	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<small>Documento</small> <b>F-AC-DBL-007</b>	<small>Código</small> <b>10-04-2012</b>	<small>Fecha</small> <b>10-04-2012</b>
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<small>Dependencia</small> <b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>	<small>Aprobado</small> <b>1(54)</b>		

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>MARÍA ISABEL GONZÁLEZ SUÁREZ OLGER PEREZ PEREZ</b>		
<b>FACULTAD</b>	<b>CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>TECNOLOGÍA AGROPECUARIA</b>		
<b>DIRECTOR</b>	<b>CESAR AUGUSTO URON CASTRO</b>		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>EVALUACIÓN DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL A BASE DE LEVADURA DE CERVEZA (<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>) PARA GANANCIA DE PESO EN TERNEROS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA.</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p>UNOS DE LOS PROBLEMAS IMPORTANTES EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL ES LA CALIDAD DE LOS FORRAJES EL CUAL SE CONVIERTE EN UNA LIMITACIÓN, YA QUE NOS AFECTA LA FLORA MICROBIANA DEL RUMEN Y POR ENDE LA GANANCIA DE PESO.</p> <p>ES POR ESTO QUE ES NECESARIO BUSCAR ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN QUE NOS BENEFICIE LA FLORA RUMINAL, ESTO LO PODEMOS LOGRAR CON SUPLEMENTOS COMO EN ESTE CASO LA UTILIZACIÓN DE LA LEVADURA.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>PÁGINAS: 54</b>	<b>PLANOS:</b>	<b>ILUSTRACIONES:</b>	<b>CD-ROM: 1</b>



EVALUACIÓN DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL A BASE DE LEVADURA DE  
CERVEZA ( *Saccharomyces Cerevisiae*) PARA GANANCIA DE PESO EN TERNEROS  
DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER OCAÑA.

MARÍA ISABEL GONZÁLEZ SUÁREZ  
OLGER PEREZ PEREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DE AMBIENTE  
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA  
OCAÑA  
2014

EVALUACIÓN DE UN SUPLENTO NUTRICIONAL A BASE DE LEVADURA DE  
CERVEZA ( *Saccharomyces Cerevisiae*) PARA GANANCIA DE PESO EN TERNEROS  
DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER OCAÑA

MARÍA ISABEL GONZÁLES SUAREZ  
OLGER PEREZ PEREZ

Proyecto presentado como requisito para optar por el título de Tecnólogos Agropecuarios

Director  
CESAR AUGUSTO URON CASTRO  
Zootecnista

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DE AMBIENTE  
TECNOLOGÍA AGROPECUARIA  
OCAÑA  
2014

## CONTENIDO

	Pág.
1. <u>EVALUACIÓN DE UN SUPLENTO NUTRICIONAL A BASE DE LEVADURA DE CERVEZA ( <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>) PARA GANANCIA DE PESO EN TERNEROS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</u>	9
1.1 <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	9
1.2 <u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	9
1.3 <u>OBJETIVOS</u>	9
1.3.1 General	9
1.3.2 Específicos	9
1.4 <u>JUSTIFICACIÓN</u>	9
1.5 <u>DELIMITACIONES</u>	10
1.5.1 Geográfica	10
1.5.2 Conceptual	10
1.5.3 Operativa	10
1.5.4 Temporal	10
2. <u>MARCO REFERENCIAL</u>	11
2.1 <u>MARCO HISTÓRICO</u>	11
2.1.1 Antecedentes históricos a nivel mundial	11
2.1.2 Antecedentes históricos a nivel nacional	13
2.1.3 Antecedentes históricos a nivel local	19
2.2 <u>MARCO CONCEPTUAL</u>	20
2.2.1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> es una levadura, un hongo unicelular, del grupo de los ascomicetos.	20
2.2.2 Usos de la levadura de cerveza	20
2.2.3 Características de los terneros	21
2.2.4 Alimentación del ganado	22
2.2.5 Manejo del recurso forrajero	22
2.2.6 Producción y demanda de forraje por bovinos en pastoreo	22
2.2.7 Carga animal adecuada	22
2.2.8 Plan de flujo en un hato	23
2.2.9 Requerimientos nutricionales	24
2.2.10 Suplementación estratégica	25
2.2.11 Vitaminas y minerales	26
2.2.12 Síntesis	27
2.3 <u>MARCO TEÓRICO</u>	27
2.3.1 Microorganismos en el rumen	27
2.3.2 Población microbiana	28
2.3.3 Bacterias	28
2.3.4 Hongos	29
2.3.5 Protozoos	30

2.3.6 Los ciliados difieren de las bacterias en varios aspectos	30
2.3.7 PH del rumen y su regulación	31
2.3.8 Metabolismo de hidratos de carbono	32
2.3.9 Azucares	33
2.3.10 Celulosa	33
2.3.11 Lignina	33
2.3.12 Metabolismo del nitrógeno	34
2.3.13 Metabolismo de grasas	36
2.3.14 Saccharomyces cerevisiae	36
2.4 <a href="#">MARCO LEGAL</a>	37
2.4.1 Ley No 1659 – 15 Julio del 2013	37
2.4.2 LEY DE CARNES N° 19.162	37
3. <a href="#">DISEÑO METODOLÓGICO</a>	41
3.1 <a href="#">TIPO DE INVESTIGACIÓN</a>	41
3.2 <a href="#">POBLACION</a>	44
3.3 <a href="#">MUESTRA</a>	44
3.4 <a href="#">HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS</a>	45
3.5 <a href="#">PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION</a>	45
4. <a href="#">DISCUSIONES Y RESULTADOS</a>	46
5. <a href="#">CONCLUSIONES</a>	47
6. <a href="#">RECOMENDACIONES</a>	48
<a href="#">BIBLIOGRAFIA</a>	49
<a href="#">REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRONICAS</a>	50
<a href="#">ANEXOS</a>	51

# 1. EVALUACIÓN DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL A BASE DE LEVADURA DE CERVEZA ( Saccharomyces Cerevisiae) PARA GANANCIA DE PESO EN TERNEROS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Unos de los problemas importantes en la alimentación animal es la calidad de los forrajes el cual se convierte en una limitación, ya que nos afecta la flora microbiana del rumen y por ende la ganancia de peso.

Es por esto que es necesario buscar alternativas de alimentación que nos beneficie la flora ruminal, esto lo podemos lograr con suplementos como en este caso la utilización de la levadura.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será posible que con esta evaluación que se hará, se logre alcanzar su objetivo como es la ganancia de peso en los terneros de la granja experimental de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, a base de la levadura de cerveza (saccharomyces cerevisiae)?

## 1.3 OBJETIVOS

**1.3.1 General.** Evaluar la ganancia de peso con una suplementación a base de levadura de cerveza en los terneros de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

**1.3.2 Específicos.** Determinar la ganancia de peso con el uso del suplemento a base de levadura de cerveza (Saccharomyces Cerevisiae).

Analizar la cantidad necesaria Del suplemento alimenticio, para cubrir los requerimientos nutricionales de los terneros en la granja experimental.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se presentan inconvenientes en el aseguramiento de alimento para la producción pecuaria de la región y del país, generados por la escases de cosechas que son afectadas por los fenómenos climáticos que ocasionan largos periodos de sequía e invierno, lo cuales destruyen los cultivos existentes e impiden la recolección de los mismos.

Los sistemas de producción pecuario sobre todo los bovinos utilizan una dieta alimenticia a base de pasto, maíz u otros cultivos. Con la situación climática actual se puede apreciar que para desarrollar un sistema de producción se debe considerar en primera instancia el aseguramiento del alimento.

Debido a esta se ve la necesidad de realizar un proyecto en busca de reducir los costos de alimentación y evaluar la respuesta nutricional con la suplementación de la levadura de cerveza (*saccharomyces cerevisiae*), pretendiendo mejorar la ganancia de peso en los terneros y monitoreando los cambios que se puedan presentar en la generación de leche del proyecto bovino de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

Los resultados obtenidos pueden ser utilizados en actividades de extensión que adelanta la universidad en sistemas de producción a pequeña escala en la zona de influencia y fortalecer la investigación institucional, en la rama de mejoramiento alimenticio de los proyectos bovinos.

Finalmente, el conocimiento obtenido en la aplicación de métodos de alimentación y nutrición más adecuada para los terneros, sólo pretende mejorar la condición corporal del animal sin que afecte de manera significativa la producción de leche de este ganado.

## **1.5 DELIMITACIONES**

**1.5.1 Geográfica.** La investigación se desarrollará en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, ya que en dichas instalaciones se cuenta con las herramientas necesarias para el desarrollo del estudio nutricional.

**1.5.2 Conceptual.** La temática del proyecto se enmarcará en los siguientes conceptos: levadura de cerveza, características de los terneros, ganancia de peso corporal, dieta alimentaria, características morfológicas del ganado.

**1.5.3 Operativa.** El cumplimiento de los objetivos del siguiente estudio puede ser afectado por distintos factores, (que el ternero no acepte este suplemento, la no suministración de la ración a los terneros, la mala toma a la hora del pesaje a los terneros, no tener los tratamientos adecuados para esta evaluación del suplemento). De surgir en el desarrollo del mismo, algún inconveniente que amerite modificaciones significativas, estas serán consultadas con el director del mismo y comunicadas al Comité Curricular.

**1.5.4 Temporal.** El presente proyecto tendrá una duración aproximada de 8 semanas a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto, como se muestra en el cronograma de actividades.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO HISTÓRICO

**2.1.1 Antecedentes históricos a nivel mundial.** En la búsqueda de información realizada sobre estudios a nivel mundial,

Antiguamente, el productor tenía una rutina bien definida que garantizaba su subsistencia y rentabilidad. Había una época determinada para la siembra y la cosecha y los animales eran criados en forma extensiva y sin mucho uso de tecnologías. Los bovinos de corte eran faenados con 4 a 5 años, mientras que las vacas lecheras producían menos de 10 litros de leche por día. Hoy, tanto la economía como el clima son diferentes y han cambiado muy rápidamente. La agricultura cuenta actualmente con niveles de alta precisión y podemos calcular hasta los mejores horarios para el sembrado y cosecha. En la producción, los índices zootécnicos están acompañados por el mejoramiento genético y continuos conocimientos en el área de manejo y nutrición. Junto a estos, se desarrollaron varias tecnologías y, diariamente, surgen novedades en el campo para auxiliar al productor para que maximizar su rentabilidad.

Los aditivos nutricionales han sido ampliamente utilizados y recomendados por nutricionistas, permitiendo un "ajuste fino" en las dietas. Uno de los principales aditivos utilizados en la nutrición de rumiantes es el cultivo de levadura. Este término genérico se refiere al producto que contiene células de levadura y el medio donde estas crecieron. Es importante considerar otras características que diferencian a los varios productos encontrados en el mercado, así como la viabilidad de células, especificidad de la cepa e idoneidad de la empresa, para que se pueda analizar y definir la tecnología que mejor se adapta en su realidad.

Este artículo tiene como objetivo discutir de forma sucinta las diferencias entre los cultivos de levadura disponibles en el mercado.

**Viabilidad de células.** Los residuos producidos en la industria de alcohol y cervecería son conocidos como levaduras de usina o de cervecería. Son excelentes fuentes de proteína, sin embargo, sin actividad como aditivo, pues las células de levadura que poseen se encuentran, en su gran mayoría, muertas. De esa misma forma, los aditivos que poseen células inactivas de levadura no tienen actividad en el rumen, siendo apenas fuente de nutrientes para los microorganismos del tracto gastrointestinal.

Investigaciones muestran que los aditivos con acción en el rumen son los que presentan células vivas, presentadas en forma seca, lo que confiere mejor almacenamiento.

**Especificidad de cepa.** La especie de levadura más utilizada en la nutrición de rumiantes es la *Saccharomyces cerevisiae*, siendo que apenas esa especificidad no indica la calidad del producto. Un factor muy importante es la cepa. Las cepas más utilizadas en la nutrición animal son las utilizadas en la industria de cervecería y panificación.



Estudios en esa área indican que las cepas de cervecera son las que presentaron mejores resultados, promoviendo el crecimiento de las bacterias del rumen, principalmente las que degradan fibras y las que consumen ácido láctico. Una investigación conducida en 2003, por el equipo del Dr. Peter Robinson, de la Universidad de California, EE.UU., evaluó diferentes cepas de levadura. Los autores concluyeron que el cultivo de levadura más estudiada para nutrición animal en el mundo es *Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026. Esa afirmación fue confirmada recientemente por Desnoyers et al. (2009) en una publicación en el *Journal of Dairy Science*.

**Efectos sobre el desempeño.** Los Cultivos de levaduras vivas promueven un ambiente al rumen más saludable, reduciendo los niveles de oxígeno en el rumen y estimulando el crecimiento de bacterias, principalmente las que degradan las fibras y las que consumen ácido láctico.

De esa forma, dietas a base de pasto, caña de azúcar y ensilaje, que son ricas en fibras, son mejor degradadas, resultando en un mejor aprovechamiento de los alimentos. Ya las dietas con alto contenido de granos, como dietas de engorda de bovinos de corte y vacas lecheras de alta producción, son mejor aprovechadas por la reducción del riesgo de acidosis.

Por lo tanto, considerando todos los efectos descritos arriba, está claro que los beneficios observados en el rumen por el uso de cultivos de levaduras vivas resultan en un mejor desempeño de los animales.

Otro punto importante es que la introducción de nuevas tecnologías se justifica por el retorno obtenido con ellas. En este caso, se puede afirmar que el uso de cultivo de levaduras vivas es viable, considerando que su costo es bastante inferior al retorno que proporciona en términos de producción.

**Consideraciones finales.** El uso de aditivos en la nutrición de rumiantes es extremadamente importante para promover un mejor aprovechamiento del alimento ingerido por los animales, garantizando una relación costo/beneficio positiva.

Los cultivos de levaduras son aditivos naturales que han ganado mucho espacio dentro del mercado debido a las crecientes preocupaciones mundiales con la salud y el medio ambiente.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* 1026 es la cepa más estudiada para uso en nutrición animal, siendo una cepa de cervecera, comercializada viva y seca, lo que confiere mejor almacenamiento. Además, esa cepa permite obtener un mejor ambiente en el rumen, favoreciendo la degradación y la digestión de la dieta y auxiliando en la prevención de acidosis.

Además del cultivo de levadura, es fundamental que los productores conozcan la empresa fabricante, considerando la consistencia y responsabilidad en la producción de sus

tecnologías. Así, podrán garantizar una buena productividad, calidad de servicios y, consecuentemente, un buen retorno económico.<sup>1</sup>

**2.1.2 Antecedentes históricos a nivel nacional.** El trabajo investigativo se encontró:

Los alimentos consumidos por el animal diariamente lo mantienen nutrido al igual que a los microorganismos (bacterias, hongos, protozoos) contenidos en el rumen. Se considera que suplementar, es el suministro de cantidades adicionales de alimento, sin tener en cuenta características y/o el valor nutritivo del forraje. A diferencia de la alimentación, la nutrición se refiere a lo nutritivo que es el alimento consumido, siendo los principales nutrientes la proteína, la energía, los minerales y las vitaminas.

Dado lo anterior, es evidente que la ganadería requiere de soluciones que permitan encontrar alimentos que hagan uso de un buen balance de la dieta total, dirigidos a lograr un óptimo aprovechamiento de los nutrientes a menor costo. Por ello debe apoyarse en el suministro de cantidades adicionales de alimento, que cubran las deficiencias del forraje y/o que aporten nutrientes estratégicos para mejorar la digestión y el aprovechamiento del pasto consumido por el animal, que se requieren para mantener o mejorar la condición corporal del animal, y aumentar la producción de leche o evitar descensos drásticos en la misma.

Dado lo anterior, es evidente que la ganadería requiere de soluciones que permitan encontrar alimentos que hagan uso de un buen balance de la dieta total, dirigidos a lograr un óptimo aprovechamiento de los nutrientes a menor costo.

Desde hace varios años se acrecentó la búsqueda de fuentes alimenticias que contribuyan a incrementar la eficiencia productiva y económica de la explotación animal actual, esto ha conducido al empleo de subproductos agroindustriales de poscosecha y de empresas pecuarias, los cuales hasta hace poco tiempo eran considerados desperdicios contaminantes. También se han desarrollado estudios en alimentación animal, el complemento de dietas y el manejo integrado de forrajes, situación que conlleva al desarrollo de nuevas normativas y reglamentación de entes territoriales.

En la superficie de nuestro planeta, alrededor de 15 billones de toneladas de materia orgánica son producidas mediante el proceso fotosintético cada año. Sin embargo solamente una porción de esta materia orgánica es directamente comestible por el hombre y los animales, la mayoría de ella, tomando diversas formas, no es comestible. Si analizamos los diferentes residuos que se presentan en las agroindustrias, encontramos por ejemplo, que en la industria del fique se utiliza solamente el 2% de la biomasa, en la industria de la cerveza solamente el 8% de los nutrientes del grano y en la industria del aceite de palma se utiliza menos del 9% de la biomasa producida.

---

<sup>1</sup> AMAURY C. Valinote. Uso de cultivos de levadura en la nutrición de rumiantes. [En línea]. Publicado en internet el 06 de diciembre de 2011. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/usocultivos-levadura-nutricion-t3928/141-p0.htm> nutrición de rumiantes; . en Calidad y Productividad Animal, Alltech Brasil. Publicado el: 06/12/2011.)

En los últimos años, la planificación en función de las tendencias ambientales se ha vuelto una necesidad estratégica. Específicamente en la agroindustria, se han derrumbado los viejos paradigmas del uso 'indiscriminado' del suelo y hoy hablamos de manejo 'agro- ecológico' del suelo. Desde el punto de vista ambiental, la eliminación de desechos es uno de los más grandes problemas que debe enfrentar la agroindustria, de allí que el uso de desechos trae la producción de nuevos productos que generalmente son abonos y alimento animal.

En el país, se dispone de una gran diversidad de desechos agroindustriales que pueden constituirse en recursos alimenticios para rumiantes. La mayoría de estos desechos, se caracterizan por ser altamente fibrosos o bien poseer una alta proporción de Nitrógeno no proteico (NNP), por lo que su mejor alternativa de empleo como fuente de nutrientes está en la alimentación de los rumiantes.

Los desechos agroindustriales son aproximadamente entre el 40 al 55% del total de la producción, convirtiéndose en un gran inconveniente para las empresas, dado los altos volúmenes que se deben de manejar y la administración que se les debe dar desde el punto de vista ambiental, ya que estos desechos, por su contenido, son focos de proliferación de plagas y olores. En años anteriores estas condiciones no eran consideradas, pues se tomaban como desperdicios y se arrojaban a ríos o suelos para que se degradaran, generando mayor contaminación y daño ambiental.

En la actualidad, se evidencia mayor consciencia en relación a la problemática expuesta, hay un control notable sobre los desechos generados por la agroindustria y un mejor manejo en la disposición final que se les da a los mismos, además se evidencia un importante reconocimiento como materia prima para otros productos, que produce un valor agregado.

La globalización, las nuevas políticas sectoriales y las nuevas leyes que protegen a los consumidores, han desplegado el desarrollo de nuevos suplementos para la alimentación bovina, mayores exigencias y requerimientos, situación que ha conducido a otras condiciones de calidad de la materia prima. Puntualmente, a los productores de leche, debido al desarrollo del Decreto 616 del 2006 y a la resolución 0012 del 2007 del Ministerio de Protección Social, en donde se especifica que el pago al productor dependerá de la calidad de la composición de la leche, a su calidad higiénica y sanitaria.

La calidad composicional se refiere a la expresión de los nutrientes con base en los sólidos totales o en porcentajes de grasa y proteína en la leche cruda, la calidad higiénica se basa en la presencia de los microorganismos mesófilos, que son aquellos que referencian a la calidad higiénica de la muestra (implicando el ordeño, el manipulador, salud de la vaca y toma de la muestra) y la categoría de la finca hace alusión a la protección que se ha tenido del ganado en cuanto a estar libre de aftosa y de brucelosis o su mínima inscripción ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario).

Este hecho ha provocado que los productores de leche se preocupen cada vez más por la salud de los animales, la buena alimentación de los mismos, que se verá reflejada en la

expresión de nutrientes en la leche; y las Buenas Prácticas de Manufactura que se tengan desde el ordeño hasta la entrega al acopiador de leche.

**Método.** Los suplementos alimenticios que se desarrollaron contaban con una composición base y cada uno se diferenciaba por la adición de un nuevo componente que le proveía de una mejor característica nutricional, es así, como se tienen los siguientes suplementos:

Suplemento A: 95% de Residuos Fibrosos, 5 % Cascarilla de Cacao.

Suplemento B: 70% de Residuos Fibrosos. 30 % de un Núcleo de Melaza y Palmiste.

Suplemento C: 100% de Residuos Fibrosos de Fruta.

Se realizaron análisis bromatológicos y microbiológicos de cada uno de los suplementos, se llevaron a cabo en el INGECAL, Instituto de Gestión de Calidad Agroalimentaria, de la Universidad Católica de Manizales, relacionados en la Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente:

Para la realización de las pruebas de campo se contó con la colaboración de un Médico Veterinario Zootecnista y un propietario de una finca que posee las hembras que se requería para el estudio. El estudio fue con consentimiento y conocimiento del propietario, quien a su vez es Médico Veterinario Zootecnista, especializado en nutrición animal.

El ganado fue seleccionado y marcado con cintas para evitar confusiones y asegurar el proceso de aleatorización.

Lugar: Santagueda, Palestina - Caldas

Clima: Cálido

Temperatura: 27°C

Pastos en la Finca: Pasto Estrella

Dado que el objetivo central de la investigación era medir el impacto al que conduce el uso de este tipo de suplementos alimenticios en los sólidos totales de la leche y determinar si se detectan incrementos estadísticamente significativos en los promedios poblacionales, se acudió a un diseño experimental que contemplará la comparación de los resultados al usar una alimentación estándar (pastos) y una alimentación con varias composiciones de suplementos. Se recurre por ello a la prueba de Dunnett, recomendada en estudios donde se realiza un experimento de comparación entre diferentes tratamientos y testigo o control.

### **Características del diseño**

**Variable Respuesta.** Sólidos totales en la leche, expresados en forma porcentual. Factor controlado: Suplementos alimenticios suministrados a los semovientes.

**Tratamientos.** Los tratamientos contemplados fueron cuatro, los cuales corresponden a un grupo testigo y tres grupos que siguen una dieta con un suplemento determinado el cual se detalla a continuación:

**Testigo.** Grupo que sigue una dieta rutinaria, con solo ingesta de pastura.

**Grupo A.** Grupo que sigue dieta con suplemento a base de residuos fibrosos del 95 % y 5 % cascarilla de cacao (Suplemento A) y pastura.

**Grupo B.** Grupo que sigue dieta con suplemento de residuos fibrosos del 70 % y 30 % de un núcleo de melaza y palmiste (Suplemento B) y pastura.

**Grupo C.** Grupo que sigue dieta con suplemento a base de residuos fibrosos de fruta al 100 %

**Individuos.** Para la determinación del número de unidades experimentales en cada tratamiento, se tuvo presente que dicha cantidad influye en la precisión de los resultados obtenidos, así como en los recursos presupuestados. Un número demasiado alto implicaría dilapidar recursos, mientras que un número muy bajo afectaría la precisión de los estimadores obtenidos. Por tal motivo, se asumió trabajar a un nivel de confianza del 95% y una potencia del 90%, lo que permitiría detectar diferencias significativas en los promedios de sólidos totales de al menos 1,7%. Adicionalmente y con el propósito de homogeneizar las unidades experimentales del estudio, se opta por conformar grupos compuestos de hembras, de raza Holstein 7/8 de similar edad y en la misma época de lactancia, con 1 a 4 partos. En consecuencia, los cálculos realizados dan como resultado, que el tamaño conveniente es de cuatro hembras por tratamiento.

Tiempo de seguimiento: 2 meses

Frecuencias de Análisis: Se realizaron cada 8 días, muestras por cada individuo de 300 mL de leche.

El ordeño era mecánico, de seis puestos, cumpliendo con excelentes condiciones de higiene y con un estricto sistema de limpieza y desinfección, seguimiento a la nutrición de los animales, y con un selector de leche automático para determinar una muestra representativa y que no genere errores externos al estudio.

Las muestras de leche se tomaron en teteros plásticos, transportadas en nevera plástica y con baterías para mantener una temperatura de 8°C, (Esta temperatura se mantiene por la cercanía de la finca al laboratorio, las condiciones de temperatura no alterarían los resultados). Al llegar al laboratorio de INGECAL (Instituto de la Gestión de la Calidad Agroalimentaria de la Universidad Católica de Manizales), se corroboró el cierre hermético de los teteros y la temperatura para la aceptación de la muestra. Los sólidos totales se analizaron en el equipo automático LACTBOECO 90, este equipo se destina solamente a analizar leches crudas, posee un porcentaje de error del  $\pm 0.02\%$ , con calibraciones mensuales, es un equipo que analiza índice Crioscópico, grasa, proteína, sólidos totales, porcentaje de adición de agua, porcentaje de azúcares en la leche. El equipo automático LACTBOECO 90, realiza los análisis basados en un principio de ultrasonido.

**Parámetros de interés.** Promedios reales de sólidos totales para las diferentes poblaciones según clasificación de estudio.

**Hipótesis Nula.** Los promedios reales de sólidos totales para los diferentes tratamientos son iguales al promedio real de sólidos totales cuando se sigue una dieta tradicional, es decir, realizar la alimentación con el suplemento alimenticio propuesto no genera un incremento significativo en los promedios reales de sólidos totales en la leche.

$$\mu_i = \mu_{TESTIGO} \quad , \quad i = \text{SUPLEMENTO A, SUPLEMENTO B, SUPLEMENTO C}$$

**Hipótesis Alterna.** Con al menos uno de los tratamientos se obtiene un incremento en los promedios reales de sólidos totales en comparación al promedio de sólidos totales siguiendo una dieta tradicional, es decir, el realizar la alimentación con el suplemento alimenticio propuesto genera un incremento significativo en los promedios reales de sólidos totales en la leche.

$$\mu_i > \mu_{TESTIGO} \quad , \quad i = \text{SUPLEMENTO A, SUPLEMENTO B, SUPLEMENTO C}$$

**Nivel de significancia.** Se trabajará con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , es decir, a un nivel de confianza del 95%.

Estadístico de prueba:

$$d_i = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_{testigo}}{\sqrt{\frac{2z^2}{n}}} \quad (\text{Ec. 1})$$

$i = \text{SUPLEMENTO A, SUPLEMENTO B, SUPLEMENTO C}$

## Resultados

**Análisis Exploratorio de datos.** A continuación se presentan los resultados obtenidos para el diseño experimental aplicado. Para la realización de los cálculos y la obtención de las gráficas se hace uso del software estadístico SPSS versión 17.

Los sólidos totales obtenidos, corresponden a los promedios de sólidos totales de los días de seguimiento de las cuatro hembras en cada tratamiento. A los mismos se le aplicó la prueba de Peña-Prieto, para la detección de datos atípicos, la cual contempla la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\frac{|x_i - med(x)|}{MEDA(x)} > 4,5 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde  $med(x)$  es la mediana de las observaciones, y  $MEDA(x)$  es la mediana de las desviaciones absolutas:

$$|x_i - med(x)| \quad (Ec. 3)$$

La prueba arrojó que no había presencia de datos atípicos, es decir, que los datos están en correspondencia con la variabilidad presente en el conjunto de datos estudiados. Figura 1.

En la gráfica se observa que los promedios de sólidos totales de los tratamientos propuestos son superiores al promedio del grupo testigo. Pero se debe tener presente que los resultados registrados reflejan el comportamiento a nivel de la muestra utilizada, y por lo tanto no pueden considerarse como una prueba concluyente a la hora de tomar determinaciones a nivel poblacional.

**Validación de supuestos estadísticos.** En todo experimento diseñado, siempre es importante verificar el cumplimiento de los supuestos estadísticos en los que se sustentan las pruebas, para así evitar que los resultados sean invalidados. El primero de ellos es el de normalidad, para ello se acude a la prueba de Shapiro-Wilks, la cual es una prueba no paramétrica cuya hipótesis nula es que los datos provienen de poblaciones normales. Como los valores P para todos los tratamientos están muy por encima de 0.05 (0.767, 0.913, 0.771, 0.795), se acepta la hipótesis, es decir, se verifica el cumplimiento del supuesto de normalidad en los datos obtenidos.

De igual forma, se valida el supuesto de homocedasticidad en los datos haciendo uso de la prueba de Levene. Dicha prueba tiene como hipótesis nula que las varianzas de los datos de sólidos totales no son distintas a nivel poblacional para los diferentes tratamientos. El resultado obtenido registra un valor P de 0.665, lo que indica que en los datos no se presenta evidencia para rechazar la hipótesis nula, es decir, que en los mismos hay cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas.

**Resultados del diseño experimental.** Dado que hay cumplimiento de los supuestos estadísticos se acude a la aplicación de la prueba de Dunnett. Los resultados del análisis de varianza arrojan un valor P de 0.044, lo que indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos empleados.

Para la determinación de tratamientos que evidencian diferencias con respecto al testigo, se recurre a la prueba unilateral de Dunnett, cuyos resultados se muestran a continuación.

La Tabla 4 muestra que a un nivel de confianza del 95 % no hay diferencias significativas entre el Suplemento A y el testigo, ni entre el suplemento C y el testigo. Pero al mismo nivel de confianza si se detectan diferencias significativas entre el suplemento B y el testigo, como se resalta en la parte inferior de la Tabla.

**Conclusiones.** Dadas las implicaciones económicas y ambientales consideradas, el solo hecho de disponer de un suplemento alimenticio a base de subproductos agroindustriales conlleva consigo una gran ganancia. Pero dicha ganancia se potencia si además se consideran los efectos positivos que dicho suplemento genera en el producto lácteo.

A un nivel de confianza del 95%, el usar el suplemento alimenticio B genera un incremento significativo en el promedio poblacional de sólidos totales en la leche, en comparación con el promedio de sólidos totales para cuando se sigue una dieta tradicional. Con los demás tratamientos (Suplementos A y C), se observan también incrementos a nivel experimental, pero no hay suficiente evidencia para afirmar, bajo las especificaciones del diseño experimental dado, que los incrementos sean significativos.

Se considera que los desechos agroindustriales, y los mismos desechos fibrosos que se generan constantemente pueden ser utilizados en alimentación animal. Este concepto debe ser valorado, para cualquier tipo de disposición que se quiera realizar.

Antes de iniciar el procesamiento se deben estudiar los contenidos bromatológicos que realmente ofrece el material y contemplar su contenido microbiológico. Posteriormente en el producto final se debe valorar sus contenidos nuevamente y así saber cuál será el mejor uso del producto.

El incremento hasta de un punto en sólidos totales, significa para el ganadero un aumento en la calidad composicional de la leche y se ve reflejado en un mejor pago del producto.

La suplementación se hace generalmente a vacas productoras y se realiza durante el ordeño, lo que soporta a que esta práctica, con el aprovechamiento de residuos de pos-cosecha, es rentable para el ganadero.

El uso de suplementos alimenticios en la dieta de ganado lechero constituye, probablemente, una alternativa sostenible para su alimentación; por lo que se recomienda un estudio por tiempo más prolongado y en otras razas de ganado lechero, con el fin de obtener mayor información sobre los efectos reales de los suplementos alimenticios en este tipo de explotación y poder convertirlo en una herramienta eficaz para los ganaderos Colombianos dedicados a dicha producción.<sup>2</sup>

**2.1.3 Antecedentes históricos a nivel local.** En la ciudad de Ocaña actualmente no existen reseñas, antecedentes o artículos sobre el diseño de una dieta alimenticia a base de levadura de cerveza para bovinos, ya que la alimentación que se realizan en la región es ejecutada por los diferentes campesinos y mediante técnicas muy primitivas.

---

<sup>2</sup> HENAO. Paula Andrea, TAPAZCO. Omar Alberto, SERNA María Antonia Validación de tres suplementos alimenticios elaborados a partir de sub-productos agroindustriales de poscosecha en función del incremento en sólidos totales de la leche; Santagueda – Palestina – Caldas. Publicado el: 24/06/2011.)



## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

**2.2.1 Saccharomyces cerevisiae es una levadura, un hongo unicelular, del grupo de los ascomicetos.** Este grupo incluye a más de 60.000 especies, entre ellas las trufas o el Penicillium, el hongo que produce la penicilina.

En la naturaleza se encuentra sobre sustratos ricos en azúcares o en los exudados y savias dulces de algunas plantas.

El término "levadura" (de "levare" en la acepción de subir o levantar) remite a la experiencia visual de la masa del pan que se "levanta" cuando se añade levadura a la harina. Su nombre alternativo de "fermento" viene del latín *fervere*, que quiere decir hervir y proviene del movimiento del mosto durante la producción de vino o cerveza.

Los nombres anglosajones y germánicos (*yeast*, *heffe*) también se refieren a la acción de hervir o hacer espuma. Por lo tanto, el conocimiento y percepción de la levadura está absolutamente condicionado por sus propiedades de fermentación del pan, el vino o la cerveza.

Se entiende por levadura seca a aquella cultivada y separada del líquido nutritivo, sometida a prensado para quitarle el exceso de humedad. Por ser un producto natural, durante muchos años esta especie de levadura ha formado parte de la dieta del hombre, y es utilizada en muchos alimentos y bebidas fermentadas debido a que mejora el perfil nutricional de los mismos.

Posee proteínas de valor biológico alto con buena composición en aminoácidos. Contiene mayor cantidad de lisina que la soja y los guisantes y es dos veces más rica que las proteínas contenidas en las semillas de oleaginosas; sólo es igualada por el huevo y la leche. Su contenido en treonina e isoleucina no es superado por ningún otro alimento vegetal. Sólo tiene niveles relativamente bajos de metionina y cisteína.

**2.2.2 Usos de la levadura de cerveza.** La levadura de cervecería (*saccharomyces cerevisiae*) es un subproducto deshidratado de alta calidad. Procede de la separación de la cerveza después de la fermentación de la malta. Una vez finalizada la fermentación, las levaduras son aisladas por centrifugación y secadas por atomización mediante el proceso conocido como "spray – dried". Puede comercializarse también en forma húmeda y prensada. En cuyo caso las levaduras mantienen todavía su actividad biológica. Las levaduras tienen un elevado contenido de proteínas (46%) de alta digestibilidad, así como un adecuado perfil de aminoácidos esenciales (especialmente Lisina y Treonina), por lo que constituye una buena fuente proteica para piensos de lechones, aves jóvenes, terneros lactantes, acuicultura y animales de compañía. Tienen un contenido apreciable en fibra saludable, así como pequeñas cantidades de FND, almidón y azúcares como residuos de grano de cebada

fermentando. Es una buena fuente de vitaminas del grupo B, en especial Biotina y Ácido Fólico, y tiene un elevado contenido en fósforo pero bajo en calcio.<sup>3</sup>

Por su elevado contenido de vitaminas del complejo B, y los minerales de forma orgánica, la colocan entre los alimentos más completos, el uso de las levaduras en la alimentación no es nuevo en la producción animal, se han alimentado cerdos, aves y bovinos, por más de 50 años, siendo una excelente fuente de proteína se considera que estos actúan como promotores de crecimiento mejorando la ganancia de peso permite adaptarse al animal a un cambio de dieta más rápido. Está catalogado como un estimulador del sistema inmunológico, mejoran la asimilación de nutrientes, potenciador del sabor de la dieta, aportan enzimas que mejoran la digestión, de la energía, grasa, fibra y minerales, ayudando también a la asimilación de calcio y fósforo.

**2.2.3 Características de los terneros.** Un animal bovino joven se suele llamar ternero hasta que llega a los 6-8 meses. Las normas específicas para proteger a los terneros se aplican a los animales hasta que tienen 6 meses.<sup>4</sup>

La manera de criar a los terneros varía mucho de un país a otro y según la raza. Por ejemplo, los terneros que se crían para la producción de carne se dejan con sus madres, se alimentan de su leche y muchas veces se crían en el exterior. En cambio, los terneros de leche se separan de la madre poco después de nacer para poder usar la leche de la madre para la producción de alimentos.

Los terneros son animales muy sociables y necesitan relacionarse con los demás como los niños. Por lo tanto, desde que tienen 8 semanas deben estar en grupos. Un ternero atado con una cadena nunca estará contento ni sano, y es una práctica prohibida por la normativa de la Unión Europea.

La necesidad principal de un ternero es estar en forma físicamente y sano mientras crece y se prepara para la vida adulta. Por esa razón los terneros deben llevar una dieta adecuada y equilibrada desde las primeras horas de vida. Nada más nacer se alimenta del calostro, un líquido con alto contenido energético y proteínico que le aporta también todas las vitaminas y los minerales que necesita para combatir las enfermedades. Cuando terminan el calostro pasan a alimentarse de leche o leche de sustitución de alta calidad, y por último pasan a los alimentos sólidos como la hierba. Cuando los terneros comen alimentos sólidos necesitan fibra, como el heno, para ayudarles a hacer la digestión.

El agua fresca y limpia es también esencial para que los terneros estén sanos, sobre todo en climas cálidos.

---

<sup>3</sup> Ibid. AMAURY C. Valinoete. P.25

<sup>4</sup> FARMLAND. La vida de los terneros. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.farmlandthegame.eu/tech\\_sheet\\_05\\_calves\\_es.html](http://www.farmlandthegame.eu/tech_sheet_05_calves_es.html). 1997.

**2.2.4 Alimentación del ganado.** La alimentación es el aspecto más importante en la producción del ganado por lo que la utilización de forrajes y pastizales constituye uno de los factores tecnológicos clave.

Antes de iniciar un programa de alimentación para ganado bovino en pastoreo es necesario conocer los requerimientos nutricionales de los animales en las diferentes etapas fisiológicas, la calidad y disponibilidad del recurso forrajero.

En este tema se abordan los requerimientos alimenticios del ganado, la importancia de contar con un plan para asegurar la disponibilidad de forraje y las necesidades nutricionales del ganado en función de su etapa reproductiva.

**2.2.5 Manejo del recurso forrajero.** El recurso forrajero (gramíneas, leguminosas y árboles forrajeros) es fundamental para la alimentación del ganado en los sistemas de producción de doble propósito en el trópico Colombiano.

El alimento más antiguo y natural para el ganado es el pasto. La vaca tiene un estómago grande (rúmen) que le permite asimilar los nutrientes del pasto sin peligro para su salud.

Es el alimento más barato ya que crece rápido y no requiere de terrenos especiales.

En ganadería de doble propósito se tiene una marcada dependencia del uso de pastos y cultivos forrajeros sin embargo a pesar de que pastos y forrajes proveen nutrientes a menor costo de los alimentos concentrados, su valor nutritivo es muy variable ya que dependen de numerosos factores, como son; Especie de la planta, clima, estado de madurez, etc. Por tal motivo se tiene que tener presente proporcionar una suplementación proteica a los rumiantes.

Para determinar el tipo y nivel de Suplementación así como la estrategia para proporcionar el suplemento es necesario conocer en primera instancia, los requerimientos del animal y el valor nutritivo del forraje, para entonces estimular la deficiencia e intentar suplirla al menor costo, con ingredientes disponibles en la región.

**2.2.6 Producción y demanda de forraje por bovinos en pastoreo.** Se ha demostrado que la producción de leche puede incrementarse entre el 13 y el 20%, cuando la alimentación es combinada de gramíneas y leguminosas, con respecto a una alimentación de sólo gramíneas. En condiciones de pastoreo existen muchos factores que afectan el consumo, tales como el pastoreo selectivo, intensidad de pastoreo, el estado fisiológico del forraje, la suplementación, el estado fisiológico del animal, el tamaño corporal, la capacidad del retículo-rumen, disponibilidad de agua, etc., sin embargo la cantidad de forraje requerida para el ganado puede calcularse y, compararse con la cantidad disponible en el pastizal.

**2.2.7 Carga animal adecuada.** Debido a que la producción de forraje varía de un año a otro, la carga animal también debe ser diferente, por lo que es necesario tener el inventario de los forrajes actualizado y conocer las condiciones del forraje.

Carga animal es la superficie de terreno asignada a una unidad animal (UA) para pastoreo durante todo el año. En términos generales es aceptado que una vaca de 450-480 kg no lactando es 1.0 Unidad Animal (UA).

## CARGA ANIMAL

Bovinos Unidad Animal (UA)	Unidad Animal (UA)
Vaca Madura no lactando 1.0	1.0
Vaca con cría 1.3	1.3
Becerro (destete a los 12 meses de edad) 0.60	0.60
Novillo y vaquilla (de 12 a 15 meses de edad) 0.70	0.70
Novillo y vaquilla (de 15 a 18 meses de edad) 0.80	0.80
Vaquilla preñada (Más de 18 meses de edad) 1.0	1.0

Fuente: FARMLAND. La vida de los terneros

**2.2.8 Plan de flujo en un hato.** El objetivo de un plan de flujo del hato, es monitorear de manera mensual el tipo de ganado, número, comportamiento y cambios en el inventario, este plan ayuda para estimar la cantidad de forraje que los animales necesitan, así como los ajustes en el número de animales de acuerdo a la disponibilidad de forraje por unidad de pastoreo.

Ejemplo: En el siguiente cuadro se puede apreciar un plan de flujo de un hato de vacas maduras.

### Plan de flujo en un hato

Hectáreas:668												
Clase de ganado: Vacas maduras												
Número de toros: 3												
	ENE 31	FEB 28	MAR 31	ABR 30	MAY 31	JUN 30	JUL 31	AGO 31	SEP 30	OCT 31	NOV 30	DIC 31
Número	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
Peso	524	489	457	445	454	465	465	465	476	490	524	524
Estado productivo	P	P	P	LE	LE	LG	LG	LG	DG	DG	G	G
Ganancia diaria de peso		-1.1	-1.0	-0.4	0.3	0.4	0.0	0.0	0.4	0.5	1.1	0.0
Unidad Animal (UA)	1.1	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.0	1.1	1.1	1.1
Unidad Animal Día	80	102	95	100	100	100	95	95	73	80	80	80
Forraje Req./día Kg	960	1224	1140	1200	1200	1200	1140	1140	876	960	960	960
UA Toros				1.5	1.5	1.5						
Demanda de forraje por año: 393 toneladas												
Demanda de forraje por hectárea/ año: 539 kilogramos												

P: parto L-E: Lactación y empadre L-G: Lactación y gestación D: Destete G: Gestación

Fuente: FARMLAND. La vida de los terneros

En el ejemplo anterior, ¿si los potreros tienen la capacidad de producir 539 kilogramos de forraje/ha/año, entonces la carga animal planeada de 73 vacas y 3 toros es apropiada?

¿Para cuánto tiempo hay forraje disponible? El flujo del hato puede usarse para determinar por cuánto tiempo habrá forraje disponible para el ganado.

Por ej. En el norte de Tamaulipas, donde las lluvias y producción de forraje tienen dos picos al año (marzo-mayo y sep-oct) un muestreo hecho el 1 de julio indica una producción de 1640kg/ha, ¿son suficientes para cubrir la demanda de forraje proyectada? El total de forraje requerido se estima sumando la demanda de forraje mensual en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, y dividiendo el total entre 0.25.

El total de forraje que debe producir la pastura para llenar los requerimientos del hato durante estos meses se muestra a continuación:

$$\frac{(35.3+35.3+26.3+29.7)}{0.25} = \frac{126.6}{0.25} = 506.4 \text{ Toneladas de producción de forraje}$$

Si el hato de vacas está pastoreando 668 has con una disponibilidad de forraje de 1640 kg/ha, la cantidad de forraje disponible es de 1095.5 ton y la demanda es de 506.4 ton, el ganadero tiene forraje disponible hasta el 1 de noviembre.

De hecho tiene un exceso de forraje para este periodo, el cual es de 589.1 ton, que se obtienen de restarle al forraje disponible el requerimiento de forraje (1095.5 - 506.4). (White y Troxel, 1991).

El inadecuado manejo de los potreros da como resultado una baja capacidad de carga de la pradera de 0.6 a 0.8 Unidades Animal por hectárea, por lo que se debe considerar la selección adecuada de la especie forrajera, las prácticas de establecimiento, manejo y conservación de la pradera, con la meta de mantener una carga animal de 2.5 UA/ha/año (INIFAP, 1999).

La alimentación del ganado es una operación que requiere capacitación técnica, tanto para preparar un alimento balanceado, como para escoger una fórmula comercial.

Cuando se tienen dudas al respecto es mejor acudir a un técnico de confianza que calcule los tipos y cantidades exactas de alimento.

**2.2.9 Requerimientos nutricionales.** Las metas productivas para el ganado de doble propósito son alcanzar una producción de 1500 a 2500 kg por lactancia en 210 a 260 días de ordeña, dependiendo de la raza europea que se utilice y el grado de sangre cebú que tenga el hato; 14 meses de intervalo entre partos; 70% de gestaciones y 90% de pariciones (esto considerando que cada año se reemplazan el 20% de las vacas por vaquillas cargadas) (INIFAP, 1999).

Los requerimientos de consumo de materia seca y de otros nutrimentos, para vacas con producción de 10 y 15 kg de leche se presentan en el siguiente cuadro.

Nutrición	Peso vivo (kg)				Producción Láctea
	400	450	500	550	
Materia seca (kg)	9.98	10.51	11.03	11.53	10
Energía neta de lactancia (Mcal)	14.52	15.18	15.82	16.45	
Proteína cruda (kg)	1.43	1.45	1.47	1.49	
Calcio (g)	48.30	50.30	53.40	54.40	
Fósforo (g)	31.20	32.70	34.10	35.50	
Materia seca (kg)	11.95	12.53	13.08	13.61	15
Energía neta de lactancia (Mcal)	18.20	18.86	19.50	20.13	
Proteína cruda (kg)	1.87	1.89	1.92	1.94	
Calcio (g)	64.40	66.40	68.40	70.40	
Fósforo (g)	41.10	42.6	44.00	45.40	
NRC, 1989					

Fuente: FARMLAND. La vida de los terneros

El pasto estrella de África (*Cynodon plectostachus*) aporta el valor nutritivo que se indica a continuación.

NUTRIENTES	Edad del pasto (días)	
	21	35
Materia seca (%)	24.7	27.6
Energía neta de lactancia (Mkcal/kg)	1.21	1.05
Proteína cruda (%)	12	8.5

Fuente: FARMLAND. La vida de los terneros

**2.2.10 Suplementación estratégica.** Cuando se identifican deficiencias nutritivas se proporciona a los animales un suplemento que cubra esas deficiencias. Los pastos y forrajes proveen nutrientes a menor costo que el de los alimentos concentrados; pero su valor nutritivo es muy variable, depende de la especie de la planta, clima y estado de madurez. Por esta razón hay que tener presente el proporcionar suplementación proteica a los rumiantes. Es necesario conocer los requerimientos del animal y el valor nutritivo del forraje, para entonces estimar la deficiencia e intentar suplirla al menor costo, con ingredientes disponibles en la región.

Se consideran cuatro posibles tipos de suplemento: Energéticos, proteicos, minerales y suplementos voluminosos.

Energía.- Granos de cereales: sorgo, maíz, arroz, trigo, etc., melaza de caña, sebo, etc.  
 Proteína.- Subproductos vegetales: pastas, tales como harina de semilla de algodón, soya,

cártamo, linaza, girasol, etc.; subproductos animales: harina de carne, sangre, pescado, etc.; fuentes de nitrógeno no proteico: urea, biuret, pollinaza, etc.

Vitamina A.- Aceite de hígado de pescado, forrajes verdes, maíz amarillo (caroteno) y productos sintéticos (Vit. A)

Fósforo.- Harina de hueso, carne, roca fosfórica, ácido fosfórico, etc. Minerales traza.- Fórmulas comerciales.

El siguiente paso consiste en la formulación del concentrado, el cual puede calcularse mediante procedimientos aritméticos sencillos, pero también se pueden ofrecer fórmulas genéricas de concentrados tal como la que se presenta en el siguiente cuadro.

<b>Fórmula genérica para elaborar un concentrado convencional</b>	
<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje</b>
Fuentes energéticas (harina de maíz, de sorgo, pulidora de arroz)	65.5
Fuentes proteicas (harinolina, pasta de soya)	20.0
Melaza	10.0
Mezcla mineral	2.0
Sal común	1.5
Urea	1.0
Combillas, 2000	

Fuente: FARMLAND. La vida de los terneros

**2.2.11 Vitaminas y minerales.** El ganado necesita los minerales y vitaminas que se señalan a continuación:

	<b>Elementos</b>	<b>Intervienen en...</b>	<b>Se encuentran en...</b>
<b>MINERALES</b>	Calcio Fósforo Magnesio	Composición de los huesos	Pasto verde, sobre todo en leguminosas
	Cloro Potasio Sodio	Flujo sanguíneo	Pasto verde y sal común (es necesaria)
	Azufre  Oligoelementos: Fierro, cobre, cobalto, magnesio y yodo	Composición de los músculos  Composición de los glóbulos rojos, formación de los huesos y hormonas naturales	Pasto de leguminosas  Pasto
<b>VITAMINAS</b>	Vitamina A	La vista del animal	Pasto verde Es necesario que el animal esté tranquilo, sano, que tenga agua limpia y sombra.
	Vitamina D	Formación y mantenimiento de los huesos	Pasto verde
	Vitamina E	Funcionamiento del organismo del animal	Pasto verde La vitamina E se destruye cuando se seca la pradera

Fuente: FARMLAND. La vida de los terneros

Para no tener problemas de vitaminas y minerales en el ganado, se recomienda:

Proporcionar pasto verde  
Sembrar muchas leguminosas  
No pastorear pasto muy tierno  
Agua limpia y sombra suficiente  
No dar pasto enlodado  
Dar sal común diario

Si los pastos son verdes y tienen suficientes leguminosas, no se requiere otro complemento aparte de la sal común.

**2.2.12 Síntesis.** La alimentación del ganado se basa en pastos y forrajes como medio más barato, aunque en ocasiones es necesario considerar suplementos.

Los requerimientos de los animales varían en función de su etapa reproductiva.

Es importante planear la disponibilidad de forraje del hato a lo largo de cada periodo en un plan de flujo, en cual se determina la cantidad de forraje a obtener y las necesidades del ganado. Si se siguen las prácticas de alimentación recomendadas, las necesidades de vitaminas y minerales se satisfacen con pasto en verde y sal común.

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

Los microorganismos ruminales llevan a cabo un complejo proceso de fermentación, esencial para el mantenimiento de la nutrición y digestión del alimento en el animal hospedero (Bryant y Burkey, 1953). En años recientes se ha incrementado de una forma considerable la adición de agentes microbianos suplementados en forma directa en la alimentación de vacas lecheras de alta producción gracias a la biotecnología y la industria de las fermentaciones que han hecho posible el desarrollo a gran escala de productos microbianos, basados principalmente en cultivos de levaduras que actúan simultáneamente como probióticos, prebióticos y cofactores (Orpin y Joblin, 1997; Nagaraja et al, 1997).<sup>5</sup>

**2.3.1 Microorganismos en el rumen.** El rumen provee un ambiente apropiado, con un suministro generoso de alimentos, para el crecimiento y reproducción de los microorganismos. La ausencia de aire (oxígeno) en el rumen se favorece el crecimiento de especies especiales de bacteria, entre ellos las que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa) para producir azúcares sencillos (glucosa).

Los microorganismos fermentan glucosa para obtener la energía para crecer y producen ácidos grasos volátiles (AGV) como productos finales de fermentación. Los AGV cruzan las paredes del rumen y sirven como fuentes de energía para el rumiante.

---

<sup>5</sup> DURANGO LONDOÑO. Laura Patricia. Proyecto de Grado. Ubicado en la URL: repository-eafit.edu.co/bistream/handle...etc.



Mientras que crecen los microorganismos del rumen, producen aminoácidos, fundamentales para proteínas. Las bacterias pueden utilizar amoníaco o urea como fuentes de nitrógeno para producir aminoácidos. Sin la conversión bacteriana, el amoníaco y la urea serían inútiles para los rumiantes. Sin embargo, las proteínas bacterianas producidas en el rumen son digeridas en el intestino delgado y constituyen la fuente principal de aminoácidos para el animal.

**2.3.2 Población microbiana.** Las bacterias constituyen la mitad de la biomasa en el rumen normal y son responsables de la actividad metabólica.

Los hongos constituyen hasta el 8% de la biomasa intra ruminal y se ubican en la ingesta de lento movimiento evitando su rápido lavado. Y contribuyen a la digestión de forrajes de baja calidad.

Y por protozoos son los organismos más notables en el rumen, forman gran proporción de la biomasa, entre un 20 – 40 %, pero su contribución es menor por la gran retención y la menor actividad metabólica. Su tiempo de generación es grande y la sobrevivencia en el rumen depende de las estrategias que reducen el lavado.

**2.3.3 Bacterias.** Las bacterias del rumen son las que realizan varias de las funciones vitales para el desarrollo del huésped.

Las fibras y otros polímeros insolubles vegetales que no pueden ser degradados por las enzimas del animal son fermentados a AGV, principalmente acético, propiónico y butírico, y a gases CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. Los AGV atraviesan las paredes del rumen y pasan a la sangre, luego son oxidados en el hígado y pasan a ser la mayor fuente de energía para las células.

La fermentación está acoplada al crecimiento microbiano y las proteínas de la biomasa constituyen la principal fuente de nitrógeno para el animal.

Además de las funciones digestivas, los microorganismos del rumen sintetizan aminoácidos y vitaminas, principalmente del complejo B, siendo la principal fuente de esos nutrientes esenciales para el animal.

También algunas bacterias degradan componentes tóxicos de la dieta como los aminoácidos mimosina y sus derivados, componentes del forraje de *Leucaena*, fenoles vegetales como la cumarina (1,2 benzopirona), la canavanina, análoga a la arginina, componente de la leguminosa *Canavalia ensiformis*, que inhibe algunas bacterias del rumen, pero es hidrolizada por otras.

El rumen incluye entre 10<sup>10</sup> y 10<sup>11</sup> bacterias/ml, y más del 75 % se asocia a partículas alimenticia. La densidad general no varía con la dieta, pero el número de las diferentes especies está afectado a la disponibilidad del sustrato para la fermentación.

Las bacterias del rumen son predominantemente anaerobias estrictas, pero también coexisten con anaerobias facultativas, adheridas a las paredes del rumen, estas usan el O<sub>2</sub>

que proviene del torrente circulatorio y son muy importantes en las funciones del rumen siendo las más importantes las que fermentan la celulosa.

Muchas de las bacterias del rumen son altamente especializadas, poseen numerosos requerimientos nutricionales que le deben ser aportados por el sistema. Otras, por el contrario, emplean pocas fuentes de energía y otro grupo son más inconstantes en el requerimiento de energía.

Cuando dos o más microorganismos combinan sus capacidades metabólicas para degradar una sustancia que no puede ser catabolizada en forma individual por ninguno de los dos se llega al concepto de sintrofia, en el rumen existen grupos sintróficos relacionados a la degradación de fibras, incluyendo, por ejemplo a los celulolíticos, hemicelulolíticos y los microorganismos que los suceden, como las bacterias metanogénicas. Los más competitivos presentan adhesión al sustrato y almacenamiento de energía dentro de la célula.

Las bacterias del rumen se caracterizan en base a su morfología, productos de fermentación, sustrato que utilizan, relación molar (G+C) % de su DNA y por su movilidad.

**Bacterias celulolíticas.** La degradación de la celulosa es la principal función del rumen. Las bacterias activas en el rumen se adhieren a fragmentos vegetales y segregan sus enzimas hidrolíticas que liberan oligosacaridos solubles, principalmente celobiosa, utilizada por la microflora celulolítica y por otros microorganismos que no degradan la celulosa. Si esta no se hidroliza puede producirse una inhibición de otro grupo de bacterias al no estar presente el sustrato que requieren. Es posible que la glucosa, otro producto de la celulolisis, pueda inhibir la actividad de algunas enzimas también.<sup>6</sup>

Muchas de las especies celulolíticas pueden también degradar la fracción mal llamada hemicelulosa.

Las bacterias celulolíticas colonizan la superficie de restos vegetales en los 5' de entrada al rumen. Ante la existencia de amonio ellas se multiplican rápidamente. Por esto el agregado de urea al alimento favorece esta multiplicación.

**Bacterias amilolíticas.** La mayoría de ellas no usan la celulosa. Las enzimas amilolíticas se encuentran muy distribuidas entre las bacterias y son las que aseguran la conversión de materiales amiláceos, como granos de cereales, en AGV.

Con la presencia de amonio el proceso es más eficiente.

**2.3.4 Hongos.** Los flagelados poseen zoosporas móviles y colonizan regiones dañadas de los tejidos vegetales en las 2 horas de la ingestión, en respuesta a materiales solubles. En las

---

<sup>6</sup> FRIONI LILIAN. Procesos microbianos. [En línea]. Ubicado en la URL Ubicado en la URL: <http://www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml>

22 horas más del 30% de las partículas mayores se ven invadidas por rizoides. Su rol principal es facilitar la desaparición de la pared celular de la célula vegetal.

Se han identificado especies de 4 géneros: Neocallimastix, Caecomyces (formalmente Sphaeromona), Pyromyces (formalmente Phyromonas) y Orpinomyces.

Su ciclo de vida implica un cuerpo fructificante (esporangio) originado a partir de una zoospora móvil que se adhiere a las fibras y desarrolla esporangios y filamentos rizoidales, que penetran la matriz lignocelulósica, donde actúan las enzimas.

Los hongos liberan un complejo celulósico más soluble que el de las bacterias y atacan partículas rugosas a las que fermentan más rápidamente que las bacterias. Alimento altamente molido o concentrado presenta menos hongos.

Los hongos producen AGV, gases y trazas de etanol y lactato.

**2.3.5 Protozoos.** Su principal función es ingerir partículas del tamaño de las bacterias, como almidón, fibras, cloroplastos.

La mayoría de los componentes son Ciliata, los organismos unicelulares más complejos. Su biomasa es similar a la de las bacterias, pero pueden sobrepasarla más de 3 veces según la dieta, o inclusive desaparecer. Su densidad es del orden de - / ml. Las diferentes especies varían en tamaño, entre 25 a 250 micras, agrupándose en 17 géneros de la sub clase Entodiniomorpha y 2 géneros de la sub clase Holotriches, que difiere en su morfología y metabolismo. Las especies presentes varían con la especie animal, la localidad y la dieta. Los tiempos de generación oscilan entre 0.5 a 2 días. Los más lentos pueden llegar a desaparecer con los fluidos del rumen, varios permanecen adheridos a fragmentos de alimento, por lo que son más retenidos que las bacterias y una gran parte pueden ser lisados en el rumen.

**2.3.6 Los ciliados difieren de las bacterias en varios aspectos.** Son muy móviles e invaden a los alimentos recién ingeridos tan rápido como las bacterias a pesar de estar en menor número.

Pueden almacenar hidratos de carbono adicionales en forma de polímeros insolubles, la amilopectina.

Son más fácilmente destruidos por la acidez, los Holotriches son los más sensibles y los Entodiniomorpha, menos.

No pueden sintetizar aminoácidos a partir de compuestos simples de nitrógeno y dependen de las bacterias, empleando los aminoácidos luego de fagocitarlas (1 % de las bacterias son fagocitadas en cada minuto). Son responsables, en gran parte, de la producción de amonio en el rumen.

Los ciliados no son esenciales para los procesos de fermentación pero ayudan a que sean más eficientes.

**Ciliados celulolíticos.** Pocos géneros de Epidinium están implicados en la fragmentación de los restos vegetales. Estos segregan enzimas que causan la separación de las células y la fragmentación del material.

Más de la mitad de la actividad celulolítica del rumen se asocia con los ciliados. La mayor actividad se da cuando la enzima es liberada luego de la lisis celular que ocurre por exposición al O<sub>2</sub> en la ruminación o por hipotonía causada luego de la ingestión de agua.

**Ciliados amilolíticos.** Todos los Entodiniomorpha usan almidón cuyo exceso almacenan como amilopeptina. Pero uno de los dos géneros Holotriches no puede usar almidón. La mayoría prefiere azúcares solubles y se mueven rápidamente hacia ellos.

**Otras fuentes de energía.** Los ciliados son responsables del 30-40 % de la lipólisis. Incrementan el contenido de ácidos grasos saturados. Un 75 % de los lípidos microbianos están normalmente asociados con los ciliados. No son muy importantes en la degradación de proteínas de la dieta, usan las de las bacterias fagocitadas.

El rumen es un complejo ecosistema, el cual se encuentra en forma dinámica, influenciado por el ingreso desde el exterior del alimento, agua, otros microorganismos etc., la salida de los materiales al intestino, y por las complejas interacciones que se dan dentro de este.

Hay que tener en cuenta que funciona como una cuba de fermentación en donde rigen condiciones casi totales de anaerobismo (existe aproximadamente un 0,6% de oxígeno), con condiciones reductoras, pH levemente ácido, y temperatura alrededor de 39° c.

La principal fuente de energía se obtiene por medio de la fermentación de hidratos de carbono. Así los microorganismos obtienen energía, con liberación de AGV, hidrógeno, dióxido de carbono, agua, metano, según el caso que sea. Los AGV más importantes son el ácido acético, el ácido propiónico y el ácido butírico. Es mayor el aprovechamiento energético cuando se produce ácido propiónico que cuando se produce ácido acético, dado que en este último se libera H<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, que son formas de energía disipada. El animal aprovecha los AGV como principal fuente de energía por medio de la absorción de los mismos, a través de la pared ruminal.

Hay que mencionar que es de gran importancia el efecto que tiene el pH de rumen, dado que influye en los distintos procesos químicos, niveles de poblaciones, interacciones, sistemas de regulación, etc.

**2.3.7 PH del rumen y su regulación.** Los valores de pH fluctúan en el rumen, influenciado por distintos factores, como por ejemplo el tipo de alimento y tiempo de ingestión. Los valores fisiológicos normales de pH se encuentran entre 5,4 y 6, 9.

Tres puntos a tener en cuenta como factores de regulación

Influencia de los ácidos grasos volátiles en el aumento de la acidez. En los procesos fermentativos se producen estos AGV. Se alcanza la mayor acidez luego de aproximadamente 3 horas de la ingestión, siendo en general mayor cuando los procesos de fermentación son más intensos.

La cantidad de saliva secretada durante la masticación y la rumia. Dado que la saliva tiene un pH entre 8,1 y 8,3, que hace de agente neutralizante de ácidos grasos, propiedad conferida por las sales que contiene (bicarbonatos, fosfatos de sodio y potasio). La cantidad de saliva secretada fluctúa entre 100 y 180 litros.

La velocidad de absorción de AGV funciona como amortiguador de la acidez que estos producen. A menor grado de disociación, mayor es la velocidad. Si el pH baja, se reduce el grado de disociación y por lo tanto, al aumentar la velocidad de absorción, se logra una cierta estabilización del pH.

**Algo de la dinámica de la regulación.** Es de gran importancia el proceso de rumia, dado que con este se produce un gran aporte de saliva al medio. Durante este proceso se aporta tres veces más saliva que cuando la masticación.

Hay que tener en cuenta que el tiempo de rumia será afectado por el tipo de alimento y la calidad física y química. A continuación se dará un ejemplo

Como se puede observar una disminución en el porcentaje de fibra en la ración conllevaría a una menor masticación y por lo tanto menor salivación, produciéndose un descenso del pH, dado la intensa producción de AGV. En contra de esto juega una mayor absorción de los AGV, sin lograr mantener el pH en niveles próximos a la neutralidad. Este pH influencia en las poblaciones microbianas. Si se produce un descenso repentino del pH, podría llegarse a una acidosis, de la cual llegar a la muerte de los microorganismos. Luego, frenada así la producción de AGV la continua salivación, llegar a la alcalosis. Por todo esto debe tenerse en cuenta que toda incorporación de concentrados en la dieta del animal se debe hacer en forma gradual.

**2.3.8 Azúcares.** Los azúcares pueden provenir de los alimentos directamente, o de la hidrólisis de polisacáridos. Estos son degradados generalmente en forma rápida por los microorganismos, favoreciendo a la producción de ácido butírico. Raciones ricas en azúcares pueden determinar presencia de ácido láctico en rumen. Importantes en azúcares son los pastos verdes, remolacha y subproductos.

**Almidón y otros polisacáridos solubles.** El almidón es importante en raciones ricas en concentrados ricos en nutrientes. Como se dijo antes, en estos casos se ve una disminución del pH, lo que lleva a la modificación del complejo de microorganismos, adaptándose estos a una fermentación amilolítica. En estas condiciones se observa un aumento en la proporción de ácido propiónico. Otro polisacárido importante es la pectina, la cual es rápidamente

degradada, con importante producción de ácido acético. Parte de los polisacáridos solubles pueden quedar, luego de su hidrólisis, como sustancias de reserva de los protozoarios.

Bacterias importantes en estos compuestos son *Streptococcus bovis*, *Ruminobacter amylophilus*, entre otras.

**2.3.9 Celulosa.** La celulosa está compuesta por 14 beta poliglucósidos, con un alto grado de polimeración. Son importantes en raciones ricas en fibra. La flora que se encuentra degradando la misma se encuentra adherida a las fibras vegetales, y el desarrollo de este tipo de flora se encuentra relacionado con niveles de pH por encima del mencionado para la degradación amilolítica.

Se puede observar que el complejo enzimático que desdobla la celulosa no se encontrará en la fase líquida del rumen. Se ha demostrado en ensayos que el mayor contenido de fibra en la dieta del animal favorece la producción de ácido acético.

Los procesos de degradación de la hemicelulosa son similares a los de la celulosa.

Bacterias importantes en estos compuestos son *Fibrobacter succingenes*, *Ruminococcus albus*, *R. flavefaciens*, entre otras.

Tanto en celulosa como en almidón encontramos *Clostridium polysaccharolyticum*.

**2.3.10 Lignina.** Los procesos de degradación de este compuesto lo realizan bacterias aerobias, y dado el bajo contenido de oxígeno en el rumen, su alteración es casi nula.

Hay que tener en cuenta que los procesos de desdoblamiento e hidrólisis que se realizan en las distintas sustancias son posibles gracias a los complejos enzimáticos que poseen las bacterias, siendo diferentes según el sustrato que ataquen. Algunas bacterias tienen mayor espectro de ataque que otras, dado su mayor batería de enzimas. Además los productos de algunas bacterias sirven como sustratos de otras, creándose interrelaciones y llegando a la reducción casi completa de los sustratos.

**2.3.11 Metabolismo del nitrógeno.** El abastecimiento proteico para el rumiante se realiza a nivel del intestino delgado. A pesar de esto los procesos en el rumen juegan un papel muy importante, dado que los microorganismos son los encargados de la lisis (proteína proveniente de la ración) y la síntesis de proteínas.

**Mencionaremos a continuación las rutas de los procesos del nitrógeno.** Parte de las proteínas que provienen del alimento pueden llegar al intestino (proteína by pass), pero el resto es generalmente degradada por los microorganismos, transformándola en amoníaco y ácidos grasos principalmente. El amoníaco es utilizado para la síntesis de proteína bacteriana. Estas bacterias son finalmente arrastradas al intestino donde son degradadas. El contenido de proteína bruta contenida en las bacterias es de entre 40 y 65 %, con un valor biológico del 70 % y digestibilidad de 70 %.

Parte del amoníaco no utilizado por las bacterias es absorbido por las paredes del rumen, pasando al torrente sanguíneo para ser excretado en orina o reutilizado, dado que puede regresar en forma de urea a la saliva para volver a introducirse al rumen.

**2.3.12 Metabolismo de grasas.** Trataremos a las grasas centrándonos en el concepto como esterificaciones de ácidos grasos con glicerina. Estas grasas difieren en los tipos de ácidos grasos que intervienen, en número de carbonos y distinto grado de insaturación.

En primer término las grasas son hidrolizadas por lipasas producidas por algunas bacterias (ej. Anaerovivio lipolytica), luego los ácidos grasos insaturados son saturados por hidrogenación por otros microorganismos (ej. Butiryvibrio fibrisolvens). De este modo la proporción de ácidos grasos insaturados que llegan al intestino es mínima. Importancia de la hidrogenación es:

La presencia de ácidos grasos insaturados puede causar tensión superficial en la bacteria, alterando la permeabilidad, inhibiendo el proceso fermentativo; Además la adherencia a las fibras vegetales de estos ácidos produce la reducción en la digestibilidad.

El proceso de reducción química por hidrogenación alcanza también a otros compuestos que pueden resultar tóxicos como por ejemplo algunos fenoles, alcaloides, etc.

Distrofias musculares son producidas cuando los niveles de vitamina E no son elevados y son absorbidas grandes cantidades de ácidos grasos insaturados.

Productos secundarios del proceso de reducción son ácidos grasos de cadena ramificada, los cuales pueden detectarse posteriormente en leche por ejemplo. De aquí la importancia de la hidrogenación, dado que son responsables del olor y sabor de la leche, y estos productos secundarios pueden ser distintos a los ingeridos en la ración.

Estudios han demostrado que pueden llegar al intestino mayores cantidades de ácidos grasos que los que se ingieren, debido a la fracción de grasas de los microorganismos.

Algo más de interacciones

Ya se ha mencionado anteriormente algunas interacciones entre los microorganismos, observándose que los mismos pueden actuar como una cadena, donde los productos de unos son sustratos de otros y llevando casi cualquier sustrato AGV aprovechables para el animal.

**Competencia.** Se da cuando distintos microorganismos (ya sea inter o intraespecífica) actúan sobre el mismo sustrato. Estrategias que utilizan son Velocidad de colonización, Capacidad de adherencia y Afinidad por el sustrato.

Un ejemplo (Brindado por el profesor Tocchi, y extraído de MIRON et al 1991)

Fibrobacter succinogenes tiene menor habilidad degradativa en cultivos mixtos con Ruminococcus flavefaciens, por competencia en sitios de adherencia ( velocidad y afinidad.

**Amensalismo.** Se da en una competencia con sustancias intermedias.

Un ejemplo (Brindado por el profesor Tocchi, y extraído de 1° ej ODENYO et al 1994; 2° ej STEWART et al 1991.

Ruminococcus albus inhibe a R. flavefaciens por medio de bacteriocina.

Ruminococcus flavefaciens inhibe el crecimiento a Neocallimastix (hongo).

**Sinergismo.** (Brindado por el profesor Tocchi, y extraído de WEIMER et al 1990)

La degradación de la celulosa es mayor en cultivos de especies celulolíticas y hemicelulolíticas ( MIRON et al 1991)

Se encuentra influenciado por la velocidad de degradación y la velocidad de crecimiento. Interacciones entre protozoos y bacterias

Es de gran importancia la interacción de los ciliados con las bacterias. La eliminación de ciliados produce el incremento de hasta 3 veces la cantidad de bacterias, las cuales aprovechan los productos de la lisis de los ciliados.

Algunas bacterias actúan en simbiosis con los protozoos. Las bacterias metanogénicas se adhieren a entodiniomorphes, cuando el H<sub>2</sub> es limitante.<sup>7</sup>

La celulólisis se ve incrementada en presencia de ciliados; además los protozoos son estabilizantes del ambiente, restringen la formación de ácido láctico, limitan fluctuaciones de pH, etc.

Aquí también existe la interacción presa predador. Los protozoos obtienen energía y fuente de carbono de las bacterias.

**Producción de metano.** En el rumen existen bacterias que producen metano a partir de H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Bacterias metanogénicas importantes son: Nethanobacterium ruminantium, Methanobrevibacter spp. La formación de metano se considera como una forma de disipación de energía, y es eliminado por eructo. Un alto contenido de metano puede llevar a metionismo o timpanismo, lo cual se produce cuando se lo lleva al animal muy hambreado al pastoreo, y se alimenta en exceso en poco tiempo con pasturas muy tiernas (típico de comienzos de primavera).

---

<sup>7</sup> SANCHEZ. Inés Martin. Diversidad Microbiana y Taxonómica. Amensalismo. [En línea]. Ubicado en la URL: [www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com...id..](http://www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com...id..)



**2.3.13 *Saccharomyces cerevisiae*.** *Saccharomyces cerevisiae*, más conocida como “la levadura de la cerveza” es un hongo ambiental común y es un componente transitorio de las microbiotas digestiva y cutánea humanas. Taxonómicamente pertenece al Phylum Ascomycota, a la Clase Hemiascomycetes, del Orden Saccharomycetales y de la Familia de las Saccharomycetaceae. Es un hongo levaduriforme de pared lisa en su interior, que presenta células alargadas, globoides a elipsoidales con gemaciones o blastoconidios multilaterales, ascos con hasta cuatro ascosporas esféricas o elipsoides en un rango de 5 a 10 µm de diámetro externo y de 1 a 7 µm de diámetro interno (Hongos-alergénicos, 2006; Feldmann, 2005).

De las levaduras, la especie *S. cerevisiae* es la más estudiada. Durante años ha sido usada para la elaboración de vino, cerveza, pan y en investigación principalmente de aplicaciones industriales y médicas, benéficas para la vida humana. En 1980 fue utilizada para la producción de la vacuna de hepatitis B y en 1996 se convirtió en el primer organismo eucariota al cual pudo establecerse la secuencia genómica completa, convirtiéndose en la referencia de comparación para las secuencias de humanos, genes animales o vegetales y múltiples organismos unicelulares (Feldmann, 2005).

Las levaduras son hongos microscópicos, unicelulares, que presentan diversidad respecto al tamaño celular, forma y color, aun tratándose de células individuales de una misma cepa, debido principalmente a la alteración de las condiciones físicas y químicas en el ambiente. Generalmente son de forma esférica u ovalada y miden entre 5 y 10 micras. Viven en estado aislado hasta que adquieren el tamaño adecuado para dividirse, produciendo células hijas, que a su vez se separan, extienden y dividen de la misma manera. Se consideran como organismos facultativos, lo cual significa que pueden sobrevivir y crecer con o sin oxígeno (Guilliermond, 1920; Feldmann, 2005).<sup>8</sup>

**2.3.14 Uso de levaduras en alimentación animal.** Durante los últimos años se ha aumentado de manera considerable el uso de aditivos microbianos que se suplementan en forma directa en sistemas de alimentación animal, formulados principalmente a partir de cepas de bacterias y hongos altamente celulolíticos (García et al., 2004; Arcos y Díaz, 2004). La mayoría de los cultivos de levadura con fines de nutrición animal, se derivan del género *Saccharomyces* y especie *cerevisiae* (Nagaraja et al., 1997). En el ambiente ruminal, las levaduras son capaces de sobrevivir durante cortos periodos de tiempo y aunque se desconocen los factores por los cuales las levaduras pueden crecer, tienen una habilidad limitada para hacerlo (Miller et al., 2002; Bach et al., 2004).<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> DURANGO LONDOÑO. Laura Patricia. Proyecto de Grado. Ubicado en la URL: repository-eafit.edu.co/bistream/handle...etc.

<sup>9</sup> AMAURY C. Valinote. Uso de cultivos de levadura en la nutrición de rumiantes. [En línea]. Publicado en internet el 06 de diciembre de 2011. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/uso-cultivos-levadura-nutricion-t3928/141-p0.htm>

Múltiples estudios se han llevado a cabo (ganado lechero de lactancia temprana, vacas altas productoras, novillos, vacas lecheras en estabulación libre) con el fin de demostrar los beneficios que presenta la suplementación directa de levaduras tipo *S. cerevisiae* (Miller et al., 2002; García et al., 2004; Bach et al., 2004). Aunque algunos autores no han encontrado ventajas significativas (Arambel y Kent, 1990) otros han podido determinar una mejora en la ingestión de materia seca y producción diaria de leche (Bach et al., 2004). Además, se ha presentado como una alternativa para la sustitución de los antibióticos empleados como promotores de crecimiento (Lynch y Martin, 2002). La adición del cultivo de *S. cerevisiae* en diferentes sistemas de alimentación de ganado lechero estabiliza y optimiza la función del sistema digestivo bovino.

## 2.4 MARCO LEGAL

### 2.4.1 Ley No 1659 – 15 Julio del 2013

**Artículo 10.** Creación del Sistema. Créase el Sistema Nacional de Identificación, Información y Trazabilidad Animal. Como un Sistema integrado por un conjunto de instituciones, normas, procesos, datos e información, desarrollado para generar y mantener la trazabilidad en las especies de interés económico pertenecientes al eslabón de la producción primaria y a través del cual se dispondrá de información de las diferentes especies, para su posterior integración a los demás eslabones de las cadenas productivas hasta llegar al consumidor final.<sup>10</sup>

**Parágrafo 1°.** Para efectos de la presente Ley, harán parte del Sistema de Identificación, Información y Trazabilidad Animal, el Sistema Nacional de Identificación e Información del Ganado Bovino y los Sistemas que se desarrollen, implementen y operen, de manera gradual, para las demás especies pecuarias en el marco de la presente ley.

**2.4.2 Ley de carnes N° 19.162.** Establece Sistema Obligatorio de Clasificación de Ganado, Tipificación y Nomenclatura de sus Carnes y Regula Funcionamiento de Mataderos, Frigoríficos y Establecimientos de la Industria de la Carne (Publicado en el Diario Oficial del 7 de septiembre de 1992, modificada por la Ley N° 19.797, publicada en el Diario Oficial de 3 de Abril de 2002).

**Artículo 1°.** - Establécese un sistema obligatorio, que tendrá como preceptos generales los que se señalan en esta ley y que dice relación a las siguientes áreas:

La industria cárnica, mataderos y frigoríficos;

Los establecimientos o industrias que; en cualquier forma o circunstancia, procesen, desposten o manipulen carne para la venta al por mayor y al detalle;

---

<sup>10</sup> CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1659 del 15 de julio de 2013. Sistema nacional de identificación, información y trazabilidad animal. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/2801/LEY1659\\_2013.pdf](http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/2801/LEY1659_2013.pdf)

Los medios de transporte de ganado y carne;

La refrigeración de las carnes, y

La clasificación del ganado mayor y menor, tipificación de sus canales, el desposte y la denominación de los cortes básicos, según las normas contenidas en el Reglamento respectivo.

**Artículo 2º.** - El Presidente de la República, mediante decreto supremo expedido a través del Ministerio de Agricultura, el que, además, llevará la firma del Ministro de Salud, reglamentará el funcionamiento de los mataderos y establecerá normas generales mínimas, tales como, estructuras adecuadas, corrales de material lavable, agua potable fría y caliente, sistemas de evacuación de estiércol, destructor de decomisos, equipos de faenamiento con res colgante, áreas y cámara de enfriamiento, sistema de evacuación de aguas servidas, cámaras frigoríficas y procedimientos técnicos que atenúen el sufrimiento de los animales.

Asimismo, fijará normas de funcionamiento a los frigoríficos, establecimientos o industrias que, en cualquier forma o circunstancia, procesen, desposten o manipulen carne para la venta al por mayor y al detalle, y medios de transporte del ganado y de la carne.

**Artículo 3º.** - La complementación del sistema de clasificación, tipificación y nomenclatura de cortes básicos de carnes, se hará mediante normas técnicas que determine el Instituto Nacional de Normalización, las que, oficializadas mediante decreto del Ministerio de Agricultura, tendrán el carácter de obligatorias.

**Artículo 4º.** - Corresponderá al Servicio Agrícola y Ganadero fiscalizar y controlar la aplicación del sistema de clasificación, tipificación y nomenclatura de cortes; fiscalizar el cumplimiento de las exigencias impuestas a los mataderos o de cualquier operación o manipulación de los productos cárneos, incluidos los sistemas de transporte y frigoríficos, sin perjuicio de las atribuciones que tienen los Servicios de Salud u otros organismos públicos. El Servicio Agrícola y Ganadero podrá, en caso calificado, encomendar la ejecución de algunas de estas funciones a entidades públicas o a profesionales idóneos.

**Artículo 5º.** - La certificación de matadero de origen, la clase de ganado, la categoría de las canales, la nomenclatura del corte, la refrigeración de las carnes y los medios de transporte de ganado en pie y carne, deberán efectuarla entidades acreditadas en certificación de productos de acuerdo a normas internacionales, las que deberán inscribirse en el Registro que, para tal efecto, llevará el Servicio Agrícola y Ganadero.

El reglamento establecerá la forma de acreditar el cumplimiento del requisito señalado en el inciso anterior y las exigencias que deberá cumplir el personal de dichas entidades para llevar a cabo la certificación.

La certificación que se establece en este artículo no obstará a las facultades, atribuciones, funciones y responsabilidades que corresponden al Servicio Agrícola y Ganadero, conforme su ley orgánica y a la presente ley.

**Artículo 6º.**- Las entidades de certificación que emitan informes o certificados respecto de mataderos o productos que no hayan sido inspeccionados o que no correspondan a las exigencias contenidas en las normas técnicas oficiales de cumplimiento obligatorio y en los reglamentos pertinentes, serán sancionados por el Servicio Agrícola y Ganadero con la pérdida de su calidad de certificadora y con multa de 100 a 300 unidades tributarias mensuales, sin perjuicio de la responsabilidad penal que pueda afectarles.

**Artículo 7º.** - Se sancionará con la suspensión de diez a noventa días y con multa de 25 a 100 unidades tributarias mensuales a las entidades de certificación que incurran en algunas de las siguientes conductas:

Emitir informes o certificados que contengan errores en cuanto al matadero de origen, o clase de ganado, o categoría de las canales o nomenclatura del corte, o refrigeración de las carnes o medio de transporte de ganado en pie y carne.

No cumplir o cumplir inadecuadamente los procedimientos establecidos sobre inspecciones, toma de muestras o análisis, y c) Incurrir en cualquier acción u omisión que induzca a error en cuanto al origen, o clase o nomenclatura, en la clasificación de un determinado producto.

**Artículo 8º.** - El que infrinja las normas sobre salud animal en los mataderos, sobre clasificación de ganado, tipificación de sus canales y nomenclatura de cortes y el que, en proceso de comercialización, cambie, adultere o elimine una tipificación o nomenclatura ya efectuada, será sancionado con multas de 1 a 100 unidades tributarias mensuales y con el comiso de los productos, sin perjuicio de la clausura temporal o definitiva del local, en caso de reincidencia.

La misma sanción será aplicada al que infrinja las normas contenidas en la presente ley y sus reglamentos, en lo relacionado con mataderos, frigoríficos y medios de transporte de ganado en pie y carnes.

Igual sanción se aplicará a quienes infrinjan las normas de rotulación, tratándose de productos envasados, o exhiban carteles, letreros o elementos de propaganda, en los locales de venta o comercialización de productos con leyendas o indicaciones que no correspondan al producto ofrecido.

**Artículo 9º.** - El Servicio Agrícola y Ganadero conocerá de las infracciones señaladas en los

Artículos 6º, 7º y 8º y las sanciones conforme al procedimiento establecido en el párrafo IV del Título I de su Ley Orgánica.

**Artículo 10.** - Las disposiciones de la presente ley regirán dentro del plazo de dos años, contados desde la fecha de su aprobación. Sin embargo, el Presidente de la República, mediante decreto supremo, expedido a través del Ministerio de Agricultura, podrá anticipar la aplicación general y gradual de todas o algunas de sus normas.

**Artículo 11.** - Sin perjuicio de las normas sanitarias, se exigirán requisitos y obligaciones equivalentes a los establecidos en esta ley a los productos cárneos importados que se comercialicen en el país.

La fiscalización del cumplimiento de estas exigencias corresponderá al Servicio Agrícola y Ganadero.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo está enmarcado bajo el tipo de investigación experimental, la cual se desarrolla utilizando un DCA (diseño completamente al azar) con tres tratamientos, cinco repeticiones y un animal por repetición.

T°= Testigo.

T1= 25 gr.

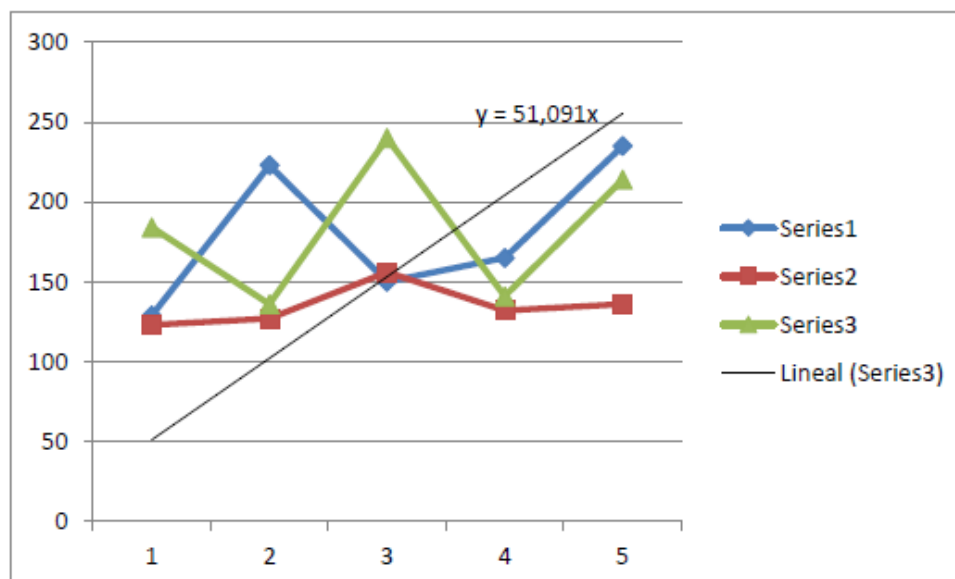
T2 = 50 gr.

#### **Peso terneros acostumbramiento**

T0	T1	T2
129	123	184
223	127	136
150	156	240
165	132	141
235	136	214

Fuente: Pasante

Gráfica tratamiento To



Fuente: Pasante

**Pesos terneros primer mes**

To	T1	T2
135	145	184
227	148	143
146	184	255
160	156	146
241	152	222

Fuente: Pasante

Dato Anava (AOV) primer mes

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

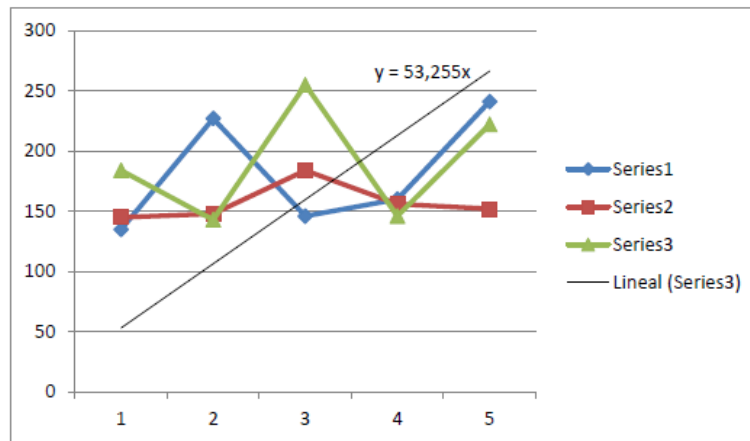
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	5	909	181,8	2373,7
Columna 2	5	785	157	245
Columna 3	5	950	190	2357,5

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2952,13333	2	1476,06667	7581	0,43615	3,8852938
Dentro de los grupos	19904,8	12	1658,73333		328	
Total	22856,9333	14				

Fuente: Pasante

Gráfica T1



Fuente: Pasante

## Pesos terneros segundo mes

T0	T1	T2
150	166	209
258	171	158
165	205	281
195	182	161
266	169	245

Fuente: Pasante

Datos AOV del segundo mes

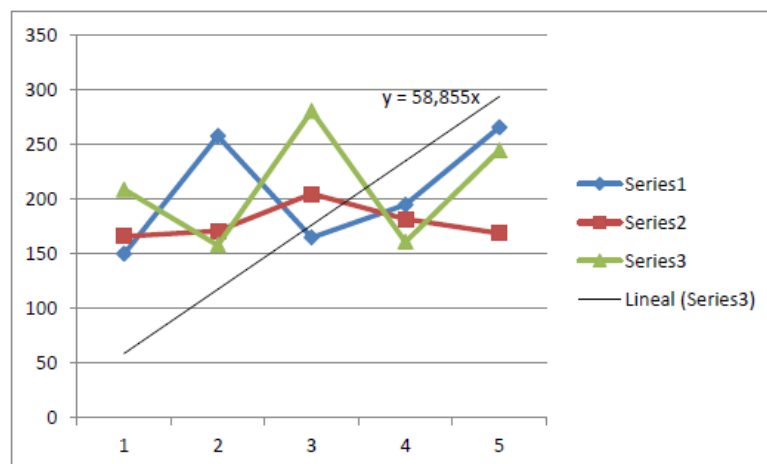
Análisis de varianza de un factor

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	5	1034	206,8	2809,7
Columna 2	5	893	178,6	254,3
Columna 3	5	1054	210,8	2842,2

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3080,13333	2	1540,06667	0,7822	0,47935	3,8852938
Dentro de los grupos	23624,8	12	1968,73333	6271	786	3
Total	26704,9333	14				

Fuente: Pasante

Gráfica T2



Fuente: Pasante



## Análisis Total Del Tratamiento

Análisis de varianza de un factor total

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
				2252,8
to	15	2845	189,666667	0952
				532,31
t1	15	2352	156,8	4286
				2219,5
t2	15	2919	194,6	4286

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12666,9778	2	6333,48889	3,7965	0,03050	3,2199422
Dentro de los grupos	70065,3333	42	1668,22222	4989	625	9
Total	82732,3111	44				

Fuente: Pasante

### 3.2 POBLACION

Está representado por un lote de 15 terneros con diversidad racial.

### 3.3 MUESTRA

Está representada por tres tratamientos con cinco repeticiones cada una con un total de 15 animales.

Variables: Ganancia de peso. Indicador: Kg.

Modelo:  $Y_{ij} = M + T_i + EE_i$

M: Promedio poblacional general.

T<sub>i</sub>: Efecto del I-énèsimo tratamiento.

EE<sub>i</sub>: Error experimental.

### **3.4 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS**

Para conocer y sustentar esta investigación, se utilizara como instrumento de recolección e información los registros de ganancia de peso promedio y a cantidad de alimento suministrado a los terneros; al igual que la observación directa del lote frente a la alimentación recibida y una báscula que servirá para tomar el peso de cada ternero.

### **3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION**

En esta etapa se realizará un análisis cuantitativo y cualitativo con referencia a los resultados obtenidos con concentrados comerciales y con esta nueva materia prima no convencional para ir identificando diferencias en los intereses existentes.

#### **4. DISCUSIONES Y RESULTADOS**

Los terneros con que se trabajó fueron de diversidad racial, se les miro una aceptación por este probiotico desde sus primeras dosis, lo cual permitió que la recolección de datos fuera más rápida y eficiente.

La levadura de cerveza de cerveza la cual actúa directamente en los metabolitos que alimentan los microorganismos ruminales, estimulando el metabolismo especialmente de la población celulítica. Además, se aumenta la producción de Ácidos Grasos Volátiles y se altera la relación acetato/propianato, lo que genera un aumento del PH que permite reducir el riesgo y la severidad de la digestión y el flujo de proteínas microbianas al duodeno, proporcionando grandes valores de nutrientes al hospedero (ternero) aumentando el aprovechamiento de los forrajes y así repercutiendo en un mayor desempeño productivo de carne, ganancia de peso y leche.

En las gráficas se pudo comprobar que siempre que se suministró los 50 gramos de levadura de cerveza a cada animal, hubo un notable aumento de peso, y con el análisis de varianza de un factor total llegamos a los resultados que nos determinan que este suplemento es significativo.

## **5. CONCLUSIONES**

El proyecto parte de seleccionar el diseño adecuado para este mismo y fue un DCA (Diseño Completo al Azar), tres tratamientos con cinco repeticiones, su principio fue pesarlos antes de suministrar el probiotico de levadura de cerveza, acostumar luego a los terneros por un período de 15 días, para que su organismo lo asimile poco a poco.

El uso del suplemento nutricional a base de levadura de cerveza ( *Saccharomyces Cerevisiae*) incremento de forma moderada la ganancia de peso en los terneros de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Según la evaluación que se realizó la dosis de la levadura en los tratamientos de 50 gramos a cada ternero fue la adecuada para tener resultados positivos.

Indicando pues que la dosis de 25 gramos no arrojó resultados tan importantes sobre la ganancia de peso en los terneros de la granja experimental en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para iniciar este tipo de proyectos se debe seleccionar los terneros ya en estado de cepa, porque cumple con los requerimientos internos (su organismo esté listo) para adaptarse a este suplemento.

Realizar un acostumbramiento previo a la implementación del suplemento como parte de la dieta alimenticia de los terneros.

De la misma manera hacer un monitoreo constante a los animales para así verificar el beneficio de este suplemento a base de levadura de cerveza (*Saccharomyces Cerevisiae*) para ganancia de peso en los terneros.

## BIBLIOGRAFIA

AMAURY C. Valinote. DSc. Foro científico sobre el Uso de cultivos de levadura en la nutrición de rumiantes; en Calidad y Productividad Animal, Alltech Brasil. Publicado el: 06/12/2011.)

HENAO. Paula Andrea, TAPAZCO. Omar Alberto, SERNA María Antonia Validación de tres suplementos alimenticios elaborados a partir de sub-productos agroindustriales de poscosecha en función del incremento en sólidos totales de la leche; Santagueda – Palestina – Caldas. Publicado el: 24/06/2011.)

## REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRONICAS

DURANGO LONDOÑO. Laura Patricia. Proyecto de Grado. [En línea]. Ubicado en la URL: [repository-eafit.edu.co/bistream/handle...etc](http://repository-eafit.edu.co/bistream/handle...etc).

SANCHEZ. Ines Martin. Diversidad Microbiana y Taxonomica. Amensalismo.[En línea]. Ubicado en la URL: [www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com...id...](http://www.diversidadmicrobiana.com/index.php?option=com...id...)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Guia técnica manejo integrado de Ganado Vacuno. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/GanadoLechero/Manejo\\_integrado\\_de\\_ganado\\_vacuno.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/GanadoLechero/Manejo_integrado_de_ganado_vacuno.pdf). Peru.2011. p. 42.

FARMLAND. La vida de los terneros. [En línea]. Ubicado en la URL: : [http://www.farmland-thegame.eu/tech\\_sheet\\_05\\_calves\\_es.html](http://www.farmland-thegame.eu/tech_sheet_05_calves_es.html). 1997.

FRIONI LILIAN. Procesos microbianos. [En línea]. Ubicado en la URL Ubicado en la URL:<http://www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml>

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 1659 del 15 de julio de 2013. Sistema nacional de identificación, información y trazabilidad animal. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/2801/LEY1659\\_2013.pdf](http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/2801/LEY1659_2013.pdf)

AMAURY C. Valinote. Uso de cultivos de levadura en la nutrición de rumiantes. [En línea]. Publicado en internet el 06 de diciembre de 2011. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/uso-cultivos-levadura-nutricion-t3928/141-p0.htm>

ANEXOS









