

# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



## CARRERA DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL

**Proyecto de investigación y desarrollo previo a la  
obtención del título de:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**ELABORACIÓN DE BLOQUES NUTRICIONALES A  
PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES  
ENRIQUECIDOS PARA LA ALIMENTACION ANIMAL**

### **AUTOR:**

Anthony David Ordoñez Barros

### **DIRECTORA:**

Dra. Ana Lucia Chafra, PhD

**PUYO- ECUADOR.**

2018



## **AUTORIA**

Los criterios contenidos en el trabajo de investigación: "ELABORACIÓN DE BLOQUES NUTRICIONALES A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES ENRIQUECIDOS PARA LA ALIMENTACION ANIMAL" como también en los contenidos, ideas, criterios, condiciones y propuesta son de exclusiva responsabilidad del autor de este Proyecto de Investigación de Grado.

Puyo, 21 de febrero del 2018

**Autor:**

-----  
Ordoñez Barros Anthony David

**ELABORACIÓN DE BLOQUES NUTRICIONALES A PARTIR DE RESIDUOS  
AGROINDUSTRIALES ENRIQUECIDOS PARA LA ALIMENTACION  
ANIMAL.**

**REVISADO POR:**

-----  
Dra. Ana Chafla.

**TUTOR**

-----  
Ing. Derwin Viafara.

**ASESOR EN EL LABORATORIO.**

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:**

-----  
Ing. Juan Elías González Rivera. MSc.

**PRESIDENTE**

-----  
Ing. Santiago Aguiar Novillo. MSc.

-----  
Ing. Miguel Enríquez Estrella. MSc.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios primeramente por darme salud y vida, por permitirme alcanzar mis objetivos planteados.

A la Universidad Estatal Amazónica, Facultad de ciencias de la tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

A la Dra. Ana Chafla, Tutor del Trabajo de Investigación, quien más como tutora es un gran ejemplo a seguir. Ing. Mg. Derwin Viafara encargada del laboratorio de bromatología me ha ayudado muy comedidamente a los análisis de mi tesis a nivel de laboratorio.

A mis amig@s que tuvieron su gran privilegio de brindarme su maravillosa amistad; Jeison, Jhonny, Karla, Braulio, Fernanda, Gaby, Ángel, Luis, Danny, Diana brindo mis agradecimientos por tantos momentos compartidos.

## **DEDICATORIA**

A mi abuelo Antonio que me ha llenado de sabios consejos para siempre superarme y nunca quedarme atrás. A mi abuelita Raquel que también me ha sabido instruidos consejos que nunca me olvide del creador gracias por darme sus sabios consejos.

A mi queridos Padres; Fanny Lilia y Fausto Cornelio, en especial a mi madre quien con tanto sacrificio y amor ha logrado sacarnos adelante, que me enseñó a nunca rendirme por duro que se nos ponga el camino siempre seguir con nuestras metas y propósitos por eso este logro es de ella.

A mis hermanos Jeyson, Jonnatan, Katherine y Sandra quienes con su amor y compañía me brindaron muchas fuerzas a seguir luchando por mis metas.

A mi novia Jessica que ha sido un pilar muy importante para mí, para seguir día a día superándome, que es parte de mi inspiración para nunca rendirme, por darme tanto amor y siempre creer, le doy muchas gracias a Dios por tener personas maravillosas junto a mí.

A mis tías Sandra, Elena y Aracely que me llenaron de sabios consejos y un jalón de orejas para no desprenderme de mis sueños & metas.

## CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
<b>1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.2. OBJETIVOS.....	2
<b>1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>2</b>
1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
<b>2.1.1. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES ENRIQUECIDOS: .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1. SACCHARINA:.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.1. FERMENTACION EN ESTADO SOLIDO: .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4.1. BLOQUES NUTRICIONALES:.....</b>	<b>8</b>
<b>2.5.1. INGREDIENTES: .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6.1. BENEFICIOS DE LOS BLOQUES NUTRICIONALES: .....</b>	<b>9</b>
<b>2.7.1. ELABORACION DE BLOQUES NUTRICIONALES: .....</b>	<b>10</b>
<b>2.8.1. DIAGRAMA DE BLOQUE DE BLOQUES NUTRICIONALES (BN): .....</b>	<b>11</b>
<b>2.9.1. SUPLEMENTO ALTERNATIVO: .....</b>	<b>11</b>
2.4. MARCO REFERENCIAL.....	13
CAPÍTULO III .....	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
3.1. LOCALIZACIÓN.....	16
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
<b>3.2.1. DETERMINACION BROMATOLOGICA DE LOS RESIUDOS ENRIQUECIDOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.2. FORMULACIÓN DE LOS BLOQUES NUTRICIONALES. ....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.3. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUÍMICOS DE BLOQUES NUTRICIONALES.....</b>	<b>17</b>
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.4. FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	18
3.5. FUENTES DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	18

3.5.1. Característica del diseño experimental.....	19
3.6. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	19
<b>3.6.1. Determinación de humedad por pérdida de peso con estufa de vacío. (A.O.A.C. 1990).....</b>	<b>19</b>
<b>3.6.2. Determinación de proteína Método Kjeldahl (A.O.A.C. 1984.).....</b>	<b>19</b>
<b>3.6.3. Determinación de fibra cruda. (A.O.A.C. 1990.).....</b>	<b>20</b>
<b>3.6.4. Determinación de pH. (NMX-F-315.).....</b>	<b>20</b>
3.7. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	20
3.8. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.....	20
CAPÍTULO V.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. RESULTADOS.....	22
<b>4.1.1. Elaboración de los bloques nutricionales.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.2. Composición bromatológica de las materias primas enriquecidas.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.3. Efecto de adición de los diferentes residuos agroindustriales sobre la composición bromatológica de los bloques nutricionales.....</b>	<b>24</b>
4.2. DISCUSION.....	25
CAPITULO VI.....	31
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
5.1. CONCLUSIONES.....	31
5.2. RECOMENDACIONES.....	31
6. BIBLIOGRAFIA.....	32
CAPÍTULO VII.....	33
ANEXOS.....	33

## **Contenido de Tablas.**

Tabla 1. Condiciones meteorológicas de la Ciudad de Puyo. ....	16
Tabla 2. Formulación de los bloques nutricionales. ....	17
Tabla 3. Esquema del Experimento. ....	18
Tabla 4. Característica del diseño experimental. ....	19
Tabla 5. Recursos humanos. ....	20
Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en la investigación. ....	21
Tabla 7. Insumos y Materias primas en la elaboración de los bloques nutricionales. ....	21
Tabla 8. Niveles de inclusión de residuos agroindustriales enriquecidos (RAE). ....	22
Tabla 9. Análisis bromatológico de los residuos agroindustriales. ....	23
Tabla 10. Efecto de adición de los diferentes residuos agroindustriales sobre la composición bromatológica de los bloques nutricionales. ....	24

## **Contenido de figuras.**

Figura 1. Determinación de pH. ....	25
Figura 2. Determinación de humedad. ....	26
Figura 3. Determinación de proteína. ....	27
Figura 4. Determinación de fibra. ....	28
Figura 5. Determinación de resistencia a la compresión. ....	29
Figura 6. Determinación de ° Brix. ....	29

## **Contenido de anexos.**

Anexos 1. Preparación de insumos. ....	33
Anexos 2. Mesclado de insumos y materia prima. ....	33
Anexos 3. Determinación de composición bromatológica. ....	34



## RESUMEN.

La presente investigación se realizó en la provincia de Pastaza, va enfocada en la elaboración de bloques nutricionales a partir de residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana para ser utilizados como suplemento en la alimentación animal, para la suplementación nutricional alimentaria animal. La investigación tuvo como caracterización la composición bromatológica y se determinó el efecto de adición de los diferentes residuos agroindustriales enriquecidos que mostraron como resultado un considerable incremento de proteína y fibra, en relación a las materias primas sin enriquecimiento, sobre la composición bromatológica de los bloques nutricionales se evaluó las características físicas químicas, logrando obtener como resultado bloques con altos contenidos en proteína y resistencia como el caso de tratamiento T1 con 28,65% y 233 Lb/f respectivamente. Cabe recalcar que el proceso de enriquecimiento no solo incrementa su valor en proteína sino también se logra modificar la fibra insoluble como el caso de la saccharina de 26,50% FC. Sin embargo los valores encontrados de proteína en la saccharina fue de 13,19% como el valor más alto y 11,63% de proteína que corresponde a los residuos agroindustriales a base de harina de yuca, plátano y guayaba como el de menor valor, lo que demuestra que el proceso de enriquecimiento permitió incrementar el valor nutricional de las materias primas empleadas en la elaboración de bloques nutricionales.

Palabras claves: residuos agroindustriales enriquecidos, bloques nutricionales, composición, saccharina.

## SUMMARY.

In the present investigation developed in the province of Pastaza that due to its problematic of a forage poor in nutrients for the alimentary supplementation animal and the high costs of production due to the expensive price of the balanced feeding, elaborated nutritional blocks from waste agroindustriales Enriched to be used as a supplement in animal feed, it is worth emphasizing that this problem not only occurs in the aforementioned province but also in the entire Amazon region for animal feed supplementation. This research had as a characterization the bromatological composition and the effect of the addition of the different agroindustrial enriched residues was determined which showed as a result a considerable increase of protein and fiber, in relation to the raw materials without enrichment, on the bromatological composition of the nutritional blocks the chemical physical characteristics were evaluated, obtaining as a result blocks with high contents in protein and resistance as the case of treatment T1 with 28.65% and 233 Lb. / f respectively. It should be noted that the enrichment process not only increases its protein value but also modifies the insoluble fiber as in the case of saccharin of 26.50% FC. However, the found values of protein in the saccharine was 13.19% as the highest value and 11.63% of protein corresponding to agroindustrial residues based on cassava flour, banana and guava as the lowest value, This shows that the enrichment process allowed to increase the nutritional value of the raw materials used in the elaboration of nutritional blocks.

Key words: enriched agroindustrial residues, nutritional blocks, composition and saccharine.

# INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la agroindustria, concibe cada vez mayores cantidades de residuos, que conlleva a muchas críticas y a obtener una imagen de confines no muy positivos (HANSSEN, 2000), aunque estos residuos no representen el valor principal de la transformación, pueden ser considerados materia prima para otros productos (Saval, 2012).

El beneficio de estos materiales disminuye el impacto en el ambiente y proporciona su manejo sostenible (FAO, 1997). Los residuos procedentes de la agroindustria son altamente perecederos, si bien constituyen una fuente importante de carbohidratos, proteínas, péptidos bioactivos, minerales, lípidos y pigmentos (Kim y Mendis, 2006; Pérez-Santín, Calvo, López-Caballero, Montero, y Gómez Guillén, 2013), a su vez, la acumulación de estos materiales representa un verdadero problema ambiental (Sachindra, Bhaskar, y Mahendrakar, 2005) y su eliminación un coste elevado en las industria.

Esto ha originado que diferentes instituciones busquen nuevas alternativas mediante proyectos o investigaciones, interesadas en aprovechar los residuos, para generar valor agregado.

Entre las múltiples aplicaciones que, en la actualidad presentan los residuos agroindustriales, sobre todo en países del trópico donde existe escases de materia prima para la alimentación animal, los bloques nutricionales llegaron a ser una gran oportunidad de aprovechamiento del desecho de la agroindustria.

En el Ecuador, el incremento de la crisis económica, y el aumento de precios de los cereales obliga a buscar alternativas de alimentación para el ganado que sean más económicas y rindan los mismos resultados que los cereales.

La presente investigación tiene como objetivo elaborar bloques nutricionales a partir de residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana, como una alternativa de suplementación en la alimentación animal.

# CAPÍTULO I

## 1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se conoce que, por varios años, la actividad agroindustrial acumula una gran cantidad de desechos, con significativos impactos negativos al ambiente, tales como la contaminación de aguas, malos olores, generación de plagas, lixiviados, entre otros.

En la provincia de Pastaza, las principales especies que se explotan son los bovinos con una totalidad de 26,820 cabezas de ganado, que se mantienen en 2.145 UPAs, ocupan una superficie de 181.534ha. Dado esto 13.281 cabezas pertenecen a los rebaños dedicados a la producción de leche (Vargas *et al*, 2015). Estos, además de requerir una alimentación balanceada rica en proteínas, carbohidratos y grasas, también se requiere proporcionar suplementos alimenticios que aportan vitaminas y minerales necesarios para el normal desarrollo de los animales (Salazar R, 2008).

La problemática de la ganadería bovina en la provincia de Pastaza, está referida principalmente a la baja producción y productividad acompañada de una reducida rentabilidad de la actividad. Las principales causas, según análisis de la cadena productiva, son: la estacionalidad de la producción, baja cantidad de producción, calidad de pastos y forrajes, escaso desarrollo de técnicas de conservación, subutilización de forrajes, residuos de cosecha, altos costos de producción debido al alto precio de la alimentación balanceada y retraso tecnológico.

Ante esta preocupación por el impacto ambiental, la presión competitiva es cada vez mayor en las industrias alimenticias, y los altos costos que genera el rubro de alimentación en la ganadería, la presente investigación busca aprovechar los desechos agroindustriales y enfocarlos como residuos aprovechables en la elaboración de bloques nutricionales que contengan los requerimientos nutricionales en proteína microbiana para la especie bovina, con la finalidad de disminuir los costos de producción y reducir el impacto ambiental generado.

### **1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

Debido a las pérdidas de cosecha, pérdidas en la comercialización de productos perecederos, se generan residuos agroindustriales cuya disposición final son los vertederos de basura, principalmente en los mercados agrícolas de la provincia de Pastaza.

Con la finalidad de utilizar estos residuos que provocan significativos impactos ambientales, surge la necesidad de conversión de los mismos en un producto útil y de mayor valor agregado, que además de solucionar un problema, genere ingresos económicos adicionales.

Los residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana serán utilizados como materia prima para la elaboración de bloques nutricionales, de esta forma se podría ofrecer una alternativa de suplementación para los animales en la época en que haya escasez de forrajes.

### **1.3.1. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Los residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana incrementarán su valor nutricional con respecto a los residuos sin enriquecimiento?

¿Los residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana, utilizados como materias primas en la elaboración de bloques nutricionales, proporcionarán características físico químicas para ser considerados como suplemento en la alimentación animal?

## **1.2. OBJETIVOS.**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Elaborar bloques nutricionales a partir de residuos agroindustriales enriquecidos para ser utilizados como suplemento en la alimentación animal.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Caracterizar la composición bromatológica de los residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana.

- Determinar el efecto de adición de los diferentes residuos agroindustriales (guayaba, plátano, yuca.) en proteína microbiana sobre la composición bromatológica de los bloques nutricionales.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN.**

La presente investigación pretende utilizar los residuos agroindustriales enriquecidos mediante procesos biotecnológicos como la fermentación en estado sólido (FES), mismos que servirán como materia prima en la elaboración de bloques nutricionales y que se caracterizarán para determinar su composición nutricional y su posible empleo en la alimentación animal.

Con la utilización de los desechos agroindustriales se procurará reducir en parte el impacto ambiental que generan los residuos, así como también beneficiar a los productores ganaderos de la provincia de Pastaza mediante la elaboración de bloques nutricionales que podrán ser aprovechados como suplemento alternativo en la alimentación de especie bovina y de esta manera reducir en parte los costos de la producción ganadera.

## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **2.1. MARCO CONCEPTUAL.**

##### **2.1.1. RESIDUOS AGROINDUSTRIALES ENRIQUECIDOS:**

Los residuos agroindustriales son una fuente prometedora y renovable de compuestos de interés industrial, en especial en la industria farmacéutica, debido a que contienen fitoquímicos con características bioactivas y propiedades farmacológicas. Los alimentos funcionales son aquellos que aportan nutrientes, los cuales poseen componentes bioactivos que ejercen efectos farmacológicos modulando funciones terapéuticas en el cuerpo resultando beneficiosos para la salud, este efecto prometedor ha sido atribuido a los compuestos fenólicos los cuales son distribuidos comercialmente como productos nutracéuticos. (Segura, Guerrero, Posada, Mojica, & Mora, 2015)

Según (Saval, 2012) algunos datos que sirven para tener una idea del volumen de residuos que generan otros tipos de industrias son los siguientes: la industria de la cerveza solamente utiliza el 8% de los componentes del grano, el resto 92%, es un residuo; la industria del aceite de palma utiliza el 9%, el 91% restante es un residuo; la industria del café utiliza el 9.5%, el 90.5% restante es un residuo y la industria del papel utiliza menos del 30%, el resto es un residuo. Al investigar una ocasión de aprovechamiento de los residuos, se hace necesaria su caracterización para estar fuerte en su composición, la calidad de sus componentes y la cantidad que se genera, con esto se pueden concretar las tecnologías más apropiadas para su utilización y posterior tratamiento.

Relacionado a esto último, es de esperar que después del aprovechamiento de un residuo se genere un siguiente residuo más agotado que podría tener otra aplicación, o bien, convertirse en un desecho. En la búsqueda de oportunidades de aprovechamiento de residuos este aspecto deberá ser considerado, con un enfoque de responsabilidad ambiental.

En la actualidad el alto desarrollo de la industria conlleva a la generación de residuos, de igual forma que al perfeccionamiento e implementación de nuevas técnicas o métodos para el aprovechamiento de éstos. En el proceso productivo de los alimentos, además del producto deseado, se generan subproductos, residuos y productos fuera de norma (Méndez, 1995), cada uno de los cuales pueden servir para consumo humano o animal y aplicación industrial, lo que traería beneficios económicos.(Valorization-fruits–in, 2008).

Son muchas las actividades agroindustriales que generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos; bien sea a nivel primario, la agricultura, o producción pecuarias o en procesos de transformación con materia prima de origen biológico. Esto ha motivado a diferentes instituciones a adelantar proyectos o investigaciones tendientes a propiciar el aprovechamiento de los mismos generando diferentes alternativas de aprovechamiento que han sido estudiadas e implementadas.

El término “residuos”, se aplica a aquellos que pueden tener o no un valor comercial, porque son poco comunes o porque se generan en bajas cantidades, sin embargo, algunos de sus constituyentes aún en baja proporción, le pueden conferir algún interés para su utilización. Desde este punto de vista, los términos “subproducto” y “residuo” podrían utilizarse como sinónimos, no así el término “desecho”, que está referido a aquellos materiales que no tienen algún valor comercial, ni poseen atributos de interés para ser utilizados en algún proceso, por lo que se consideran como basura y se les debe dar una disposición final. (Saval, 2012)

Así como el residuo de la industria henequenera, cuya producción está muy localizada en la península de Yucatán, existe una gran diversidad de residuos en todo el mundo, por lo que es de entender que las soluciones que plantean diversos investigadores vayan encaminadas a resolver problemas locales muy específicos.

La amplia aplicación de los residuos agroindustriales se centraliza en la biotecnología, pues éstos son utilizados como sustratos en la producción de microorganismos, como por ejemplo; la obtención de una cepa de *Aspergillus niger*, mediante la fermentación sólida de residuos de soya y salvado de trigo, a nivel laboratorio Castilho et al. (2000), para la producción de pectinasas a ser utilizadas en la industria de alimentos en procesos de concentración de jugos de frutas, procesos de extracción de aceites y pigmentos vegetales, así como de obtención de celulosa.

A partir de mazorcas y olotes, cáscara de avena y bagazo de caña por fermentación sumergida a nivel de laboratorio, con una cepa de *Penicillium janthinellum*, se obtuvieron

enzimas xilanolíticas para ser utilizadas como aditivo en alimentos de aves de corral, fabricación de pastas, harina de trigo y procesos de blanqueo en la industria química (Oliveira et al., 2006). Con el mismo objetivo, Fanchini et al. (2010), utilizaron bagazo de caña, salvado, avena, residuos de cebada y cáscara de yuca como sustrato.

Se mencionan también aquellos estudios donde mediante un proceso de fermentación se lleva a cabo la desintoxicación de los residuos, para permitir un aprovechamiento posterior de éstos; por ejemplo: el desarrollo de *Pleurotus* en residuos provenientes de la extracción del aceite de oliva (Zervakis et al., 1996) o la catálisis con enzimas de *Aspergillus niger* (Bouzid et al., 2005), así como la digestión anaerobia de residuos de yuca con *Bacillus* sp. (Obeta et al., 2007).

En Brasil, Loss et al. (2009), utilizaron los residuos provenientes del procesamiento del maíz en un cultivo a nivel piloto con una cepa de *Pleurotus* sp., para obtener un sustrato útil en la producción de setas comestibles.

Entre los reportes encontrados en la literatura sobre el tema, se encuentran también la utilización de residuos agroindustriales para incrementar el valor nutricional y producir alimento animal; entre estas investigaciones está el estudio de Erdman & Reddy (1987) quienes produjeron un alimento para rumiantes rico en nitrógeno, mediante la fermentación de desechos de aves de corral, cerdos, ganado de engorda y suero de queso con los microorganismos presentes en los residuos.

Otro ejemplo de estudio enfocado a la producción de proteína unicelular para el enriquecimiento de alimentos balanceados para animales están: la fermentación de residuos de vaina y pulpa de calabaza con *Saccharomyces cerevisiae* (Essien et al., 1992) y la fermentación del bagazo de caña de azúcar con *Candida tropicalis* (Pessoa et al., 1996). También se cita el estudio de Kaur & Saxena (2004), quienes generaron un alimento para peces, al mezclar residuos de malta provenientes de la fabricación de la cerveza con desechos de aves de corral y estiércol de vacas. En diferentes términos el "Enriquecimiento" se emplea para definir procesos de Fermentación en Estado Sólido en residuos agroindustriales como la saccharina.

### **2.2.1 SACCHARINA:**

La Saccharina es un producto obtenido por fermentación de los tallos de caña de azúcar desprovistos de las hojas, de acuerdo a la tecnología desarrollada.

El objetivo que se persigue al fermentar la caña de azúcar, es obtener un producto de mayor calidad, por el nivel y tipo de proteínas que se producen durante el proceso en la biomasa proteica de microorganismos que se desarrollan a partir de la microflora epifítica presente en la caña de azúcar, los que se nutren de los azúcares presentes y cuyo desarrollo se favorece con el aporte de pequeñas cantidades de urea y sales minerales. Este proceso se realiza mediante la fermentación en estado sólido.

A diferencia de las fermentaciones en cultivo sumergido, la fermentación en estado sólido se realiza en presencia de una cantidad limitada de agua, en muchos casos, la propia que contiene el producto a fermentar. Ese tipo de fermentación presenta indiscutibles ventajas para su implementación a nivel de finca ya que, no requiere de la adición de agua; no se generan residuales; se retiene en el producto metabolitos como vitaminas, aminoácidos y enzimas, de utilidad para el animal que consume el producto y se reduce el contenido de carbohidratos solubles en el producto.(Vivas & Carvajal)

Son numerosos e interesantes los trabajos de investigación que se han desarrollado con la saccharina utilizada en la alimentación animal, entre ellos, se puede mencionar la posibilidad de sustituir un alto porcentaje de los cereales por saccharina en la elaboración de concentrados para animales. (Vivas & Carvajal)

### **2.3.1. FERMENTACION EN ESTADO SOLIDO:**

Uno de los métodos más prometedores para la producción de proteína no convencional lo constituye la Fermentación en Fase Sólida (FFS) de los residuos lignocelulósicos, lo cual está determinado en primera instancia, por los grandes volúmenes de estos residuos que se producen anualmente en el mundo, y en segundo lugar, por las ventajas que tiene el sistema de FFS sobre las fermentaciones sumergidas convencionales. (Julián Ricardo & Ramos Sánchez, 2007)

La alimentación animal, históricamente ha competido por materias primas con la alimentación humana, ya que algunas de ellas como el maíz, el sorgo, la soya, etc. Se constituyen en la base de los alimentos concentrados y es allí donde se genera la rivalidad

entre estos; en este momento, a dicha disputa entra un tercer actor y son los biocombustibles, los cuales se basan para su producción en muchos de estos cereales y granos, escaseándolos y por ende encareciéndolos; por tal razón, es necesario plantear alternativas de alimentación animal basada en fuentes y alimentos no convencionales (residuos de cosecha, materiales fibrosos, desechos de la industria, etc.) y es aquí, donde opciones biotecnológicas como las fermentaciones y en especial la fermentación en estado sólido (FES), se consolidan como una alternativa para la generación de alimentos proteico-energéticos de buena calidad y de bajo costo.

Esto necesariamente mejorará la rentabilidad del agro-negocio ganadero y en general de las producciones pecuarias, dando una alternativa económicamente viable y ambientalmente sostenible, si se piensa en estos residuos como posibles contaminantes ambientales si no se les da un manejo adecuado.

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, con alto grado de anaerobiosis, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones.(Borrás-Sandoval & Torres-Vidales, 2016)

#### **2.4.1. BLOQUES NUTRICIONALES:**

Los bloques multinutricionales (BMN) son suplementos balanceados donde se incluyen de preferencia forrajes de alta calidad, ingredientes proteicos y/o energéticos, así como minerales y vitaminas. Además se incorpora nitrógeno no proteico (NNP), principalmente en forma de urea, y los ingredientes que hacen posible la solidificación y formación del bloque (melaza, cal y cemento).

Los BMN son diseñados para servir como alimento estratégico durante la época seca, resultando en un mejoramiento de la ganancia de peso vivo. En situaciones extremas evitan las excesivas pérdidas de peso en los animales y por consiguiente reducen la mortalidad. Un aspecto muy importante a considerar con los BMN es que pueden ser el medio de suplementar ciertos nutrientes deficitarios, que en muchas ocasiones evitan el uso eficiente del forraje.

Los BMN constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos y que contienen una alta concentración de energía, proteína y minerales, principalmente. Son

elaborados utilizando urea, melaza y un agente solidificante. En forma adicional, pueden incluirse minerales, sal y una harina que proporcione energía. Generalmente, el uso de los BMN ha sido como una forma de alimentación estratégica durante la época seca, son resistentes a la intemperie y es consumido lentamente por lo que garantiza el consumo dosificado de la urea.

Los bloques se pueden elaborar con gran variedad de ingredientes, dependiendo de la oferta en la finca, en el mercado, la facilidad para adquirirlos y el valor nutritivo de los mismos. Se han realizado diferentes ensayos para determinar la cantidad óptima de cada ingrediente para elaborar BMN de excelente calidad nutricional.(Araujo, 2005)

### **2.5.1. INGREDIENTES:**

(Paucar, 2014) cita que la FAO (2010), demuestra que en los bloques nutricionales se puede emplear semillas de cereales, hojas de cereales, cascarilla o pulpa de café, pasto seco, bagazo de caña, olote molido, harina de maní, y tusa de maíz, entre otros.

- **La Melaza:** Suministra energía y es un disolvente para regenerar la palatabilidad y mantener el bloque en buen estado.
- **Cal o cemento:** Beneficia a endurecer el bloque.
- **Sal mineral:** Provee de sales minerales.
- **La harina de maíz, sorgo, maní, carne y hueso:** Sirven como relleno y es fuente de carbohidratos y proteínas.
- **Molde:** Sirve para darle la forma de bloque. Puede ser construido de madera, o bien utilizar un balde, caja, cincho o prensa para hacer queso.
- **Plástico:** Sirve para separar el bloque del molde y evitar que se pegue o adhiera al mismo.(Paucar, 2014)

### **2.6.1. BENEFICIOS DE LOS BLOQUES NUTRICIONALES:**

FAO (2010), advierte que los bloques nutricionales es una forma de completar la alimentación con proteínas, energía y minerales. Se aprovechan los residuos de la cosecha, leguminosas y otros recursos disponibles en la finca. Es de uso inmediato y puede ser suministrado en todo tiempo. Además, los bloques nutricionales, pueden elaborarse

fácilmente en la propia finca, con componentes locales de tamaño y peso adecuado para su manipulación y transporte, de alta palatabilidad para los animales y sin desperdicio.(Paucar, 2014)

### **2.7.1. ELABORACION DE BLOQUES NUTRICIONALES:**

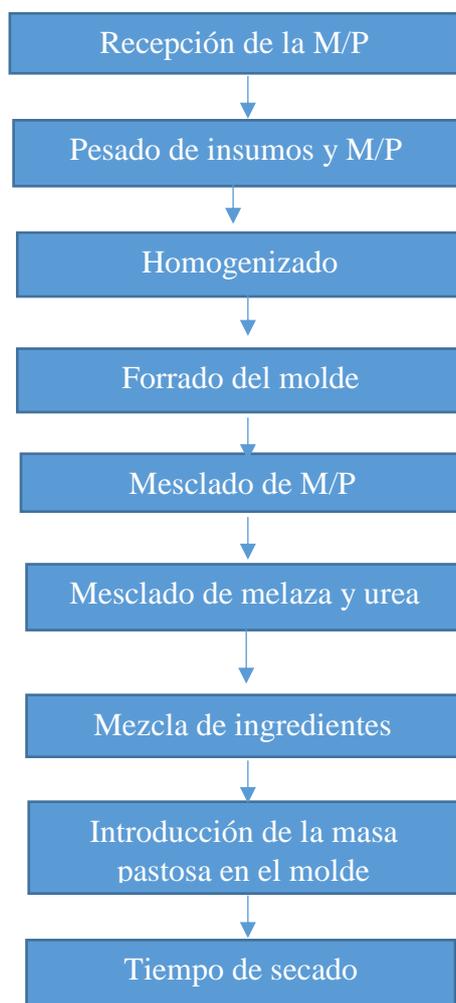
FAO (2010), menciona que en la elaboración de bloques nutricionales se puede seguir el siguiente procedimiento:

1. Pesar todos los ingredientes para precisar las cantidades.
2. Mezclar los ingredientes según el orden indicado: a la melaza se le agregan los minerales y el relleno en un recipiente, hasta lograr una mezcla consistente.
3. Acomodar o vaciar la mezcla en el molde de madera, o los que tenga disponible.
4. Dejar en reposo por espacio de 24 a 48 horas.
5. Empacar en bolsas de polietileno o bien en un saco o bolsa de cemento. Se debe dejar bien cerrada para evitar el ingreso de hormigas, roedores u otros animales.

Se recomienda reunir con anticipación todos los ingredientes y materiales que se van a utilizar en la elaboración de los bloques nutricionales. Los materiales necesarios son los siguientes:

- Una báscula con capacidad de al menos 50 kg; puede ser de cualquier tipo pero se recomienda que esté bien calibrada para evitar errores a la hora del pesado.
- Recipientes de plástico que sirvan como moldes; pueden ser cubetas cilíndricas de plástico, de diferentes capacidades. La forma cilíndrica evita que el animal pueda morder y consumir pedazos que podrían causarle problemas de intoxicación.
- Al menos dos palas para mezclar todos los ingredientes (homogenizar).
- Plástico negro (una bolsa por cubeta) para forrar la cubeta por dentro y evitar que la mezcla se pegue al molde.
- Un espacio con piso firme (de preferencia cementado) para revolver todos los ingredientes. Si no se tiene un piso firme, se puede utilizar un plástico negro grueso para hacer la mezcla. Se debe evitar que el bloque se contamine con tierra u otros materiales.

### 2.8.1. DIAGRAMA DE BLOQUE DE BLOQUES NUTRICIONALES (BN):



### 2.9.1. SUPLEMENTO ALTERNATIVO:

En muchos sistemas de producción, el uso de suplementos multinutrientes es necesario para obtener mayores niveles de productividad de pequeños rumiantes que consumen principalmente forraje. Una estrategia de la suplementación de rumiantes que consumen forrajes de baja calidad, sería la de maximizar la digestión y el consumo del forraje, tomando en cuenta que el suplemento no aporte nutrientes en exceso de los requerimientos del animal.

Según (Kawas, 2008) el consumo de materia seca de pequeños rumiantes en pastoreo está limitada por la capacidad del rumen y la tasa de desaparición de la materia seca en este órgano (Lu et al., 2005). Los cambios en el consumo de forraje ocurren como resultado de los cambios en la digestión y paso del alimento por el tracto digestivo, que están asociados

con el consumo de los nutrientes adicionales que reciben del suplemento. La suplementación de energía y proteína tienen una influencia positiva sobre el crecimiento y el desempeño reproductivo de los caprinos en pastoreo.

## 2.4. MARCO REFERENCIAL.

En dicha investigación de (Mahecha & Rosales, 2005) menciona que dadas las particularidades propias de los pastos tropicales, con bajos niveles de proteína digestible y alta tasa de fibra, el follaje de leguminosas arbustivas y arbóreas ha sido destacado en muchos casos como una estrategia nutricional en la suplementación de rumiantes en el trópico, principalmente durante los períodos de insuficiencia de forraje.

Sin embargo según (Mahecha & Rosales, 2005) reporto un estudio realizado por (Wanjau et al 1998) que hay evidencias que especies de plantas no leguminosas como *Tithonia diversifolia* acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, tiene altos niveles de fósforo, un gran volumen radicular, una destreza especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema. Además, (Ríos 1998) pronuncia que tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo.

Los resultados primordiales indican que las hojas de *Tithonia diversifolia* presentan una buena degradabilidad tanto de la materia seca como de la proteína ya que en un corto período de tiempo de permanencia en el rumen logran ser degradadas en un alto porcentaje, situación que debería ser aprovechada en nutrición animal.

En otra investigación realizada por (Savón, Gutiérrez, Ojeda, & Scull, 2005) investigaron el uso de harinas de follajes de plantas tropicales, en reemplazo parcial o total de las proteínas provenientes de los cereales para la alimentación de animales monogástricos

La investigación fue efectuada en cinco plantas: una arbustiva, morera (*Morus alba*); una arbórea, trichantera (*Trichantera gigantea*) y tres leguminosas temporales (*Canavalia ensiformis*, *Stizolobium niveum* y *Lablab purpureus*), señalan que la morera y la trichantera fueron las más promisorias, ya que indicaron los mejores indicadores nutricionales, físicos y fitoquímicos.

Dada la importancia que tienen los métodos prácticos para la obtención de las harinas, en esta mesa redonda se proporcionan los elementos técnicos imprescindibles para su elaboración.

A su vez, (Lopez, Castaño, Albarracin, & Goyes, 2012) mencionan que, como suplemento en dietas para bovinos, frente a otros procedimientos con y sin suplementación comercial. A todos los animales se les proporcionó una dieta balanceada que consistía en 18 Kg de pasto King grass (*Saccharum sinense*), 6 Kg de caña (*Saccharum officinarum*), 3 Kg de cogollo de caña (*Saccharum officinarum*), 3 Kg de gallinaza y 0,6 Kg de miel de panela, y suplemento ofrecido ad libitum a los tratamientos que lo requerían.

(Lopez et al., 2012) determino que, es una buena táctica nutricional para los productores de panela, que además de aprovechar adecuadamente el bagazo, ofrece la opción de conseguir un suplemento económico para bovinos de ceba con la utilización del bagazo enriquecido, con el hongo *Pleurotus ostreatus*, en la suplementación de bovinos en la fase de ceba, sustentando su amigabilidad con el medio ambiente, disponible y que da la posibilidad de producir el hongo *Pleurotus ostreatus* para su comercialización y consumo, el cual posee una proteína de alto valor biológico y medicinal.

(Zamora & Solano, 1994) cita en su investigación que evaluó el manejo de la saccharina (caña enriquecida) como suplemento en la alimentación de vacas lecheras de la época seca. La notabilidad que la saccharina ofrecida a los animales, fue totalmente consumida, lo que coincide con los resultados encontrados por Ruíz *et al* (1990), quienes demostraron que la saccharina puede ser utilizada sustituyendo niveles del 40% de la materia seca (MS) de la ración, sin afectar el consumo de la misma por el animal.

Los investigadores (Carvajal & Vivas, 2008) en su investigación utilizaron Saccharina rústica en dietas para cuyes que consiente en obtener parámetros productivos equivalentes a los alcanzados con dietas habituales, con menor costo de producción.

Dichos autores (Carvajal & Vivas, 2008) mencionan que la saccharina es una opción para la alimentación de animales monogástricos herbívoros y poligástricos en el trópico, debido a su valor nutricional, el cual es superior a la generalidad de los forrajes. También, puede originarse durante la época seca, cuando la oferta de forraje es crítica.

En otro estudio de (Cárdenas et al., 2008) realizaron el enriquecimiento del bagacillo de retorno mediante fermentación en estado sólido, con la adición de pulido de arroz e inóculos microbianos, para su uso en la alimentación del ganado bovino.

Menciona (Cárdenas et al., 2008) que la producción de Saccharina a partir de bagacillo de retorno (pachaquil) es una opción viable para la alimentación del ganado vacuno. El valor nutritivo con relación al contenido de proteína verdadera incremento (9.9 a 11.1%) con la

introducción del 20 % de pulido de arroz. En el incremento de la proteína verdadera, el Vitafert fue superior como inóculo, sin llegar a ser significativo. El pulido de arroz mejoró la proteína verdadera y la materia seca y redujo el contenido de fibra neutro detergente.

En otra investigación elaborado por (Mejía, Delgado, Mejía, Guajardo, & Valencia, 2011) presentaron una alternativa práctica de la utilización del nopal mediante la elaboración de bloques multinutricionales (BMN) y su manejo en la alimentación de corderos en crecimiento. Al nopal fresco picado se le añadió sorgo, soya, urea, minerales y yogurt natural, se dejó fermentar por dos semanas a temperatura ambiente y se elaboraron los BMN con un 25 % de nopal fermentado. Se utilizaron 20 corderos destetados con un peso vivo promedio de 17 Kg distribuidos en dos grupos (con y sin BMN), ambos grupos recibieron una dieta típica. Durante 57 días de experimentación se midió el consumo de alimento, consumo de BMN y el peso de los corderos.

En pronunciada investigación se pudo constatar que el uso de nopal fermentado para elaborar bloques multinutricionales es factible usando agentes secantes y aglutinantes; esta práctica, además de mejorar la calidad de los ingredientes como el nopal, es sencilla y económica que pueden realizar los productores. (Mejía et al., 2011)

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 3.1. LOCALIZACIÓN.

La formulación y la caracterización de los bloques nutricionales a base de residuos agroindustriales enriquecidos en proteína microbiana se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica ubicada en el 2 ½ Km vía Tena de la Provincia de Pastaza.

Las condiciones meteorológicas en que se realizó la experimentación se presentan en la Tabla.

1

*Tabla 1. Condiciones meteorológicas de la Ciudad de Puyo.*

Datos meteorológicos	Valores promedio
Humedad Relativa (%)	69 a 89%
Temperatura promedio (°C)	16°C a 25°C
Precipitación (mm)	159 mm a 296 mm
Viento	14 km/h - E
Zona ecológica	Bosque semi húmedo tropical

Fuente: Climatología.

#### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El procedimiento metodológico que se aplicó para la ejecución del proyecto fue de tipo *Experimental*, pues se realizó varios tratamientos para la formulación de los bloques nutricionales, obtenidos por fermentación en estado sólido (FES) de los residuos agroindustriales generados en los mercados del cantón Pastaza, mismos que fueron evaluados mediante parámetros físico químicos.

Las variables que determinaron son:

### 3.2.1. DETERMINACION BROMATOLOGICA DE LOS RESIUDOS ENRIQUECIDOS.

- Determinación de Humedad (%)
- Determinación de Proteína (%)
- Determinación de Fibra Cruda (%)
- Determinación de pH

### 3.2.2. FORMULACIÓN DE LOS BLOQUES NUTRICIONALES.

*Tabla 2. Formulación de los bloques nutricionales.*

INGREDIENTE	T1	T2	T3
SACCHARINA	30	0	15
RESIDUOS ENRIQUECIDOS	0	30	15
MAIZ	10	10	10
SALVADO DE TRIGO	-	-	-
PASTA DE SOYA	5	5	5
MELAZA	30	30	30
UREA	10	10	10
SALES MINERALES	5	5	5
CAL	10	10	10

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

### 3.2.3. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUÍMICOS DE BLOQUES NUTRICIONALES.

- Determinación de Humedad (%)
- Determinación de Proteína (%)
- Determinación de Fibra Cruda (%)
- Determinación de pH
- Resistencia a la compresión (g/cm<sup>2</sup>)

### 3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

El método que se aplicó en la presente investigación fue el método científico, pues se formuló una pregunta o hipótesis acerca del efecto que tendrá la variación de los ingredientes del bloque nutricional, la misma que puede ser aceptada o rechazada.

*¿La concentración de saccharina y residuos agroindustriales enriquecidos influirá sobre los parámetros físicos y químicos del bloque nutricional?*

### 3.4. FUENTES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

La investigación se obtuvo de las fuentes secundarias en la que se realizó un sondeo en revistas científicas, artículos científicos de revistas indexadas, tesis doctorales, páginas web y libros.

### 3.5. FUENTES DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente proyecto se realizó bajo un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento. El tamaño de la muestra a utilizada fue de 1Kg cada bloque. El tratamiento T1, correspondió a un saccharina 30%; T2, Residuos agroindustriales enriquecidos 30 % y T3, Mezcla de saccharina (SCH) 15% y residuos agroindustriales enriquecidos (RAE) 15%.

*Tabla 3. Esquema del Experimento.*

TRATAMIENTO	NIVEL (%)	REP.	TAMAÑO DE MUESTRA	TOTAL
T1 SCH	30	3	1 Kg	3 Kg
T2 RAE	30	3	1 Kg	3 Kg

T3	30	3	1 Kg	3 Kg
SCH+RAE				

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

### 3.5.1. Característica del diseño experimental.

*Tabla 4. Característica del diseño experimental.*

Contenido	Números
<b>Número de tratamientos</b>	3
<b>Número de repeticiones</b>	3
<b>Unidades experimentales</b>	9

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

## 3.6. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.

### 3.6.1. Determinación de humedad por pérdida de peso con estufa de vacío. (A.O.A.C. 1990)

Principio del método.

El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante en estufa de aire, a 105 °C.

### 3.6.2. Determinación de proteína Método Kjeldahl (A.O.A.C. 1984.)

Principio del método.

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:

a) Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso de ácido es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo.

b) Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico.

### **3.6.3. Determinación de fibra cruda. (A.O.A.C. 1990.)**

Principio del método.

Fibra cruda es la pérdida de masa que corresponde a la incineración del residuo orgánico que queda después de la digestión con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en condiciones específicas.

### **3.6.4. Determinación de pH. (NMX-F-315.)**

Principios del método.

El método, se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un aparato medidor de pH (potenciómetro).

## **3.7. TRATAMIENTO DE LOS DATOS.**

Se realizó un registro en EXCEL de los datos obtenidos.

Los resultados obtenidos, se efectuó un análisis de varianza y la prueba de Duncan, mediante el empleo del paquete informático InfoPath.

## **3.8. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.**

*Tabla 5. Recursos humanos.*

<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<b>PERSONAL DE INVESTIGACIÓN</b>
	Dra. Ana Chafla (Directora del proyecto)
	Ing. Derwin Víafara (Técnica de laboratorio)
	Ing. Edwin Aguirre (Asesor de investigación)
	Dr. Manuel Pérez (Consultor de la investigación)
	Dr. Amauri Pérez (Consultor de la investigación)
	Elaborado por: Ordoñez, 2018.

*Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en la investigación.*

MATERIALES	CANTIDAD
TACHOS RECOLECTORES DE RESIDUOS	10
SECADORA DE RESIDUOS	1
PALA DE MANO	2
DESHIDRATADORA	1
BALANZA	1
MOLDES PARA BLOQUES	15
ESTUFA DE SECADO	1
EQUIPO KJENDAHL	1
EQUIPO DETERMINACIÓN DE FIBRA	1
EQUIPO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	1

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

*Tabla 7. Insumos y Materias primas en la elaboración de los bloques nutricionales.*

INSUMOS	CANTIDAD
CAÑA DE AZÚCAR PICADA	10 Kg
RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	10 Kg
MAÍZ	10 Kg
PASTA DE SOYA	5 Kg
SALVADO DE TRIGO	10 Kg
MELAZA	25 Kg
SALES MINERALES	2 Kg
UREA	2 Kg
CAL/CEMENTO	10 Kg

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

## CAPÍTULO V

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1. RESULTADOS.

##### 4.1.1. Elaboración de los bloques nutricionales.

En la tabla 8. Se observa los residuos agroindustriales utilizados para la elaboración del bloque nutricional. Para el T1 la variación resalta en la adición de la Saccharina al 30% y sin adición de residuos agroindustriales enriquecidos, se mantiene constante los otros ingredientes. Para T2, se evidencia la adición de residuos agroindustriales en un 30% y sin adición de saccharina en este caso también se mantienen constantes los ingredientes y para el T3 el porcentaje de adición de la saccharina y residuos agroindustriales enriquecidos fue de 15% cada una.

*Tabla 8. Niveles de inclusión de residuos agroindustriales enriquecidos (RAE).*

INGREDIENTE	T1	T2	T3
SACCHARINA	30	0	15
RESIDUOS ENRIQUECIDOS	0	30	15
MAIZ	10	10	10
SALVADO DE TRIGO	-	-	-
PASTA DE SOYA	5	5	5
MELAZA	30	30	30
UREA	10	10	10
SALES MINERALES	5	5	5
CAL	10	10	10

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

##### 4.1.2. Composición bromatológica de las materias primas enriquecidas.

La composición bromatológica es un parámetro muy importante cuando se trata del empleo de nuevas materias prima a ser empleadas en la alimentación animal. En la Tabla 9, se muestra la composición de las materias primas que fueron añadidas en el bloque nutricional, materias primas que recibieron un proceso de enriquecimiento mediante fermentación en estado sólido.

Tabla 9. Análisis bromatológico de los residuos agroindustriales.

PARAMETROS	SACHARINA	*MEZCLA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	MEZCLA SACCHARINA RESIDUOS
pH	6,8	7,1	7,1
HUMEDAD (%)	12,27	12,82	13,54
PROTEINA (%)	13,19	11,63	12,62
FIBRA (%)	26,50	3,51	20,32

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

\* Harinas de: plátano, yuca y guayaba

El proceso de enriquecimiento que se aplicó a las materias primas permitió incrementar su valor nutricional. Al realizar la comparación de la Saccharina y la composición de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) en función de su contenido proteico, se observó un incremento de 11,69%, si tomamos como referencia el contenido proteico reportado por Aguirre, et al (2010) en caña fresca molida de 1,5%.

En cuanto al contenido de fibra de la Saccharina (26,50%) con respecto a la caña de azúcar sin enriquecimiento (27,99%), se observó una ligera reducción de la fibra en 1,49%. De acuerdo con Sotelo-Navarro, 2012, los procesos de fermentación en estado sólido permiten modificar la fibra, como lo demostró cuando realizó la deslignificación de la fibra insoluble, después de la FES, determinó una máxima degradación del 15,9% con el hongo *Cladosporium sp*; un 5,2 % con *Fusarium sp*; y un 5,8 % con *P. chrysosporium*.

El análisis bromatológico de la mezcla de residuos agroindustriales (harina de plato, yuca y guayaba) mostró similar comportamiento, en cuanto al incremento proteína, logando el objetivo de la FES que es el enriquecimiento de las materias primas de bajos contenidos nutricionales.

Las materias primas en mezcla como los residuos agroindustriales y la Saccharina –Residuos AGI, empleadas para la elaboración de bloques nutricionales, presentan contenidos de proteína (11,63% y 12,62%) y Fibra (3,51% y 20,32%) importantes en la alimentación animal.

#### 4.1.3. Efecto de adición de los diferentes residuos agroindustriales sobre la composición bromatológica de los bloques nutricionales.

Los diferentes tratamientos mostraron variación con respecto a la composición bromatológica, como se puede ver en la tabla 10.

*Tabla 10. Efecto de adición de los diferentes residuos agroindustriales sobre la composición bromatológica de los bloques nutricionales.*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Sig.</b>	<b>EE±</b>	<b>CV</b>
<b>pH</b>	8,47 <sup>c</sup>	8,3 <sup>b</sup>	7,1 <sup>a</sup>	0,0001	0,04	0,84
<b>HUMEDAD (%)</b>	16,97 <sup>a</sup>	18,48 <sup>b</sup>	18,03 <sup>b</sup>	0,0044	0,20	1,92
<b>PROTEINA (%)</b>	21,95 <sup>a</sup>	28,65 <sup>b</sup>	28,12 <sup>b</sup>	0,0001	0,16	1,04
<b>FIBRA (%)</b>	24,53 <sup>c</sup>	1,60 <sup>a</sup>	12,97 <sup>b</sup>	0,0001	0,67	8,87
<b>RESISTENCIA (Lb/f)</b>	198,37 <sup>a</sup>	233 <sup>c</sup>	223,17 <sup>b</sup>	0,0001	0,28	0,22
<b>° BRIX</b>	53,00 <sup>c</sup>	44,33 <sup>a</sup>	48,33 <sup>b</sup>	0,0008	0,79	2,83

Elaborado por: Ordoñez, 2018.

**a,b,c:** letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas  $P < 0,05$  según Duncan (1955);  $\pm EE$ : error estándar; CV: coeficiente variación

## 4.2. DISCUSION.

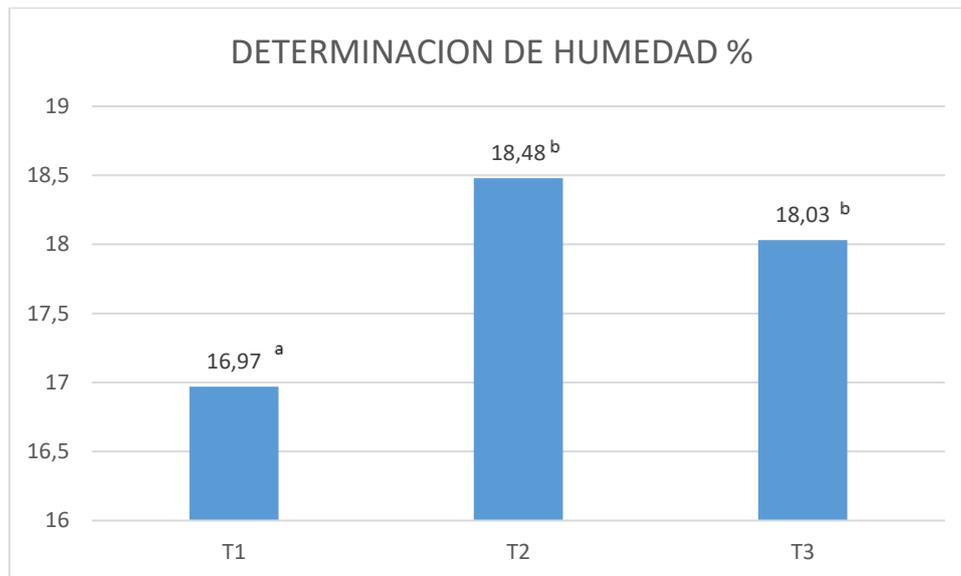
Con respecto a los valores de pH, todos los tratamientos mostraron diferencias significativas, siendo el T3 el que obtuvo el menor valor de pH. Los valores de pH son influenciados por los diferentes ingredientes adicionados en el bloque nutricional. (Fig.1)



*Figura 1. Determinación de pH*

Cerrato et al, 2007, estudiaron los efectos de las fluctuaciones del pH de los alimentos sobre la fermentación microbiana ruminal y demostraron que la disminución del pH por debajo de 6,0, afectó negativamente a la fermentación ruminal: disminución de la digestión de la materia orgánica y de la fibra, y cambios en el tipo de AGV producidos; en cambio a valores superiores de 6,0, no afectan la fermentación ruminal. De esta manera los valores de pH determinados en los bloques nutricionales no afectarían el metabolismo en los animales.

Para el porcentaje de humedad se observa que los tratamientos T2 y T3, no difieren significativamente; sin embargo el tratamiento T1, presentó significancia con respecto a T2 y T3. (Fig.2)

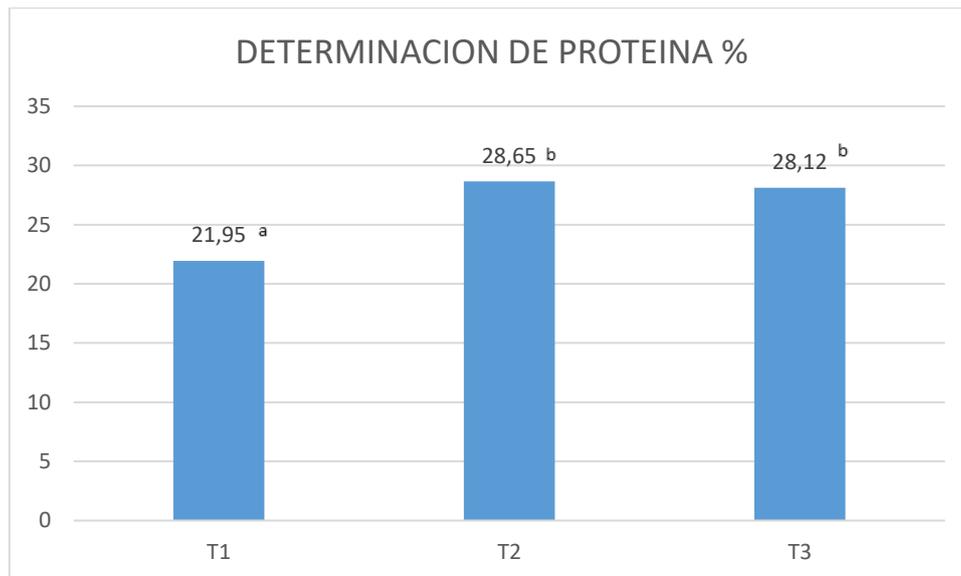


*Figura 2. Determinación de humedad.*

Bibe *et al.*, 2006, manifestaron que el contenido de Humedad podría afectar sobre la calidad y características de los bloques nutricionales, mencionan también que el agua es un componente cuya presencia es esencial para lograr una buena mezcla, posibilita el desarrollo de reacciones químicas para el endurecimiento del material y recomiendan porcentajes de agua entre 1,5 y 40% con niveles de melaza entre 0 y 40%.

Bibe *et al.*, 2001, mencionaron que, a valores superiores de humedad, disminuye la densidad y resistencia y explican que la disminución de estos parámetros ocurre cuando se supera el límite de humedad en la mezcla y el agua que no interviene en el fraguado del aglomerante, al evaporarse deja poros que debilitan dichos parámetros.

En lo que respecta al contenido de Proteína, los tratamientos T2 y T3 no presentaron significancia, pero si presentan significancia con el tratamiento T1 (Fig.3).

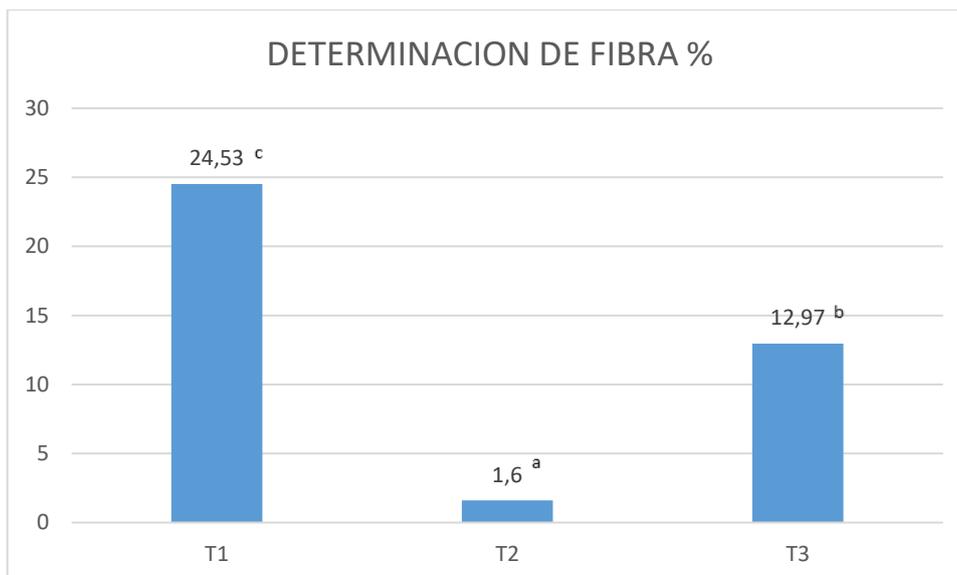


*Figura 3. Determinación de proteína.*

El incremento de proteína en los bloques nutricionales depende de la materia prima que se emplea para su elaboración. Para el presente estudio los valores de proteína se incrementaron por el proceso de enriquecimiento de las materias primas, cuya característica de los residuos agroindustriales empleados (caña de azúcar, plátano, yuca y guayaba) presentan bajos contenidos proteicos.

Rodríguez *et al.*, 2005, mencionan que el contenido proteico de la materia prima es importante debido a que ésta fracción nutritiva limita la producción de leche. Bautista y Araque (1991), sostienen que los bloques nutricionales, constituyen una estrategia alterna de suplementación de nutrientes a los rumiantes, que además de su fácil elaboración a nivel de fincas, permite el uso de materias primas del área.

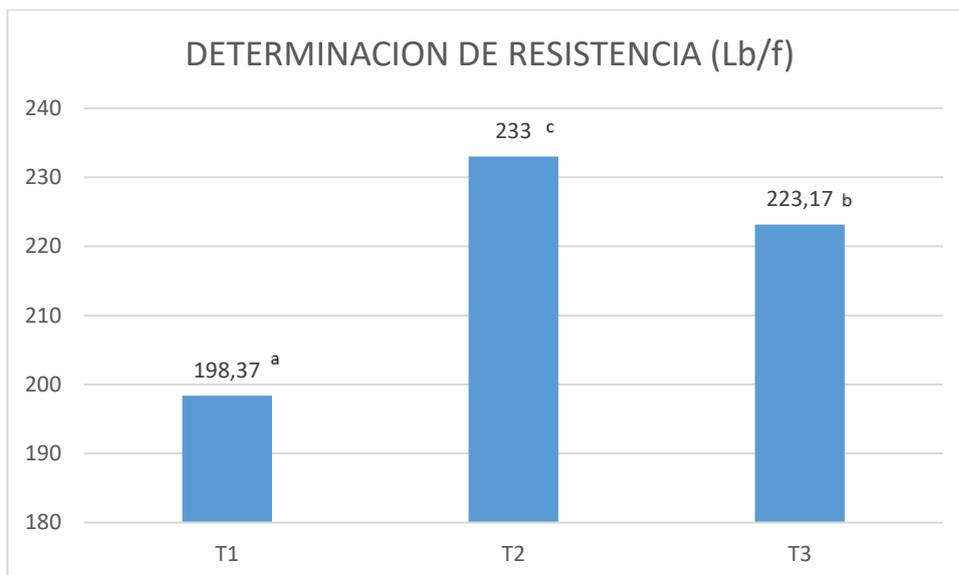
En cuanto al contenido de fibra existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T1 el que reportó el mayor valor. (Fig.4)



*Figura 4. Determinación de fibra.*

Los elementos fibrosos contienen cantidades variables de energía, proteína, minerales, vitaminas, sin embargo, su función principal en el bloque nutricional es el de absorber la humedad de las fuentes de energía líquidas empleadas en su composición, además de darle firmeza y amarre. Como fuente de fibras cortas se encuentran el salvado o afrecho de trigo y maíz, la tusa u olote de maíz picada, las cascarillas de girasol, maní, café, cacao y la pulpa de cítrico deshidratada; como fuentes de fibras largas utilizables se encuentran el bagazo de caña, el heno picado de múltiples plantas forrajeras, el pinzote o vástago y la cáscara de banano, plátano, coco, palmito y palma africana picada y seca. Estas fuentes aseguran la ligadura del bloque nutricional, por lo tanto deben ser usadas entre 3 y 5 % de la fórmula total. La única fuente de fibra que no se debe usar, puesto que no absorbe humedad es la cascarilla de arroz (Botero y Hernández, 1996).

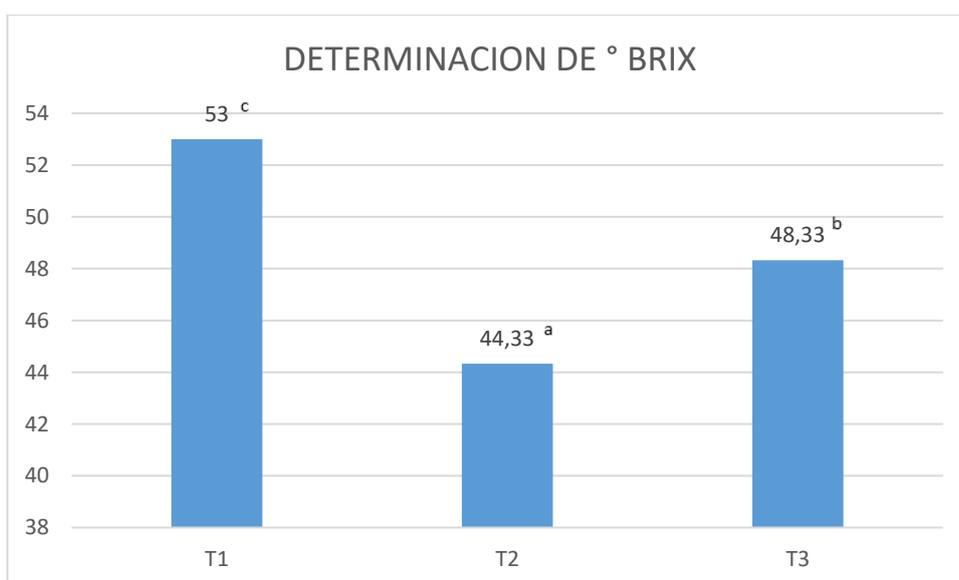
Todos los bloques fueron elaborados bajo la misma formulación, con la variación de la materia prima de estudio. La variante en la fabricación se debió al tipo de materia prima empleada para la elaboración. Se encontró que existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento T1 el que presentó el menor valor. (Fig.5)



*Figura 5. Determinación de resistencia a la compresión.*

Los valores obtenidos fueron similares a los reportados por Araujo et al. (1995), quien reportó valores de dureza de 2.99 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los valores de °Brix reportan un comportamiento similar a la fibra entre tratamientos, lo que determina que existió diferencia significativa. La miel utilizada para la elaboración de los bloques nutricionales mostró valor promedio °Brix, con valores que oscilaron entre 82.8 y 85 °Brix característica muy importante para lograr buena compactación.



*Figura 6. Determinación de ° Brix.*

Los °Brix determinados en la presente investigación se encuentra entre los 43 y 53 grados de promedio, debido a la adición de agua utilizada para la dilución de urea y sales minerales. (Fig.6)

Existen varias investigaciones acerca de la formulación de bloques nutricionales con el empleo de materias primas no convencionales de la zona, así:

(Mejía et al., 2011) en su investigación presenta una alternativa práctica del aprovechamiento del nopal mediante la elaboración de Bloques Multinutricionales (BM) y su utilización en la alimentación de corderos en crecimiento. Al nopal fresco picado se le adicionó sorgo, soya, urea, minerales y yogurt natural, se dejó fermentar por dos semanas a temperatura ambiente y se elaboraron los BM con un 25 % de nopal fermentado. En la composición bromatológica de esta investigación dieron como resultados un porcentaje de humedad del % 18.44, Proteína Cruda, de % 16.86 y Fibra Cruda, % 6.93

En otra investigación de (Fernández, San Martín, & Escurra, 1997) realizaron un estudio sobre la evaluación de la suplementación de melaza/urea con y sin proteína en bloques nutricionales utilización varias materias primas no tradicionales como la harina de pescado y polvillo de arroz en diferentes concentraciones lo que dieron como resultado en la composición bromatológica fueron un 50.66 % de proteína cruda y fibra cruda 9.33 %.

Según (Obispo & Chicco, 1993) evaluó el efecto de la densidad de oferta de Bloques Multinutricionales (BMN) sobre su consumo, promedio de ganancia diaria de peso y porcentaje preñez lo cual utilizo insumos no tan usados en la elaboración de bloques nutricionales como harina de algodón y harina de pescado dando como resultado en la composición bromatológica un porcentaje de proteína cruda 54,08 % y fibra cruda el 4,79%.

Los bloques nutricionales se muestran como una gran alternativa a la suplementación animal con un impacto en las producciones lecheras.

## **CAPITULO VI**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1. CONCLUSIONES.**

- Los análisis bromatológicos efectuados a las materias enriquecidas en proteína microbiana, mostraron incrementos considerables de Proteína y Fibra, en relación a las materias primas sin enriquecimiento, los valores encontrados de proteína en la saccharina fue de 13,19% como el valor más alto y 11,63% de proteína que corresponde a los residuos agroindustriales a base de harina de yuca, plátano y guayaba como el de menor valor, lo que demuestra que el proceso de enriquecimiento permitió incrementar el valor nutricional de las materias primas empleadas en la elaboración de bloques nutricionales. Cabe recalcar que el proceso de enriquecimiento no solo incrementa su valor en proteína sino también se logra modificar la fibra insoluble como el caso de la saccharina de 26,50% FC.
- Los bloques nutricionales representan una alternativa para suministrar nitrógeno, minerales y otros nutrientes, lo que permitirá emplearlos como suplementos en la alimentación animal, siempre y cuando se adquiera materias primas de bajo costo como los residuos de la agroindustria, con los cuales se logró elaborar bloques con altos contenidos en proteína, para T2 con un valor de 28.65% y una resistencia de 233 Lb/f en el caso del tratamiento T2.

#### **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Comprobar la eficiencia de los bloques nutricionales como una alternativa nutricional en la producción de leche en ganaderías de doble propósito de la provincia de Pastaza.
- Utilizar como fuente de fibra una materia prima que de buena cohesión en la elaboración de bloques nutricionales que garanticen la durabilidad de este en el tiempo.
- Los bloques nutricionales se deben almacenar en lugares frescos y secos debido a que la absorción de la humedad en el bloque, puede provocar crecimiento microbiano.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Araujo, O. (2005). Los bloques multinutricionales: una estrategia para la época seca. *Cal*, 8, 10.
- Borrás-Sandoval, L., & Torres-Vidales, G. (2016). Producción de alimentos para animales a través de fermentación en estado sólido—FES. *Orinoquia*, 20(2), 47-54.
- Cárdenas, J., Aranda, E., Hernández, D., Lagunes, L., Ramos, J., & Salgado, S. (2008). Obtención de un alimento fermentado en estado sólido a partir del bagacillo de retorno, pulido de arroz e inóculos. Su utilización en la alimentación animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2).
- Carvajal, J., & Vivas, N. (2008). Evaluación del reemplazo parcial del forraje *Axonopus* sp por *Saccharina rustica* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Nota técnica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(3).
- Fernández, G., San Martín, F., & Ecurra, E. (1997). Uso de bloques nutricionales en la suplementación de ovinos al pastoreo. *Rev. Inv. Pec*, 8, 29.
- Julián Ricardo, M. C., & Ramos Sánchez, L. B. (2007). Fermentación en estado sólido (I). Producción de alimento animal. *Tecnología química*, 27(3).
- Kawas, J. (2008). Producción y utilización de bloques multinutrientes como complemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos: la experiencia en regiones semiáridas. *Tecnología & Ciencia Agropecuaria*, 2(3), 63-69.
- Lopez, F., Castaño, N., Albarracín, L., & Goyes, P. (2012). Uso del bagazo enriquecido con el hongo *pleurotus ostreatus*, en dietas para bovinos estabulados en ceba. *INGRESAR A LA REVISTA*, 10(2), 25-33.
- Mahecha, L., & Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 17(9), 1.
- Mejía, J., Delgado, J., Mejía, I., Guajardo, I., & Valencia, M. (2011). Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Acta Universitaria*, 21(1).
- Obispo, N., & Chicco, C. (1993). Evaluación de la densidad de oferta de bloques multinutricionales en bovinos. *Zootecnia Tropical*. XI, 193-209.
- Paucar, D. (2014). *Evaluación del efecto del uso de bloques nutricionales como dieta suplementaria en la alimentación de cuyes destetados (Cavia Porcellus)*.
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14-46.
- Savón, L., Gutiérrez, O., Ojeda, F., & Scull, I. (2005). Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas. *Pastos y forrajes*, 28(1).
- Segura, C., Guerrero, C., Posada, E., Mojica, J., & Mora, W. (2015). Caracterización de residuos de la industria vinícola del valle de Sáchica con potencial nutricional para su aprovechamiento después del proceso agroindustrial. *Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo ENID*, 2.
- Valorization-fruits—in, a. w. (2008). Valorización de residuos agroindustriales—frutas—en Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 61(1), 4422-4431.
- Vivas, N., & Carvajal, J. *Saccharina rustica* una aplicación biotecnológica para la alimentación animal *rustic saccharine*, a biotechnological application for animal feeding.
- Zamora, R., & Solano, R. (1994). Evaluación de la *Sacharina* seca (caña enriquecida) como suplemento en la alimentación de vacas lecheras en la época seca. *Agronomía Mesoamericana*, 5(1), 50-58.

# CAPÍTULO VII

## ANEXOS.

*Anexos 1. Preparación de insumos.*



*Anexos 2. Mesclado de insumos y materia prima.*



*Anexos 3. Determinación de composición bromatológica.*

