

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA

**“Obtención de un alimento animal por vía fermentativa a partir
de residuos de destilerías y paneleras”**

AUTOR

Mónica Alexandra Chicaiza Jami

Nancy Slendy Valle Suarez

TUTOR

Dr. Amaury Pérez Martínez

Puyo – Ecuador

Febrero, 2020

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Los criterios emitidos en el proyecto de investigación: “*OBTENCIÓN DE UN ALIMENTO ANIMAL POR VÍA FERMENTATIVA A PARTIR DE RESIDUOS DE DESTILERÍAS Y PANELERAS*”, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Autor

Autor

MONICA ALEXANDRA CHICAIZA JAMI

C.I. 1600621344

NANCY SLENDY VALLE SUAREZ

C.I. 1718481102

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Amaury Pérez Martínez con CI: 1757150766 y Franklin Villafuerte con CI: 1803221900 certificamos que MONICA ALEXANDRA CHICAIZA JAMI y NANCY SLENDY VALLE SUAREZ egresadas de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal Amazónica, realizaron el Proyecto de investigación titulado: *“OBTENCIÓN DE UN ALIMENTO ANIMAL POR VÍA FERMENTATIVA A PARTIR DE RESIDUOS DE DESTILERÍAS Y PANELERAS”*, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial bajo nuestra supervisión.

Dr. Amaury Pérez Martínez

M. Sc. Franklin Villafuerte



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 117-SAU-UEA-2019

Puyo, 18 de diciembre de 2019

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a los egresados CHICAIZA JAMI MÓNICA ALEXANDRA con C.I. 1600621344; y VALLE SUAREZ NANCY SLENDY con C.I. 1718481102 con el Tema: **“OBTENCIÓN DE UN ALIMENTO ANIMAL POR VÍA FERMENTATIVA A PARTIR DE RESIDUOS DE DESTILERÍAS Y PANELERAS”**, de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de proyecto PhD. Amaury Pérez Martínez, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, Informe generado con fecha 17 de diciembre de 2019 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

Urkund Analysis Result

Analysed Document: P._17.12.19-RV-APM-17122019 (CHICAIZA JAMI MONICA ALEXANDRA).docx (D61294360)
Submitted: 17/12/2019 20:19:00
Submitted By: agi2015118@uea.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

tesis definitiva adrian.docx (D14865862)
Proyeccion de investigacion cap. I, II y III.docx (D35275690)
tesis jair isabel.docx (D22599777)
Proyecto final corregid complet ok.docx (D54480092)
https://www.researchgate.net/publication/237040828_Alimentacion_de_bovinos_con_ensilado_de_mezclas_de_banano_de_rhazo_y_raquis_en_diferentes_proporciones
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/download/3108/2874/>
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/264/1/TAI105.pdf>
<https://docplayer.es/60264930-Manejo-del-bagazo-en-la-agroindustria-de-la-cana-panelera-en-el-nordeste-antioqueno-a-partir-de-la-gestion-integral-de-residuos.html>
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/50994/tzgu.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_transformacin_de_subproductos.pdf
<https://docplayer.es/54409850-Efecto-de-la-temperatura-y-tipo-de-sustrato-en-la-concentracion-de-la-actividad-celulolitica-de-un-extracto-de-cultivo-de-trametes-trogii.html>

Instances where selected sources appear:

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación de proyecto de investigación aprueba el proyecto de investigación titulado: **“OBTENCIÓN DE UN ALIMENTO ANIMAL POR VÍA FERMENTATIVA A PARTIR DE RESIDUOS DE DESTILERÍAS Y PANELERAS”**

Dr. Laura Scalvenzi
Presidente del Tribunal

M. Sc. Luis Díaz
Miembro del Tribunal

Dr. Willian Caicedo
Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro grato agradecimiento primero a Dios por cuidarnos, guiarnos cada paso de nuestras etapas de la vida, por darnos las fuerzas, sabiduría y constancia para no rendirnos y seguir adelante.

A nuestros padres que con su apoyo incondicional cada día creían en nosotras por enseñarnos a que no hay nada imposible cuando se esfuerza y se persevera. A nuestras madres que nos enseñaron a ser mujeres y a nuestros padres que nos enseñaron a ser guerreras a pesar de la distancia su humildad y su forma de protegernos nos impulsaban a levantarnos de las derrotas, dando sabios consejos de aliento.

A nuestros profesores que desde el primer momento nos transmitieron sus conocimientos durante todos estos años de estudio y nos enseñaron a amar lo que hacemos, a tener más sueños de los que llegamos a tenerlos, a nuestros tutores por la confianza, por exigirnos cada día y sacar lo mejor de nosotras para cumplir esta meta.

A la Universidad Estatal Amazónica por abrirnos las puertas, porque aquí en esta institución nos formamos como profesional y donde nos dejó los mejores recuerdos algunos dolorosos y otros que se llevarán siempre en nuestros corazones.

DEDICATORIA

A nuestro Dios por habernos dado la vida, y permitirnos cumplir una etapa más en nuestras vidas, por darnos siempre la valentía y fortaleza para enfrentar cada obstáculo que se nos han presentado en nuestro camino.

A nuestros padres que son nuestros pilares más importantes, por creer y confiar en nosotras, por brindarnos su apoyo y cariño incondicional cada día, por el esfuerzo que han realizado para que no nos falte nada, por inculcarnos valores que hicieron de nosotras personas de bien.

A cada una de nuestros amigos y familiares que han sido la base de nuestra formación, a cada uno de ellos que nos han aportado grandes cosas a nuestras vidas, por sus consejos y solidaridad, gracias al apoyo, que nos han ayudado a ser posible para desarrollar nuestro proyecto.

A nuestros docentes, por transmitirnos sus conocimientos día a día, por creer en nosotras y enseñarnos que el estudio es la mejor herencia que nos pueden dejar nuestros padres, que todo es posible con dedicación y esfuerzo; a nuestros tutores Amaury Pérez por confiar en nosotras durante este proceso de titulación, por preocuparse en cada paso que damos, por ser primero amigos antes que maestros, por toda la paciencia y consejos sobre la vida profesional, pero sobre todo ayudarnos a cumplir una meta más en nuestras vida profesional.

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene como objetivo obtener un alimento animal a partir de residuos agroindustriales de paneleras y destilerías mediante fermentación en estado sólido. Las características químicas (pH, °Brix, proteína, humedad y fibra) de las materias primas y el producto final (proteína, humedad y fibra) fueron determinadas utilizando la metodología AOAC (Asociación Internacional de Químicos Analíticos). Los microorganismos utilizados como inóculo se obtuvieron del mosto de la destilería, quienes fueron aislados y propagados. Las materias primas se mezclaron siguiendo una modificación de las proporciones propuestas. El alimento obtenido después de 24 h de fermentación presentó un contenido de proteína de 24,00 %, fibra de 15,00 % y humedad de 9,00%, que puede ser caracterizado como proteico y se recomienda para animales poligástricos.

Palabras Claves: alimento animal, proteína, fermentación, bagazo y levaduras nativas.

ABSTRACT

The objective of the research project is to obtain an animal feed from agro-industrial waste from bins and distilleries by fermentation in solid state. The chemical characteristics (pH, Brix, protein, moisture and fiber) of the raw materials and the final product (protein, moisture and fiber) were determined using the AOAC (International Association of Analytical Chemists) methodology. The microorganism used as inoculum was obtained from the must of the distillery, which were isolated and propagated. The raw materials were mixed following a modification of the proportions proposed. The food obtained after 24 h of fermentation has a protein content of 24%, fiber of 15% and moisture of 9%, which can be characterized as protein and is recommended for poly-gastric animals.

Keywords: animal feed, protein, Fermentation, bagasses and native yeasts.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	4
1.2 PROBLEMA.....	5
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1 ALIMENTOS PARA ANIMALES	6
2.2 CLASIFICACIÓN DE ALIMENTOS ANIMALES	7
2.2.1 ALIMENTOS VOLUMINOSOS O GROSEROS	7
2.2.2 CONCENTRADOS	7
2.3 MATERIAS PRIMAS	8
2.3.1 ALIMENTOS VOLUMINOSOS.....	8
2.3.2 ALIMENTOS CONCENTRADOS.....	9
2.4 RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR	10
2.5 TECNOLOGÍAS DE ALIMENTO PARA ANIMALES.....	12
2.5.1 TECNOLOGÍAS PARA ALIMENTOS VOLUMINOSOS.....	12
2.5.2 TECNOLOGÍAS PARA ALIMENTOS CONCENTRADOS	16
2.5.3 ALIMENTOS ELABORADOS MEDIANTE FES.....	18
CAPÍTULO III	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1 LOCALIZACIÓN.....	20
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
3.3 MATERIALES	20
3.4 METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.4.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA	21
3.4.2 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO.....	24
3.4.3 PREPARACIÓN DEL MICROORGANISMO	24
3.4.4 FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO.....	25
3.4.5 CARACTERIZACIÓN DEL ALIMENTO.....	25
CAPÍTULO IV.....	26
RESULTADOS	26
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	26
4.2 OBTENCIÓN DEL ALIMENTO ANIMAL	26
4.3 CARACTERIZACIÓN DEL ALIMENTO	28

CAPÍTULO V	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1 CONCLUSIONES	29
5.2 RECOMENDACIONES	30
CAPÍTULO VI	31
BIBLIOGRAFÍA	31
CAPÍTULO VII	35
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Derivados de la caña de azúcar.	10
Tabla 2. Ventajas de la Fermentación en Estado Solido	17
Tabla 3. Elaboración de alimentos por medio de fermentación en estado sólido Inoculados con preparados microbianos (bacterias, hongos, levaduras)	19
Tabla 4. Alimentos tradicionales obtenidos por FES	19
Tabla 5. Análisis químicos de la materia prima	26
Tabla 6. Características químicas del alimento animal	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los ensilados	13
Figura 2. Diagrama de bloques de la metodología de investigación	21
Figura 3. Aislamiento levaduras nativas.....	27
Figura 4. Alimento animal.....	28

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la producción de alimentos para animales ha crecido un 13,00 %, liderando en el mercado en China y Estados Unidos, y en América Latina por Brasil especialmente con alimentos para aves (B. Ruiz, 2011). En Ecuador existen 351 empresas dedicadas a la producción de alimentos para animales, cuya producción varía de 2,5 millones de toneladas (PROECUADOR, 2017).

Las industrias destacadas en Ecuador son Afaba, Pronaca y Bioalimentos, con el objetivo de fortalecer el sector agrícola para el desarrollo y producción animal. Sus materias primas (maíz, soya, afrecho de trigo, afrecho de cebada y polvillo de arroz y trigo) son adquiridas por empresas agroindustriales como Agripac, Ecuaquímica e India (Grupo Pronaca), mientras que la obtención de afrecho de cebada, melaza y cachazas son de industrias como Cervecería Nacional e Ingenios Azucareros, así formando una cadena que incluyen a pequeños productores (Yumbra, Herrera, Borja, y Castillo, 2013).

En la producción de alimentos para animales existen diversas fuentes de materias primas energéticas como los carbohidratos y lípidos (soya, maíz duro, afrecho de trigo, afrecho de cebada y polvillo de arroz) y proteicas (palmiste, afrecho de cerveza, semilla de algodón y pasta de soya) (Bonifaz y Gutiérrez, 2015). La ración o suplementación como alimento dependen a la conformación del sistema digestivo de los animales monogástricos y poligástricos, estos dos grupos digieren y procesan los alimentos de una manera diferente (Gelvez, 2019).

Los animales poligástricos son capaces de digerir alimentos ricos en fibra, ya que disponen de un aparato digestivo especializado como el rumen o panza. Los alimentos contienen gran proporción de hidratos de carbono no solubles conocido como celulosa, esta se degrada en el rumen mediante digestión microbiana, logrando como resultado final la obtención de sustancias nutritivas asimilables para el animal (Caravaca, 2015).

La principal función del alimento animal es brindar nutrición y promover el crecimiento, gracias a los nutrientes: proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, y minerales, para el

crecimiento, reproducción y mantenimiento de acuerdo a la edad y peso de cada animal (Fernandez Curi, 2013).

Los alimentos para animales se distinguen según sus dietas: la básica busca los requerimientos mínimos a través de un alimento natural (forrajes), la suplementaria es una provisión que llena la deficiencia de proteínas, minerales o vitaminas y la complementaria es la adición de todos los requerimientos nutricionales que necesite los animales con respecto a la etapa de desarrollo (Ortiz, 2003).

En base a su presentación final se encuentran en forma de polvo o seco, sometido a un proceso físico de molienda para la separación de partículas, la peletización se realiza a vapor con agua a una temperatura de 60–80°C donde se endurecerá por los hornos rotatorios dando consistencia cilíndrica denominadas pellets y finalmente la extrusión se realiza por un troquel a temperatura de 70-160 °C, para dar forma al producto y posterior se efectúa a un proceso de frío o caliente (Fernandez Curi, 2013).

El requerimiento alimenticio de cada animal dependerá de los aspectos como la raza, especie, temperatura y humedad relativa, buscando el bienestar animal. Un mamífero omnívoro como el cerdo en las etapas de desarrollo, crecimiento y engorde debe tener una dieta estable con aminoácidos, vitaminas y minerales, adicionando agua. Una especie monogástrica herbívora como el cuy, posee digestión en dos tipos, enzimática y microbiana que transforma o convierte el alimento en baja calidad, en producto de elevado valor nutricional (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es de gran importancia mundial, su industrialización aporta millones de dólares. Ella produce residuos (bagazo, melaza, vinazas, mieles finales) que suelen utilizarse para uso agrícola, industria química (alimentos para animales), programas de biodegradación, remediación de suelos y producción de energía eléctrica (Cadena Iñiguez, 2017). Además, es un cultivo perenne utilizado como materia prima para la producción sostenible como alimento animal, así como las gramíneas y los forrajes que dependen de su valor nutricional por su madurez, edad y variedad, tradicionalmente se vincula a la agroindustria artesanal: paneleras, destilerías) o tecnificado (ingenios azucareros, destilerías y fábricas de derivados) (Villar Delgado y Montano Martínez, 2011).

En Ecuador las industrias de la caña de azúcar se dividen en azucareras y alcoholeras generando una cantidad de subproducto como el bagazo, cenizas y vinazas para uso de cogeneración en la parte agrícola y en los últimos años en la industria papelera. En la amazonia su producción se destacan en las paneleras y destilerías donde sus residuos son utilizados de manera empírica para el consumo animal, como fuente de energía y en su mayoría estos no son aprovechados (Basanta, Garcia Delgado, Cervantes Martínez, Mata Vázquez, y Bustos Vázquez, 2007).

Los residuos provenientes de las industrias paneleras y destilerías de la provincia de Pastaza causan efectos ambientales perjudiciales para la salud y del ecosistema. Los vertimientos de la cachaza causan la producción de aguas residuales provocando un medio de propicio de moscas (Zuleiqui Gil, 2005). El bagazo es un buen sustrato para el desarrollo de microorganismos como levaduras, hongos y bacterias, generando reacciones fermentativas, produciendo olores fuertes y lixiviados (Vanegas Salazar, 2016).

En los últimos años se han desarrollado procesos biotecnológicos mediante fermentación en estado sólido, dedicados al enriquecimiento proteico de residuos agroindustriales de la producción azucarera. El termino FES se define como un proceso de descomposición de la materia orgánica a través de microorganismos (hongos, bacterias y levaduras) por su alta capacidad de asimilar residuos lignocelulósicos (Julián Ricardo y Ramos Sánchez, 2007). En Cuba se han obtenido dos tipos de alimentos, conocidos como Bagarip y Sacharina, que son aplicados como suplementos en las dietas de los rumiantes y sustitutos parciales para animales monogástricos. En 1995 se utilizó como inóculo *Candida utilis* en una planta de biomasa proteica donde se obtuvo como resultado viable, alcanzando una proteína verdadera del 7,00 -8,00 % y fibra bruta < 15,00 % (Julian Ricardo, 2015).

Las proteínas microbianas son el resultado de un proceso de fermentación donde su proteína es destinada como alimento animal. En el caso de las bacterias su contenido de proteína es mayor que las levaduras (Rodríguez, Sosa, y Rodríguez, 2007).

Se identificaron poblaciones de microorganismos en el bagazo como: *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*, *Penicillium citricum*, con el objetivo de mejorar el bagazo utilizado como sustrato en la alimentación animal mediante un proceso de fermentación en estado sólido (Valiño Elaine y Torres Verena, 2002).

1.1 JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Pastaza se produce panela en bloques y granuladas, mientras que en las destilerías se produce etanol conocido como puro, por lo que no existe un control del vertimiento de los residuos como el bagazo, cachaza, vinazas, entre otros. Los residuos provenientes de las paneleras y destilerías como el bagazo son utilizados como fuente de energía, mientras que la cachaza se vierte en los suelos o se suministra a los animales de forma directa.

Existen investigaciones que se han desarrollado con el fin de aprovechar los residuos agroindustriales provenientes de centrales azucareras para la obtención de bioproteína, mediante procesos biotecnológicos con microorganismos adecuados aumentando su valor nutricional y para reducir los efectos ambientales perjudiciales producidos por el mismo.

Por lo que se ve la necesidad de aprovechar los residuos que ocasionan efectos ambientales nocivos para la salud y el ecosistema, también existen pérdidas económicas por no aprovechar al máximo los desperdicios. Además, el suplemento alimenticio puede mejorar la salud del animal los indicadores productivos y reproductivos.

En el presente proyecto se realizó un alimento para animales mediante la fermentación en estado sólido, caracterizando la materia prima y el producto final con los residuos de destilerías (jugo de caña fermentado) y paneleras (bagazo, cachaza), otorgando un valor nutritivo como suplemento proteico y se propone una alternativa de utilizar levaduras nativas del jugo de caña de azúcar.

1.2 PROBLEMA

¿Cómo se pueden aprovechar los residuos agroindustriales en las paneleras y destilerías para la obtención de un alimento para animales por vía fermentativa?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Obtener un alimento animal a partir de residuos agroindustriales de paneleras y destilerías por vía fermentativa en estado sólido.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar los parámetros químicos de los residuos de las paneleras y destilerías.
2. Elaborar un alimento animal a nivel de laboratorio mediante la fermentación en estado sólido.
3. Caracterizar el alimento en cuanto al contenido de proteína, humedad y fibra.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ALIMENTOS PARA ANIMALES

La alimentación animal es un procesos que facilitan una nutrición adecuada, mientras que el alimento es una sustancia que al ser ingerido absorbidas y metaboli zadas por el tracto digestivo del animal, aporta con sus funciones primarias, tomando en cuenta los factores de cada especie (Mora Brautigan, 2007).

Los nutrientes o elementos indispensables (proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales) son aprovechados por los animales, donde cubren las necesidades nutritivas para el mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción (P. McDonald et al., 2013). Los animales son domesticados por el hombre según su clasificación se basa desde los herbívoros (rumiantes, caballos, conejos), hasta los omnívoros que comen toda variedad de alimento (cerdos y aves) y carnívoros que se alimentan principalmente de carnes (perros y gatos). Los animales pueden recibir variedades de alimentos con mayores aportes diferentes a los que se consumen libremente, por ejemplo, a los rumiantes en su alimentación reciben raciones de subproductos vegetales de diferentes empresas agroindustriales (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

La nutrición animal, se constituye principalmente en el contenido de nutrientes y factores que interfieren en las raciones (Buxadé, 1995). El contenido de nutrientes que aportan los alimentos para animales no toda la energía es aprovechada, existen perdidas en relación a su digestión y metabolismo. El termino energía es muy importante, ya que proporciona la cantidad de calor para realizar el trabajo y se encuentra en los granos de cereales: maíz (*Zea mays*), el sorgo (*Sorghum vulgare*) y el salvado de trigo (*Triticum vulgare*) (Caravaca Rodríguez et al., 2005).

El contenido proteico en los alimentos para animales, se clasifican en esenciales y no esenciales, que aportan con las necesidades metabólicas, en el tracto digestivo del animal, con enfoques distintos en cada uno (monogástricos y poligástricos). Existen métodos sencillos y pocos exactos que al principio se utilizaban en la valoración proteica para cada

tipo de animal: proteína bruta (PB), proteína bruta digestible (PBD) y determinación de nitrógeno (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

2.2 CLASIFICACIÓN DE ALIMENTOS ANIMALES

En general cada especie animal aprovecha de forma distinta los nutrientes de acuerdo a la cantidad y al tipo de alimento, por ende, existe una clasificación de los alimentos para animales: voluminosos o groseros y concentrados. Estos son suministrados de acuerdo a sus necesidades nutritivas para su crecimiento, producción y reproducción (FAO, 1995).

2.2.1 ALIMENTOS VOLUMINOSOS O GROSEROS

Los alimentos voluminosos son pobres en carbohidratos solubles y bajos en nutrientes, entre ellos podemos clasificar: alimentos fibrosos y succulentos. Los alimentos fibrosos, se caracterizan por tener un alto contenido de fibra y pueden ser digeridos por los rumiantes (forrajes verdes). El contenido de fibra bruta es mínimo en una ración para rumiantes para evitar alteraciones en el metabolismo ruminal. Entre los alimentos tenemos cultivos forrajeros (según su forma de conservación: henos, ensilados y subproductos fibrosos), gramíneas, leguminosas y otros forrajes: cereales, caña de azúcar y hojas o coronas (P. McDonald et al., 2013). Los alimentos succulentos son aquellos con altos valores nutritivos, presentan un elevado contenido de humedad, pero bajo en fibra y gran cantidad de energía en relación a la materia seca, dentro de este grupo podemos destacar los tubérculos, raíces, leguminosas y gramíneas frescas (De la Cruz Hernández y Gutiérrez Fernández, 2008).

2.2.2 CONCENTRADOS

Los alimentos concentrados son aquellos que presentan un bajo contenido de humedad y bajo contenido de fibra, pero tienen gran cantidad de elementos nutritivos en relación al peso del animal (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

Dentro de este grupo podemos distinguir los granos de cereales y subproductos, harinas y tortas de semillas oleaginosas y alimentos de origen animal y vegetal. Los alimentos concentrados se emplean de forma general en raciones para animales mono gástricos (cerdos y aves) y en los animales poligástricos (vacas, ovejas, cabras) para complementar en las dietas forrajeras (P. McDonald et al., 2013).

Se encuentran formados por sub productos de la agricultura y la agroindustria, de acuerdo al contenido de nutrientes y al tipo de nutrientes que predomina el alimento se clasifican fuentes

proteicas, energéticos, minerales y correctoras (Parsi et al., 2001). Los alimentos proteicos se denominan ricos en proteína con relación a su energía, son materias primas que contienen más del 20, 00 % de proteína y con menos del 18, 00 % de fibra en su composición nutricional, entre ellos podemos destacar todos los alimentos de origen vegetal, animal, procesados y no procesados mientras que los energéticos aportan mayor energía en relación al contenido de proteína , contienen menos del 20, 00 % de proteína y su energía metabolizable es alta, debido al contenido de lípidos que posee el alimento. Los alimentos minerales y correctores no aportan energía ni proteínas, pero si aportan vitaminas y minerales que los animales requieren en sus dietas alimentarias (FAO, 1995).

2.3 MATERIAS PRIMAS

En la preparación de alimentos o raciones para animales la mayoría de los productos son utilizados como materias primas entre ellos podemos destacar los subproductos agroindustriales, pastos, forrajes, alimentos que consume el hombre. Estos alimentos deben estar en perfecto estado al momento de ser suministrado como alimento animal, las materias primas que intervienen en la producción de alimentos para animales se clasifican en: voluminosos y concentrados (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

2.3.1 ALIMENTOS VOLUMINOSOS

Alimentos fibrosos

Existen varios tipos de alimentos fibrosos que se clasifican en: (forrajes verdes, ensilajes, heno y subproductos fibrosos) y caña de azúcar. Los forrajes son plantas fibrosas muy apetecibles por los animales, contienen un alto valor nutritivo y humedad, los forrajes son la base de la alimentación de los animales por su contenido nutricional que aportan. Entre los cultivos forrajeros tenemos las gramíneas y leguminosas, en base a los desequilibrios que presentan pueden corregirse suministrando suplementos (González y Cáceres, 2002).

Alimentos suculentos

Los alimentos suculentos, las materias primas se clasifican en: raíces, tubérculos, gramíneas y leguminosas en estados vegetativos frescos (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

Las raíces son caracterizadas principalmente por su alto contenido en humedad y bajo contenido en fibra bruta, están compuestas de materias orgánicas fundamentalmente de azúcares, habitualmente el contenido de proteína bruta es bajo, sin embargo, presentan alta

degradabilidad de la proteína en el rumen de los animales. En animales (cerdos y aves) las raíces no suelen utilizarse en sus raciones alimenticias, debido por su carácter voluminoso, entre los tipos de raíces tenemos: nabos, remolacha forrajera, semi forrajera, remolacha azucarera, pulpa de remolacha, melazas de remolacha y melazas de caña de azúcar (P. McDonald et al., 2013).

2.3.2 ALIMENTOS CONCENTRADOS

Los alimentos concentrados contienen gran cantidad de elementos nutritivos, se subdividen en proteicos, energéticos, correctoras y mineralizados. Las materias primas que intervienen en los diferentes tipos de concentrados son los granos de cereales y subproductos, harinas y tortas de semillas oleaginosas y alimentos de origen animal y vegetal. Es muy importante tener en cuenta para el productor al momento de preparar las raciones o suplementación ya que depende de acuerdo al tipo de sistema digestivo que conforman los animales (monogástricos y poligástricos), estos dos grupos procesan y digieren los alimentos de una manera diferente (E. McDonald y Greenhalgh, 1999).

Alimentos proteicos.

Los alimentos proteicos se clasifican en origen vegetal y animal. Los de origen vegetal corresponden a: semillas de leguminosas (habas, lentejas), semillas de oleaginosos (soja, girasol) y sus derivados de harinas (soja, algodón, coco, palma, cacahuete, linazas, girasol) y tortas, mientras que los de origen animal corresponden a las harinas de carne, pescado y harinas de subproductos avícolas (P. McDonald et al., 2013).

Alimentos correctoras o mineralizadas

En los alimentos mineralizados se tienen los macro (Ca, P, Na, Cl, Mg), micro minerales, hormonas y enzimas. Los suplementos minerales ejercen funciones importantes en el metabolismo y nutrición del organismo, cuya función es mantener la salud y estimular el crecimiento, producción y reproducción del animal, las deficiencias de los minerales en las raciones alimenticias causan enfermedades y problemas reproductivos del animal (Parsi et al., 2001).

Los suplementos vitamínicos son compuestos orgánicos indispensable para el mantenimiento y crecimiento del animal, las vitaminas no son sintetizados por parte de ellos, por esta razón es suministrado en las raciones alimenticias para animales. Las vitaminas cumplen funciones

importantes en el metabolismo del animal, ayuda en la salud y capacidad de rendimiento del animal, entre ellas podemos destacar las vitaminas hidrosolubles (B1 y B2) y liposoluble (A, D, E, K,) (Mendoza Martínez y Ricalde Velasco, 2016).

2.4 RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar (*S. officinarum*) requiere de condiciones climatológicas, como un clima tropical y subtropical con una precipitación de 1500 mm anual, que se adapta a diferentes tipos de suelos: arcillosos y alcalinos con un pH de 5,8. Compuesta de un alto contenido de azúcares solubles (40,00% sacarosa) y azúcares insolubles (27,00 % celulosa, 20,00% hemicelulosa y 7,00% lignina) (Cobeña Moran y Looor Chávez, 2016). Los derivados de la caña de azúcar, se han destinado principalmente a la industria azucarera con diferentes fines, aplicando tecnologías para la obtención de productos o subproductos de la caña (Tabla 1).

Tabla 1. Derivados de la caña de azúcar.

Producto/ Subproductos	Destino
Azúcar	Consumo humano en diferentes presentaciones: blanca y morena.
Miel	Industrias de jugos y bebidas naturales (edulcorante natural).
Jugo	Consumo humano, alimento para animales.
Panela	Consumo humano en diferentes presentaciones: bloques y granulados.
Etanol	Consumo humano, uso farmacéutico, industrial.
Etanol carburante	Combustible, generación de energía térmica, eléctrica y mecánica.
Melaza	Uso agrícola, compuestos químicos (ácido cítrico, citrato de sodio hidratado y citrato de calcio)
Residuo	Destino
Bagazo	Cogeneración, energía, alimento para animales, abono, fabricación de papel.
Cachaza	Abonos, compost, alimento para animales,
Vinazas	Abonos, productos químicos, etanol carburante, protección del medio y riego.
Cenizas	Abonos, fertilizantes.

Fuente:(Galvez, 2000)

Jugo de caña

El jugo de la caña de azúcar es un líquido viscoso de color verde marrón, obtenido después de la extraído de la molienda, presenta un pH neutro según su estado de maduración,

compuesto principalmente de 15,00 - 20,00% sólidos totales y el 80,00% son sólidos solubles principalmente sacarosa libre de contenido de fibra y bajo en proteína. Además, se utiliza el jugo por alto valor energético 15,35 kJ/g, explicando su alta digestibilidad por lo que son suplementados con tortas de sojas, minerales y antibióticos con el propósito de engordar al animal suministrando en forma directa en un lapso de 10-12 horas después de su extracción debido a su rápida fermentación (Jimenez, González, Hernández, y Ojeda, 2014).

Bagazo

El bagazo es un residuo lignocelulósico, fibroso obtenido de la molienda de la caña de azúcar que se caracteriza por contener un valor bajo alimenticio, compuesto por 45,00% celulosa, 35,00% de hemicelulosa y 10,00% de lignina. Su uso tradicionalmente era como combustible y en los últimos años se aplicó para la industria papelera. La degradabilidad de la materia seca es muy baja 30,00%; donde previamente se realizan tratamientos con vapor a alta presión (13,00 kg cm⁻², 200 °C durante seis minutos), para disolver la hemicelulosa con resultados satisfactorios sobre la degradabilidad rumial de un 80,00%, suplementados con melazas, ureas y otros productos (Fuller, 2008).

Melaza

Las melazas de la caña los principales subproductos de la industria azucarera, rica en energía y bajo contenido en proteínas, por lo que es utilizada como fuente de energía suplementaria en las raciones formadas por alimentos voluminosos (Martín, 2009). En Cuba la alimentación de ganado para carne, se basa en suministrar la melaza de caña, alimento grosero y un suplemento proteico, con la finalidad de aumentar el peso del animal (Rivacoba Suárez y Morín, 2014).

Cachaza

La cachaza es un residuo de color oscuro negro en forma de torta, que se elimina en un proceso de clarificación del jugo; se obtiene por sedimentación durante la producción de azúcar, está compuesta por 12,00-16,00% proteína, 51,70% humedad, 10,70-16,90% lípidos, 14,90-31,00% cenizas, posee gran parte de materia orgánica, es utilizada en la alimentación animal y como fertilizantes por la cantidad de nitrógeno, fósforo y calcio, pero pobre en potasio, mejorando las propiedades físicas y ácidas del suelo, mientras en la alimentación animal es utilizada en ensilaje previamente secado (Jimenez et al., 2014).

2.5 TECNOLOGIAS DE ALIMENTO PARA ANIMALES

El empleo de distintas técnicas físicas, químicas y microbiológicas para la producción de un alimento para animales contribuyen a la nutrición y alimentación. La utilización de distintas materias primas su clasificación se dividen en tecnologías para alimentos voluminosos y para alimentos concentrados (P. McDonald et al., 2013).

2.5.1 TECNOLOGÍAS PARA ALIMENTOS VOLUMINOSOS

Los alimentos voluminosos se clasifican en fibrosos y succulentos, aportando fibra y humedad con un alto valor nutricional al momento que el animal ingiere, por lo que a continuación se menciona las siguientes tecnologías

El ensilaje es la fermentación anaeróbica de carbohidratos solubles, utilizado para la conservación de cultivos de alto contenido de humedad de manera natural. Satisface la demanda de nutrientes, realizando cortes diarios de forrajes frescos en un sistema de pastoreo en épocas de lluvia (Garcés Molina, Berrio Roa, Ruiz Alzate, Serna de León, y Builes Arango, 2004).

Se aplica en gramíneas, leguminosas y cereales (trigo y maíz), las cuales son picados durante la siega en silos, compactándolos y cerrando herméticamente, con el objetivo de evitar la circulación del aire durante la conservación. Los tipos de silos utilizados en el ensilaje son los sacos de plásticos o torres cilíndricas construidas de madera o acero formado por tres paredes resistentes con una altura de dos a tres metros (Bueno Guzmán, Pardo Barbosa, y Edwin Ivlojícár, 2003).

Es importante que la circulación del aire sea nula para no producir actividad microbiana aerobia e impedir que el producto se pudra y se convierta en un material sin uso, incomedible y que puede llegar a ser tóxico donde no debe ser suministrado al animal. Además, evita la fermentación indeseable de microorganismo como enterobacterias y clostridios (Sánchez Matta, 2005).

En caso que el animal ingiera raciones de material contaminada la toxicidad es grave por casos de botulismo causado por *Clostridium botulinum*. Los ensilados contaminados con tierra pueden provocar meningoencefalitis, uveítis, placentitis con abortos o la muerte causados por la listeria y *Bacillus licheniformis* (P. McDonald et al., 2013).

Clasificación de los ensilados

Las tecnologías de los ensilados se clasifican en fermentación natural y tratados con aditivos que respectivamente se observa las subdivisiones en Figura 1 referentes a cada clasificación (Garcés Molina et al., 2004).

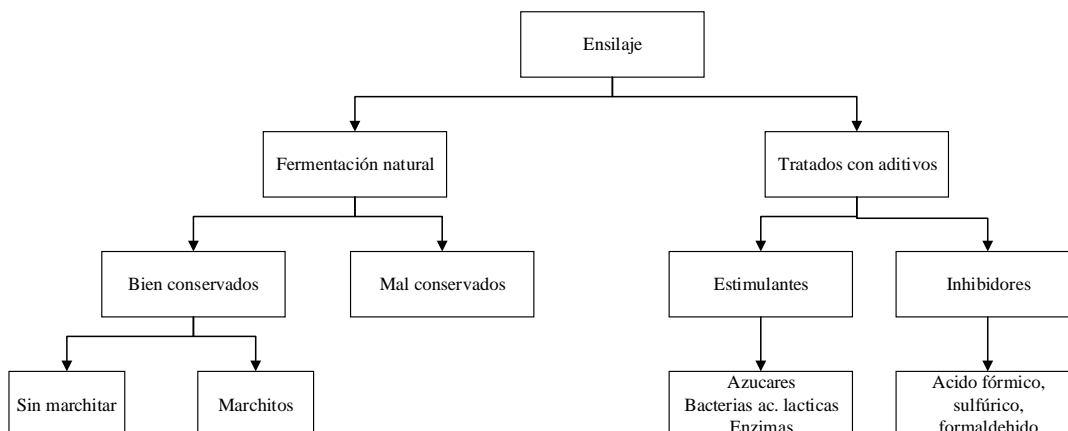


Figura 1. Clasificación de los ensilados

Fuente: (P. McDonald et al., 2013)

Ensilados por fermentación natural

Ensilados bien conservados no pre marchitos

Este proceso se caracteriza por la utilización de gramíneas y cereales, para obtener un pH bajo, entre 3,7 y 4,2 y contener ácido láctico en cantidades grandes. En las gramíneas el ácido láctico varía entre 80,00 y 120,00 g/kg MS (materia seca), mientras que en el maíz presenta cantidades bajas de ácido láctico, debido al mayor contenido de MS(materia seca) y su deficiencia en las propiedades de tapón (Prado, Enrique, y Franco, 2006).

Ensilados bien conservados pre marchitos

Se caracteriza por el marchitamiento de los forrajes con el objetivo de limitar la fermentación progresiva a medida que aumenta la materia seca, por lo que la actividad de los *Clostridios* y *Enterobacterias* son mínimas con cierta cantidad de ácido láctico. La conservación se los realiza en silos de torre por el menor riesgo de penetración de aire y en silos de trinchera que se debe marchitar los forrajes hasta la obtención de la materia seca entre 280,00 a 320,00 g/kg (P. McDonald et al., 2013).

Ensilados mal conservados

Este proceso se denomina por la presencia de *Clostridios*, enterobacterias o ambas durante la fermentación a partir de cultivos con alto grado de humedad, bajos niveles de carbohidratos hidrosolubles o con deficiencia en bacterias ácido lácteas. Este tipo de ensilaje son caracterizados por un pH alto entre 5,00 a 7,00, la cual produce la fermentación ácido acético o butírico mientras que el ácido láctico y los carbohidratos solubles están en proporciones pequeñas o no existen. Además, la existencia de amoníaco que proviene del catabolismo de aminoácidos, suele ser superiores a los 200,00 g/kg acompañados de aminas, cetoácidos y ácidos grasos (P. McDonald et al., 2013).

Ensilados tratados con aditivos

Este tipo de ensilajes se puede clasificar en dos grupos como: los estimulantes de las fermentaciones e inhibidores de las fermentaciones.

Estimulantes de las fermentaciones

Los estimulantes de las fermentaciones son productos ricos en azúcares, enzimas e inóculos que favorecen el crecimiento de bacterias ácido lácticas. La utilización de subproductos como la melaza extraída de la remolacha y de la caña de azúcar son aditivos empleados como fuente de azúcares, la cual presenta un contenido en carbohidratos hidrosolubles, su utilización aumenta el contenido de materia seca y ácido láctico, reduce los niveles de pH y el amoníaco. El uso de bacterias ácido lácticas homofermentativas depende de una serie de factores, como el nivel de inoculación mínimo 10^5 UFC/g de los forrajes segado recientemente y el nivel adecuado de carbohidratos fermentables, proporcionando eficiencia en carbohidratos hidrosolubles. Son importantes los efectos de una mezcla de dos cepas de bacterias ácido lácticas homofermentativas, sobre la fermentación de un ensilado de ballico (M. Ruiz y Ruiz, 1990).

La utilización de ensilados testigos, se caracteriza por un pH bajo, mayor concentración de carbohidratos hidrosolubles, ácido láctico y menor cantidad de ácido acético y etanol. Mientras que los aditivos comerciales se caracterizan por contener enzimas, inóculos de bacterias ácido lácticas, con enzimas celulasa y hemicelulosa que degradan las paredes de los vegetales liberando azúcares para la fermentación de bacterias ácido lácticas, estas enzimas son más efectivas si se añaden a ensilados con hierba tierna de bajo contenido de materia seca (P. McDonald et al., 2013).

Inhibidores de las fermentaciones

Inhibidores de fermentaciones es un método para la conservación de nutrientes que se añade al forraje durante el ensilaje, su característica es la adición de compuestos químicos como inhibidores en la fermentación, una de las técnicas más utilizadas es el proceso de AIV que consiste en la adición ácido sulfúrico, ácido clorhídrico durante el ensilaje para reducir el pH a cuatro con una cantidad aceptable. El uso de ácido fórmico reemplazó a los ácidos minerales dando lugar la fermentación ácido láctica (Stefanie et al., 2001).

Heno es alimento obtenido mediante un método de conservación tradicional de forrajes verdes que consiste en la henificación, es una técnica de desecación rápida reduciendo al máximo el contenido de humedad lo suficiente para inhibir la actividad de las enzimas microbianas y vegetales. Una adecuada conservación se debe realizar en heniles o empacados con un contenido de humedad de 150,00- 200, 00g/kg (P. McDonald et al., 2013).

Forrajes deshidratados artificialmente

Los forrajes deshidratados artificialmente es un alimento obtenido mediante un método caro pero eficiente para conservar forrajes, las materias primas utilizadas es la mezcla de trébol, gramíneas, hierba y alfalfa. La deshidratación se realiza en un tambor giratorio pasando la hierba con una temperatura 80°C en un tiempo controlado para que el forraje no se deshidrate totalmente con un contenido final de humedad de 500-100 g/kg. Los forrajes deshidratados se muelen en molinos de martillos y pasan por prensa giratorias para formar gránulos. El material residual conocido como grosero es formado en cubos o briquetas (P. McDonald et al., 2013).

Trilla es un proceso de separación de semillas maduras, obtenidas de los cereales y leguminosas. Un producto semejante al de las pajas es el bagazo de la caña de azúcar, la mayoría de subproductos y pajas son fibrosos que constituye a un alimento básico, las cuales presentan un alto contenido de lignina y de bajo valor nutritivo (P. McDonald et al., 2013).

Tratamiento de pajas y otros alimentos groseros con álcalis

Consiste en tratar las pajas con álcalis para su hidrolización de los enlaces existentes entre la lignina y los polisacáridos de la pared celular, hemicelulosa y celulosa de modo que los carbohidratos son más utilizados por los microorganismos del rumen. Esta técnica se coloca

en remojo el producto durante uno a dos días en una solución diluida entre 15,00-30,00 g/L de hidróxido sódico, luego se eliminan los residuos del álcali de la paja con un lavado. En la actualidad el proceso es diferente la cual consiste en rociar, picar o moler en una mezcladora, con una cantidad controlada de hidróxido de sodio (170,00 L/ton de paja, de 300,00 g/L de NaOH, que aporta el 50,00 kg de NaOH), el producto no se lleva a un lavado, la cual el álcali forma carbonato sódico con el objetivo de que la paja tenga un pH de 10-11 y se pueda mezclar con otros alimentos incrementando el consumo de agua en los animales, el nivel de proteína y digestión (Romero Güiza, Radziah Wahid, Hernández, Moller, y Fernández, 2017).

2.5.2 TECNOLOGÍAS PARA ALIMENTOS CONCENTRADOS

Los alimentos concentrados se clasifican en proteicos, energéticos, minerales, equilibrados y correctivos que proporcionan al animal energía, proteína, minerales y vitaminas, a continuación, se mencionan las tecnologías:

Fermentación

La fermentación en alimentos concentrados es un proceso biotecnológico que se da por la acción de microorganismos (hongos, bacterias y levaduras) sobre diferentes sustratos biológicos; existe la fermentación en estado líquido (cultivo sumergido) y en estado sólido (cultivo sólido), en presencia y ausencia de oxígeno. Existen muchos microorganismos que utilizan la fermentación para transformar en energía. Los sustratos utilizados se dividen en dos clases líquidos y sólido (Borrás Sandoval y Torres Vidales, 2016).

Fermentación en estado líquido (FEL): la fermentación en estado líquido (FEL) es un proceso que utiliza cultivo líquido con abundante agua, donde el material sólido es insoluble en agua y humedecido el cual actúa al tiempo como principal fuente de nutrientes y como soporte físico para un microorganismo, en ciertos casos el sustrato se enriquece con nutrientes adicionales para mejorar el alimento. Además, son procesos biotecnológicos para la obtención de diversos metabolitos de importancia en la industria alimentaria como son: enzimas, *flavours*, ácidos orgánicos, y otros polisacáridos de origen microbiano.

Fermentación en estado sólido (FES): la fermentación en estado sólido es un proceso que utiliza cultivos sólidos en la cual el soporte es un sólido nutricionalmente inerte, donde actúa

únicamente como lugar de anclaje para los microorganismos, y a su vez la cantidad de humedad es limitada en una solución nutritiva (Pastrana, 1996).

Ventajas de la fermentación en estado sólido

La fermentación en estado sólido es una de las tecnologías empleadas para la producción de alimentos destinados en la alimentación animal por lo que se presentan ventajas y desventajas durante el proceso mencionadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Ventajas de la Fermentación en Estado Sólido

Ventajas	Desventajas
Bajo costo de inversión	Utilización de microorganismos que requieren una escasa disponibilidad de agua
Tecnología simple y menores requerimientos energéticos.	Investigación previa para la escala industrial
Empleo de sustrato concentrado	Difícil aplicación en el proceso de escaldado en escala industrial.

Fuente:(Pastrana, 1996)

Pellets (peletización) es un proceso de aglomeración de partículas pequeñas en una mezcla. Se elabora mediante presión mecánica combinando el calor y la humedad, Este método se empieza con la molienda de las materias primas de origen vegetal o semillas oleaginosas, para transformar en harinas homogéneas que son formuladas con nutrientes de alto valor nutritivo a una temperatura 82 – 88 °C, hasta alcanzar 15.5 – 17,00% de humedad en un tiempo de 30 a 45 segundos. La utilización del calor logra que los almidones se gelatinicen y absorban los nutrientes disminuyendo los agentes patógenos, que posteriormente se comprime según el diámetro y el largo de los requerimientos necesarios para el animal (Loor Mendoza, 2016).

Los Bloques nutricionales son suplementos alimenticios utilizados para mejorar la salud productiva y reproductiva en los animales brindando proteínas, energía y minerales. Se presenta en forma de una masa sólida, con el objetivo que el animal pueda lamer e ingerir en pequeñas cantidades sin pérdidas de alimento para controlar y restringir el consumo (Mendoza Martínez y Ricalde Velasco, 2016).

Los tipos de bloques nutricionales son constituidos por tres elementos (proteínas, energía y minerales), también se puede realizar bloques multinutricionales como son:

- Bloque mineral: se utiliza ingredientes minerales macro y microelementos conjuntamente endulzante con melaza y cemento para darle su característica de dureza y solidez.
- Bloque proteico: se utiliza fuente de proteína como la urea con un contenido de cemento mayor para evitar el consumo excesivo y evitar el riesgo de intoxicación en el animal.

Los aditivos azucareros que son utilizados en los bloques nutricionales son evaluados de tres fuentes: Smartfeed” tradicional”, Smartfeed “proteico” y Nutrilig Smartfeed un residuo líquido de melaza enriquecido con levaduras muertas de industrias cerveceras, este aditivo es combinado con la melaza de caña de azúcar aportando altos niveles de energía.

Smartfeed” tradicional” tiene la característica de 11,00 a 13,00% de proteína, Smartfeed proteico se utiliza urea mejorando la proteína del 30,00- 32,00%. Mientras que Nutrilig es compuesta por sustancias azucareras de la fructosa de maíz, urea y minerales conformando niveles de proteína de 62, 41 o 33,00 % (Garzón Albarracin y Navas Ríos, 2003).

Suplemento activador ruminal es una técnica similar a los bloques nutricionales con la diferencia del menor contenido de agua para formar caramelos de uno a dos centímetros, compuestos de nutrientes proteínas, minerales y energía mejorando los forrajes con altos contenidos de fibra y aumentar la productividad (Fernández Mayer, 2012).

2.5.3 ALIMENTOS ELABORADOS MEDIANTE FES

La fermentación en estado sólido es un método para la producción de proteína microbiana de manera sencilla y económica de los residuos lignocelulósicos. Las materias primas más utilizadas son la caña de azúcar, tubérculos, frutas, salvado de trigo, torta de aceite de coco, aserrín y sus residuos agroindustriales, se emplean para la producción de alimento para animales como la Saccharina, Bagarip y algunos preparados microbianos que se presentan en la Tabla 3 (Julián Ricardo y Ramos Sánchez, 2007).

La Saccharina es una fermentación de los tallos limpios de caña de azúcar, complementarios con sales minerales y urea, donde aporta proteína bruta similar al trigo y al maíz, con valores de 16,00 MJ/kg MS (materia seca) energía bruta, 25,00-30,00% de fibra y formada por hemicelulosa y celulosa. Se dividen en tres tipos: la industrial, semindustrial y rústica (Julian Ricardo, 2015).

Tabla 3. Elaboración de alimentos por medio de fermentación en estado sólido Inoculados con preparados microbianos (bacterias, hongos, levaduras)

Producto	Resultados
Bagazo caña+ <i>Trichoderma viride</i>	20,00% de digestibilidad del bagazo y 11,00% de proteína cruda
Caña de azúcar + <i>Pleurotus sapidus</i>	Mejora la digestibilidad y fermentación rumial en novillas en condiciones tropicales
Cotiledon de soya- granos de disteleria+ <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Trichoderma reesei</i> , <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Disminución en la fibra cruda y aumento de la proteína cruda
Tamos de trigo+ <i>Ganoderma sp</i>	Aumento de la digestibilidad y calidad nutricional para rumiantes
Caña de azúcar+ <i>Rodotorula</i>	Encontró a las 48 h de inoculación mayor enriquecimiento proteico.
Caña de azúcar+ <i>Pleurotus sapidus</i>	Mejor en la digestibilidad de la materia seca y las variables fermentativas por medio de la generacion de enzimas fibrolíticas
Cáscara de cacao + <i>Pleurotus sp</i>	Disminuye hasta en un 50,00% de materia orgánica e incrementa la PB por enzima del 13,00%

Fuente: (Borrás Sandoval y Torres Vidales, 2016)

El Bagarip es obtenido del bagazo de la caña de azúcar con la mezcla de miel, cachaza y con fuentes de nitrógeno, fósforo e inóculo como la *Candida utilis*, *Sacharomyces*, en condiciones controladas (R. M. Pedraza Olivera, 2000).

La fermentación en sustrato solidos emplea cultivos de hongos filamentosos sobre materias primas solidas de grado alimenticio de consumo humano se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Alimentos tradicionales obtenidos por FES

Alimento/origen	Sustrato o materia prima	Microorganismo	Uso
Ketjap (Indonesia)	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i>	Sazonador
Kimchi (Corea)	Legumbres	Bacterias lácticas	Condimentos
Miso (Japón, China)	Arroz, soja	<i>Aspergillus niger</i> y bacterias lácticas	Sazonador
Pozole (México)	Maíz	Levaduras y bacterias	Alimento base
Sufu (China)	Poroto de soja	<i>Mucor</i> sp	Queso de soja
Tempeh (Indonesia)	Soja	<i>Rhizopus</i> sp	Sustitución de carne
Torani (India)	Arroz	<i>Candida</i> y <i>Sacharomyces</i>	Sazonador

Fuente: (Parzanese, 2014)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

Los análisis químicos de la caracterización de la materia prima y producto final se realizaron en los laboratorios de Microbiología y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica en la provincia de Pastaza en el km 2 ½ de la vía Puyo a Tena, entre las coordenadas 1°- 10` latitud sur y 78°10` longitud oeste y 2°35` latitud sur y 76°40` longitud oeste, con una superficie de 29,7773 km², temperatura que oscila entre 18 - 40 °C, y una precipitación de 2000 y 4000 mm (Gobierno Provincial de Pastaza, 2016).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue bibliográfica y experimental, que se fundamenta en técnicas previamente estudiadas. Además, se utilizarán métodos descriptivos que permiten el control de distintas variables independientes, con cálculos numéricos y estadísticos con el objetivo de establecer parámetros cualitativos.

3.3 MATERIALES

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizaron las siguientes materias primas bagazo, cachaza y jugo de caña. Los reactivos químicos fueron de grado analítico (azul de metileno, agua destilada), para la caracterización de la materia prima y del producto final. En los análisis de proteína se utilizó H₂SO₄, H₃BO₃ y NaOH. También se utilizó medios de cultivos para la preparación del microorganismo, agar dextrosa Sabouraud, agar de rosa bengala y caldo de papa dextrosa.

3.4 METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

En esta etapa se describe cada una de las acciones a desarrollarse en la metodología mencionada por R. M. Pedraza Olivera, Crespo Zafra, y Ramos Sánchez (1996), así definiendo cada paso investigado y se tomó en cuenta todos los aspectos ya identificados que se generan para producir el alimento animal mediante fermentación en estado sólido. Los cuales fueron (Figura 2).

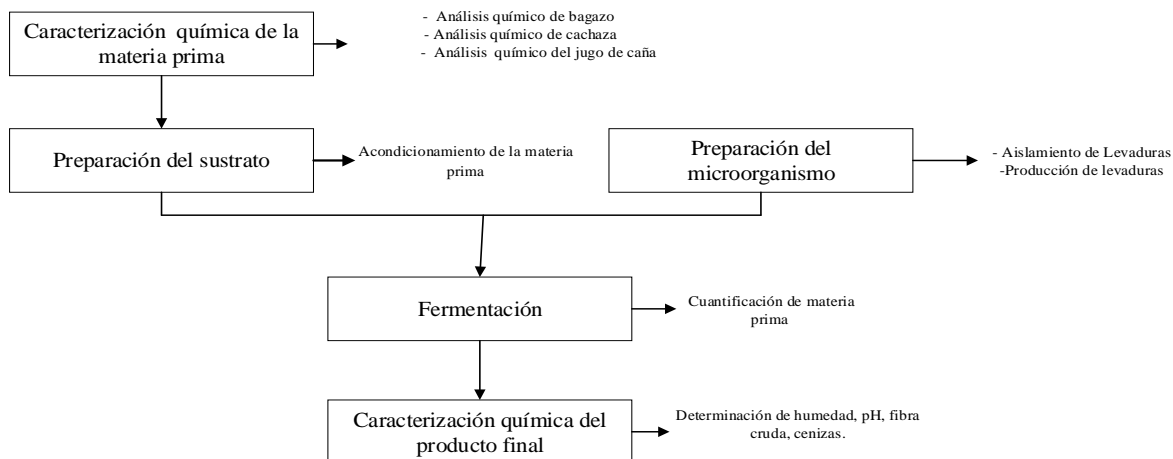


Figura 2. Diagrama de bloques de la metodología de investigación

3.4.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

Se realizaron las determinaciones de las propiedades químicas fundamentales de las materias primas (bagazo, cachaza, jugo de caña). Los análisis químicos realizados dependiendo de cada materia prima fueron: humedad, proteína, pH, °Brix, temperatura, fibra cruda.

Análisis químicos del bagazo

Se tomó muestras de bagazo recién extraído del molino, para obtención de la información del valor nutricional. Los análisis químicos que se aplicó fueron: grados °Brix, proteína, fibra y humedad (Gregorio y Deny, 2003).

Determinación °Brix

La digestión del bagazo se realizó por el método de digestor en frío, se pesó 500 gramos de bagazo y 1000 gramos de agua destilada, se procedió a mezclar por 10 minutos y luego se filtró el jugo con un papel filtro, para determinar los grados °Brix.

Para la determinación de grados °Brix se usó un refractómetro 0-32% (*KKmoon ATC Handheld Miel Azu*), agua destilada. Primero se verificó si está calibrado, luego se colocó una gota de agua destilada para la limpieza seguido de dos gotas de la muestra, se cerró la tapa y se observó por el lente (Aucatoma, Fajardo, Chicaiza, y Solís, 2007).

Determinación de proteína

La determinación de proteína del bagazo se utilizó el método de *Kjeldahl*. Se procedió a pesar un gramo de muestra previamente molida en una balanza analítica sensible al 0.1mg en un papel graso, colocando en el tubo de digestión en forma de paquete que no se adhiera

al tubo la muestra. Luego se añadió la pastilla *Kjeldahl* y 20 mL de H₂SO₄ (ácido sulfúrico concentrado). Los tubos se colocaron en la unidad de extractor de gases por dos horas. Luego se retiró los tubos del digestor y se enfrió impidiendo que se endurezca, añadiendo 65 mL de agua destilada, agitando suavemente hasta enfriar.

En una fiola de 250mL se agregó 35mL de H₃BO₃ (ácido bórico) al 2,00% y tres gotas de indicador tashiro. Luego se añadió 60 mL de NaOH al 45.40% al tubo de digestión con mucho cuidado y se colocó en el equipo de destilación *Kjeldahl* por 10 min hasta que se haya recogido aproximadamente 100-150 mL en la fiola y se tituló con H₂SO₄ 0.20 N hasta el cambio de color de verde a púrpura. En la Ecuación 1 se realizó los cálculos de proteína (Gutiérrez Ramírez y Gomez Rave, 2008).

$$P = \frac{V * N * F * 0,014 * 100}{M} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde

P= Contenido de proteína, **V**= mL de ácido sulfúrico consumida, **N**= Normalidad del ácido, **F**= Factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteína 6.25 proteína en general y 5.7 trigo y polvillo y **m**= Peso de muestra en g

Determinación de humedad

Para la determinación de humedad se empleó el método de secado, que se basa en la pérdida de masa, de la muestra desecada constante en una estufa de aire. El análisis se efectuó por duplicado, colocando en una caja Petri cinco gramos de muestra, se llevó a la estufa por dos horas con la tapa destapada, transcurriendo ese tiempo se tapó la muestra y con una pinza se trasladó al desecador hasta que se enfrié; seguidamente se pesó la capsula sin la tapa en una balanza analítica hasta obtener la estandarización del peso final o se procede a repetir el mismo paso por 30 minutos. Para calcular el porcentaje de humedad se utilizó en la siguiente Ecuación 2 (INEN 540, 2001).

$$\%H = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} * 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

m₁: masa de la cápsula vacía (g), **m₂**: masa de la cápsula con la muestra antes del secado, (g) y **m₃**: masa de la cápsula más la muestra desecada, (g)

Determinación de fibra cruda

Se determinó el contenido de fibra cruda mediante el método de digestión ácida y básica. En un matraz se colocó un gramo de bagazo seco, tres gotas de antiespumante, tres cristales y 150 ml de H₂SO₄. Se llevó al analizador de fibra por 30 minutos a partir del punto de ebullición. Después transcurrido este tiempo se instaló el embudo *Buchner* con el papel filtro, se lavó la muestra con agua destilada hasta obtener 1000 mL. Se bota el agua destilada del embudo y se coloca una gota de anaranjado y se procede a lavar hasta obtener un color amarillo. Obtenido este color se lava en el vaso la muestra con NaOH hasta 150 mL sin dejar residuos en el papel filtro, luego se colocó tres gotas de antiespumante y se llevó al analizador de fibra por 30 minutos a partir del punto de ebullición. Transcurrido este tiempo se procedió a realizar el mismo procedimiento anterior con la diferencia de colocar una gota de anaranjado se colocó una gota de fenolftaleína hasta obtener un color transparente, una vez obtenido este color se colocó alcohol de fibra y se retira la muestra del papel filtro en un crisol. El crisol se colocó en la estufa por 30 min, una vez transcurrido este tiempo se traslada al desecador para su previo enfriamiento. Una vez frío el crisol se pesó y se carbonizó llevándolo a la mufla a una temperatura de 550°C por 30 minutos, posteriormente se enfría en el desecador y se pesa. Para determinar el porcentaje de fibra se aplica la ecuación 3 (Olvera Novoa, Martínez Palacios, y Real de León, 1993).

$$Fibra\ cruda\ (\%) = 100 * \frac{(A-B)}{C} \qquad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

A= Peso del crisol con residuo seco (g), B= Peso del crisol con la ceniza (g) y C= Peso de la muestra (g)

Análisis químico de la cachaza

Se realizaron tomas de muestras de la cachaza para caracterizar las propiedades químicas donde se aplicaron los análisis: humedad, °Brix y pH, como se menciona en la metodología empleada anteriormente en el bagazo.

Análisis químico del jugo de caña

Se recolectaron muestras del jugo de caña de azúcar, para la determinación de los grados °Brix, pH, como se menciona en la metodología empleada anteriormente en el bagazo.

3.4.2 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Para la preparación del bagazo, se secó en una estufa con una temperatura de 65 °C por un día y se molió en un molino de cuchillas en partículas de tamaño similar de uno a dos milímetros, posteriormente la cachaza (sobrenadante) con bagacillo se mantuvo a temperaturas de 25-40 °C. El jugo de caña se utilizó cinco horas después de su extracción (Caicedo et al., 2019).

3.4.3 PREPARACIÓN DEL MICROORGANISMO

Para la producción del inóculo se realizaron diferentes actividades mencionado por (Willey, Sherwood, y Woolverton, 2009), como el aislamiento y producción, con el fin de caracterizar morfológicamente un cultivo puro de colonias de levaduras nativas del jugo de caña de azúcar.

Aislamiento de levadura nativa

Se preparó el medio de cultivo (*Agar dextrosa Sabouraud*), se pesó en un crisol seis gramos del sustrato y se mezcló en un vaso de precipitación con 100 mL de agua destilada; se procedió a colocar la pastilla magnética para su agitación en caliente, frecuentemente por un minuto hasta obtener un pH 5,6. Se esterilizo a 121 °C durante 15 minutos, después se adiciono 1000 uL ampicilina. Posteriormente se realizó la difusión en las cajas Petri (previamente esterilizadas) en la cámara de flujo laminar (*LABCONCO Purifier vertical Clean Bench*).

Se recolectaron muestras de mosto de la fermentación del jugo de caña de azúcar, para obtener las levaduras nativas. Se realizaron cuatro diluciones decimales consecutivas de nueve mililitros de agua destilada previamente esterilizada en los tubos de ensayos. Posteriormente se tomó una muestra de 1000 µL de jugo de caña, para realizar cuatro diluciones consecutivas que posteriormente con una micropipeta se extrajo 100 µL y se sembró por extensión en una superficie de agar dextrosa Sabouraud. Se incubó a una temperatura de 28-30 °C por 48 horas.

Las colonias que se desarrollaron durante 48 horas se observaron en un microscopio óptico (marca *Amscope B120c*), donde se tomaron muestras que presenten características morfológicas típica de las levaduras en un medio de cultivo agar de rosa bengala con materiales esterilizados aplicando una técnica de agotamiento por estrías con puntas;

seguidamente se incubo la placa de manera invertida en condiciones de 27 °C, por 24 horas (Barbosa Pilo, Carvajal Barriga, Guaman Burmeo, Portero Barahona, y Morato Dias, 2018).

Producción de biomasa

Las cepas de levadura se sembraron en vaso de precipitación en un caldo papa dextrosa para la producción de biomasa por 24 horas (Suárez Machín, Garrido Carralero, y Guevara Rodríguez, 2016).

Las unidades formadoras de colonias (UFC) de levaduras se cuantificaron mediante el uso de una cámara de Neubauer. Para el uso de la cámara, se colocaron en una superficie segura, donde se lavó conjuntamente con el cubreobjetos utilizando agua destilada y alcohol al 96,00 %. Si la muestra es muy concentrada es necesario realizar una dilución 1:1 de la cepa con agua destilada, caso contrario se procederá a tomar una muestra con la micropipeta de 100 µL, colocando en los extremos del cubre objeto.

Se colocó en el microscopio la cámara de neubauer y se observaron con el lente 10X y 40X. posteriormente se contará las levaduras contenidas en los cuatro cuadrantes de las esquinas (1mm²). Después se sumará los resultados obtenidos (Ecuación 4)(Bastidas, 2009).

$$Concentracion = \frac{\Sigma N^{\circ} \text{ de células} * 10\,000}{\text{numero de cuadros}} \quad \text{Ecuación 4}$$

3.4.4 FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

La fermentación en estado sólido se procedió a mezclar las siguientes materias primas: 18,72% bagazo, 15,91% cachaza, 40,45% jugo de caña, 2,41% urea y 23,41% inculo de levaduras nativas del jugo de caña por cada 534,00 mg, de forma homogénea hasta conseguir una pasta en un lugar plano y solido totalmente cubierto, mismo que se agito cada 8 horas durante 24 horas (Julian Ricardo, 2015).

3.4.5 CARACTERIZACIÓN DEL ALIMENTO

Para la caracterización del alimento se realizaron los análisis como: humedad, pH, fibra, proteína y morfología con el fin de verificar el cumplimiento del contenido de proteína, correspondientes a la metodología anterior de la caracterización de la materia prima.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En la caracterización de la materia prima se evaluó las características químicas como: humedad, proteína, pH, °Brix, temperatura, fibra aplicando la metodología detallada en el epígrafe 3.4.1.

Análisis químicos de la materia prima

En la Tabla 5, se muestran los resultados de los parámetros químicos. El bagazo se caracterizó por 2,00°Brix, 68,60% humedad, 2,04% de proteína, 20,22 % de fibra. El resultado del contenido de humedad coincide con ICIDCA (2000). Mientras que los °Brix concuerdan con lo descrito por Montes y Monzon (2019). Además, los valores de la proteína y fibra, se asemejan a los estudios realizados por Costales, Saenz, y Cabello (2014). Además se muestran resultados de la cachaza con valores de 4,82 pH, 20,00°Brix, estos resultados son inferiores a lo mencionado por García Torres et al. (2011). También se muestran los resultados del jugo de caña siendo estos: 5,94 de pH y 17,00 °Brix que coinciden con los obtenidos por Ramírez Durán, Insuasty Burbano, y Viveros Valens (2014).

Tabla 5. Análisis químicos de la materia prima

Características	Bagazo	Cachaza	Jugo de caña
°Brix	2,00	20,00	17,00
pH	-	4,82	5,94
Humedad (%)	68,60	-	-
Proteína (%)	2,04	-	-
Fibra (%)	20,22	-	-

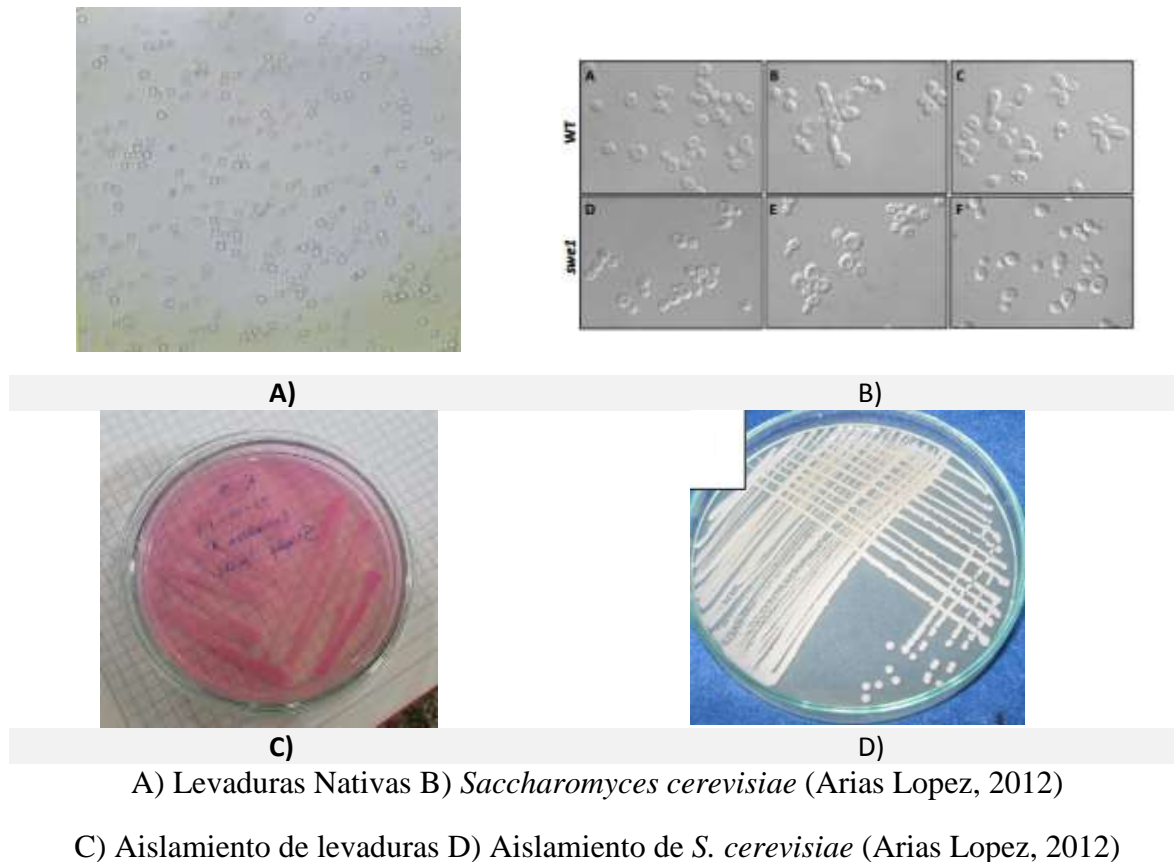
4.2 OBTENCIÓN DEL ALIMENTO ANIMAL

Características del sustrato

Para la obtención del alimento animal las materias primas se interviene con sus características químicas: bagazo dos °Brix y 68,00% humedad, el jugo de caña con 17,00°Brix y la cachaza 20,00°Brix (Julián Ricardo y Ramos Sánchez, 2007).

Características del inoculo

En la Figura 3, se observan células ovaladas, esféricas y alargadas de color blanco que se presume que sean levaduras obtenidas, aisladas y propagadas del jugo de caña de azúcar. Estos resultados coinciden con la descripción morfológica mencionada por Carrillo y Audisio (2007); Miranda Castilleja, Ortiz Barrera, Arvizo Mendrano, Adrete Tapia, y Martinez Peniche (2015); Obederá (2004).



A) Levaduras Nativas B) *Saccharomyces cerevisiae* (Arias Lopez, 2012)

C) Aislamiento de levaduras D) Aislamiento de *S. cerevisiae* (Arias Lopez, 2012)

Figura 3. Morfología de levaduras nativas

Producción de biomasa

La concentración de levaduras nativas en las primeras 24 horas y 48 horas del proceso de propagación fue de 10×10^7 UFC/mL y 14×10^7 UFC/mL (Anexo 1 y 2). Este comportamiento coincide con Bastidas (2009).

Fermentación en estado sólido

En la fermentación en estado sólido se mezclaron las materias primas: 18,72 % de bagazo, 15,91 % cachaza, 40,45 % jugo de caña, 2,41 % urea y 23,41 % inocular. El resultado de la fermentación en 24h se muestra en la Figura 4. Se puede observar color carmelita, atributo de calidad del producto obtenido. Otros atributos que se percibieron son: un olor agradable y una textura harinosa. Estos resultados coinciden con lo descrito (R. M. Pedraza Olivera et al., 1996).



Figura 4. Alimento animal obtenido

4.3 CARACTERIZACIÓN DEL ALIMENTO

La caracterización del alimento se realizó después de las 24 horas de la fermentación tomando en cuenta sus características químicas como: humedad, fibra y proteína.

Características químicas del alimento animal

En la Tabla 6, se muestran los resultados de la caracterización química del alimento animal siendo esta: nueve por ciento de humedad, proteína con el 24,76%, y fibra con el 15,00%. En cuanto a las características químicas de la materia prima (bagazo). Estas características químicas coinciden con los alimentos proteicos reportados por la norma INEN1829 (1992) que contienen un valor de proteína del 20,00% inferior a lo obtenido en este trabajo.

Tabla 6. Características químicas del alimento animal

Características	Bagazo	Alimento	(INEN1829, 1992)
Humedad (%)	68,60	9,00	13
Fibra (%)	2,04	15,00	>5
Proteína (%)	20,22	24,76	20

CAPÍTULO V

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

1. El alimento animal obtenido por fermentación en estado sólido a partir de los residuos generados en las paneleras y las destilerías de la región permite el aprovechamiento de estos, y disminuye el impacto que producen en el medioambiente. Las cantidades utilizadas fueron 18,72% bagazo, 15,91% cachaza, 40,45% jugo de caña, 2,41% urea y 23,41% inóculo de levaduras nativas del jugo de caña por cada 534 mg de bagazo.
2. Las propiedades químicas de las materias primas fueron adecuadas para una fermentación en estado sólido y la obtención de un alimento animal. Los valores obtenidos estuvieron, para el bagazo (68,60% humedad; 2,00°Brix, 2,04% proteína y 20,22% fibra), cachaza (4,82 pH y 20,00°Brix) y jugo de caña de azúcar (pH 5,94 y 17,00 °Brix).
3. La concentración de 14×10^7 UFC/ mL de levaduras nativas aisladas y propagadas del jugo de caña es considerada adecuada para producir el alimento animal, a partir de los residuos de la panelera y la destilería fue inoculado.
4. El porcentaje de la proteína del alimento animal se incrementó un 22,72% y el contenido de fibra se redujo 5,00 % con una humedad del 9%. Estos valores sugieren que pueden ser asimilados por animales poligástricos.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda:

1. Que se realice un estudio usando diferentes proporciones de inóculo para observar su influencia en el bagazo durante la fermentación en estado sólido.
2. Que se realice un estudio de diferentes combinaciones de las materias primas para determinar cuál es la idónea en la fermentación en estado sólido en la obtención del alimento.
3. Que se amplíe la caracterización del alimento animal que permita su comercialización en la provincia de Pastaza.
4. Que se utilicen animales poligástricos con el fin de evaluar su asimilación, eficiencia y rendimiento.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Arias Lopez, P. (2012). *Análisis genómico de la integridad celular en Saccharomyces cerevisiae*. (Doctorado), Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Retrieved from <https://eprints.ucm.es/15170/>
- Aucatoma, B., Fajardo, K., Chicaiza, B., y Solís, G. (2007). Comparación de tres métodos para el análisis porcentual de caña de azúcar. Retrieved from https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/2_7-PDF_A%C3%B1o-9-No.-1-2.pdf
- Barbosa Pilo, F., Carvajal Barriga, E. J., Guaman Burmeo, M. C., Portero Barahona, P., y Morato Dias, A. M. (2018). *Saccharomyces cerevisiae* populations and other yeasts associated with indigenous beers (chicha) of Ecuador. *SciELO*, 49, 808-815. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2018.01.002>
- Basanta, R., Garcia Delgado, M. A., Cervantes Martínez, J. E., Mata Vázquez, H., y Bustos Vázquez, G. (2007). Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la agroindustria azucarera: Una revisión sustainable recycling of waste from sugarcane agroindustry: A review. *Ciencia Tecnología y Alimentos*, 5, 293-305.
- Bastidas, O. (2009). *Conteo celular con hematocímetro*. Retrieved from <https://studylib.es/doc/5630016/conteo-celular-con-hematocit%C3%B3metro>
- Bonifaz, N., y Gutiérrez, F. (2015). Valor nutritivo de las materias primas empleadas en la alimentación de bovinos de leche en ganaderías del cantón Cayambe *Ciencias de la Vida*, 21, 69-76.
- Borrás Sandoval, L. M., y Torres Vidales, G. (2016). Producción de alimentos para animales a través de fermentación en estado sólido (FES). *SciELO*, 20, 47-54.
- Bueno Guzmán, B., Pardo Barbosa, O., y Edwin Ivlojicar, J. (2003). *Ensilaje de cultivos forrajeros para la alimentación de bovinos en el Piedemonte Llanero* (Corpoica ed. Vol. 1). Colombia
- Buxadé, C. (1995). *Zootecnia Bases de producción animal. Tono II Reproducción y Alimentación*. (Mundi prensa ed. Vol. 2).
- Cadena Iñiguez, J. (2017). *Papel artesanal de caña de azúcar* (S. I. Gil Ed. Vol. 10).
- Caicedo, W., Ferreira, F. N., Viáfara, D., Guaman, A., Socola, C., y Moyano, J. C. (2019). Composición química y digestibilidad fecal en cerdos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes Kunth*) fermentado. *Livestock Research for Rural Development*, 1.
- Caravaca, F. (2015). Introducción a la alimentación y racionamiento animal. Retrieved from http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf
- Caravaca Rodríguez, F. P., Castel Genís, J. M., Guzman Guerrero, J. L., Delgado Pertiñez, M., Mena Guerrero, Y., Alcalde Aldea, M. J., y González Redondo, P. (2005). *Bases de la producción animal*. Sevilla.
- Carrillo, L., y Audisio, C. (2007). *Manual de microbiología de los alimentos* (L. Carrillo Ed. 1ra ed.). Argentina.
- Cobeña Moran, J. J., y Looz Chávez, I. F. (2016). *Caracterización físico-química del jugo de cinco variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en la hacienda el jardín*. (titulación), Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López., Calceta. Retrieved from <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/264/1/TAI105.pdf>

- Costales, R., Saenz, T., y Cabello, A. (2014). Formulado via bagazo hidrolizado. *Centro Azúcar*, 42, 51-60.
- De la Cruz Hernández, J. C., y Gutiérrez Fernández, G. A. (2008). Alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis en diferentes proporciones. *Avances de Investigación Agropecuaria*, 10, 29-40.
- FAO. (1995). *Manual para el personal auxiliar de sanidad animal primaria. Lección 23: Alimentos y agua para rumiantes*. Roma.
- Fernandez Curi, E. (2013). *Formulacion de alimentos balanceados y mejoramiento genético en ganado lechero*. Perú.
- Fernández Mayer, A. (2012). Bloques multinutricionales (BMN) y suplemento activador ruminal (SAR) *Argentino de Producción Animal*, 1, 5-10.
- Fuller, M. F. (2008). *Enciclopedia de nutrición y producción animal*. (S. A. ACRIBA Ed. 1 ra ed.). Zaragoza- España.
- Galvez, L. (2000). *Derivados de la caña de azúcar* (S. Roselló Ed. 3ra ed.). La Habana.
- Garcés Molina, A. M., Berrio Roa, L., Ruiz Alzate, S., Serna de León, J. G., y Builes Arango, A. F. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Lasallista de Investigación*, 1, 66-71.
- García Torres, R., Ríos Leal, E., Martínez Toledo, A., Ramos Morales, F., Cruz Sanchez, J., y Cuevas Días, M. (2011). Uso de cachaza y bagazo de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en suelo contaminado. *SciELO*, 27(1), 31-39.
- Garzón Albarracín, V., y Navas Ríos, G. E. (2003). *Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos* (1 Ed. Vol. 1). Colombia: Corpoica C.I. .
- Gelvez, L. (2019). Materia prima para la nutrición animal. Retrieved from https://mundo-pecuario.com/tema119/materias_primas_nutricion_animal/
- Gobierno Provincial de Pastaza. (2016). Retrieved from <https://pastaza.gob.ec/pastaza/informacion/informacion-de-la-provincia-de-pastaza/>
- González, E., y Cáceres, O. (2002). Valor Nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para rumiantes. *Pastos y Forrajes*, 25, 16-18.
- Gregorio, A., y Deny, O. (2003). Caracterización del bagazo de caña de azúcar mediante Análisis Térmico. *Información Tecnológica*, 14(4), 91-96.
- Gutiérrez Ramírez, L. A., y Gomez Rave, A. J. (2008). Determinación de proteína total de *Candida utilis* y *Sacharomyces cerevisiae* en bagazo de caña. *Lasallista de Investigación*, 5, 61-64.
- ICIDCA. (2000). *Manual de los derivados de la caña de azúcar* (S. R. Bugallo Ed. 3ra ed.). La Habana.
- Alimentos zootécnicos, compuestos para pollo de engorde, (1992).
- INEN 540. (2001). *Codigos de practicas Ecuatorianas CPE INEN 19:2001* (Vol. 1). Ecuador.
- Jimenez, R., González, N., Hernández, M., y Ojeda, N. (2014). La caña de azúcar como alimento funcional. *Revista Iberoamericana de ciencias.*, 1, 32-36.
- Julian Ricardo, M. C. (2015). Optimización del proceso de enriquecimiento proteico del bagazo de caña de azúcar. *Tecnología Química*, 98-109.
- Julián Ricardo, M. C., y Ramos Sánchez, L. B. (2007). Fermentacion en estado solido *Tecnología Química*, 27, 17-22.
- Loor Mendoza, N. E. (2016). Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Dominio de las ciencias*, 2, 323-333.

- Martín, P. C. (2009). El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: pasado, presente y futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13, 3-10.
- McDonald, E., y Greenhalgh, M. (1999). *Nutrición Animal* (S. A. Acribia Ed. 5ta ed.).
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., y Wilkinson, R. G. (2013). *Nutrición Animal* (S. A. Acribia Ed. 7ma ed.). Zaragoza(España).
- Mendoza Martínez, G. D., y Ricalde Velasco, R. (2016). *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano*. (segunda edición ed.). México.
- Miranda Castilleja, D., Ortiz Barrera, E., Arvizo Mendrano, S., Adrete Tapia, J., y Martínez Peniche, R. (2015). Aislamiento, selección e identificación de levaduras *Saccharomyces spp.* nativas de viñedos en Querétaro, México. *Agrociencia*, 49(7), 759-773.
- Montes, J., y Monzon, O. (2019). Cinética de concentración de sacarosa en la caña de azúcar y de sus parámetros complementario. Retrieved from file:///D:/Downloads/2019-05-29-azucar%20(2).pdf
- Mora Brautigan, I. (2007). *Nutrición Animal* (U. E. a. Distancia. Ed. Primera ed. Vol. 1). Costa Rica.
- Obederá, T. (2004). Métodos moleculares de identificación de levaduras de interés biotecnológico. *Iberoamericana de Micología*, 21, 15-19.
- Olvera Novoa, M. A., Martínez Palacios, C. A., y Real de León, E. (1993). Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. *FAO*.
- Ortiz, C. (2003). *Guía para alimentación animal y elaboración de concentrados* (C. A. Bello Ed.).
- Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echevarría, A., y Provencal, P. (2001). *Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas*. .
- Parzanese, M. (2014). *Tecnologías para la industria de alimentos fermentación en sustrato sólido: aprovechamiento de subproductos de la agroindustria*. Argentina Retrieved from http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_27_Fermentacion_en_sustrato_solido_para_el_aprovechamiento_de_subproductos_de_la_agroindustria.pdf
- Pastrana, L. (1996). Fundamentos de la fermentación en estado sólido y aplicación a la industria alimentaria. *Journal of food*, 1, 4-12. doi:10.1080/11358129609487556
- Pedraza Olivera, R. M. (2000). Bagazo rico en proteína (Bagarip). Alimento animal obtenido por fermentación en estado sólido. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 12, 12-20.
- Pedraza Olivera, R. M., Crespo Zafra, L. M., y Ramos Sánchez, L. (1996). Cuba Patent No. CU22337A1.
- Prado, S., Enrique, A., y Franco, F., R. (2006). Conservación de forrajes: segunda parte. *REDVET*, 7, 1-37.
- PROECUADOR. (2017). *Alimento para animales*. Retrieved from <https://www.proecuador.gob.ec/alimentos-para-animales/>
- Ramírez Durán, J., Insuasty Burbano, O., y Viveros Valens, C. (2014). Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. *Corpoica Ciencia tecnología Agropecuaria*, 15(2), 183-195.
- Rivacoba Suárez, R., y Morín, R. (2014). Caña de azúcar y sostenibilidad: enfoques y experiencias cubanas. *I*.

- Rodríguez, R., Sosa, A., y Rodríguez, Y. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41, 303-311.
- Romero Güiza, M. S., Radziah Wahid, B. C., Hernández, V., Moller, H., y Fernández, B. (2017). Improvement of wheat straw anaerobic digestion through alkali pretreatment: Carbohydrates bioavailability evaluation and economic feasibility. *Science of the Total Environment*, 1, 651-659. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.006>
- Ruiz, B. (2011). Producción de alimentos balanceados en América Latina. Retrieved from <https://www.industriaavicola.net/nutricion-y-fabricacion-de-alimentos-balanceados/produccion-de-alimentos-balanceados-en-america-latina/>
- Ruiz, M., y Ruiz, A. (1990). *Nutrición de rumiantes* (IICA ed. Vol. 1). Costa Rica.
- Sánchez Matta, L. (2005). Estrategias modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agorpecuaria*, 6, 69-80.
- Stefanie, J. W., Oude, E., Driehuis, F., Gottschal, J., Sierk, F., y Spoelstra, S. F. (2001). Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. *FAO*.
- Suárez Machín, C., Garrido Carralero, N. A., y Guevara Rodríguez, A. (2016). Levadura *Saccharomyces Cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*, 50(1), 150-170.
- Valiño Elaine, E. A., y Torres Verena, A. N. (2002). Estudio de la carga microbiana en el bagazo de caña de azúcar fresco como sustrato para la alimentación animal, mediante fermentaciones en estado sólido. *Cubana de Ciencias Agrícolas*, 36, 373-378.
- Vanegas Salazar, C. M. (2016). *Manejo del bagazo en la agroindustria de la caña panelera en el nordeste antioqueño a partir de la gestión integral de residuos: estudio de caso municipio de Yolombo*. (Magister), Universidad de Manizales, Colombia. Retrieved from <https://docplayer.es/60264930-Manejo-del-bagazo-en-la-agroindustria-de-la-cana-panelera-en-el-nordeste-antioqueno-a-partir-de-la-gestion-integral-de-residuos.html>
- Villar Delgado, J., y Montano Martínez, R. (2011). Producción sostenible de alimento animal a partir de la caña de azúcar. *Cubana de Ciencia Agrícola*, 45, 35-41.
- Willey, J. M., Sherwood, L. M., y Woolverton, C. J. (2009). *Prescott, Harley and Klein's Microbiology* (M. A. y. C. Sanchez Ed. Vol. 7).
- Yumbla, M., Herrera, R., Borja, J., y Castillo, J. (2013). *Agricultura bajo el contrato del Ecuador*.
- Zuleiqui Gil, U. (2005). *Estudio del impacto ambiental del uso del bagazo como fuente de energía en centrales azucareros en Cuba. Estudio de caso "Melanio Hernández"*. (Doctoral), Universidad de Girona, Matanzas- Girona. Retrieved from <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/50994/tzgu.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

CAPÍTULO VII

Anexos

Anexo 1. Conteo de levaduras durante las 24 horas

LEVADURAS DE 24 HORAS CAMARA SUPERIOR	
N° cuadrantes	Cantidad de levaduras
1	5071
2	5249
3	5231
4	4487
Total	20038

LEVADURAS DE 24 HORAS CAMARA INFERIOR	
N° cuadrantes	Cantidad de levaduras
1	5046
2	5518
3	6063
4	5918
Total	22545

LEVADURAS DE 24 HORAS	
Cámara	Cantidad de levaduras
Superior	20038
Inferior	22545
Total	42583

Conteo de levaduras durante las 48 horas cámara superior

LEVADURAS DE 48 HORAS CAMARA SUPERIOR	
N° cuadrantes	Cantidad de levaduras
1	7332
2	7094
3	7115
4	5519
Total	27060

LEVADURAS DE 48 HORAS CAMARA INFERIOR	
N° cuadrantes	Cantidad de levaduras
1	6807
2	7223
3	7932
4	7820
Total	29782

LEVADURAS DE 48 HORAS	
Cámara	Cantidad de levaduras
Superior	27060
Inferior	29782
Total	56842

Anexo 2. Fotográfico



1. Extracción de bagazo



2. Cachaça



3. Jugo de caña de azúcar



4. Secado del bagazo



5. Bagazo molino



6. Pesaje de bagazo



7. Urea



8. Inoculo



9. Producto final