

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente la producción lechera se ha concentrado en la región interandina, donde se ubican los mayores hatos lecheros, los que mediante una adecuada tecnología ha incrementado los rendimientos de leche a nivel de la sierra, sin embargo el precio que se paga por el litro de leche es demasiado bajo en relación a los costos de producción, por lo que los ganaderos en vista a la gran necesidad de incrementar sus niveles económicos, están dejando de cultivar pastos para dar lugar a la producción de brócoli.

Las magnificas características del brócoli ecuatoriano, producto de factores como las excelentes condiciones ambientales en las áreas de producción, la estandarización de prácticas agrícolas basadas en las exigencias y tendencias del mercado mundial, y un proceso de floreteo manual, han hecho que este producto sea fuertemente reconocido a nivel mundial.

Los agricultores en la provincia del Cotopaxi están dedicados en su mayoría a la producción de brócoli ya que es un producto de exportación que deja grandes beneficios económicos a la empresa, por lo que la ganadería ha quedado en segundo lugar, dándole mayor importancia a la producción de esta hortaliza, sin embargo ha quedado como residuo del brócoli las hojas y tallos, los cuales han sido utilizados como alimento de las vacas.

Estos residuos al ser aprovechados por los animales se plantea la elaboración de un bioensilaje que permite mejorar su metabolicidad como una nueva alternativa de alimentación ganadera que presenta las siguientes ventajas: Tecnología sencilla, económicamente rentable, sube el valor nutricional de los sustratos, son productos higiénicamente seguros, mejora los rendimientos productivos.

Mediante la investigación se alcanzó buenos rendimientos productivos para fomentar la utilización de residuos de brócoli como bioensilaje siendo una alternativa de alimentación para vacas lecheras, constituyéndose en un alimento que permite obtener un alto beneficio económico para la finca.

Por lo señalado anteriormente se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar las características bromatológicas del brócoli como alimento para rumiantes.
- Evaluar diferentes niveles de brócoli + avena + suero de leche en el proceso de bioensilaje.
- Medir los rendimientos productivos y beneficios económicos del uso de de bioensilaje en vacas lecheras.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. DESCRIPCIÓN DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea L. var. Italica*)

#### 1. Origen

Según [http://: www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary](http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary). (2000), en un estudio de Brócoli manifiesta que su cultivo se realiza desde varios siglos en la historia, debido a que este vegetal, que al parecer es nativo de los países bañados por el mar Mediterráneo oriental (Turquía, Líbano, Siria), fue conocido por numerosas civilizaciones desde antes de la era cristiana. En concreto, se dice que los romanos fueron quienes se encargaron de producirlo y comerlo con mayor avidez, por lo que actualmente es muy popular en toda Italia.

Se estima que en el siglo XVIII fue traído al Continente Americano, pero nunca pasó de ser un producto regional. Fue hasta las últimas dos décadas del siglo XX que comenzó a intensificarse su cultivo, lo cual se debió, en buena medida, a distintas investigaciones que mostraron su elevado valor nutricional.

#### 2. Clasificación Científica

El brócoli pertenece a la familia *Cruciferae* y su nombre botánico es *Brassica oleracea L.*, variedad *italica* (cuadro 1).

Cuadro 1. CLASIFICACION TAXONÓMICA DEL BROCOLI.

<b>Clasificación</b>	<b>Taxonomía</b>
Reino	Vegetal
División	<u>Magnoliophyta</u>
Clase	<u>Magnoliopsida</u>
Orden	<u>Brassicales</u>
Familia	<u>Cruciferae</u>
Género	<u>Brassica</u>
Especie	olearacea
Variedad	italica
Nombre trinomial	Brassica oleracea var. Italica

Fuente: [http://: www.wikipedia.org/wiki/Brassica\\_oleracea\\_italica](http://www.wikipedia.org/wiki/Brassica_oleracea_italica). (2007).

### **3. Adaptación**

Según [http://: www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary](http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary). (2000), brócoli ecuatoriano se destaca por su intensa coloración verde, producto de la especial luminosidad existente en la zona ecuatorial. Adicionalmente, el brócoli crece más firme y compacto a mayor altitud, asegurando uniformidad y mejores cortes. La mayor altitud en las zonas de producción ecuatorianas (entre 2,600 - 3,000 metros sobre el nivel del mar) . y la temperatura es de 15 a 18 grados. También provee una prevención natural contra plagas y enfermedades, Por otra parte, el brócoli ecuatoriano no es un cultivo estacional; la temperatura estable durante todo el año permite una producción continua y constante.

### **4. Características botánicas**

Según [http://: www.infoagro.com/hortalizas/broculi](http://www.infoagro.com/hortalizas/broculi). (2007), el brócoli es una planta en forma de hongo, con cabeza redondeada de color verde oscuro, de tallo corto y grueso de color verde claro, con hojas laterales delgadas verde oscuras en la parte inferior del tallo, donde posee una cavidad por donde absorbe los nutrientes de la tierra; el color de la cabeza se torna amarilloso dependiendo del tiempo transcurrido entre la poscosecha y el consumo.

La planta desarrolla un tallo principal relativamente grueso (3 a 6 cm de diámetro), de 20 a 50 cm. de alto, sobre el cual se disponen las hojas en forma helicoidal en entrenudos. Las hojas son de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho y varían en número de 15 a 30, según el cultivador. Presentan pecíolo más desarrollado que el repollo, alcanzando un tercio de la longitud total de la hoja. La lámina es entera, de borde fuertemente ondulado y presenta un tono verde-grisáceo. En la base de la hoja puede dejar a ambos lados del pecíolo pequeños fragmentos de lámina a modo de folíolos. El tallo principal termina en la inflorescencia primaria, conformada por flores dispuestas en un corimbo principal o primario, denominado pan o pella, que corresponde a la parte aprovechada para el consumo.

Finalmente en el desarrollo, la silicua protege la formación de más de diez semillas, las que son redondas, de color pardo oscuro a rojizo y pequeñas (300 semillas/ g).

## **5. Variedades de brócoli**

Según [http:// www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca). (2007), el ciclo de formación de la pella, se dividen las variedades en tempranas, de media estación y tardías. Precoces o tempranas: se recolectan en menos de 90 días tras su siembra. Cultivares intermedios: se cosechan entre 90 y 110 días tras su siembra. Cultivares tardíos: tardan más de 110 días en lograr el desarrollo adecuado.

### **a. Tempranas**

Topper (pella mediana, verde).

Clipper (precoz).

Coaster (semiprecoz).

Azul de Santa Teresa (verde azulado).

San Andrés (pella rosada).

### **b. Media estación**

Rosado de San Antonio (azulado).

Llucacat (numerosos brotes, sabor fuerte).

Toro (pella pequeña, verde oscura).

### **c. Tardías**

San José (azulado). Verde tardío. San Isidro (rosado). Angers (pellas blancas, dentro de que son tardías las hay más o menos precoces). Mammouth (pella blanca grande). Walcheren de invierno (pella blanca compacta). Roscoff (pellas blancas, redondas, grano duro).

## 6. Composición Química

El brócoli tiene un alto valor nutricional y medicinal que radica principalmente en su alto contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas. La composición química con relación a 100 gramos de producto se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BRÓCOLI.

Compuesto	Cantidad
Calorías	28. kcal
Agua	90.69 g
Proteína	2.98 g
Grasa	0.35 g
Cenizas	0.92 g
Carbohidratos	5.24 g
Fibra	3 g
Calcio	48 mg
Hierro	0.88 mg
Fósforo	66 mg
Vitamina C	93.2 mg

Fuente: [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut\\_search.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl). (2007).

## B. BIOENSILAJE

### 1. Origen

Según <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/Bovinos>. (2007), la técnica del bioensilaje se remota a épocas antiguas. Etimológicamente la palabra “silo” proviene del latín “sirus” que quiere decir hoyo o hueco, indudablemente que los hoyos o fosas fueron usados desde los primeros tiempos para guardar alimentos y su origen se ha perdido en las mas remotas antigüedades.

La primera referencia directa del ensilaje data del año 1842 y la descripción corresponde al sistema de zanjas de pasto verde, el cual se colocaba en la fosa lo mas rápido posible, eliminando el aire mediante apisonado y sellado luego el material.

## **2. Definición del Bioensilaje**

Según Wisman, A. (1986), puede utilizarse indistintamente el termino ensilaje para referente a la técnica o al producto final de esa técnica, igual puede utilizarse la palabra ensilado o silaje, en tanto que silo es el deposito donde se realiza el ensilaje, aunque para la técnica lo mas rápido es bioensilaje.

Con la aclaración que se antecede, el ensilaje es la técnica que tiene por finalidad conservar los forrajes por medio de una fermentación en un estado muy semejante al que posee cuando fresco. Los elementos nutritivos encerrados en la células vegetales, y liberados parcialmente en el momento de su muerte son empleados por las bacterias lácticas y transformados por algunas de ellas en ácido láctico.

Esto produce un descenso del pH e impide el desarrollo de microorganismos perjudiciales. En realidad esta fermentación espontánea es muy compleja, y desde, el mismo momento del corte de la hierba, se manifiestan diversas degradaciones debido tanto a los microbios como a enzimas que están presentes en los vegetales.

En cuanto al ensilado, es el producto final del proceso realizado en ausencia de aire en un lugar seco y protegido llamado silo. La ausencia del aire es el secreto del éxito. Se procura que se realicen fermentaciones favorables por la acción de bacterias anaeróbicas, es decir, en ausencia de oxígeno.

### **3. Características y modo de acción de las materias primas que interviene en la elaboración del prefermento para la elaboración de bioensilaje**

#### **a. Suero de leche**

Según Monroy, O. (1990), los residuos de mayor volumen generado corresponden a derivados del suero de manteca y de quesería. El cuero de manteca tiene una composición similar a la leche descremada, con un contenido mas alto de grasa y menor de lactosa. Resulta del batido de la crema y su posterior separación en suero y manteca. Este residuo ha sido ensayado en la alimentación animal, directamente o como complemento de raciones. El suero de quesería no contiene caseína y presenta un bajo contenido en lípidos y minerales, es la fracción líquida que se separa de la cuajada, siendo desechado prácticamente en su totalidad.

#### **b. Melaza**

Según [http://: www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/Bovinos](http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/Bovinos). (2007), es un líquido espeso de color oscuro, derivado de la industrialización de la caña de azúcar y que se utiliza como fuente de energía en la alimentación de los animales domésticos.

Aunque se puede proporcionar sola, se recomienda mezclarla con urea en combinación adecuada para proporcionarlos a los animales.

La melaza o "miel" de caña se obtiene de la caña de azúcar mediante su molienda utilizando unos rodillos o mazas que la comprimen fuertemente obteniendo un jugo que luego se cocina a fuego directo para evaporar el agua y lograr que se concentre. En las regiones secas generalmente en el período de sequía solo se dispone de rastrojos y pastos muy maduros. La melaza mezclada con agua y urea diariamente se debe agregar al forraje que se le va a dar al ganado, rociando bien el pasto seco, para que el animal lo coma mejor, sin dejar desperdicios.

Debido a que se está considerando un costo en el alimento a proporcionar de preferencia debe darse a las vacas o novillos en producción, para que logren mantener o incrementar sus rendimientos, sobre todo en los períodos críticos, cuando la pastura fresca escasea y solo se cuenta con forrajes bastos o toscos.

Generalmente el ganado que va a ingerir melaza por primera vez, como no está acostumbrado no la consume bien. Se propone que durante la primera semana se les proporcione solo 1 Kg. por animal diariamente y a partir de la segunda semana ya se les podrá dar los 2 Kg.

### **c. Urea**

Según [http://: www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca). (2007), en la formulación de alimentos balanceados no se consideran valores energéticos para la Urea, aunque su composición química sea a partir de carbono y nitrógeno. La Urea comercial tiene 45% de nitrógeno (variando de 42 a 46% N) que multiplicado por 6.25 da un valor de 281% de proteína, con rangos de 260 a 287.5% dependiendo de su nivel de pureza y humedad, ya que es muy higroscópica y puede capturar humedad ambiental.

Según [http://: www.monografias.com](http://www.monografias.com), (2007), de ser necesario un balanceo de la ración más exacto, en las tablas de alimentos se pueden considerar otros componentes de la Urea como Cu, Fe, Zn, que pueden ser de importancia para bovinos y un valor muy pobre en su contenido de Ca, elementos que se utilizan como antiapelmazantes.

Hay que recalcar que la Urea no es una fuente de proteína (no contiene Amino Ácidos) y que su concentración de nitrógeno y rápida degradabilidad en el rumen permiten el crecimiento poblacional de bacterias las cuales actúan en la síntesis metabólica de sus propios amino ácidos para su reproducción.

Con la muerte de esta microflora tan variada en el tracto digestivo, sus paredes celulares ahora pasaran a ser digeridas y absorbidos casi todos sus

componentes, contribuyendo así con Amino Ácidos, Ácidos Grasos y Vitaminas. Por ello hay que alimentar al animal y con el mismo cuidado a su flora bacteriana. Una parte de la Urea molecular pasa al torrente circulatorio y la saliva sin ser metabolizada durante la digestión por el animal o las bacterias por lo que puede alcanzar niveles de toxicidad en la sangre y hígado y riñón.

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), por lo que hay que considerar sus factores de conversión equivalentes al porcentaje de proteína. Mientras que la Urea o Carbamina esta formada por  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , el Biuret o Carbamilurea es  $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ . Existen otras fuentes de Nitrógeno agrícolas que muy bien pueden ser utilizadas en la alimentación de rumiantes aportando fuentes de fósforo y azufre.

Las reglas generales para el uso eficiente de la Urea se recomienda que:

- No más de 1/3 del total de nitrógeno de la ración, que a ojo de buen cubero equivale a 1.5% de urea granulada en el total de la ración.
- No más del 1% del nitrógeno no proteico de la dieta.

Recomendación que por muchos años utilizamos a discreción como recetas para la engorda de bovinos en corral y suplementación para los becerros en praderas irrigadas así como en praderas. En ocasiones hasta en ganando lechero se usaba la urea sin conocer los valores Potenciales de Fermentación de Urea (PFU) para cada alimento de la dieta.

Hay que hacer consideraciones especiales y diferenciaciones de mucho cuidado para animales que empiezan a rumiar, para animales en ordeña que requieren más proteína

Si el resultado final de la formulación de la dieta tiene en su composición un valor negativo alto en su Potencial de Fermentación de Urea es indicador de que ya existe suficiente cantidad de Nitrógeno No Proteico en el alimento y por lo tanto se recomienda no agregar otra fuente química de nitrógeno como la Urea.

Como guía e indicadores se consideran valores positivos de PFU los granos de sorgo y maíz, ensilados verdes de sorgo y maíz, pajas y pastos henificados de buena calidad, praderas de pastos de temporal después del espigamiento, melazas, pulpas de la extracción de frutas y tubérculos, cascarillas de algodón y otras oleaginosas. Si estos alimentos predominan en la dieta del animal se podría usar Urea como suplemento proteico para aumentar su digestibilidad. Si en la ración diaria predominan los forrajes de leguminosas o sus granos, pastas y harinas proteicas, subproductos industriales con altos niveles de proteína cruda (%PC), praderas irrigadas con fertilización, no se debe usar Urea sin hacer una estimación para tomar una correcta formulación.

#### **d. Sales minerales**

Según Truman, G. (1986), los elementos minerales son de suma importancia tanto como macronutrientes en un proceso de fermentación, puesto que muchos de ellos están involucrados en las reacciones metabólicas, bien como activadores o reguladores de muchos procesos enzimáticos, sin cuya presencia no podría llevarse a cabo.

#### **e. Agua**

Según Truman, G. (1986), los microorganismos no pueden crecer en ausencia del agua, los nutrientes son absorbidos en forma líquida a través de la pared celular y descargan sus residuos de la misma. Aunque algunos microorganismos pueden soportar periodos de desecación, no crecen hasta que el contenido de agua sea el más apropiado. Los mohos requieren generalmente, menor cantidad de agua que las bacterias y las levaduras

### **4. Fenómenos que ocurren en el proceso de producción de bioensilaje**

Según Álvarez, R. et al. (1990), los principales procesos son.

#### **a. Prefermento inicial**

Es la fermentación de la melaza de caña en medio acuosa utilizando suero de leche como fuente de microorganismos capaces de sintetizar proteína microbiana y ácidos grasos volátiles, a partir de una fuente de carbono y una fuente de nitrógeno no proteico.

Los cambios observables en esta fase es el incremento del pH alrededor de ocho horas durante el principio de fermentación, debido al desprendimiento del amoniacado producido por la fuente activa de la ureasa sobre la urea que contiene el suero de leche.

El pH desciende durante la segunda etapa de la fermentación debido a la proliferación de lactobacilos y consecuentemente una producción consiente de ácido láctico que neutraliza el amoniacado y hace descender al pH.

#### **b. Mezclado (prefermento final)**

Es la mezcla de la fermentación, con una mayor cantidad de carbohidratos, nitrogenados no proteico y fibra lignocelulósica que se utilizan como material absorbente.

#### **c. Ensilado**

Según Peñagaricano, J. (1999), el ensilaje es un proceso de fermentación o enchichamiento. Esta fermentación es producida por unos microbios del reino de las bacterias, que no se pueden ver a simple vista.

El ensilaje de forraje verde es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales cuando éstos contienen suficiente cantidad de hidratos de carbono fermentables y se encuentran en un medio de anaerobiosis adecuada. La conservación se realiza en un medio húmedo, y debido a la formación de ácidos que actúan como agentes conservadores, es posible obtener un alimento succulento y con valor nutritivo y con valor nutritivo muy similar al forraje original.

## **5. Principales procesos del ensilaje**

### **a. Etapa aeróbica o en presencia de aire**

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), al hacerse el silo es imposible eliminar totalmente el aire (oxígeno); el remanente es consumido por la acción de la respiración de los tejidos vegetales aún vivos y por la acción de las bacterias aerobias. Esta primera etapa da origen a transformaciones importantes dentro de la masa ensilada. Es muy importante que esta etapa dure lo menos posible, ya que la respiración consume azúcares solubles y genera agua, anhídrido carbónico y energía en forma de calor.

Esta es la razón por la cual el silo eleva su temperatura en la primera etapa o hasta que se acabe el oxígeno. Es fundamental la eliminación del aire en la masa ensilada. Puede hacerse mediante una compactación adecuada o mediante el uso de bombas de vacío, en el caso que el depósito lo permita. La detención de la respiración y la muerte de las células de la planta pueden lograrse muy rápidamente mediante ácidos, no siendo fácil el manipuleo de los mismos.

La acción de las enzimas comienza en esta etapa y se caracteriza por originar hidrólisis y degradaciones de ciertas sustancias contenidas en las plantas, tales como los azúcares, el almidón y las proteínas. Los mohos, las levaduras y las bacterias aeróbicas también están presentes en esta etapa, su actividad se limita al período inicial y hasta tanto no se haya eliminado el oxígeno de la masa ensilada. Si por alguna razón esta eliminación se demora o no se produce una adecuada compactación, los daños que se generan pueden ser considerables.

Cuando el silo esta bien construido, es decir si no existe la posibilidad de entrada de aire, este primer ciclo se cumple en un tiempo relativamente breve, quedando prácticamente anulada la actividad de los microorganismos mencionados. Como

consecuencia de la eliminación del oxígeno las células vegetales también mueren, se rompe su estructura y la temperatura del silo comienza a disminuir.

#### **b. Etapa anaeróbica o en ausencia de aire**

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), en esta segunda fase de fermentación propiamente dicha, un nuevo grupo de microorganismos comienza a desarrollarse activamente. Están favorecidos por la difusión de los jugos celulares, cuyo contenido en azúcares fácilmente fermentables, les sirve como fuente principal de energía.

El papel más importante de estos microbios es el de actuar sobre los hidratos de carbono solubles contenidos en la masa ensilada y transformarlos en otras sustancias más simples. Los principales productos de esta actividad bacteriana están constituidos por ácidos orgánicos, tales como láctico y acético, que van acidificando el medio húmedo hasta un nivel que hace posible la conservación del forraje.

En esta etapa del proceso debe predominar la fermentación láctica intensa, la que hará posible preservar eficientemente el forraje verde ensilado. Las bacterias responsables de los diferentes procesos que pueden producirse en la masa ensilada se encuentran sobre la superficie del vegetal que está siendo picado y se introducen al silo junto con la planta picada. Es evidente que cuanto más rápido se desarrolle esta actividad mejor será el proceso de conservación del forraje. Y el tiempo que se tarde en alcanzar valores óptimos de acidez dependerá, entre otras variables, de la cantidad de aire presente en el forraje picado, la concentración de azúcares del cultivo cosechado y del grado de hermeticidad que posea el silo.

#### **6. Bacterias que se desarrollan en los ensilajes y sus productos metabólicos**

Según Ojeda, F. (1981), el desarrollo de los microorganismos dentro de las primera 12 a 34 horas es marcado: las bacterias aeróbicas desaparecen el los

primeros 2 días, las coniformes al final de la primera semana, mientras que las lácticas alcanzan su máximo desarrollo dentro de los primeros días de conservación (2 a 6 días) hasta que el efecto de la acidificación del medio que hace que sus concentraciones tiendan a estabilizarse. En el caso de los clostridium ellos podrán desarrollarse o no en función de las condiciones que presenten el medio. Su germinación puede ocurrir en unas horas, algunos días, incluso semanas o nunca.

#### **a. Bacterias Lácticas**

Según Ojeda, F. (1991), un ph inferior a 4.5 proporciona el medio ideal para las acidolácticas y elimina el crecimiento de bacterias acidobutíricas. Estas condiciones de acides se alcanzan fácilmente en cultivos con bajos niveles de proteína y alto contenido de carbohidratos no estructurales, tales como maíz y avena; sin embargo se presentan problemas para lograrlo en gramíneas y leguminosas con alto contenido de proteína, por el efecto buffer de algunos aminoácidos. En el mercado es posible conseguir sustancias que al momento que al adicionar al ensilaje favorecen la acidificación de la masa forrajera, denominadas aditivos. Estas sustancia pueden ser ácidos orgánicos como el propiónico, o inorgánicos como el fórmico; también se encuentran algunos aditivos biológicos que tiene altas concentraciones de bacterias ácido lácticas.

Según Wisman, A. (1986), de acuerdo con su morfología, las bacterias lácticas se dividen en cocos y bacilos, y teniendo en cuenta los productos de su metabolismo se clasifican en homofermentativas y heterofermentativas. Las homofermentativas u homolácticas fermentan las hexosas en ácido láctico como producto final, mientras que las heterolácticas lo hacen y producen además de ácido láctico y otros productos químicos como son ácido acético y alcoholes. Cuando las bacterias lácticas utilizan como fuente de energía las pentosas que se encuentran disponibles como resultado de la hemicelulosa o los ácidos orgánicos de la planta, producen ácido acético indispensablemente de que sean homo o heterofermentativas.

## **b. Bacterias Clostrídicas**

Según Ojeda, F. (1991), estos microorganismos se caracterizan por desarrollarse principalmente en condiciones anaeróbicas y pueden fermentar azúcares, ácido láctico y aminoácidos. Al igual que las bacterias lácticas, pueden dividirse teniendo en cuenta los sustratos que metabolizan en dos grupos:

- Clostridium sacarolíticos, los cuales fermentan principalmente carbohidratos y ácido láctico y poseen una actividad proteolítica limitada
- Clostridium proteolíticos, los que emplean para su desarrollo fundamentalmente los aminoácidos libres y muestran una actividad débil sobre los carbohidratos solubles.

Su presencia y productos metabólicos están asociados a ensilaje de mala calidad y mal conservados. Como se puede deducir de todo lo anteriormente expuesto, es de vital importancia evitar que los microorganismos se incrusten en los ensilajes y para ella se hace necesario tomar precauciones.

Esto se logra de la forma siguiente:

- Impedir que los forrajes se contaminen con tierra, principalmente durante su depósito y apisonamiento en el silo.
- Favorecer la implantación rápida, efectiva y estable de las bacterias lácticas.
- Contribuir a que se produzca una disminución rápida del pH.
- Elevar la presión osmótica del forraje a conservar, lo que equivale en la práctica a elevar el contenido de material mediante el prensado.

## **7. El ensilaje como Alimento**

Según Stephen, J. (1984), la importancia del ensilaje como alimento depende de su composición química, digestibilidad y cantidad consumida por el animal. El contenido de elementos nutritivos está dado por la naturaleza del forraje ensilado. Con el ensilaje no hay mejoramiento de la calidad, pero cuando el proceso ha sido

correcto se conserva por muchos meses la calidad original. La digestibilidad de la materia seca puede ser un poco menor que la del material o forraje verde usado, mientras que la proteína puede disminuir especialmente cuando ocurre sobrecalentamiento en el silo. Por lo demás, los ácidos producidos por las bacterias a expensas de los carbohidratos no producen cambios notables en el contenido total de los elementos nutritivos.

## **8. Calidad del Ensilaje**

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), existen varios indicadores para calificar la calidad del ensilaje y por lo general, se asocian con algunas características como olor, color, textura, gustosidad y naturaleza de la cosecha ensilada.

Un ensilaje de buena calidad debe tener las siguientes características:

Forraje cosechado en estado de desarrollo apropiado, pH de 4,2 o menos  
Contenido de ácido láctico entre 5 y 9% en base seca, libre de hongos y malos olores como amoníaco, ácido butírico y pudrición, ausencia de olor a caramelo o tabaco, color verde, textura firme.

## **9. Ventajas y desventajas del bioensilaje**

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), El ensilaje, como cualquier otro proceso, tiene ventajas y desventajas las cuales guardan relación con la situación particular de cada productor, sin que permita esto generalizar al respecto.

### **a. Ventajas del bioensilaje**

- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año, principalmente en verano.
- Aumenta la capacidad de carga por hectárea en la finca.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo de un forraje. Conserva el buen sabor del forraje durante el tiempo de almacenamiento. Disminuye la utilización de alimentos concentrados.

- Permite utilizar variedad de equipo y maquinaria para su elaboración.
- Reduce las pérdidas de forraje en las acciones de recolección y manipuleo.

#### **b. Desventajas del bioensilaje**

- Es voluminoso para almacenar y manejar.
- Se requieren equipos para volúmenes grandes y la mecanización es costosa.
- Las pérdidas pueden ser muy grandes cuando no se hace en forma adecuada.
- Se requiere la selección de forrajes apropiados

### **10. Características organolépticos de los diferentes tipos de ensilaje**

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), las características organolépticas del ensilajes es el siguiente:

#### **a. Ensilaje láctico**

Color: Amarillo-verdoso, al marrón verdoso. Verde oscuro para la alfalfa y marrón claro para maíz y sorgo.

Olor: Agradable, avinagrado y picante.

Textura: Muy firme. Es difícil desagregarlo.

Acidez: pH 3,3 - 4,0.

Aceptabilidad: Buena.

Valor nutritivo: Similar al forraje verde.

#### **b. Ensilaje butírico**

Color: Pardo o verde oliva. Olor:

Desagradable, rancio.

No picante.

Textura: Blanda, de consistencia viscosa.

Acidez: pH mayor a 4,5 en maíz y sorgo, y superior a 5,5 en alfalfa.

Aceptabilidad: Muy baja, algunos animales pueden tolerarlo.

Valor nutritivo: Regular debido a la descomposición de las proteínas.

### **C. FORRAJES PARA ENSILAR**

Según [http://: www.engormix.com](http://www.engormix.com). (2007), en general se puede afirmar que cualquier forraje se puede ensilar, sin embargo se prefiere de los altos rendimientos por unidad de superficie y fácil recolección. La composición química de las plantas que se usan determinan la calidad de ensilaje que se obtiene: por lo tanto conviene utilizar plantas que estén en su estado óptimo; generalmente es en la prefloración para los forraje para la preservación del forraje en forma adecuada, el material vegetal debe contener suficientes carbohidratos disponibles para que pueda efectuar la fermentación y normal producción de ácido láctico un contenido bajo de proteínas en el forraje, también favorece la fermentación y preservación adecuadas; por esa razón no son tan convenientes para el bioensilados las leguminosas, para la preparación de un ensilaje de buena calidad, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Forraje y corte
- Llenado y apisonado
- Fermentación
- Preservativos
- Cobertura y sellado
- Pérdidas

#### **1. Descripción de la avena (*Avena sativa*)**

##### **a. Origen**

Según Benítez, A. (1980), las avenas cultivadas tienen su origen en Asia Central, la historia de su cultivo es más bien desconocida, aunque parece confirmarse que este cereal no llegó a tener importancia en épocas tan tempranas como el trigo o la cebada, ya que antes de ser cultivada la avena fue una mala hierba de estos cereales. Los primeros restos arqueológicos se hallaron en Egipto, y se supone

que eran semillas de malas hierbas, ya que no existen evidencias de que la avena fuese cultivada por los antiguos egipcios. Los restos más antiguos encontrados de cultivos de avena se localizan en Europa Central, y están datadas de la Edad del Bronce.

#### b. Clasificación taxonómica de la avena sativa

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es una planta autógama, perteneciente al reino de los vegetales, cuya clasificación taxonómica se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA AVENA SATIVA

Clasificación	Taxonómia
Reino	Vegetal
División	<u>Magnoliophyta</u>
Clase	<u>Liliopsida</u>
Orden	<u>Poales</u>
Familia	<u>Poaceae</u>
Subfamilia	<u>Pooideae</u>
Tribu	<u>Aveneae</u>
Género	<u>Avena L.</u>

Fuente: wikipedia.org/wiki/Avena. (2007).

#### c. Morfología y Taxonomía

Según [http:// www.wikipedia.org/wiki/Avena](http://www.wikipedia.org/wiki/Avena). (2007), la mayoría de las avenas cultivadas son hexaploides, siendo la especie *Avena sativa* la más cultivada, seguida de *Avena byzantina*. También se cultiva la especie *Avena nuda*, conocida como avena de grano desnudo, al desprenderse las glumillas en la trilla. Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son principalmente: la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de las aristas.

Raíces: posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales.

Tallos: los tallos son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.

Hojas: las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estipulas. La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado. El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos. Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados.

Flores: la inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, como consecuencia se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas.

Fruto: El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas.

#### **d. Requerimientos Edafoclimáticos**

Según [http://: www.mundo-pecuario.com](http://www.mundo-pecuario.com). (2007), es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo. Es una planta muy sensible a las altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación del grano. La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno, por ello se adapta mejor a los climas frescos y húmedos, de las zonas nórdicas y marítimas. Así, la avena exige primaveras muy abundantes de agua, y cuando estas condiciones climatológicas se dan, se obtienen buenas producciones. Es muy sensible a la

sequía, especialmente en el periodo de formación del grano. Es una planta rústica, poco exigente en suelo, pues se adapta a terrenos muy diversos. Prefiere los suelos profundos y arcillo-arenosos, ricos en cal pero sin exceso y que retengan humedad, pero sin que quede el agua estancada. La avena está más adaptada que los demás cereales a los suelos ácidos, cuyo pH esté comprendido entre 5 y 7, por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materias orgánicas.

#### **e. Particularidades del cultivo**

##### **1) Preparación del cultivo**

Según [http://: www.mejorpasto.com](http://www.mejorpasto.com). (2007), es frecuente que la avena sea un cultivo muy poco cuidado, tanto en labores preparatorias como en abonado. Sin embargo, si se abonara y preparara el terreno con más esmero, la avena sería capaz de producciones relativamente altas, sobre todo en los años de primaveras lluviosas. Si la avena sigue al trigo o a una leguminosa para grano, cercana la época de siembra, se da una bina cruzada, gradeando si se va a sembrar de forma mecanizada. Si le ha precedido una planta de escarda, únicamente será necesario un sólo pase; cuando se siembra después de una leguminosa forrajera hay que romper la superficie del terreno con una labor ligera.

##### **2) Semilla**

Según [http://: www.mejorpasto.com](http://www.mejorpasto.com). (2007), cada semilla está contenida en un fruto llamado cariósido, el cual exteriormente presenta una estructura denominada pericarpio; éste corresponde a la fusión de las paredes del ovario y se presenta unido a la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endosperma y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleoriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón.

Las semillas, que son alargadas y acanaladas, pueden ser dependiendo del cultivar, oblongas o cilíndricas. Su color varía comúnmente del blanco al amarillo,

aunque también hay cultivares cuyas semillas presentan colores que varían del violáceo al negro.

En Avena sativa L. los granos conservan la lemma y la pálea después de la trilla, lo que determina que sean cubiertos. Por el contrario, en el caso de Avena nuda L., que es otra especie cultivada, la lemma y la pálea se pierden, obteniéndose, por lo tanto, granos desnudos.

### **3) Siembra**

Según [http://: www.mejorpasto.com](http://www.mejorpasto.com). (2007), se trata de una planta poco resistente al frío, por tanto en muchas zonas se suele sembrar en primavera (desde el mes de enero en las tierras de secano hasta el mes de marzo en las tierras de regadío), excepto en zonas con clima cálido que se suele sembrar en otoño. La cantidad de semilla empleada suele ser muy variable. Consideramos una dosis corriente de 100 a 150 kg/ha. La densidad de siembra óptima en avena de invierno es de 250 plantas /ha. En siembras de primavera la densidad es de 300-350 plantas/m<sup>2</sup>. En la siembra a voleo conviene dar dos pases cruzados para que la semilla quede mejor distribuida, ya que al tratarse de una semilla muy ligera, es difícil repartirla con regularidad. En terrenos compactos y algo secos se aconseja la siembra en surcos, pues es más fácil mantener el terreno libre de malas hierbas, siendo la separación entre surcos de 20 cm. En tierras pobres puede sembrarse como cabeza de alternativa, pues la avena de invierno se siembra antes que el trigo. En terrenos de más fertilidad es corriente que vaya detrás de trigo o cebada, dado que es una planta menos exigente que estas dos. Cuando va en cabeza de alternativa, ocupa un lugar detrás de barbecho blanco o semillado.

#### **f. Variedad**

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007), los criterios a seguir en la elección de variedades son: color y calidad del grano, productividad, resistencia al encamado, enfermedades y frío. La temperatura es el principal factor ambiental que determina el tipo de variedad.

Las avenas de invierno predominan en las zonas con inviernos suaves y las avenas de primavera, con madurez temprana, se cultivan al norte del área de las avenas de invierno. Las variedades de media estación, de madurez tardía, se siembran en las zonas más frías de las regiones templadas.

**Previsión:** es una variedad obtenida por selección de una variedad Argentina. Es bastante precoz y con buena resistencia a la sequía. Tiene buena productividad, siendo el grano de color rojo.

**Blancanieves:** es variedad de avena blanca de invierno, obtenida en el INIA de Francia, siendo muy clásica en Europa. Es bastante precoz. Es sensible al frío, resistente al encamado y con producción bastante regular y alta. Es sensible a roya y resistente al carbón. El grano es de color blanco y con un alto peso específico.

**Cóndor:** avena de primavera. Fue obtenida en Holanda y es adecuada para siembras de primavera en tierras fértiles. Resiste el encamado, aunque es sensible al frío y muy sensible a la roya amarilla. El grano es de color blanco.

**Moyencourt:** avena de primavera, con grano de color negro y elevado peso específico; fue obtenida en Francia, siendo bastante precoz. Es poco resistente al frío y sensible a roya. Es también sensible al desgrane. Su tallo es de longitud media.

#### **g. Mejora genética**

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007), los programas de mejora genética se basan en la selección de las características agronómicas: rendimiento (número de panículas/m<sup>2</sup>, número de semillas/panícula y peso del grano), resistencia a enfermedades, precocidad, calidad del grano y resistencia al encamado. Los estudios han demostrado en cuanto a la mejora en el rendimiento, que el incremento vegetativo más intenso (seleccionando las variedades con mayor

índice de superficie foliar y mayor duración de la superficie foliar) aumenta la producción de biomasa en vez de alargar la duración del periodo de crecimiento.

#### **h. Aplicaciones**

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007), el grano de avena se emplea principalmente en la alimentación del ganado, aunque también es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno o ensilado, sola o con leguminosas forrajeras. La paja de avena está considerada como muy buena para el ganado. El grano de avena es un magnífico pienso para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. Es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E. En menor escala la avena se emplea como alimento para consumo humano, en productos dietéticos, triturada o molida y para preparar diversos platos. También se mezcla con harina de otros cereales en la fabricación de pan, así como en la fabricación de alcohol y bebidas.

#### **i. Formas de Aprovechamiento**

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007), tradicionalmente el grano de avena se ha cosechado, aportándose a los animales en pesebre y pastándose el rastrojo en campo. En la actualidad, cuando se utiliza la planta entera como forraje, se realiza un primer pastoreo a la salida del invierno (despunte tardío respecto al resto de cereales forrajeros). Posteriormente la planta rebrota, existiendo distintas posibilidades de aprovechamiento: 1) realización de dos o tres pastoreos más; 2) siega en estado de grano lechoso para heno o silo; 3) pastoreo de la planta seca. Cuando la avena se mezcla con leguminosas como la veza es habitual segar el pasto y henificar en estado de legumbres inmaduras de la leguminosa.

#### **j. Valor nutricional**

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007), el valor nutricional del grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos

esenciales, especialmente en lisina. A continuación se muestra la composición de la avena verde durante la época de floración:

#### k. Composición química de la avena sativa

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), la avena es un excelente alimento para los rumiantes; pero contiene demasiada fibra para constituir el principal concentrado de otras especies de animales zootécnicos como cerdo y caballos. La composición química con relación a 100 gramos de producto se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA AVENA SATIVA.

Componente	Unidad	Cantidad
Agua	%	77
Materia no nitrogenada	%	10
Celulosa	%	8
Materias minerales	%	2.5
Proteínas	%	1.9
Materia grasa	%	0.6
Total	%	100

Fuente: [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007).

#### I. Plagas

Según Aguirre, J. (1991), las plagas que afectan a la avena son las siguientes:

**Tarsonemus apirifex**, se trata de un ácaro, que durante el espigado, endurece la vaina con sus picaduras e impide la salida de la panícula. Pasadas las semanas el raquis sale enteramente retorcido y las flores quedan estériles. Se controla con una buena preparación del terreno y un abonado adecuado. En Canadá es una de las plagas más importantes.

**Gorgojos (Tychius sp.)**, la avena sufre en el granero los ataques de gorgojos, aunque son bastante menos intensos que en la alfalfa.

### **m. Enfermedades**

Según [http://: www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). (2007), las enfermedades que afectan a la avena son las siguientes:

**Carbón vestido (*Ustilago levis*)**, del que diremos que se comporta de un modo parecido al tizón del trigo (*T. caries*). El carbón vestido, no se manifiesta al exterior, pues el aspecto de la planta es normal, pero el interior del grano está completamente lleno de polvo negruzco. Control: desinfectar las semillas con productos mercuriales.

**Carbón desnudo (*Ustilago avenae*)**, destruye toda la panícula, dejando sólo el eje central. Esta enfermedad no suele revestir importancia.

**Roya anaranjada (*Puccinia coronifera*)**, es específica de la avena. Las uredosporas son de un color anaranjado vivo. Las pústulas son a veces pequeñas y otras alcanzan casi el tamaño de un centímetro. Puede causar daños importantes. Para combatirla se emplea Diclobutrazol 3% + Mancozeb 40%, presentado como suspensión concentrada a una dosis de 1-5 l/ha con 21 días de plazo de seguridad.

## **D. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DE LOS BOVINOS DE LECHE**

### **1. Minerales, producción y reproducción bovina**

Según Botacio, R. y J. Garmendia. (1997), la ganadería bovina depende, fundamentalmente, de la utilización de los forrajes para obtener nutrientes requeridos para mantenimiento, producción y reproducción. Sin embargo, en nuestro ambiente existen limitaciones climáticas y de suelo que imponen severas restricciones nutricionales a los pastos. Esto determina, en la gran mayoría de los casos, un pobre suministro de biomasa forrajera asociado a un escaso suministro de nutrientes lo que produce una deficiente respuesta animal, y como consecuencia, la presencia de sistemas reproductivos deficientes. Así, la tasa de concepción no es mayor a 45 %, el porcentaje de abortos puede llegar a ser

superior a 10 % mientras que la edad y peso al primer servicio y parto están muy por debajo de valores considerados eficientes para mantener una ganadería productiva.

Las condiciones de oferta limitada de pastos y, por lo tanto, de nutrientes son severas durante la época de verano. Sin embargo, durante la época de lluvias, a pesar de la abundancia de forraje, el rápido crecimiento de los pastos va asociado con una veloz disminución de la digestibilidad de los forrajes. La oferta de nutrientes sigue un patrón cíclico estacionario dependiente de la disponibilidad de agua y de la biomasa forrajera; sin embargo, la deficiencia mineral es generalizada e independiente de la variación de la oferta forrajera.

El contenido mineral de las pasturas representa una limitante muy importante en los sistemas de producción de bovinos.

El tipo de suelo, la deficiencia de las prácticas de fertilización, la utilización de suplementos minerales de baja calidad y los aumentos de los requerimientos minerales en los animales determinan, en muchas explotaciones ganaderas, deficiencias crónicas de minerales en los programas de alimentación. Bajo estas circunstancias los animales presentan desde pobres índices productivos y reproductivos hasta la aparición de síntomas de enfermedades hasta alta mortalidad.

## **2. Los forrajes y el aporte de minerales**

Según Botacio, R. y J. Garmendia. (1997), debido a que el proceso productivo bovino se basa en la máxima utilización del recurso forraje es necesario estudiar todos los factores que afectan el contenido de nutrientes de los mismos.

En la gráfico 1 se presentan todos los factores asociados a la oferta de nutrientes por parte de los forrajes.

El suelo, conjuntamente con la especie vegetal y la fertilización, son los factores más comunes que afectan el contenido mineral de las pasturas



Gráfico 1. Variación de la composición mineral de los forrajes.

Según Chicco, C.F. y S. Godoy. (1987), el suelo, conjuntamente con la especie vegetal y la fertilización, son los factores más comunes que afectan el contenido mineral de las pasturas. En el cuadro 5. Se presentan todos los factores asociados al aporte de minerales por calidad forrajera.

Los suelos son ácidos y con bajos contenidos de materia orgánica. Sin embargo, las mayores limitaciones están representadas por los bajos valores de calcio y fósforo.

Insuficientes cantidades de minerales en el suelo afectan a los forrajes de dos maneras. La primera es reduciendo la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y a través del bajo crecimiento de la planta. Sin embargo, la mayoría de las veces se afectan ambos. También es necesario indicar que muchas veces el aporte adecuado de yodo, selenio y cobalto en el suelo para óptimo crecimiento vegetal es insuficiente para completar los requerimientos de los animales.

Aportes de algunos minerales de pastos de buena, mediana y pobre calidad.

Cuadro 5. APOORTE DE MINERALES POR CALIDAD FORRAJERA.

CALIDAD	Calcio %	Fósforo %	Magnes. %	Cobre %	Zinc %
BUENA	> 0.3	> 0.25	> 0.30	> 12	> 40
MEDIANA	0.2-0.3	0.15-0.24	0.20-0.30	6-10	20-40
POBRE	< 0.2	< 0.15	< 0.20	< 8	< 20

Fuente: Chicco, C.F. y S. Godoy. (1987).

Un factor muy importante que afecta considerablemente el contenido mineral de las pasturas está representado por la edad de la planta. En el Cuadro 6 se presenta la composición mineral de la guinea de acuerdo a su edad.

Cuadro 6. COMPOSICIÓN MINERAL DE LOS FORRAJES SEGÚN EDAD.

<i>Edad (días)</i>	<i>Ca %</i>	<i>P %</i>	<i>K %</i>	<i>Zn ppm</i>	<i>Mg %</i>
14	0.41	0.18	2.24	38	0.25
28	0.34	0.14	2.33	34	0.30
42	0.34	0.13	2.80	36	0.27
56	0.34	0.10	2.64	32	0.33
70	0.31	0.08	2.53	32	0.20

Fuente: Chicco, C.F. y S. Godoy. (1987).

Es sumamente importante indicar que el estado de madurez del forraje tiene una inmensa influencia sobre su contenido de proteína y minerales. Generalmente, hay un alto contenido de minerales en la planta durante las etapas iniciales de crecimiento y una dilución gradual a medida que la planta madura, el fósforo, zinc, hierro, cobalto y molibdeno son los minerales que más disminuyen a medida que la planta crece y madura.

Por ejemplo, el cobre baja de 10 ppm a menos de 4 ppm en plantas maduras. Sin embargo, la disminución más severa se observa en el fósforo. Los forrajes pueden bajar de 0.25 % en las etapas iniciales de crecimiento a valores por debajo de 0.10%

### **3. Requerimiento de minerales de los bovinos**

Según Botacio, R. y J. Garmendia. (1997), las actividades fisiológicas asociadas a la reproducción como presencia de ciclo estrales gestación, lactación y crecimiento son exigentes desde el punto de vista mineral y requieren un suministro constante y adecuado de los mismos. Así, estos procesos establecen la necesidad de cuantificar los minerales requeridos ya que condiciones de subnutrición afectan considerablemente la respuesta animal. En el Cuadro 7 se presenta los requerimientos minerales de los animales bajo diferentes condiciones fisiológicas asociadas con la reproducción, determinar el aporte mineral de las pasturas de diversas calidades y, finalmente, diseñar estrategias de

suplementación que podrían mejorar el comportamiento reproductivo de los animales del rebaño.

Por ello, se presentan los requerimientos de algunos minerales esenciales en el proceso reproductivo como calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc, su aporte en el suelo, en las pasturas, los programas de suplementación mineral de novillos y novillas y vacas durante el parto y durante la lactación.

Cuadro 7. REQUERIMIENTOS MINERALES DE LOS BOVINOS.

Animal	Calcio	Fósforo	Magnesio	Cobre	Zinc
Novilla gestante	0.3	0.25	0.20	10	40
Vaca gestante	0.3	0.25	0.20	10	40
Novilla de 1er. parto	0.4	0.3	0.30	10	40
Vaca lactante (1)	0.3	0.25	0.30	10	40
Vaca lactante (2)	0.3	0.25	0.35	10	40
Crecimiento	0.35	0.3	0.30	10	40
Ceba	0.3	0.2	0.30	10	40

Fuente: Botacio, R. y Garmendia, J. (1997).

Se puede ver que únicamente los forrajes de buena calidad están en capacidad de aportar suficientes minerales para cubrir las necesidades de los animales para producir carne y leche y reproducirse. Ahora, cuando se compara el aporte de calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc de los forrajes de mediana y pobre calidad con los requerimientos de vacas, novillas gestantes y lactantes se puede comprender porqué la eficiencia reproductiva de nuestros rebaños es tan baja.

El contenido de minerales de las forrajeras de mediana calidad no es capaz de cubrir los requerimientos de las hembras que se reproducen e inclusive no aportan los nutrientes requeridos para el mantenimiento de una modesta cantidad de leche. Bajo éstas circunstancias las hembras drenan minerales de su organismo para mantener la lactación (Balances Negativos) y el animal, en la mayoría de los casos, entra en anestro.

De tal manera que la gran mayoría de los forrajes no están en capacidad de aportar los nutrientes adecuados para obtener índices reproductivos satisfactorios. Se puede notar en el cuadro que las vacas lactantes y las novillas requieren la mayor cantidad de minerales. Dentro del grupo de vacas, las novillas de primer parto también merecen un cuidado especial.

La disponibilidad de nutrientes asociada con la oferta forrajera y la época de las pariciones debe ser el instrumento a considerar en la aplicación de cualquier programa reproductivo. En la gran mayoría de las explotaciones ganaderas no se logra sincronizar el momento en el cual se presentan los máximos requerimientos de los animales al momento cuando los forrajes poseen las máximas ofertas nutricionales, las numerosas deficiencias nutricionales en las forrajeras tropicales naturales o introducidas. Esta relacionada con la energía:proteína, macro y microminerales las cuales limitan una buena reproducción que se presentan en el cuadro 8. Y cuyas consecuencias es la baja fertilidad debido a la deficiencia de nutrientes indispensable para garantizar una buena tasa de concepción.

Cuadro 8. CAUSAS NUTRICIONALES DE INFERTILIDAD.

Signos de infertilidad	Deficiencia nutricional
Involución uterina retenida por placentaria y/o retención metritis	Cobre. Yodo. Vitaminas A, D, E.
Anestros y inadecuada función ovárica	Energía, Fósforo, Calcio, Cobre, Cobalto, Magnesio, Vitamina D.
Celos repetidos y reabsorción	Energía, Proteína, Fósforo, Cobre, Cobalto.
Embrionaria	Magnesio, Zinc, Yodo, Vitamina A.
Abortos	Vitamina A. Yodo, Magnesio.

Fuente: Botacio, R. y J. Garmendia. (1997).

#### **4. Deficiencias Minerálicas**

Según [http://: www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com). (2008), las deficiencias minerales pueden ser simples y condicionadas. Las primeras son causadas por un suministro inadecuado del mineral en la dieta. Las deficiencias de azufre y fósforo sobre variables ruminales como son la digestión de la fibra y la síntesis de proteína microbiana que a muy corto plazo van a afectar el proceso reproductivo.

Sin embargo, muchas veces los minerales son ofrecidos en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos de los animales, pero se presenta la deficiencia. Esto se debe a interferencias entre diversos factores que hacen al mineral incapaz de ser utilizado por el animal.

## **5. Suplementación para mejorar la reproducción**

Según Acevedo, D. y Garmendia, J. (1994), la disponibilidad de nutrientes asociada con la oferta forrajera y la época de las pariciones debe ser el instrumento a considerar en la aplicación de cualquier programa reproductivo. En la gran mayoría de las explotaciones ganaderas no se logra sincronizar el momento en el cual se presentan los máximos requerimientos de los animales al momento cuando los forrajes poseen las máximas ofertas nutricionales. Es por ello que en muchas ocasiones es necesario acudir a los programas de suplementación alimenticia.

Se justifica la suplementación debido a que existen numerosas deficiencias nutricionales en las forrajeras tropicales naturales o introducidas. Estas deficiencias son muchas, tanto en calidad (desbalances de nutrientes, relación energía: proteína, macro y microminerales las cuales limitan la digestibilidad y el consumo voluntario) como en cantidad por baja oferta de la biomasa forrajera durante la época seca y en la que no se alcanzan a cubrir los requerimientos animales.

La suplementación se recomienda en las siguientes circunstancias:

- Cuando la oferta forrajera es de baja calidad (baja proteína y minerales);

- Cuando existen limitaciones energéticas durante los periodos preparto y posparto, dado que un balance energético negativo antes del parto afecta la condición corporal del animal y en el posparto influencia la secreción hormonal, esenciales para el reinicio de la actividad cíclica reproductiva.
- Cuando se tiene un bajo aporte de proteína en la dieta, esencial para una adecuada tasa de preñez en vacas y novillas.
- Cuando se tienen animales que no han culminado su crecimiento y están gestantes para garantizar la viabilidad del becerro y el reinicio de los ciclos reproductivos posparto.
- Cuando se tiene vacas lactantes que pierdan rápidamente peso y condición corporal y se encuentran en una época crítica de limitación de forrajes (verano) y
- Cuando en la dieta el contenido de fósforo es menor a 0.20 % ya que se afecta al consumo voluntario y la fermentación ruminal de la materia seca, causando desbalances en la producción de gases ruminal y de proteína microbiana, afectando la reproducción.

## **6. Suplementación Mineral**

Según Chicco, C.F. y Godoy, S. (1987), por la práctica de sustitución de la sal común o ganadera por un suplemento mineral completo, la suplementación mineral aumentaba las ganancias de peso en novillas, además de incrementar las preñeces y disminuir el intervalo parto-concepción y el número de abortos.

Suplementación mineral, acompañada de la semilla de algodón, durante los últimos 90 días de gestación mejoraba los índices reproductivos en vacas de doble propósito.

De tal manera que la forma más práctica de garantizar un comportamiento reproductivo adecuado de las hembras reproductoras es garantizarles una alimentación adecuada en el periodo alrededor del parto y durante el crecimiento para impedir cambios de peso y condición. Por otro lado, es necesario repetir

nuevamente que si el pasto es de buena condición no se necesita invertir fuertemente en suplementos. Si es obligatorio utilizar un suplemento mineral de buena calidad.

### **7. Brócoli alimento para vacas**

Según [http:// www.engormix.com/brocoli\\_alimentacion\\_vacas\\_forumsvie](http://www.engormix.com/brocoli_alimentacion_vacas_forumsvie). (2008), los comentarios acerca de los efectos nocivos del brócoli en vacas surgieron hace pocos años en California donde se produce el 90% del brócoli de USA y desde entonces se ha venido tergiversando la información.

El Pentágono ha estado contaminando accidentalmente las aguas de riego de California y Texas con Perclorato de Amonio, (presente en el combustible de misiles) este parece que tiene mas tendencia a acumularse en plantas crucíferas como lo es el brócoli, en el rumen solo se destruye hasta un 80% de ese perclorato en el mejor de los casos y el resto pasa a la leche. se sabe que el perclorato de amonio inhibe la función normal de la tiroides y sus hormonas especialmente en niños y posiblemente causando retardo mental, solo hay estudios en humanos pero no se debe descartar la posibilidad que también inhiba la producción de T3, T4 en rumiantes, pero pienso que este sea su caso por razones obvias el brócoli tiende a acumular selenio en forma de tiocinatos lo cual seria benéfico siempre y cuando no este cultivado en zona selenifera, también contiene alto potasio lo que seria negativo para vacas pre y post parto por lo demás contiene innumerable cantidad de compuestos benéficos principalmente en nutrición y alimentación humana.

Los problemas reproductivos en vacas podrían ser de otro origen y no del brócoli. Si hay elevada contaminación con fungicidas es mas preocupante el efecto sobre los humanos que lo consumen

Las explicaciones dadas son por un lado el gran contenido de residuos tóxicos de los fungicidas, herbicidas, insecticidas, etc. que se utilizan en el manejo del cultivo.

Esos residuos contienen ingredientes activos altamente nocivos cuando llegan a

concentraciones muy altas que el ganado de leche por mas que es rumiante de 4 estómagos, no logra eliminarlos, metabolizarlos, y por consiguiente a la postre dan problemas. En especial los órgano clorado y órgano fosforados entre otros Por otro lado se presenta un bloqueo de la asimilación del yodo y otros ingredientes necesarios para garantizar una buena taza concepción -fertilidad, así como des balances hormonales que termina con retenciones placentaria y otros problemas colaterales.

Dadas las circunstancias específicas de la propiedad que estuve manejando en Machali, me vi. Obligado a utilizar el desecho de una de esas fábricas, tamo de cebada, etc. Más como ya tenía antecedentes previos, puse en práctica una serie de recursos para contrarrestar estos efectos nocivos. Y logre luego de más de dos años llegar a dar cerca de los 60 kilos diarios sin estos inconvenientes.

Es verdad que hay una solución, mas lo correcto es mantener sistemas silbo pastoril eficiente para quienes tienen condiciones de suelo, agua, y conocimiento nutricional correcto.

El uso de rechazo de brócoli o de la hojarasca sobrante de la cosecha, con el riesgo de caer en problemas de infertilidad o merma de la taza de concepción, lo mas practico seria dejar de usarla, o procurar que no prevenga de cultivos que tengan un excesivo tratamiento de fungicidas e insecticidas altamente tóxicos, en especial los órgano fosforados y clorados.

De lo que pude sacar en claro luego de revisar mucha información, este problema se da al presentarse un bloqueo del Yodo y por consiguiente se inician los desbalances hormonales que influyen directamente en la fertilidad. Para esto y por condiciones específicas de falta de forrajes y no teniendo alternativa tuve que llegar a usar rechazo de brócoli más tamo de trigo, más banano de rechazo, más concentrado. Mas como años atrás ya conocí de este problema, decidimos poner en practica la dosificación diaria y permanente de una mezcla de prebióticos, compuesto por bacterias ácido lácticas, bacterias foto sintéticas, ps pseudomonas, etc. una gama amplia de enzimas digestivas, proteínas y energizante BY pass, zeolitas, minerales y varias especies

medicinales relacionadas con el metabolismo y fitohormonas naturales.. Los resultados fueron más que satisfactorios, en un tiempo muy corto mejoro tan sorprendente mente que el Veterinario a cargo de la parte ginecológica prácticamente dejo de echar mano de recursos hormonales, sincronizaciones de celo, inductores, etc.

Los resultados y beneficios colaterales realmente fueron muy interesantes, lastimosamente muy extenso para transcribir por este medio. Saludos Existen varias granjas donde suplementan con excedentes no solo de brócoli, además con excedentes de calabaza, ahullama, zanahoria, no he visto ningún problema con el brócoli y tampoco conozco ningún reporte científico que sea tóxico para el ganado.

Como cualquier otra planta si está expuesta a contaminantes, insecticidas, fungicidas o elementos minerales en exceso, entonces puede acumularlos y pasa a ser tóxica, claro que también hay vegetales que sintetizan sustancias tóxicas para algunos animales o para el hombre, pero no es el caso del brócoli. Las vacas lecheras son de los animales más sensibles y susceptibles a padecer desbalances en su fisiología, uno de estos es la fisiología reproductiva que es afectada por cantidad de factores, y no es fácil identificarlos a primera vista, no es mi intención contradecirles, por qué no averiguan en que tipo de suelos se cultiva el brócoli, calidad del agua de riego, qué plaguicidas usan y con qué protocolos son aplicados, hagan una evaluación de las dietas, evalúen programas reproductivos

El brócoli como tal, conociendo sus bondades mas bien reúne condiciones muy favorables desde el punto nutricional, especialmente por su alto contenido de calcio, mineral muy necesario en las necesidades y requerimientos de una vaca lechera, además de ser rica en otros nutrientes.

Razón por la cual en ningún momento se menciona que la brócoli sea la causante, lo que establecí es que esta, por estar sujeta a un sinnúmero de aplicaciones de fungicidas e insecticidas prácticamente todas las semanas, en un sistema de monocultivo, donde un gran porcentaje lo llevan practicando por mas

de 5 años, sin rotación de cultivos, las posibilidades de contener altos contenidos residuales tóxicos de organofosforados y clorados son altísimas. Esta practica incluso ha llevado a que algunos productores detectaron la presencia de pseudomonas y otros de origen bacterial y viral, al punto que utilizan formol, antibióticos y otros desinfectantes altamente nocivos. Generalmente el rechazo se lo adquiere de un centro de acopio al que llegan un numero muy alto de proveedores de distintas propiedades, suelos y practicas de MPI, razón por la cual además de no saber su origen, ni procedencia es imposible sugerir que y quienes pueden estar realizando practicas no ortodoxas. Cuando menciono que por razones forzadas utilice la brócoli, a pesar de conocer una serie de inconveniente que se dieron en varios predios, no solo en fertilidad, es por que si se supera estos inconvenientes, todo lo contrario, se la saca un excelente beneficio.

Pero para esto di uso de bacterias probióticas, fotosintéticas y pseudomona, más enzimas, zeolitas, etc. Que al estar en altas concentraciones en el aparato digestivo de la vaca, metabolizaron y sintetizaron los elementos tóxicos y los ingredientes activos de la brócoli así como de las fuentes de minerales de la ración diaria, y posiblemente no solo que des bloquearon el yodo, sino que lo potencializaron. A su vez la zeolitas encapsulo los residuos tóxicos, las fitohormonas de leguminosas también contribuyeron en mejorar un balance hormonal, la lecitina estimulo la parte hipófisis, las proteínas y energías By Pass equilibraron la relación requerida, etc.

Esta practica, es la que me permitió mantener un hato ganadero de 50 animales de alta producción, 22 litros de promedio, alimentándose con 40 kilos de brócoli, 10 kilos de rechazo de banano, 5 kilos de concentrado, 5 kilos de tamo de cebada, y 20 kilos de pasto natural. Con excelente taza de fertilidad y concepción y sobre todo una disminución alta de problemas de hipocalcemia y rotura de caderas de las vacas recién paridas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Hacienda La Bethania que se encuentra ubicada en la Parroquia de Locoá, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi. Y el trabajo de laboratorio se desarrolló en el laboratorio de bromatología y Nutrición Animal ubicada en la ESPOCH-FCP. El trabajo investigativo tuvo una duración de 141 días. Las condiciones meteorológicas del Cantón Latacunga se representan en el cuadro 9.

Cuadro 9. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

PARÁMETROS	Unidades	PROMEDIO
Altitud	Msnm	2784
Temperatura	° C	18
Humedad Relativa	%	80
Precipitación	Mm/año	689

Fuente: [www.inamhi.gov.ec/meteorología](http://www.inamhi.gov.ec/meteorología). (2007).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La investigación estuvo constituida por 40 bovinos de leche (unidades experimentales) las edades varían de 2 a 5 años, el grupo de bovinos fueron del grupo genético Holstein mestizas con un peso promedio de 510.93 kg.

#### C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

##### 1. Materiales

- Sustrato brócoli y avena
- Vacas de deferente edad y peso
- Sogas
- Fundas de plástico para muestreo
- Registro de datos
- Libreta de campo
- Esferográfico
- pHmetro

- Jeringas
- Agujas
- Machete
- Balanza
- Balde
- 3 Tanques de 200 lt de capacidad
- Rótulos de identificación
- Pintura
- Fundas de papel
- Cámara fotográfica

## 2. Equipos

- Equipo de computación
- Equipo de Macro Kjeldahl
- Mufia
- Estufa
- Crisoles
- Balanza analítica
- Bomba de vacío
- Vidriería de laboratorio
- Refrigerador

## 3. Instalaciones

- Hacienda la Bethania
- Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Facultad de Ciencia Pecuarias de la ESPOCH.

## D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se estudió el efecto que produce el suministro de bioensilaje de brócoli y avena forrajera como suplemento para vacas lecheras en cuatro niveles:

T0 = administración de 100% de brócoli fresco,

T1 = administración de bioensilaje (50 % de brócoli y 50 % de avena),

T2 = administración de bioensilaje (62.5 de brócoli y 37.5 % de avena),

T3 = administración de bioensilaje (75% de brócoli y 25 % de avena).

Para la evaluación se utilizó 10 repeticiones por tratamiento en donde una vaca es igual a una unidad experimental, dando un total 40 vacas o unidades experimentales, como se demuestra en el esquema del experimento, cuadro 10.

El presente experimento se analizó bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), el mismo que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

$$X_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Donde

$X_{ij}$ = Valor de la variable

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$B_j$ = Efecto de los bloques

$\epsilon_{ij}$ = Error experimental

#### 1. Esquema del experimento.

El esquema a emplear es el siguiente:

Cuadro 10. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	Vacas/UE	Repeticiones	Total vacas / UE
100 % de brócoli	T0	1	10	10
50 % Brócoli + 50 % de avena	T1	1	10	10
62.5 % Brócoli + 37.5 % de avena f	T2	1	10	10
75 % Brócoli + 25 % de avena	T3	1	10	10
TOTAL				40

UE: Unidad Experimental.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales a investigar son:

- Composición bromatológica de brócoli y avena.
- pH del proceso de bioensilaje.
- Análisis bromatológico de bioensilaje.
- Peso inicial y final de los animales.
- Producción de leche en lt/vaca/día.
- Condición corporal
- Ciclicidad Reproductiva (Presencia de celos)
- Análisis económico (USD)

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA), para las diferencias y análisis de regresión
- Prueba de Duncan para separación de medias con niveles de significancia ( $P \leq 0.05$ ) ( $P \leq 0.01$ ).

Cuadro 11. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
TOTAL	39
TRATAMIENTO	3
REPETICIONES	9
ERROR EXPERIMENTAL	27

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. De laboratorio

#### a. Análisis bromatológico

El análisis proximal o análisis bromatológico del brócoli y avena se realizó en el laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal.

#### 1). Determinación de proteína bruta

Principio.- Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar el CO<sub>2</sub> y agua, la proteína se descompone con la formación del amoníaco, el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio. Este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amonio sucede solamente en medio básico, luego de la formación de la sal de amonio actúa una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado en HCL al 0.1N. La fórmula es:

$$\%P.B. = \frac{N(HCL) \times 0.014 \times 100 \times 6.25 \times \text{ml HCL reales.}}{W2 - W1}$$

Donde:

W1 = Peso del papel solo.

W 2 = Peso del papel + muestra

0.014 = K

#### 2). Determinación de fibra cruda

Principio.- Se basa en la sucesiva separación de la ceniza, proteína, grasa y sustancias extraída libre de nitrógeno, la separación de esta sustancia se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y partes de hemicelulosa), los álcalis transforman en estado soluble a las

sustancias albúminas, separan la grasa disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o cetona extrae las resinas, colorantes, residuos de grasas y elimina el agua. Después de este procedimiento lo que queda es fibra cruda. La formula es:

$$\%FB = \frac{W3 - W4}{W2 - W1}$$

Donde:

W1 = Peso del papel solo.

W 2 = Peso del papel + muestra húmeda.

W3 = Peso del crisol + muestra seca.

W 2 = Peso del crisol + ceniza.

## 2. De campo

### a. Producción de bioensilaje

#### 1). Prefermento

Para la preparación del prefermento se reúne todas las materias primas necesarias (cuadro 12), para el proceso en donde se debe colocar en el tanque de 200 litros de capacidad suero de leche, melaza, urea, sal mineral y agua.

Después se colocó todo el prefermento en una cantidad del 10% de melaza en donde previamente diluye a un 2% de urea.

Cuadro 12. MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PREFERMENTO.

Materias Primas	%
SUERO DE LECHE	31
MELAZA	22
UREA	1
SAL MINERAL	1
AGUA	45
TOTAL	100

## **2). Bioensilaje**

Después de realizado el prefermento con un pH de 4.3 se procedió a realizar el ensilaje en donde le brócoli estuvo previamente picado finamente a 3 cm. y la avena a 5 cm. Luego se procedió a realizar una mezcla con la siguiente relación (3:1) 3 partes de sustrato y 1 parte de prefermento, posteriormente se colocó en los silos elevados de 1m x 1m y se compacta para evitar la presencia de oxígeno, una vez lleno y compacto el silo se procede al sellado hermético con plástico de polietileno y encima de este se coloca piedras y arena. El proceso de transformación a ensilaje dura 25 - 30 días. Para medir este parámetro utilizamos un pHmetro, cuando el bioensilaje se encuentre en la cuarta semana del proceso.

Una vez terminado el proceso de bioensilaje se procedió a realizar la evaluación, en donde se utilizó 10 repeticiones por cada tratamiento, se administro el alimento de la siguiente manera: (T0 = solo pastoreo, T1 = suministro de 5 Kg. de bioensilaje + pastoreo, T2 = suministro de 5 Kg. de bioensilaje + pastoreo, T3 = suministro de 5 Kg. de bioensilaje + pastoreo). La repuesta fue determinada en base a la composición del bioensilaje más no a la cantidad del mismo.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Parámetros productivos**

Para medir de la producción de leche se acudió a los registros de producción de las vacas con el consumo tradicional de brócoli, para posteriormente llevar a cabo la alimentación con bioensilaje, en donde la producción de leche fue medido en lt/vaca tanto en la mañana como el la tarde.

### **2. Determinación de peso**

El peso de los animales se realizaron 2 días antes de la administración del bioensilaje, para lo cual se utilizó una cinta bovinométrica para medir el perímetro

torácico y el largo del cuerpo. Para determinar el peso aproximado se utilizó la siguiente fórmula según Quetelet  $(Pt)^2 \times LC \times 87.5$

Pt = Perímetro torácico

L= Largo del cuerpo

Constante = 87.5

### 3. Determinación de la condición corporal

La determinación del estado corporal de los animales representa una práctica de manejo inobjetable para mejorar la eficiencia del sistema lechero ya que el mismo evalúa el balance energético del animal y sus reservas corporales.

La rutina debe efectuarse con los animales parados sobre una superficie plana y dura, evitando todo tipo de tensiones que obligan normalmente a que las vacas adopten una postura contraída. La palpación se realizó ejerciendo una leve pero consistente presión con la yema de los dedos, en cada uno de los puntos señalados. La primera se realizó a nivel de la región base de la cola, incluidos la grupa, los huesos de la cadera y las últimas costillas para la evaluación se realizó mediante la determinación del "score" ó "grado de gordura", a través de la palpación y observación de ciertas áreas anatómicas. De esta manera se determinó, empíricamente y según la escala de referencia (gráfico 2), se indican los grados 1 a 5, la cantidad de tejido graso subcutáneo presente en esas áreas.

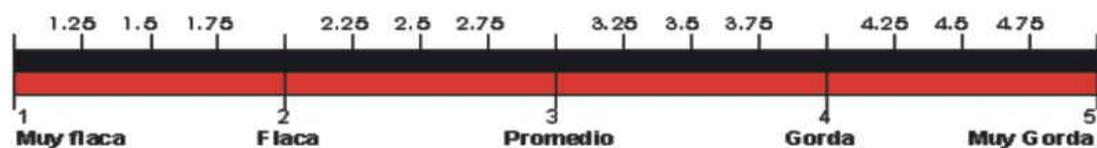


Grafico 2. Escala de Referencia Condición Corporal

### 4. Presentación de celos

Para determinar el porcentaje de celos se utilizó registros reproductivos, en la cual se pudo contabilizar el número de celos que presentó cada vaca durante el periodo de investigación para finalmente hacer una relación a cien y determinar el porcentaje por mes.

## I. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL BRÓCOLI Y AVENA

Según el análisis bromatológico desarrollado en el laboratorio de Nutrición y Bromatología de la FCP se puede manifestar que el brócoli, posee mayor cantidad de proteína en 23.04 % debido a que es una hortaliza y que para mejorar la producción de la inflorescencia, se utiliza nitrógeno durante su ciclo vegetativo el cual acumula gran parte en las hojas y tallos, además se atribuye a sus características botánicas, es menor la cantidad de fibra en 20.94% y materia seca en 14.33%. En comparación con la avena que posee una cantidad menor de proteína en 9.71 % debido a que es una gramínea por lo tanto la cantidad de fibra y la materia seca es mayor en 28.02% y 30.92% (cuadro 13).

Cuadro 13. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL BRÓCOLI Y AVENA

Componente	Unidad	Avena	Residuo Brócoli
Humedad	%	69.08	85.67
Materia seca	%	30.92	14.33
Proteína bruta	%	9.71	23.04
Extracto etéreo	%	1.98	2.18
Fibra cruda	%	28.02	20.94
Cenizas	%	7.31	11.90
Materia orgánica	%	92.69	88.10

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología – FCP – ESPOCH. (2008).

### B. pH DEL PROCESO DEL PREFERMENTO

El bioensilaje se elaboró con la utilización de un fermento elaborado con suero de leche, el mismo que se caracteriza por poseer un pH ácido el cual fue medido durante 13 días consecutivos pudiendo observar que éste inicia con un pH ligeramente ácido de 6.5, el mismo que fue reduciendo paulatinamente hasta 4.30 en el día 13 debido al proceso de fermentación en la cual se genera un medio ácido químico orgánico medio en el cual los microorganismos se autodestruyen

manteniendo el pH estable (gráfico 3). El pH desciende durante la segunda etapa de la fermentación debido a la proliferación de lactobacilos y consecuentemente una producción considerable de ácido láctico que neutraliza el amoníaco y hace descender al pH.

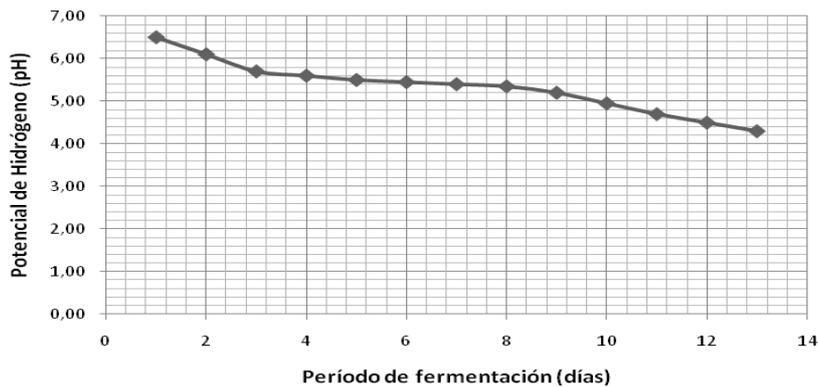


Gráfico 3. pH del prefermento para la elaboración del bioensilaje

### C. pH DEL PROCESO DEL BIOENSILAJE

El pH del bioensilaje fermentado con prefermento se noto una reducción hasta aproximadamente los días 25 y luego se mantuvo en los tres casos en 4.40, 4.43 y 4.38 para los niveles 50, 62.5 y 75 % de brócoli en el presente alimento húmedo fermentado durante 30 días (grafico 4). Las bacterias epifíticas de ácido láctico fermentan los carbohidratos hidrosolubles del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. El proceso del bioensilaje las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje, si la fermentación se desarrolla con éxito, la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 4,3.

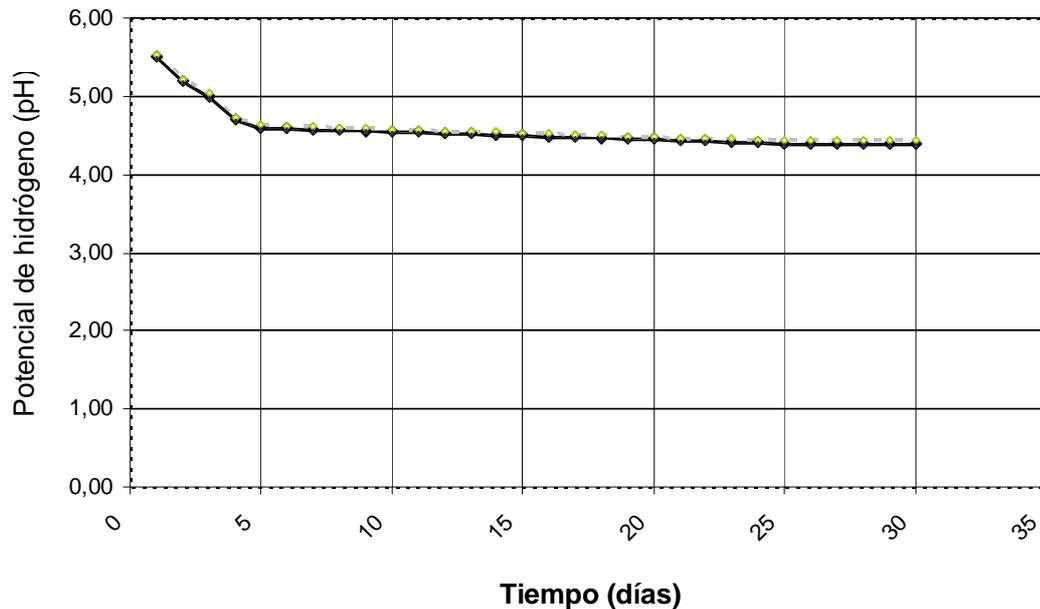


Gráfico 4. pH del bioensilaje

#### D. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL BIOENSILAJE

Según el análisis bromatológico desarrollado en el laboratorio de Nutrición y Bromatología de la FCP. El mayor contenido de humedad se registró en el T0 en 85.67%, en tanto el menor contenido se registró en el T1 en 81.47% debido a que se utilizó una mayor cantidad de avena, con respecto al resto de tratamientos que registraron las siguientes humedades: 83.23% y 84.10 en T2, T3 respectivamente. Pudiendo deberse a la generación de alcoholes y diferentes ácidos se produjo durante el proceso del ensilado (Ojeda, F. 1991), que favorecen la presencia de humedad en los productos ensilados.

El contenido de proteína bruta se observó variaciones por efecto de la cantidad de brócoli que se utilizó en cada tratamiento siendo superior el T0 con 23.04%, tal como ofrecido, en tanto que el menor es el T1 en 18.53%, debido a que en su composición utilizó 50% de avena. Los tratamientos T2 y T3 reportaron las siguientes cantidades 18.53% y 19.34% respectivamente. Como era de esperarse, a medida que incrementa la cantidad de brócoli en el bioensilaje, incrementa la proteína cruda, esto posiblemente se deba a que el brócoli posee mayor cantidad de proteína en su composición mientras que la avena forrajera

posee menor cantidad de este elemento que influye directamente en el contenido de proteína en el bioensilaje (cuadro 13).

El contenido de fibra bruta en los diferentes niveles de bioensilaje, la mayor respuesta presento T1 en 29.19%, por el alto contenido de avena en su composición. Mientras que el menor fue el T0 en 20.94 % por que en su composición química indica un alto contenido de humedad que afecta a la cantidad de materia seca.

A medida que se incrementa los niveles de brócoli, el porcentaje de cenizas aumenta en el bioensilaje registrando valores 12.87, 3.20 y 13.91 % en T1, T2, T3 respectivamente, esto quizá se deba a que al momento de elaborar el bioensilaje indirectamente se incluya material inerte que se refleja en el análisis bromatológico. Aunque no ocurre en el brócoli fresco, el cual posee únicamente el 11.90 % de minerales en forma de cenizas (cuadro 14).

Cuadro 14. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL BIOENSILAJE.

Componente	Unidad	Niveles de Bioensilaje (%)			
		T0 100	T1 50-50	T2 62.50-37.5	T3 75 -25
Humedad	%	85.67	81.47	83.23	84.10
Materia seca	%	14.33	18.53	16.77	15.90
Proteína bruta	%	23.04	16.67	18.53	19.34
Extracto etéreo	%	2.18	1.37	2.12	1.93
Fibra cruda	%	20.94	29.19	27.10	26.27
Cenizas	%	11.90	12.87	13.20	13.91
Materia orgánica	%	88.10	83.13	86.80	86.09

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología – FCP – ESPOCH. (2008).

## **E. PESO INICIAL Y FINAL DE LOS ANIMALES**

Los resultados de la investigación se presentan en el cuadro 15. El cual indica los siguientes aspectos, el peso promedio inicial de las vacas fue de 510.93 kg, el cual no registra diferencias estadísticas entre las unidades experimentales.

Al final de la investigación no se encontraron diferencias estadísticas, pero si numéricas, por lo que se puede mencionar que el peso de las vacas alimentadas con el T3 fue de 577.70 kg siendo superior numéricamente del resto de tratamientos, puesto que la aplicación de T0, T1 y T2 alcanzaron pesos de 539.00, 533.10 y 504.50 kg respectivamente, lo que significa que los pesos finales con referencia a los iniciales incrementaron con el suministro de los diferentes niveles de bioensilaje, permitiendo una buena reserva corporal y además un buen balance energético del animal a pesar de estar produciendo leche.

Según Alviar, J. (2002) el peso promedio de las vacas holstein son de 650 kg valor superior a los encontrados en la presente investigación, esto posiblemente se deba a que las vacas en su alimentación recibieron balanceado como suplemento diario y forrajes de buena calidad.

Cuadro 15. COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DEL GANADO DE LECHE ALIMENTADO CON BIOENSILAJE DE BRÓCOLI Y AVENA FORRAJERA.

Variables	Bioensilaje				Media	CV %	Prob	Sign
	T0	T1	T2	T3				
Peso inicial de las vacas, kg	521,70 a	494,60 a	485,30 a	542,10 a	510,93	13,41	0,05	ns
Peso final de las vacas	539,00 a	533,10 a	504,50 a	577,70 a	538,58	13,36	0,05	ns
Producción acumulada al primer mes, litros	309,00 a	319,00 a	273,00 a	348,00 a	312,25	17,70	0,05	ns
Producción acumulada al segundo mes, litros	309,00 a	342,00 a	345,00 a	396,00 a	348,00	14,88	0,05	ns
Producción acumulada al tercer mes, litros	309,00 b	372,00 ab	405,00 a	456,00 a	385,50	13,40	0,01	**
Producción acumulada al cuarto mes, litros	309,00 c	402,00 b	435,00 b	546,00 a	423,00	12,37	<,0001	**
Producción promedia litros/ vaca/día	10,30 b	11,96 ab	12,15 ab	14,55 a	12,24	13,83	0,04	*
Producción total acumulada litros/vaca	1236,00 b	1435,00 ab	1458,00 ab	1746,00 a	1468,75	13,83	0,04	*
Condición corporal inicial, puntos	3,75 a	3,79 a	3,71 a	3,73 a	3,75	5,52	0,05	ns
Condición corporal al cuarto mes, puntos	3,79 a	3,81 a	3,71 a	3,73 a	3,76	6,97	0,05	ns

Letras iguales no difieren significativamente según Duncan al 0.05 %.

CV %: Coeficiente de variación en porcentaje.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

ns: no significativo.

\*\* Altamente significativo a la probabilidad 0.01.

\* Significativo a la probabilidad 0.05.

T0: Tratamiento control 100 % de brócoli fresco.

T1: bioensilaje con 50 % brócoli + 50 % de avena.

T2: bioensilaje con 62,5 % brócoli + 37.5 % de avena.

T3: bioensilaje con 75 % brócoli + 25 % de avena.

T3: bioensilaje con 75 % brócoli + 25 % de avena .

## **F. PRODUCCIÓN DE LECHE**

### **1. Producción acumulada al primer mes, litros/ vacas alimentadas con bioensilaje**

La producción promedio al primer mes de investigación fue de 312.25 litros (cuadro 15), aunque no existió diferencias significativas entre los tratamientos puede manifestarse que con el tratamiento T3, se alcanzó 348 litros/vaca, que supera numéricamente al tratamiento T1 en 273 litros/vaca, obteniendo una producción de leche casi similares con la aplicación de los T0 y T2 en 309 y 319 litros/vaca respectivamente. Esto se debe a que posiblemente el bioensilaje disponía de un alto porcentaje de proteína (cuadro 14), la cual fue asimilada por los diferentes animales mejorando de esta manera la producción de leche. La producción de leche no pudo manifestarse en los dos primeros meses de la investigación ya que el alimento suministrado a los animales fue utilizado para cubrir las necesidades de mantención.

Según Alviar, J. (2002), manifiesta que la producción de leche acumulada en 30 días fue de 590 litros/vaca en la raza holsteín, valor superior a los encontrados en la presente investigación, esto posiblemente se deba a que en nuestro medio se dispone de vacas mestizas, en un clima frío, cuyas condiciones climáticas son diferentes a los reportados por el mencionado autor que hace referencia a grupos genéticos puros y a una alimentación de forrajes de buena calidad.

### **2. Producción acumulada al segundo mes, litros /vaca alimentadas con bioensilaje**

Al segundo mes de investigación se obtuvo una producción de 396 litros/vaca con la aplicación del T3, que supera numéricamente al tratamiento testigo que alcanzó una producción de 309 litros/vaca, lo que significa que la alta disponibilidad de proteína en el brócoli fresco (cuadro 14), no se refleja en la producción de leche, registrando resultados casi similares en los T1 y T2 registrándose una producción de 342 y 345 litros/vaca respectivamente, lo que significa que cuando el brócoli + avena se somete a un tratamiento de

fermentación, con el cual se puede observar que medida que se incluye brócoli en el bioensilaje la producción de leche incrementa.

Yucailla, L. (2008), al evaluar la caña de azúcar enriquecida (gallinaza, melaza, sales minerales) en la producción de vacas holstein mestizas encontró producciones de 262.64 litros/vaca y con la utilización de concentrado comercial 355 litros de leche/mes valores que son superiores a los encontrados en la presente investigación. Esto posiblemente se deba a que únicamente se utiliza un residuo de cosecha.

### **3. Producción acumulada al tercer mes, litros/vaca alimentadas con bioensilaje**

Con el suministro del T1, T2 y T3 en vacas lecheras permitió producciones de 372, 405 y 456, litros/vaca respectivamente, tiene diferencias altamente significativas al tratamiento testigo, puesto que alcanzó una producción de 309 litros, de esta manera se puede observar que la producción de leche fue mejorando mes a mes, esto posiblemente se deba a que la cantidad de brócoli por un lado incluye mayor porcentaje de proteína en el alimento fermentado, este ayuda a desdoblar los nutrientes para que las vacas expresen el potencial genético. De la misma manera se puede manifestar que el efecto del bioensilaje se expresa a través del tiempo puesto que el organismo de las vacas se adapta paulatinamente.

En el gráfico 5, se resume la condición de determinación ( $R^2$ ), en donde la producción de leche al tercer mes depende en 24.50 % de los niveles de bioensilaje, mediante el análisis de regresión se puede observar que la producción de leche registra una condición altamente significativa ( $P < 0.01$ ) a una regresión lineal, además se puede manifestar que con el bioensilaje se incrementa 1.789 litros

Según Yucailla, L. (2008), al evaluar la caña de azúcar enriquecida (gallinaza, melaza, sales minerales) en la producción de vacas holstein mestizas encontró producciones de 278,50 litros/vaca en el tercer mes de lactancia, valores inferiores a los encontrados en la presente investigación.

Debido posiblemente a que la caña de azúcar en su composición contiene una mayor cantidad de fibra y agua que a pesar de ser enriquecida con otras materias primas no supe la cantidad de proteína necesaria para producción de leche.

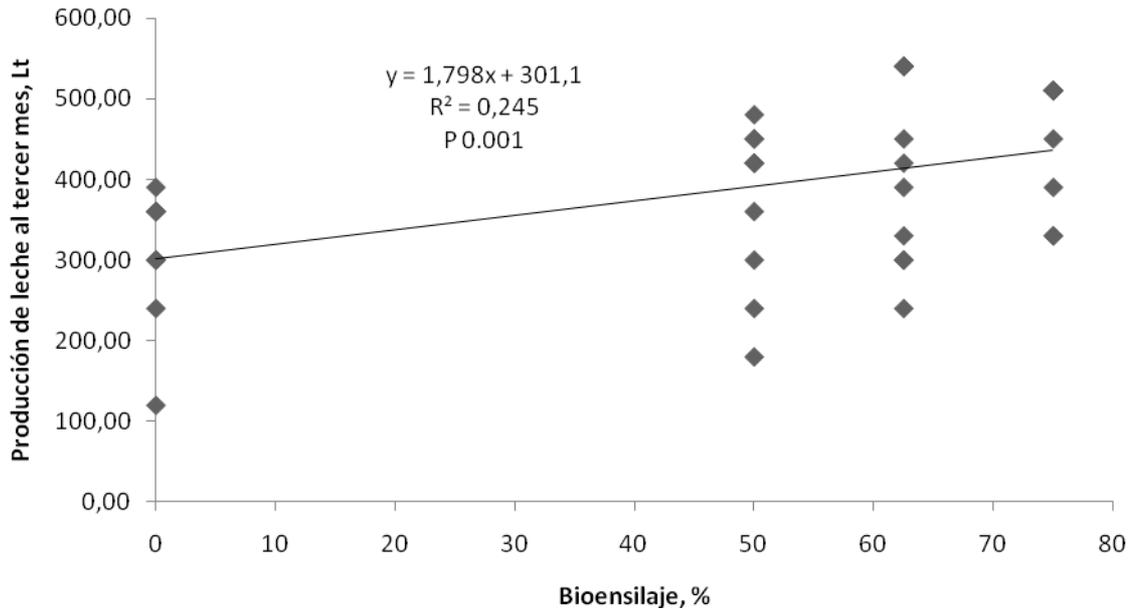


Gráfico 5. Comportamiento de la producción de leche a los 90 días, en vacas alimentadas con bioensilaje.

#### 4. Producción acumulada al cuarto mes, litros/vaca alimentadas con bioensilaje

Al cuarto mes de investigación, se encontró una producción de 546 litros/vaca de leche con vacas alimentadas con el T3, que tiene diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) de los T0, T1 y T2 con los cuales se alcanzaron 309, 402 y 435 litros/vaca respectivamente. En este mes se puede confirmar que la aplicación del tratamiento T3, permite una mayor producción de leche, gracias a que éste posee mayor cantidad de proteína (cuadro14).

En el gráfico 6, se detalla el análisis de regresión se puede observar que la producción de leche registra una condición altamente significativa ( $P < 0.01$ ) por lo que se puede estimar una alta confiabilidad de la producción de leche en función

de los niveles de bioensilaje, según el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) la producción de leche depende en 40.8 % de los T1, T2 y T3.

De la misma manera se puede mencionar que por cada nivel de bioensilaje, las vacas producen 2.725 litros.

Calero, M, (2004) al utilizar diferentes niveles de caña de azúcar y bagazo de caña alcanzó una producción de 5.82 kg de leche por día en el primer mes de lactancia, valor prácticamente inferior al de la presente investigación debido a que el bioensilaje de brócoli y avena tuvo mayor cantidad de proteína (cuadro 14), en comparación con la caña de azúcar y bagazo de caña que tuvo bajo contenido de proteína.

Yucailla, L. (2008), al evaluar la caña de azúcar enriquecida (gallinaza, melaza, sales minerales) en la producción de vacas holstein reportó producciones de 283.63 litros/vaca en el cuarto mes de lactancia, valores inferiores a los encontrados en la presente investigación, esto posiblemente se deba al manejo alimenticio que se brinda en la presente investigación, a pesar de alimentar con residuos de cosecha (brócoli), las producciones fueron superiores de las que señala el autor en mención.

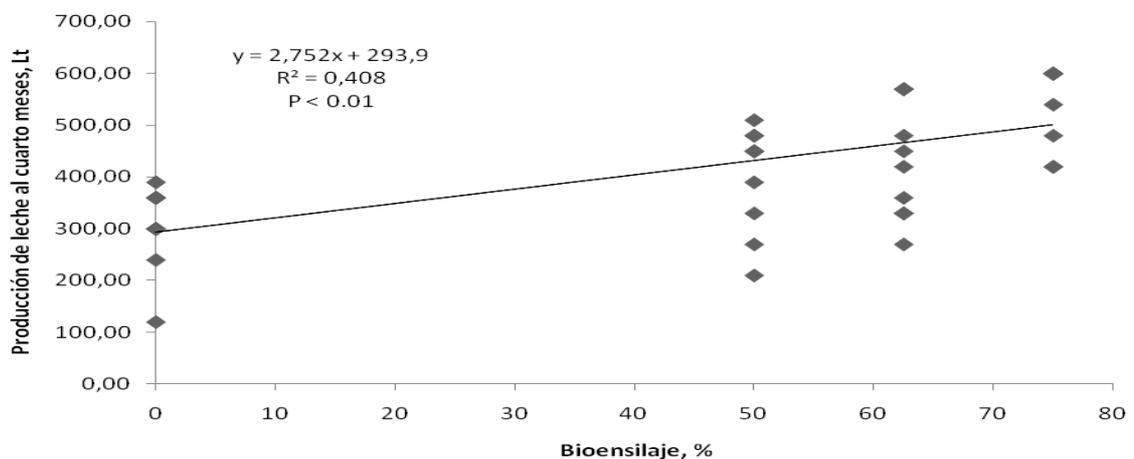


Gráfico 6. Comportamiento de la producción de leche a los 120 días, en vacas alimentadas con bioensilaje.

## **5. Producción promedio litros/día, en vacas alimentadas con bioensilaje**

La producción promedio diaria de las vacas que se alimentaron con los T1, T2 y T3 fue de 11.96, 12.15 y 14.55 litros de leche/día respectivamente, que difieren significativamente del tratamiento testigo puesto que registró 10.30 litros /día.

En el gráfico 7, se resume la condición de determinación y ecuación de regresión para estimar la producción promedio de leche en función de los niveles de bioensilaje, se interpreta una condición altamente significativa ( $P < 0.007$ ) con la cual se puede determinar que el 17.40 %, de la producción de leche depende de los T1, T2 Y T3 y de acuerdo al coeficiente de regresión se puede mencionar que por cada nivel de brócoli que se incluye en el bioensilaje la producción promedio se incrementa en 0.049 litros

Cofré, P., Jahn E. en INIA Quilamapu (2009), al estudiar la producción de leche con ensilajes de maíz confeccionados con urea y con azufre en grupos de vacas tuvieron una producción real de leche de 21,6 lt/día. No obstante, las vacas alimentadas con ensilaje de maíz confeccionado con urea y azufre produjeron más leche corregida al 4% materia grasa (19,8 vs. 18,8 lt/vaca/día en), más materia grasa (3,45 vs. 3,18%).

Según el [www.pesacentroamerica.org/biblioteca](http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca). (2009), comportamiento indica que el promedio de producción de leche del hato se incrementó de 19 a 26.76 litros de leche observando un aumento de producción láctea del hato siendo marcado en los cinco primeros días de tratamiento, tendiéndose a estabilizar con el tiempo al alimentar las vacas con ensilaje de maíz y sorgo. Valores superiores a los encontrados en la presente investigación, posiblemente se deba a que el rechazo de brócoli, es un alimento que si bien es cierto dispone de nutrientes, pero no satisfacen los requerimientos productivos de las vacas.

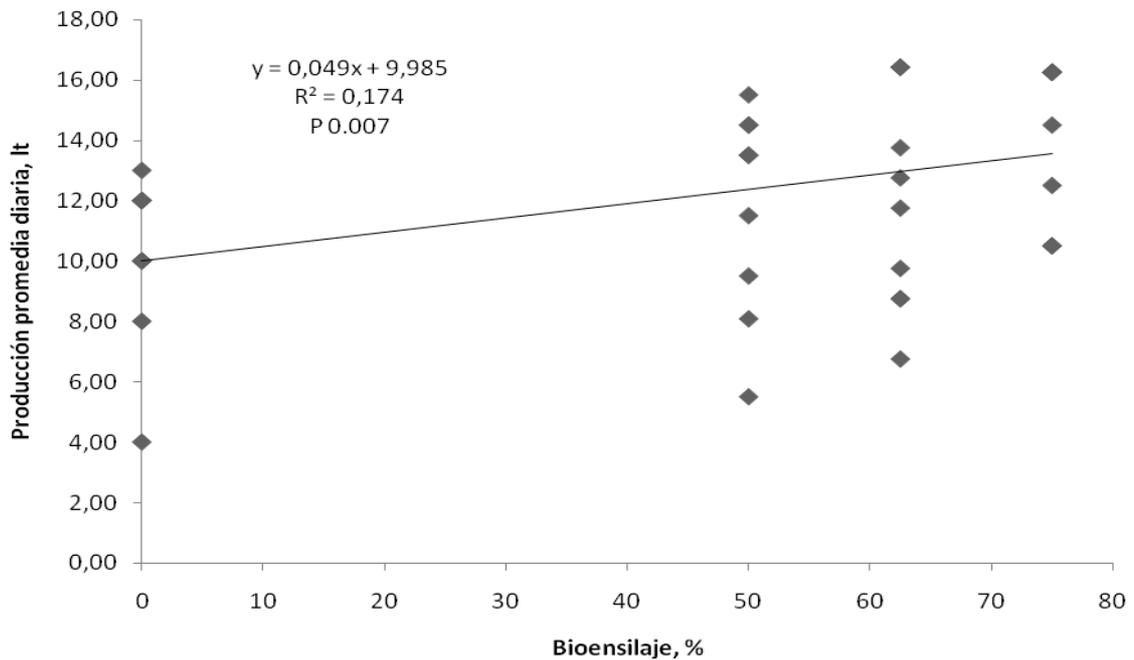


Gráfico 7. Comportamiento de la producción promedio de leche, en vacas alimentadas con bioensilaje.

#### A. Producción de leche acumulada, en vacas alimentadas con bioensilaje

La producción acumulada en los cuatro meses de investigación de las vacas alimentadas con los T1, T2 Y T3 fue de 1435, 1458 y 1746 litros de leche respectivamente, que difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) del tratamiento testigo con 1236 litros de leche, esto posiblemente se deba a que la alimentación esta basada únicamente en el brócoli.

En el gráfico 8, se resume la condición de determinación y ecuación de regresión para estimar la producción acumulada de leche en función de los niveles de bioensilaje, de donde se interpreta una condición altamente significativa ( $P < 0.01$ ) con la cual se puede determinar que el 17.40 %, de la producción de leche depende de los niveles bioensilaje que en cada uno de los tratamientos y de acuerdo al coeficiente de regresión se puede mencionar que por cada nivel de brócoli que se incluye en el bioensilaje se obtiene 5.893 litros de leche en los 4 meses,

La producción en 4 meses de la vaca holstein, según Alviar J. (2002) fue de 2280, litros, valor superior a los encontrados en la presente investigación, esto posiblemente se deba a que en la presente investigación las vacas fueron mestiza y alimentadas a base de residuos de brócoli fermentados previamente en forma de ensilaje. La producción acumulada según Yucailla, L. (2008), fue de 1188 litros en 4 meses bajo una suplementación de concentrado, valor inferior a la registrada en la presente investigación, lo que significa que es necesario mejorar el sistema alimenticio para hacer expresar el potencial productiva de las vacas.

Calero, M. (2004), al utilizar una suplementación de bagazo de caña enriquecido mas caña de azúcar en ganado lechero alcanzó una producción acumulada de 698.4 litros de leche en 4 meses, valor inferior al registrado en la presente investigación.

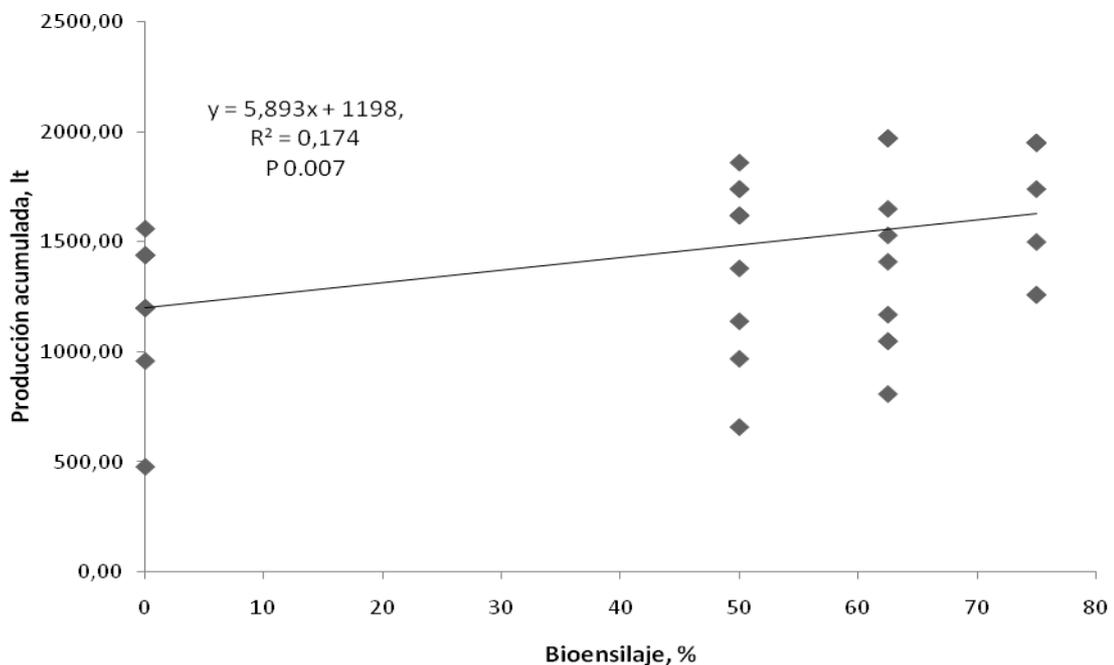


Gráfico 8. Comportamiento de la producción acumulada de leche, en vacas alimentadas con bioensilaje.

## **B. CONDICIÓN CORPORAL**

La condición corporal inicial de las vacas en promedio fue de 3.75 lo que significa que las vacas tuvieron un buen estado de carnes.

Al finalizar la investigación, la condición corporal de las vacas alimentadas con el tratamiento T0 y T1 fue de 3.79 y 3.81 respectivamente, lo que significa que han mejorado su estado de carnes. Aunque con los tratamientos T2 y T3, la condición corporal se mantuvo, posiblemente se deba almacenamiento de sus reservas corporales.

Según la escala más comúnmente utilizada es la EE.UU. de 1 a 5 puntos (1 = flaca, 5 = gorda; Ferguson y col, (1994). Al parto la condición corporal óptima debe ser de 3,50 y los animales no deberían perder más de un punto de score en los primeros 60 días de lactancia. Las vaquillonas deben continuar su etapa de crecimiento durante la lactancia por lo que la recomendación es lograr un Estado Corporal al parto de 3,50 a 3,75. En la medida que los animales van recuperando su capacidad de consumo, dejan de perder estado y progresiva mente comienzan a recuperar reservas. Los valores registrado en la presente investigación con los tratamientos T0 y T1 son superiores lo que indica que las vacas estuvieron gordas.

## **C. CICLICIDAD REPRODUCTIVA (Presencia de Celos)**

Al analizar esta variable se observó que en el primer mes el 100% de la vacas presentaron celo, mientras que en el segundo mes 90% de ellas repitieron celo, lo que significa que 10 vacas fueron inseminadas, obteniendo una fertilidad del 10%. En el tercer y cuarto mes la presencia de estro se registro en 83.33 % lo que indica que el 16.67% fueron inseminadas, teniendo un promedio mensual de celos de 89.165 y una fertilidad de 14.44 % siendo esta una fertilidad baja en vacas lecheras.

Cuadro 16. PRESENCIA DE CELOS DE LAS VACAS ALIMENTADAS CON BIOENSILAJE DE BRÓCOLI Y AVENA.

Periodos	No. Vacas	No de celos	Celos %	Fertilidad %
1er. mes	40	40	100	-
2do mes	40	36	90	10
3er. mes	36	30	83.33	16.67
4to.mes	30	25	83.33	16.67
PROMEDIO			89.165	14.44

#### D. ANÁLISIS ECONÓMICO (USD)

Como en todo proceso productivo, es preciso identificar el grado de conveniencia económica en la utilización de los distintos niveles de bioensilaje frente a la producción de leche, por lo que en los cálculos establecidos en el (cuadro 17), determinaron que el Beneficio /Costo que se deduce para la producción de leche con la utilización del 75 % de brócoli + 25 % de avena forrajera se logra una rentabilidad de 0.23 centavos por cada dólar invertido. (B/C = 1.23), mitras que con la utilización del 50% de brócoli y 50% de avena el Beneficio/ Costo es inferior ya que por cada dólar invertido no se genera rentabilidad (B/C = 1.00). por lo que el beneficio logrado esta relacionado con el porcentaje de proteína que contiene los tratamientos

Cuadro 17. INGRESOS, EGRESOS Y RELACIÓN BENEFICIO COSTO.

Costos	Unid	Cant (kg)	Cost Unit	Tratamientos			
				T0	T1	T2	T3
Avena	kg	3375,00	0,06		90,00	67,50	45,00
Brócoli	kg	5625,00	0,05	150,00	75,00	93,75	112,50
Prefermento	lt	3000,00	0,05		50,00	50,00	50,00
Melaza	kg	110,00	0,68	18,75	18,75	18,75	18,75
Urea	kg	2,00	0,30		0,20	0,20	0,20
Sal	kg	45,00	0,25	2,81	2,81	2,81	2,81
Elab Ensilaje	jornal	4,00	10,00		13,33	13,33	13,33
Mano de obra	jornal	120,00	8,00	240,00	240,00	240,00	240,00
Total				411,56	490,10	486,35	482,60
Ingresos							
Producción							
Leche	lt			1236,00	1435,00	1458,00	1746,00
Precio	\$			0,34	0,34	0,34	0,34
Ingreso bruto				420,24	487,90	495,72	593,64
Beneficio Costo				1,02	1,00	1,02	1,23

T0: Tratamiento control 100 % de brócoli fresco.

T1: bioensilaje con 50 % brócoli + 50 % de avena.

T2: bioensilaje con 62,5 % brócoli + 37.5 % de avena.

T3: bioensilaje con 75 % brócoli + 25 % de avena.

#### **IV. CONCLUSIONES**

1. El peso de las vacas con el tratamiento T3 fue de 542 kg, los cuales al finalizar el experimento registró 577.7 kg, y una condición corporal de 3.73 puntos, el cual aparentemente se conservó durante el periodo de investigación.
2. La utilización de tratamiento T3 tubo un mayor porcentaje de proteína (19.34%), que influyó en una mejor producción lechera de las vacas.
3. La utilización de tratamiento T3, permitieron 348, 396, 456 y 546 litros de leche en el primero, segundo, tercero y cuarto mes de investigación, una producción promedio de 14.55 litros/día y una producción acumulada de 1746 litros, los mismos que permitieron un beneficio costo de 1.23.

## V. RECOMENDACIONES

1. Utilizar bioensilaje en vacas lecheras con la finalidad de aprovechar el residuo de la agricultura en forma sustentable
2. Utilizar bioensilaje en vacas lecheras con la finalidad de aprovechar el residuo de la agricultura en forma sustentable
3. Investigar niveles mayores al 75 % de brócoli como parte del bioensilaje para ganado lechero.
4. Estudiar los resultados de fermentación del bioensilaje si se deja un mayor tiempo en el silo. Y su influencia en la producción lechera y reproducción animal.
5. Realizar en futuras investigaciones el análisis físico – químico como también el sensorial u organoléptico de la leche producida por vacas alimentadas con bioensilaje de brócoli.

## VI. LITERATURA CITADA

1. ACEVEDO, D. Y J. GARMENDIA. 1994. Efecto de la suplementación mineral y de la proteína sobrepasante sobre el crecimiento de ganado de carne pastoreando sabanas naturales. Índice Venezolano de Investigaciones en Producción Animal. pp 246-248
2. AGUIRRE, J. 1991. Suelos, Abono y Enfermedades. Edit. Dossat. Madrid-España p. 34
3. ALVARES, R et al. 1990. Sustitución del maíz por bioensilaje. Publicado por Monroy O, y Viniegra, G. en Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. pp 240-244
4. ALVARO, Y. 2008. Evaluación de la eficiencia Reproductiva y Productiva del hato lechero Jersey de la Hacienda Santa Lucía durante el periodo 2000-2005. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p 31.
5. ALVIAR, J. 2002. Manual Agropecuario, Técnicas orgánicas de la granja Integral Autosuficiente. Edit. AEDOS. Bogotá – Colombia. p 58.
6. BENITEZ, A. 1980. Pastos y forrajes. Editorial Universitaria. Quito-Ecuador
- 7.
8. BOTACIO, R. Y J. GARMENDIA. 1997. Efecto de la suplementación mineral sobre el status mineral, parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. Arch. Latinoam. Prod. Anim. pp. 245-247.

9. CALERO M. 2004 Suplementación de bagazo de caña enriquecido mas caña de azúcar en ganado lechero. Tesis de grado, Facultas de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
10. CHICCO, C.F. Y S. GODOY. 1987. Suplementación Mineral de Bovinos. (Eds). III Cursillo Sobre Bovinos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 47-103.
11. [http://www.inamhi.gov.ec/meteorologia/bdecadal/agosto/decada2/agosto\\_dec2.pd](http://www.inamhi.gov.ec/meteorologia/bdecadal/agosto/decada2/agosto_dec2.pd) 2007
12. <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescos/BROCO LI.HTM> 2007
13. <http://www.infoagro.com/hortalizas/broccoli.htm> 2007
14. [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut\\_search.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl)2007
15. <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca> 2007
16. <http://www.mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/avena-1052.html> 2007
17. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm> 2007
18. <http://www.mejorpasto.com> 2007
19. [http://www.produccionbovina.com/suplementacion\\_mineral/34-minerales\\_en\\_reproducción. htm](http://www.produccionbovina.com/suplementacion_mineral/34-minerales_en_reproduccion.htm) 2008
20. <http://www.snitt.org.mx/pdfs/tecnologias/Bovinos> 2007
21. <http://www.engormix.com/forosgoo.asp?offset=43>.
22. [http://es.wikipedia.org/wiki/Brassica\\_oleracea\\_italica](http://es.wikipedia.org/wiki/Brassica_oleracea_italica) 2007
23. [http://www.engormix.com/brocoli\\_alimentacion\\_vacas\\_forumsview10322.htm](http://www.engormix.com/brocoli_alimentacion_vacas_forumsview10322.htm)dos
24. [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/45-cc\\_lecheras.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/45-cc_lecheras.htm). (Ferguson y col., 1994)
25. <http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/bioleche/BOLETIN161.pdf>, Cofré, P., Jahn E. en INIA Quilamapu 2009
26. LEITON, P. 2008. Evaluación reproductiva y productiva del hato lechero jersey de la hacienda el Puente, durante el periodo 2002-2006. Tesis de

grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p 31.

27. MONROY, O. et al. 1990. Sustitución del maíz por bioensilaje. Publicado por Alvares, R. y Viniegra, G. en Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. pp 240-244
28. OJEDA, F. Conservación de forrajes. Edt. Pueblo y Educación. La Habana Cuba 1991. p. 35
29. PEÑAGARICANO, J. 1999. Ensilaje. Manejo y Utilización de las Reservas Forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo -Uruguay . pp 55-60
30. STEPHEN, J. 1984. El ensilaje .Editorial Continental S.A. Segunda Edición México p 27
31. TRUMAN, G. 1994. Producción de proteína con origen unicelular con destino a la alimentación. Revista Universal Técnica Particular de Loja No 15 p12
32. WISMAN, A. 1986. Principios de Biotecnología. Edt. Acribia. Zaragoza España pp. 21-27
33. YUCAILLA, L. 2008. Evaluación de la caña de azúcar enriquecida (gallinaza, melaza, sales minerales) en la producción de vacas holstein mestizas. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. p 32.

## **ANEXOS**