T° 37°C, con una velocidad de agitación de 300 rpm sin aireación. El pH se control con una solución de NaOH al 20% a 6,5ºC.	-13L en un biorreactor -T° 35°C, con una velocidad de agitación de 150rpm en medios óptimos. El pH (6,0) se control con una solución de NaOH 10M.
Cantidad de producto obtenido	- *Lactobacillus casei* (83g/L) - *Lactobacillus sp* . (68g/L)	- 94,8g/L

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

La melaza es un subproducto desechado de la industria azucarera que es utilizado para la elaboración de ácido cítrico, teniendo en cuenta que en Ecuador no existe la producción del mismo debido a la falta de implementación tecnológica. A continuación, en la tabla 4-7 se observa la producción de ácido cítrico a nivel de laboratorio.

Tabla 4-7

Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de Ácido cítrico

Operaciones	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Rosas & Terán, 2015)
Recepción	Melaza
Reproducción de la cepa	- *Aspergillus niger* ATCC 16888 -Se preparó un medio de cultivo PDA (Patata Dextrosa Agar) - Se incubaron a temperatura de 28ºC por 72 horas.
Ajuste de pH	-Se acidificó con H_3PO_4, hasta llegar a un pH de 3,5-4,5
Adición de nutriente	-Nitrato de amonio (NH_4NO_3) -Se procedió a la esterilización en el autoclave (121ºC, 1atm,15min)
Fermentación	-Biorreactor - Solución de 900 ml de melaza y 2100 ml de agua destilada. -28 ºC,200 rpm, ≥ 6 días
Etapa de purificación	-Añadieron 10% de Ca $(OH)_2$ para neutralizar la solución, luego se coloca en la centrifuga (600 rpm, 6min) -Se realiza varios lavados con agua destilada (40ºC), luego se adiciona H_2SO_4 (10%) y Na (OH) (5%). -Esta solución se la lleva a la centrifuga (6000rpm,6min) para poder liberar todo el ácido cítrico, ya que se encuentra en forma líquida.
Cristalización	-Se evapora el ácido cítrico en el evaporador (38ºC), hasta llegar a una concentración ≥ 40ºBrix
Obtención del ácido cítrico	Los cristales obtenidos se encuentran con una humedad alta, por esta razón se somete a una deshidratación (Tº 38ºC)
Cantidad de producto obtenido	11.69 gr/l

Operaciones	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Pazouki et al., 2000)
Recepción	Melaza
Condición del Organismo y Cultivo	-*Aspergillus niger* NCIM 548 -Almacenamiento a 4°C en agar papa-dextrosa.
Composición del medio de producción	-Melaza 60kg/m3 con adición de metanol(4%v/v). El metanol aumentó la producción de ácido cítrico y el crecimiento celular.
Agitación del medio	-Matraz Erlenmeyer de 500 cm^3 con un volumen de trabajo de 100cm^3, con un pH de 5,5 y una T° 30°C, la velocidad del agitador fue de 160rpm.
Procedimiento analítico	-Se elimina un volumen de caldo conocido cada 24 horas en condiciones asépticas en una centrifugadora a 6000rpm. - Las células resultantes se lavan con agua destilada y se secan a 105°C.
Producción de ácido cítrico	-Usando como sustrato: glucosa, sacarosa, orojo de manzana, soja, suero de leche, jarabe de dátil y galactosa.
Cantidad de producto obtenido	12kg/m^3

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

La melaza se destaca por ser una fuente rica en azucares (sacarosa, glucosa, fructosa), por este motivo es utilizada como principal ingrediente para la elaboración de bloques multinutricionales y nutricionales para animales de abasto (tabla 4-8).

Tabla 4-8

Operaciones y condiciones de trabajo en la obtención de alimento para animales

Operaciones	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Bracho, 2017)	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Robayo & Vega, 2015)
Selección de ingredientes	-contenido ruminal molido(390,62gr) -sorgo molido(312,50gr) -melaza(468,50gr) -cal (78,125gr) -cemento(78.125gr) -minerales (78,125gr) -urea (78,125gr) -sal (78,125gr)	-maíz molido(12000gr) -harina de hueso(1400gr) -afrechillo de trigo(20000gr) -melaza(38300gr) -torta de soya(2200gr) -cemento(5000gr) -carbonato de calcio(400gr) -premezcla de vitaminas y minerales(400gr) -sal mineral(500gr)
Mezclado	-Hidrolizaron la urea añadiendo 200ml de agua destilada agitándose por 20 minutos y luego se mezcla con la melaza. Posterior a eso se mezcla con todos los ingredientes hasta lograr una consistencia deseable.	-Colocaron la melaza en una bandeja y luego se añaden las sales (sal, minerales y urea) de inmediato se añaden las harinas (maíz, afrecho, etc.) hasta tener una mezcla homogénea.
Colocación de cal	----------	-A la mezcla anterior se le hace un hoyo en medio de la bandeja, donde se deposita la cal y se revuelve hasta conseguir una mezcla uniforme. -Luego se añade el bagacillo si la mezcla aún está húmeda y si está seco se añade el bagacillo humedecido, pero nunca se debe añadir agua a la mezcla.
Moldeado	-Después de obtener la mezcla se coloca en moldes, donde se utiliza la melaza como desmoldante.	----------
Prensado	-Se realiza la compactación hasta completar el molde y se deja prensado por 24h. Posteriormente con un golpe en el piso se retira el bloque del molde.	-Compactar la mezcla hasta que haya alcanzado la uniformidad deseada.
Secado	-Se deja secar por 8 días expuesto al sol. -Bloques de 10kg -Se colocan a los bovinos bloques aproximadamente de 700g	-Dejar secar al sol durante 15 días. -Bloques de 15kg -Se colocan a cada Cobayo un bloque aproximadamente de 500g
Resultado	-El contenido del rumen de bovinos, es uno de los subproductos obtenido en la matanza el cual constituye una alternativa económica para mejorar la productividad del rebaño y la rentabilidad del productor. Permitiendo el suministro de carbohidratos solubles minerales y proteína verdadera.	- Ganancia de peso final de los Cobayos, (1,63 lbs-1,99 lbs) - La aplicación de bloques nutricionales puede suplir al alimentotradicional (alfalfa) en la alimentación de los cobayos satisfaciendo las necesidades nutritivas. -Norma INEN 1829: 2014, establece parámetros como: humedad, cenizas, fibras y proteína.

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

Para la elaboración de biomasa es utilizada la levadura *Candida utilis* o también llamada "torula", debido a que aporta un mayor porcentaje de proteína en los alimentos de animales de abasto. En la tabla 4-9 se puede observar su elaboración a nivel de laboratorio, ya que para su producción comercial representa pérdidas económicas.

Tabla 4-9

Operaciones y condiciones de trabajo en el enriquecimiento proteico para la obtención de alimento en animales.

Operaciones	**Condiciones de trabajo de acuerdo a** (Cajo et al., 2011)
Muestreo y Tratamientos de la muestra	-Muestras de panca de maíz (20g), cada una fue cortada en 20cm. -Luego se tomaron 10g y depositaron en bolsas plásticas, además colocaron 50ml de solución salina (NaCl 0,87% p/v) -Por último, se toma una alícuota para el aislamiento respectivo.
Obtención de cultivos puros de levaduras	-Aislamiento en un agar sabouraud glucosado más cloranfenicol (50 mg / L), se incubaron a 28°C durante 48h en condiciones aerobias. -Posteriormente se seleccionaron las mejores colonias a estas se le realizó una tinción con azul de metileno, por último, se cultivaron en tubos con agar sabouraud glucosado y se mantuvieron en refrigeración a 8°C.
Identificación de C	-Para identificar el género Candida se indujo la formación de pseudomicelio y blastosporas en agar harina de maíz y para la especie *C. utilis* se realizó las pruebas de reducción de nitratos, así como la asimilación y fermentación de carbohidratos.
Recolección y análisis de la vinaza y melaza	-Recolectaron 25 L de vinaza y 5kg de melaza. -Luego en el laboratorio se realizó ensayos en el autoclave (121 °C, 1atm de presión por 20min. -La vinaza presento 11°Brix y debido a su elevada carga microbiana se tuvo que diluir hasta 5°Brix -A continuación, se aplicó el método de Lane y Eynon. -Obtuvieron los siguientes resultados: la vinaza diluida presentó un pH de 4.6, una densidad de 0,98 g / mL, con 5 ºBx, 0.65% de AR y 0,98% de proteína. A su vez, la melaza presentó un pH de 5.6, una densidad de 1.25 g / mL, con 89.16 ºBx, 52.55% de AR y 10.0% de proteína.
Preparación del sustrato vinaza con concentración de melaza	-Par la selección de las levaduras nativas se prepararon 6L de vinaza suplementada con 30g/L de melaza, además se añadirá 1 y 0.5 g / L de sulfato de amonio y fosfato de potasio, respectivamente. -El pH se ajustó a 5 y se esterilizó en el autoclave 121°C, 1 atm de presión por 20min. -Para la producción de biomasa con levadura nativa se prepararon 10,5L de vinaza con 50g/L de melaza, se colocó en un biorreactor de un 1L de capacidad y posteriormente se esterilizo 121°C, 1atm de presión por 20min.
C. utilis MJk12	-Fue cultivada en agar sabouraud glucosado a 28 ºC durante 24 horas y con la biomasa desarrollada se obtuvo una suspensión con solución salina (0.87%, p / v) -Se incubo a una T° de 28°C con agitación constante de 150rpm por 24h
Obtención del inóculo	-C. utilis MKJ12 fue cultivada en tubos con agar Sabouraud glucosado, a 28 ºC, durante 24h. -fueron inoculados 1mL en matraces de 10ml con vinaza suplementada con 50g/L de melaza siendo incubados a28 ºC por 20h.
Tiempo óptimo de incubación de *C.utilis* MJK12	-Tiempo óptimo de incubación, fue de 20 horas.
Producción de biomasa	-Realizaron en un biorreactor con un volumen de trabajo de 300mL y una incubación a28 ºC, durante 20 horas. -Terminado el bioproceso, los caldos fermentativos se centrifugaron a 2500 rpm por 20min, se eliminó el sobrenadante y el sedimento se lavó tres veces con solución salina (0.87%, p / v). -Obtuvieron una crema de levadura que fue depositada en placas de Petri, y fue llevada a una estufa a 70 ºC hasta tener un peso constante. -Por último, según la cinética de crecimiento, con 50 mL / L de inóculo y 50g / L de melaza en vinaza con 1 g/L de una mezcla de nutrientes constituida por sulfato de amonio, urea y extracto de malta, se alcanzó la mayor concentración de C. utilis MJK12.
Resultado	-Producción de biomasa y proteína de *C.Utillis* MJK12 se obtuvo 11,78g/L y 40,15% de proteína .

Elaborado por Jachero & Villarroel, 2020

4.2 Conclusiones

- El mayor componente de la melaza es la sacarosa seguida de la fructosa y glucosa, mismas que son la principal fuente de carbono para los microorganismos, además, la melaza tiene otros componentes como vitaminas y minerales en menores cantidades que pueden ser utilizados durante los procesos fermentativos.
- El subproducto melaza es una fuente rica en nutrientes, la cual con ayuda de diferentes microorganismos permite obtener productos tales como: ácido cítrico, etanol, ácido láctico, alimento para animales de abasto, glutamato monosódico, crecimiento microbiano y lisina.
- En la obtención de productos agroindustriales derivados de la melaza se debecontrolar distintos parámetros; como los grados brix y temperatura de la dilución de la melaza, nutrientes, tipo de microrganismos, pH, entre otros, mismos que son indispensables en los procesos fermentativos dependiendo el producto final a obtener.

4.3 Recomendaciones

- Se sugiere a las Instituciones de Educación Superior y especialmente a la Universidad Estatal Amazónica, realizar estudios a profundidad sobre el subproducto de la industria azucarera “melaza”, para de esta forma motivar a las futuras generaciones a enfocarse sobre el estudio de residuos industriales que dejan las diversas materias primas al momento de su industrialización, de esta manera se priorizará el cuidado ambiental.
- Impulsar la utilización de la melaza como materia prima, puesto que es una alternativa muy factible, ya que aporta los nutrientes necesarios para la obtención de nuevos productos agroindustriales los cuales van a servir como una fuente económica para el país y a su vez se optimizará la producción de biomasa que todos los años produce las diferentes industrias.

REFERENCIAS

Álvarez-Cao, M. E., Cerdán, M. E., González-Siso, M. I., & Becerra, M. (2019). Bioconversion of beet molasses to alpha-galactosidase and ethanol. *Frontiers in Microbiology*, *10*(405), 1-15. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00405

Alvarez, E. (2017). Respuesta productiva de novillos de ceba en silvopastoreo, suplementados con Matarratón, Palmiste y Urea-melaza en Aguachica, Cesar [Tesis de Pregrado. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia]*. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13715/77179565.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Anaya, O., & López, T. (2018). Diseño De Una Biorrefinería Sostenible Para La Producción De Ácido Láctico a Partir De Melaza De Caña De Azúcar. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, *17*(1), 243-259. http://www.rmiq.org/ojs311/index.php/rmiq/article/view/36/20

Barrera, R. (2011). Producción de ácido láctico mediante el uso de Lactobacillus rhamnosus a partir de melaza [Tesis de Pregrado. En *Universidad Técnica de Ambato]*. http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3

Bracho, H. (2017). Elaboración de bloques multinutricionales para alimentación de bovinos, usando contenido ruminal e ingredientes minerales. *Engormix*, *5*(5), 206-210. https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/elaboracion-bloques-multinutricionales-alimentacion-t41152.htm

Cadavid, G. O. (2007). *Buenas prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas prácticas de Manufactura -BPM- En la producción de caña y panela*. http://www.fao.org/3/a-a1525s.pdf

Cajo, Lady, Nizama, L., & Carreño, C. (2011). Efecto de la concentración del inóculo y la melaza como suplemento de la vinaza de destilería para la producción de biomasa de Candida utilis nativa. *Scientia Agropecuaria*, *2*(2), 65-72. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3708986

Campos-Granados, C. M., & Rojas-Bourrillon, A. (2019). Características fermentativas y nutricionales de mezclas ensiladas de subproductos de cervecería con melaza, melaza deshidratada y pulpa de cítricos peletizada como fuentes de carbohidratos no fibrosos. *Nutrición Animal Tropical*, *13*(1), 15-37. https://doi.org/10.15517/nat.v13i1.36597

Campués, J., & Tarupí, J. C. (2011). "Obtención de alcohol a partir de jugo de caña, cachazay melaza, mediante la incorporación de dos niveles de fermento (Saccharomyces Cerevisiae)" [Tesis de Pregrado. *Universidad Técinica del Norte]*. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/746/1/03 AGI 284 TESIS.pdf?fbclid=IwAR1A1JyuAamv565BeijwECh5s4mqfp_OOcwjHKJkbfoCBpWzkXi1s0Eepl8

Cárdenas, L., Gómez, J., Arenas, M., & Serna, J. (2018). Evaluación de melaza como medio de cultivo para la producción de bacterias ácido-lácticas. *UGCiencia*, *24*(1), 17-22. https://revistas.ugca.edu.co/index.php/ugciencia/article/view/919/1419

Cárdenas, M. (2017). Proyecto para la industrialización y comercialización de melaza en la empresaFREIMIEL S.A.[Tesis de Maestría. *Universidad tecnológica indoamerica]*. http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/760/1/TESIS MYRIAM CARDENAS.pdf

Carioca, J. O. B., & Leal, M. R. L. V. (2011). Ethanol Production from Sugar-Based Feedstocks. En *Comprehensive Biotechnology, Second Edition* (Vol. 3, pp. 27-35). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00184-7

Caro, D., Parada, C., Muñoz, Y., & Yolima, L. (2002). Producción de proteína para nutrición animal mediante bioconversión de sustratos Agropecuarios. *Falcutad de Ciencias Agrarias y del Ambiente*, *7*(1), 9-14. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5555259

Ceja, Y. (2014). Elaboración de panela blanca a partir de jugo de caña purificado con carbón activado de bagazo y ultrafiltración [Tesis de Pregrado. *Universidad Veracruzana]*. http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/elaboracion-de-panela-blanca-a-partir-de-jugo-de-cana-purificado-con-carbon-activado-de-bagazo-y-ultrafiltracion.pdf

Clarke, M. . (2003). Syrups. En *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition | ScienceDirect* (pp. 5711-5717). https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0 12 227055-X/01175-5

Coelho, L. F., De Lima, C. J. B., Rodovalho, C. M., Bernardo, M. P., & Contiero, J. (2011). Lactic acid production by new lactobacillus plantarum LMISM6 grown in molasses: Optimization of medium composition. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, *28*(1),

27-36. https://doi.org/10.1590/S0104-66322011000100004

Fajardo, E., & Sarmiento, S. (2014). Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de Saccharomyces cerevisiae[Tesis de Pregrado. En *Universidad Pontificia Javeriana]*. https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis26.pdf?fbclid=IwAR1FadjwpCDV9cl6xuoWJu2_3KMnCwKlC_R0h411egGLH86Dg-3QvfkJDrI

FEDNA. (2018). *Melazas de remolacha azucarera*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/melazas-de-remolacha-azucarera

Fernández, Á. (2018). Estrategia de Suplementación con Base en el Uso de la Melaza en Ovinos Alimentados con Forraje de Baja Calidad[Tesis de Pregrado. *Universidad autónoma de Chiapas]*. https://www.repositorio.unach.mx/jspui/bitstream/123456789/3140/1/RIBC152223.pdf

Gallegos, M. (2009). Efecto del nivel de melaza en raciones para corderos en la concentración de enzimas en sangre, minerales en hígado y lesiones hepáticas.[Tesis de Maestría. *Universidad Autónoma de Nuevo León]*. http://eprints.uanl.mx/1989/1/1080187846.pdf

Gilces, P., & Veloz, P. (2009). Estudio del uso de los nutrientes para la levadura en fermentación con el propósito de mejorar la producción del alcohol etílico [Tesis de Grado. *Universidad De Guayaquil]*. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/737/1/975.pdf%7C

Guadalupe, M. (2019). "Evaluación del proceso de producción de ácido cítrico por fermentación con el uso de Aspergillus niger"[Tesis de Maestría. *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]*. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11269/1/20T01227.pdf

Hernández, C., & Purihuaman, R. (2014). «Evaluación de 3 cepas de levadura: fleishmann, red star y fermipan brown, modificando el ph y bactol q (bacteriostático)n para obtener la óptima producción de alcohol etílico a partir de la melaza».[Tesis de Pregrado. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/125/BC-TES-

3851.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, J., Solís, J., & Durán de Bazúa, C. (2003). Separación de fructosa de melaza de caña de azúcar por acomplejamiento con hidróxido de calcio. *Tecnología, Ciencia, Educación*, *18*(1), 16-24. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48218104

INNEN 1701. (1989). *Alimentos Zootecnicos.Melaza.Requisitos*. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1701.pdf

Jeri, L. (2015). "Estudio comparativo de la eficiencia de fermentación en melaza clarificada y melaza sin clarificar en la producción del alcohol etílico" [Tesis de Pregrado. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/137/BC-TES-3866.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1W3l8GBbpTKtYOX1hGiHaMXvPvcBCYlCTeCJhQhhQkZCuWGSneT3cZlfs#:~:text=En el proceso de clarificación,tratar de reducir la contaminación

Joseph, R., & Bachhawat, A. K. (2014). Yeasts: Production and Commercial Uses. En *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (pp. 823-830). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00361-X

Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, *30*(3), 1-18. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212019000300917&script=sci_arttext

Martín, P. (2004). La melaza en la alimentación del ganado vacuno. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *8*(3), 1-13. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83708301

Meneses, A. (2014). *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala.* (Edinter). https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf?fbclid=IwAR25R7CFou9guMF10K9VZsNr2vPwDjrWpho1gvecAHUpsLA6CktOCahO7lU

MIDAGRI. (2015). *Etanol*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. http://minagri.gob.pe/portal/datero/29-sector-agrario/azucar

Molina, R. (2020). Elaboración de ensilaje a base de residuos tusa y hojas de maíz tierno con

adición de melaza como sustrato en el proceso de fermentación para su optimización [Tesis de Maestría. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia]*. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37152/rmolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morales, I., Espinoza, E., Lugo, R., Valencia, D., & Ortega, J. (2014). Evaluación de tres cepas de levadura comercial en la producción de Etanol a partir de Melaza. *Invurnus*, *9*(2), 31-36. https://www.researchgate.net/publication/304676718_Evaluacion_de_tres_cepas_de_levadura_comercial_en_la_produccion_de_Etanol_a_partir_de_Melaza_Evaluation_of_three_strains_of_yeast_commercial_in_ethanol_production_of_molasses

Muñoz-Villa, A., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., Cantú-Silfuentes, L., & Barajas-Bermúdez, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.*, *6*(12), 18-23. posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No. 12/4.pdf%0Ahttp://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No. 12/4.pdf

Ossa, J., Vanegas, M. C., & Badillo, Á. M. (2010). Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de Lactobacillus plantarum. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, *13*(1), 97-104. https://doi.org/10.31910/rudca.v13.n1.2010.713

Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C. J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L., Fusaro, I., Biagi, G., Formigoni, A., & Mammi, L. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, *103*(7), 6244-6249. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17644

Pazouki, M., Felse, P. A., Sinha, J., & Panda, T. (2000). Comparative studies on citric acid production by Aspergillus niger and Candida lipolytica using molasses and glucose. *Bioprocess Engineering*, *22*(4), 353-361. https://doi.org/10.1007/s004490050743

Pinzi, S., & Dorado, M. P. (2011). Vegetable-based feedstocks for biofuels production. En *Handbook of Biofuels Production: Processes and Technologies* (pp. 61-94). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1533/9780857090492.1.61

Prado, R., Herrera, M., Ramírez, K., Mauryey, M., & Jarre, C. (2018). Factores limitantes para la mecanización de la caña de azúcar en la provincia Manabí, Ecuador. *Revista Ciencias*

Técnicas Agropecuarias, *27*(4), 1-11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000400010

Rein, P. (2007). *Cane Sugar Engineering* (Verlag Dr).

Revista Líderes. (2012). *La melaza endulza a los ganaderos y agricultores*. https://www.revistalideres.ec/lideres/melaza-endulza-ganaderos-agricultores.html

Robayo, A., & Vega, H. (2015). Aplicación de bloques nutricionales a partir de tres concentraciones de desechos vegetales (bagazo de la caña de azúcar, rastrojo de maíz y paja de fríjol) a tres concentraciones de melaza, sales minerales y cal para la crianza de cobayos (cavia porcellus. *Universidad Técinca de Cotopaxi]*. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2643

Rosas, M., & Terán, D. (2015). Obtención de ácido cítrico a partir de melaza o cachaza, mediante fermentación utilizando cepa de Aspergillus niger ATCC 16888 [Tesis de Pregrado. *Universidad Técnica del Norte]*. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4483/1/03 EIA 377 TESIS.pdf

Saric, L., Filipcev, B., Simurina, O., Plavsic, D., Saric, B., Lazarevic, J., & Milovanovic, I. (2016). Sugar beet molasses: Properties and applications in osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Food and Feed Research*, *43*(2), 135-144. https://doi.org/10.5937/ffr1602135s

Suárez, C., Garrido, N. A., & Guevara, C. A. (2016). Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *50*(1), 20-28. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223148420004

Vega, J., Montero, K., Sibaja, M., & Alvarado, P. (2007). Uso alternativo de la melaza de la caña de azúcar residual para la síntesis de espuma rígidas de poliuretano (ERP) de uso industrial. *Tecnología, Ciencia, Educación*, *22*(2), 101-107. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=482/48222207

Vidra, A., Tóth, A. J., & Németh, Á. (2017). Lactic acid production from cane molasses. *Waste Treatment and Recovery*, *2*(1), 13-16. https://doi.org/10.1515/lwr-2017-0003