

VALORACION DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y METABOLICO EN  
TERNERAS HOLSTEIN MESTIZAS SUPLEMENTADAS CON GERMINADOS DE MAIZ  
(Zea mayz) y CEBADA (Hordeum vulgare)

SANDRA XIMENA SALAS RUEDA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS  
ENFASIS PRODUCCION ANIMAL  
SAN JUAN DE PASTO

2016

VALORACION DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y METABOLICO EN  
TERNERAS HOLSTEIN MESTIZAS SUPLEMENTADAS CON GERMINADOS DE MAIZ  
(Zea mayz) y CEBADA (Hordeum vulgare)

SANDRA XIMENA SALAS RUEDA

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de  
Magister en Ciencias Agrarias con Énfasis en Producción Animal

Director de trabajo:

JOSE EDMUNDO APRAEZ GUERRERO Zoot. MSc, Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
MAESTRIA EN CIENCIAS AGRARIAS  
ENFASIS PRODUCCION ANIMAL  
SAN JUAN DE PASTO

2016

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACION

---

ARTURO GÁLVEZ CERÓN Zoot. M.Sc., Dr.Sc

Jurado Delegado

---

EFREN INSUASTY SANTACRUZ Zoot. Esp. M.Sc

Jurado

---

MARINO RODRÍGUEZ R. I.A. M.Sc.

Jurado

---

JOSE EDMUNDO APRAEZ GUERRERO Zoot. M.Sc., Dr.Sc

Presidente

San Juan de Pasto, Abril de 2016

Dedicado a:

A la memoria de mi Madre: Elmira

A mi Padre: Efraín

A mi Hermano: Henry

A mis Hijos: María José y Samuel

A mis Sobrinos: Santiago y Sarita

A mi cuñada: Dalila

## **AGRADECIMIENTOS**

JOSE EDMUNDO APRAEZ GUERRERO Zoot. MSc, Ph.D

EFREN INSUASTY SANTACRUZ Zoot. Esp. M.Sc

ARTURO GÁLVEZ CERÓN Zoot. MSc, Ph.D

MARINO RODRIGUEZ R. I.A. M.Sc

SANDRA ESPINOSA Tecnóloga

JANETH SALAS Zootecnista

MIRIAM FAJARDO

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION .....	19
1. MARCO TEORICO .....	22
1.1 Generalidades de la raza holstein .....	22
1.2 Generalidades en la crianza de terneras .....	24
1.2.1 Errores en la crianza de terneras y su impacto .....	25
1.2.2 Variables productivas en terneras.....	26
1.2.3 Tasa de crecimiento deseada y edad al primer parto .....	27
1.2.4 Peso corporal y problemas al parto .....	28
1.2.5 Peso corporal y rendimiento en la primera lactancia.....	28
1.3 Requerimientos nutricionales.....	29
1.3.1 Fibra.....	29
1.3.2 Energía.....	29
1.3.3 Proteína.....	30
1.3.4 Alimentación de la ternera.....	30
1.4 Perfiles Metabolicos.....	31
1.4.1 Metabolitos del perfil metabólico.....	33
1.4.1.1 Beta – hidroxibutirato ( $\beta$ HB). .....	35
1.4.1.2 Glucosa .....	36
1.4.1.3 Triglicéridos .....	36
1.4.1.4 Proteínas totales.....	37

1.4.1.5 Albúmina .....	38
1.4.1.6 Nitrógeno ureico en sangre (BUN).....	38
1.4.1.7 Alanina amino transferasa (ALT).....	39
1.4.1.8 Aspartato amino transferasa (AST).....	40
1.5 Generalidades de raygrass ( <i>Lolium Multiflorum</i> ) .....	40
1.6 Generalidades de granos germinados.....	42
1.7 Fases de germinacion .....	44
1.7.1 Absorción de agua .....	45
1.7.2 Moviiización de nutrientes .....	45
1.7.3 Crecimiento .....	45
1.7.4 Diferenciación .....	45
1.8 Ventajas y desventajas de los germinados .....	46
1.8.1 Ventajas del germinado.....	46
1.8.2 Desventajas del germinado .....	47
1.9 Procedimiento de germinacion 47	
1.9.1 Selección de la semilla .....	47
1.9.2 Limpieza y desinfección de la semilla.....	48
1.9.3 Pregerminación.....	48
1.9.4 Siembra.....	49
1.9.5 Germinación .....	49
1.9.6 Cosecha y desinfección de bandejas.....	52
1.10 Cereales para germinar.....	52
1.11 Maiz (zea mays) .....	54



1.11.1 Generalidades. ....	54
1.11.2 Importancia del maíz. ....	55
1.12 Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	56
1.12.1 Generalidades. ....	56
1.12.2 Importancia de la cebada .....	56
1.12.3 Germinado de cebada. ....	58
2. DISEÑO METODOLOGICO .....	59
2.1 Localización .....	59
2.2 Animales y manejo.....	59
2.3 Alimentación y tratamientos .....	59
2.4 Pruebas agronomicas.....	61
2.5 Pruebas bromatológicas .....	61
2.6 Variables comportamiento animal .....	62
2.6.1 Incremento de peso.....	62
2.6.2 Consumo de germinado.....	62
2.6.3 Perfiles metabólicos.....	62
2.7 Diseño experimental.....	63
2.8 Hipótesis.....	63
2.8.1 Ho .....	64
2.8.2 Ha .....	64
2.9 Análisis estadístico.....	64
2.10 Análisis parcial de costos .....	64
3. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	65

3.1 PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICION NUTRICIONAL DE LOS GERMINADOS.....	65
3.1.1 Consumo total de materia seca.....	67
3.1.2 Aporte proteico.....	68
3.1.3 Aporte energético .....	68
3.2 Aportes de dietas experimentales.....	69
3.2.1 Aporte proteico del forraje .....	70
3.2.2 Aporte energético del forraje.....	71
3.2.3 Aporte proteico del suplemento.....	71
3.2.4 Aporte energético del suplemento .....	71
3.2.6 Aporte total de energía de la dieta.....	73
3.3 Efecto de la suplementación sobre comportamiento productivo .....	74
3.3.1 Consumo total de materia seca.....	74
3.3.2 Incremento de peso.....	76
3.3.3 Conversión alimenticia.....	77
3.4 Efecto de la suplementacion sobre comportamiento metabolico.....	78
3.4.1 Beta hidroxibutirato (βHB).....	81
3.4.2 Glucosa.....	81
3.4.3 Triglicéridos .....	82
3.4.4 Proteínas totales.....	83
3.4.5 Albumina .....	84
3.4.6 Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN).....	84
3.4.7 Alanina aminotransferasa (ALT).....	85
3.4.8 Aspartato aminotransferasa (AST).....	85

3.5 Analisis parcial de costos .....	87
4. CONCLUSIONES .....	89
5. RECOMENDACIONES .....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	91

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Parámetros productivos en hembras de raza Holstein.....	24
Tabla 2. Metabolitos sanguíneos en bovinos.....	35
Tabla 3. Composición química del raygrass.....	41
Tabla 4. Densidad de siembra para maíz y cebada.....	51
Tabla 5. Composición química de los granos de cebada, maíz y trigo. ....	53
Tabla 6. Composición química de los germinados de cebada, maíz y trigo. ....	53
Tabla 7. Productividad de los germinados de maíz ( <i>Zea mayz</i> ) y cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ).65	
Tabla 8. Composición de las dietas suplementadas con germinados de maíz ( <i>Zea mayz</i> ) y cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	67
Tabla 9. Aporte energético y proteico de las dietas experimentales .....	70
Tabla 10. Comportamiento productivo de terneras Holstein mestizas suplementadas con cereales germinados .....	74
Tabla 11. Rangos de componentes sanguíneos iniciales .....	79
Tabla 12. Rangos de componentes sanguíneos finales.....	80
Tabla 13. Analisis parcial de costos de produccion .....	87

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Germinación en cereales .....	44
Figura 2. Proceso preparación semilla para germinación .....	60

**LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Análisis de varianza y pruebas de Tukey .....	103
Anexo 2. Análisis Bromatológico germinado de Maíz .....	117
Anexo 3. Análisis Bromatológico Germinado de Cebada .....	118
Anexo 5. Animales y consumo de germinado.....	120

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación con germinados de Maíz (*Zea mays*) y Cebada (*Hordeum vulgare*) sobre el comportamiento productivo y metabólico de terneras Holstein mestizas, en la Finca “La Victoria II”, ubicada en la vereda la Victoria, corregimiento de Catambuco, Municipio de Pasto; a una altura de 3050 m.s.n.m., con precipitación de 815,4 mm y una temperatura de 9°C; correspondiente a la Zona de vida Bosque seco Montano bajo (bs-MB) (Holdridge, 1967).

Se utilizó un diseño irrestricto al azar (DIA) para evaluar cuatro dietas: T0= forraje y concentrado; T1: forraje y germinado de maíz; T2: forraje y germinado de cebada y T3: forraje y mezcla de germinado de maíz (50%) y cebada (50%). Los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos se procesaron en el programa estadístico S.A.S. y se realizó la prueba de Tukey para comparar indicadores. Los cultivos de germinados se valoraron en su producción y contenido nutricional, para elaborar suplementos teniendo en cuenta el aporte del forraje y los requerimientos de las terneras. Se evaluó el contenido de materia seca, proteína y NDT para el forraje, suplemento y total de la dieta. El comportamiento animal se determinó mediante incremento de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia, así como indicadores metabólicos (glucosa, triglicéridos, BUN, proteínas totales, albúmina, cuerpos cetónicos, ALT y AST).

El germinado de cebada mostró valores proteicos (13,4%) superiores al de maíz (11,3 %), mientras que el germinado de maíz tuvo mayor contenido energético con 92,6% NDT, frente a la cebada que fue de 85,91%; los aportes proteicos del suplemento fueron mejores en la mezcla de germinado de cebada - maíz con 0,096 Kg/día/a y los energéticos para los germinados de maíz y mezcla de cebada - maíz con 0,68 Kg NDT/día/a. Respecto a los aportes proteicos totales de las

dietas, fueron mejores ( $P < 0.05$ ) en animales suplementados con concentrado, con 0,78 Kg/día/a, mientras que los energéticos fueron mayores ( $P < 0.05$ ) para los animales suplementados con mezcla de germinado de maíz – cebada con 2,78 Kg NDT/día/a. La ganancia de peso estuvo entre 0,28 y 0,31 Kg/d/a y la conversión alimenticia de 13,57 y 14,33; sin diferencias entre grupos ( $P > 0.05$ ). Los resultados para cada indicador sanguíneo, permitieron establecer que hubo una respuesta individual diferente en cada dieta evaluada, y que por tanto, los componentes variaron en rangos tan amplios, que no resultaron estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ); sin embargo, a pesar de la variación, los valores obtenidos para cada metabolito sanguíneo se encontraron dentro de los parámetros de referencia.

El análisis parcial de costos mostró, que cada kilogramo de ganancia de peso acumulada en el periodo, tuvo un menor costo con suplemento de concentrado (\$2988); un mayor costo con germinado de maíz (\$5479), valor sustentado en mayor requerimiento de mano de obra.



**ABSTRACT**

Was evaluated the effect of supplementation with Corn (*Zea mays*) and Barley (*Hordeum vulgare*) germinated on the productive and metabolic behavior of calves Holstein crossbred, at "La Victoria II" farm, located in the town of La Victoria, municipality of Catambuco, Municipality of Pasto; at a height of 3050 m.s.n.m., with precipitation of 815.4 mm and a temperature of 9 ° C; corresponding to the area dry forest Montano low (bs-MB) (Holdridge, 1967).

Unrestricted random design (DIA) was used to evaluate four diets: T0 = forage and concentrate; T1: forage and corn germinated; T2: forage and germinated barley and T3: forage and corn germinated mixture (50%) and barley (50%). The results obtained in each of the treatments were processed in the statistical program S.A.S. and the Tukey test was performed to compare indicators. Germinated crops were valued at their production and nutritional content, to develop supplements taking into account the contribution of forage and requirements of calves. The content of dry matter, protein and NDT for fodder supplement and total diet was evaluated. Animal behavior was determined by weight gain, dry matter intake, feed conversion and metabolic indicators (glucose, triglycerides, BUN, total protein, albumin, ketone bodies, ALT and AST).

The germinated barley showed protein values (13.4%) higher than corn (11.3%), while the corn had germinated higher energy content with 92.6% NDT against barley was 85.91 %; protein supplement contributions were better in the mixture of germinated barley - corn with 0.096 Kg/ day/a and energy for corn germinated and corn and barley mixture with 0,68 kg NDT/day/a. Regarding the contributions of total protein diets were better (P <0.05) supplemented with concentrated, with 0.78 kg/ day/a, while energy were higher (P <0.05) for

animals supplemented with mixture of germinated corn - barley with 2.78 NDT kg/day/a. The Weight gain was between 0.28 and 0.31 kg/d/a and feed conversion of 13.57 and 14.33; no differences between groups ( $P > 0.05$ ). The results for each blood indicator, allow to establish that there was a different individual response in each assessed diet, and therefore, the components varied in such broad ranges, which were not statistically different ( $p > 0.05$ ); However despite the variation values obtained for each blood metabolite they were found within the reference parameters.

Partial cost analysis showed that every kilogram of weight gain accumulated in the period, had a lower cost with concentrated supplement (\$ 2,988); a higher cost with corn germinated (\$ 5,479), value supported by higher demand for labor.

## INTRODUCCION

Sin duda, la crianza de terneras para reemplazo, constituye uno de los mayores retos en la ganadería moderna competitiva, especialmente en la industria láctea, donde la rentabilidad establece un elemento clave del sector. El adecuado manejo de bovinos destinados a la producción de leche, debe llevarse a cabo desde que el animal nace, hasta que alcance la edad adecuada para empezar su vida productiva y mantenerla. Las etapas de cría de terneras son de vital importancia, debido a que al garantizar buenas bases nutricionales, de salud y manejo, a futuro se obtendrán ejemplares capaces de producir leche y ser rentables para una actividad lechera continua, evidenciándose en la mejora de los ingresos económicos (Plazas y González, 2012).

El reto de criar terneras Holstein consiste en lograr animales que se sirvan por primera vez a los 14 meses, con una talla por encima de 125 cm y un peso superior a 350 Kg; una ternera bien criada es sinónimo de una vaca dentro de 2 años, hacia esto se debe orientar cualquier programa de crianza de animales para reemplazo (Delgado, 2001).

Las terneras tienen requerimientos altos, pero les falta desarrollar su capacidad ruminal. Como resultado, las tasas de crecimiento permanecerán sub óptimas si ellas únicamente son alimentadas con forraje, por lo que granos o concentrados deben de ser incluidos en la dieta de las novillas jóvenes, pero no necesariamente en dietas de novillas mayores de 1 año de edad. Usualmente, de los 3 a 6 meses de edad, la ración de la ternera debe de contener de 40% a 80% de forraje; conforme las novillas van creciendo, la concentración de proteína en la dieta puede ser reducida y la concentración de fibra (FND) puede ser incrementada (Wattiaux, 2003, 34).

Tradicionalmente, los programas de cría de terneras han sido diseñadas para disminuir el costo de criar las novillas de reemplazo, mediante el fomento de la ingesta temprana de alimentos

secos (arranque), reduciendo de este modo la duración del período de alimentación con leche. La investigación en la última década ha llevado a un mayor interés en la aplicación de los programas de alimentación intensivos que tienen el potencial de aumentar las tasas de crecimiento y disminuir la edad al primer parto, lo que puede proporcionar un mayor beneficio económico a largo plazo a los productores. Promover el consumo precoz de alimento seco es una prioridad en terneras jóvenes para estimular el desarrollo del retículo – rumen y la facilidad del destete y la transición de una dieta líquida a una dieta seca (Stamey *et al.*, 2012).

En el departamento de Nariño se han realizado trabajos de tesis con germinados de cereales en alimentación de especies menores como cuyes y conejos, pero los trabajos relacionados al uso de cereales germinados en los programas de alimentación en bovinos son escasos, a pesar de que se pueden usar en la dieta por su valor nutricional; al germinar las semillas, las proteínas, los carbohidratos y aceites se vuelven aminoácidos predigeridos y azúcares naturales, de los que el embrión de la planta se alimenta a medida que crece. Cuando se usa como alimento, suministra la energía que es capaz de regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales de crecimiento, actividad, producción y reproducción. (Carballo, 2000).

El proceso de germinación de granos, aparte de cosechar materiales frescos de buena calidad y sanos, contribuye a un plan de manejo ecológico con un mínimo impacto ambiental, sin el empleo de agroquímicos (Carballo, 2000).

La tendencia actual de buscar nuevas alternativas de alimentación y suplementación, encaminada a reducir la utilización de alimentos concentrados, ha conllevado al uso de múltiples fuentes alimenticias, en especial de origen vegetal, por considerarse materias primas de bajo costo y de aceptable valor nutricional. Teniendo en cuenta este aspecto, se formuló esta

investigación buscando fomentar alternativas de alimentación que permitan promover la producción de suplementos alimenticios que disminuyan los costos de producción en la empresa ganadera.

Para el desarrollo de este trabajo se valoró el comportamiento productivo y metabólico en terneras mestizas Holstein, suplementadas con germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*); basados en la productividad y composición nutricional de un cultivo de germinados; finalmente se realizó un análisis de costo – beneficio de la suplementación.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 Generalidades de la raza holstein

La raza Holstein fue desarrollada en la parte norte de los Países Bajos (Holanda), en la provincia de Friesland y en provincias del norte de Alemania. Se conoce como Holstein Friesian, y junto con el Shorthorn en Inglaterra, el Ayrshire en Escocia y el Alderneys en la isla de Guernsey, son consideradas las razas de producción de leche por excelencia y catalogadas como las "nodrizas de la humanidad" (Zuleta, 1947).

Este ganado es conocido por su gran tamaño y elevado rendimiento de leche. Es tranquila y dócil, así lo revelan su mansedumbre, los movimientos lentos, la mirada en general (Judkins y Keener, 1983).

En Colombia, las exposiciones de ganado Holstein datan de la década de 1920 y fueron organizadas por iniciativas particulares, sin formalidad reconocida por alguna organización nacional o internacional. En 1942 se fundó en Bogotá la Asociación Colombiana de Holstein Friesian (ACHF) para la promoción y desarrollo de esta raza en el país, con lo cual se da inicio a una nueva etapa en la que se buscaba normativizar la competencia e incluir requisitos que conllevaran el mejoramiento de la raza y de la producción de leche (ACHF, 2009).

La raza Holstein presenta una capa blanco y negro con ambos colores separados en zonas bien definidas. El ganado puede ser casi totalmente negro o casi totalmente blanco, aunque no puede registrarse ningún color que no se presente cualquier color como sólido. La mayoría de los criadores prefieren que el blanco y el negro se encuentren distribuidos al 50% aproximadamente. El color rojo con blanco es un factor genético recesivo que existe en esta raza, y que son criados por algunos ganaderos con la misma preferencia que los de blanco y negro (Briggs, 1969). El color negro se encuentra en la cabeza, la espalda, la porción central del cuerpo y los cuartos

traseros. El color blanco se presenta en dos bandas en el tercio medio; una detrás de la paletilla y otra frente a la cadera, también en la cara abdominal, parte inferior de las extremidades, nacimiento y mechón de la cola y como una estrella en la frente, en diferentes tamaños (French, 1968). El hocico y los párpados son negros, con los cuernos casi negros o grises (Judkins y Keener, 1983). La distribución de los colores varía considerablemente de un animal a otro. Una característica de este ganado es que su límite entre el blanco y el negro debe ser bien definido y no formar en sus líneas de separación fajas “atornilladas”. La pigmentación de la piel debe responder al pelo que lleva, o sea, no debe haber piel rosada bajo pelo negro (Inchausti-Tagle, 1980).

El peso vivo promedio de los animales adultos en hembras es de 600 a 700 Kg y en los machos de 900 a 1000 Kg, aunque algunos toros adultos pueden sobrepasar los 1200 kg (Harvey y Hill, 1969). Este ganado es el más pesado de todas las razas lecheras, aunque nunca una vaca ha alcanzado un peso superior a la tonelada y un toro más de 1350 kg (Briggs, 1969).

La alzada de estos animales es superior a los 1.50 metros, aunque también hay otros de tamaño mediano con 1.30 a 1.45 metros y otros pequeños con menos de 1.30 metros de alzada (DHIR [en línea] 2005). La longitud del cuerpo y la alzada a la cruz han disminuido mientras que las dimensiones de profundidad y anchura están inalterables (French, 1968).

La tabla 1 muestra algunos parámetros productivos en hembras de la raza Holstein.

**Tabla 1.****Parámetros productivos en hembras de raza Holstein**

<b>Parámetro</b>	<b>Hembra</b>
<b>Peso al nacer (Kg)</b>	36 – 38
<b>Alzada (cm)</b>	75 – 78
<b>Peso 1<sup>er</sup> parto (Kg)</b>	520
<b>Edad 1<sup>er</sup> parto - (Meses)</b>	24
<b>Peso adulto (Kg)</b>	670 – 720
<b>Alzada (cm)</b>	135 – 145
<b>Producción diaria (Kg)</b>	16.2
<b>Producción 305 días (kg)</b>	6.237

Fuente: gasque, 2008; harvey y hill, 1969.

A pesar de ser las mejores productoras de leche, el contenido de grasa butírica de la leche no es muy alta en comparación con otras razas lecheras, siendo éste entre 2.72% hasta un 4% como máximo (Judkins y Keener, 1983).

## 1.2 Generalidades en la crianza de terneras

Dentro de los objetivos generales del proceso de crianza de un sistema de producción ganadera se busca lograr la máxima supervivencia de hembras a través de prácticas que garanticen que las pérdidas entre el nacimiento y primer parto no pasen un dígito porcentual, garantizando la salud de los animales a través de programas adecuados de vacunación, desparasitación, así como protección de factores ambientales adversos; asegurar que los animales tengan un patrón de crecimiento acorde con los parámetros actuales que, independientemente del sistema de crianza empleado, se brinden las mejores condiciones ambientales a los animales así



como que su crianza sea económica y de calidad (Gasque, 2008).

Dentro de la crianza de terneras se destacan dos periodos, el primero de ellos entre los dos y los seis meses de edad, caracterizado por la rápida evolución del animal a rumiante y por la capacidad para alcanzar elevadas tasas de crecimiento. En esta fase, la ternera pasa de una etapa de aislamiento a otra de adaptación a un grupo y debe estar acostumbrada al consumo de forraje y concentrado. En esta etapa se recomienda que las raciones contengan entre 16 y 18% de PC para animales de hasta 230 Kg de peso. Después de que las terneras alcancen dichos pesos se puede bajar el contenido proteico a 14% de PC. La mezcla de concentrados debe ser en suficiente cantidad para incluir en ellos a los minerales; se recomienda el consumo de heno de leguminosas preferentemente por su alto contenido en PC y por su mayor digestibilidad. Es necesario controlar el aumento diario de peso a un promedio de 750 g/día, con rangos de 650 a 800 g/día (Gasque, 2008).

Un segundo periodo comprende los animales entre los siete y los trece meses de edad en donde las terneras están en proceso de transición hacia la pubertad. Mientras más temprano se alcance la pubertad, más pronto entrarán en servicio y, por lo tanto, podrán tener su primer parto a edad temprana. En esta etapa el forraje representa el mayor aporte de nutrientes, por ello es importante que el forraje ofrecido sea de óptima calidad. Sin embargo, si se quiere tener tasas de ganancia diaria de peso de 750 a 800 g, es necesario suplementar a los animales. Una ternera llega a la pubertad cuando alcanza entre 40 y 50 % de su peso adulto, para quedar gestante debe alcanzar 55% de su peso adulto (según la raza). Para conseguir este peso es importante la alimentación y el estado de salud (Gasque, 2008).

### **1.2.1 Errores en la crianza de terneras y su impacto**

Muchos ganaderos incurren en errores de crianza por desconocimiento, negligencia o

insuficiente atención por parte del personal responsable del proceso. Los errores a menudo se traducen en cuantiosas pérdidas por mortalidad, retraso del crecimiento, entre otras, produciendo además baja disponibilidad de terneras de reemplazo, especialmente en rebaños con elevado nivel de desecho de animales adultos (Gasque, 2008).

Dentro de los principales errores de crianza, citados por Gasque (2008), se encuentran:

- Consumo de alimento menor al esperado (2.3 – 3 % del peso corporal)
- Comederos vacíos varias veces al día
- Calidad de forraje sólo estimada, no confirmada en laboratorio
- Deficiente cuidado del pasto, forraje de mala calidad
- Ensilaje muy húmedo como único forraje
- Forrajes enmohecidos
- Amplias variantes en las ganancias de peso
- Inadecuados programas de desparasitación
- Inadecuado suministro de agua
- Deficiente suplementación mineral
- Falta de registros de monitoreo y crecimiento

### **1.2.2 Variables productivas en terneras**

La tasa de crecimiento de las novillas es un indicador del nivel de manejo. La alimentación, instalaciones así como otras necesidades de manejo cambian constantemente entre el nacimiento y el primer parto. El crecimiento de las terneras debe de ser monitoreado por múltiples razones, entre las que encontramos evitar un retraso en la madurez sexual y el primer parto debido a un lento crecimiento y para alcanzar un peso corporal ideal al primer parto,

minimizar los problemas al parto y maximizar la producción de la primera lactancia (Wattiaux, 2003, 34)

Típicamente, de los 3 a 6 meses de edad, la ración de la ternera debe de contener de 40% a 80% de forraje. Conforme las novillas van creciendo, la concentración de proteína en la dieta puede ser reducida y la concentración de fibra (FND) puede ser incrementada. Los forrajes de mala calidad deben evitarse en las raciones de las terneras de 3 a 6 meses de edad. Forrajes de mala calidad administrados a novillas más grandes deben ser complementados adecuadamente con concentrados y minerales. El porcentaje de proteína cruda requerido en el concentrado depende principalmente del contenido de proteína cruda del forraje en la dieta. Generalmente, una mezcla de concentrado con 16% de proteína cruda (que algunas veces es formulado para las vacas en lactación) puede ser utilizada satisfactoriamente para las novillas (Wattiaux, 2003,34).

### **1.2.3 Tasa de crecimiento deseada y edad al primer parto**

Según Wattiaux (2003, 35), períodos cortos de crianza son deseables principalmente desde el punto de vista genético y económico. Las ventajas de una tasa de crecimiento mejorada y una edad al primer parto de 24 meses, incluyen:

- Retorno más rápido del capital invertido
- Reducción en costos variables
- Reducción en el número de novillas requeridas para mantener el tamaño del hato
- Incremento de la vida productiva
- Ganancia genética más rápida en el hato
- Reducción en la cantidad total de alimento requerido.

Cuando los alimentos de alta calidad son difíciles de proveer, criar a las novillas con cantidades abundantes de alimentos de baja calidad, reduciendo la tasa de crecimiento y retrasando la edad al primer parto, puede aún ser la estrategia de crianza más económica.

#### **1.2.4 Peso corporal y problemas al parto**

Los problemas al parto son los más comunes en novillas de primer parto. Las novillas de primer parto pueden tener un parto difícil por muchas razones, algunas de las cuales pueden estar relacionadas con su desarrollo o bien con el desarrollo relativo del feto y de la madre, según Watiaux (2003, 35), estas pueden ser:

- El feto es grande debido a su genética ó debido a que está pasado de tiempo
- La novilla no tiene el desarrollo adecuado y el área de la pelvis es muy angosta en relación al tamaño del feto
- La novilla tiene exceso de peso y el exceso de tejido adiposo interfiere con un parto normal.

Para minimizar las dificultades al parto, es recomendado que el productor:

- Escoja toros para inseminación artificial que sean bien conocidos por el pequeño porcentaje de hijas que tienen dificultad al parto (<8%)
- Ajuste la tasa de crecimiento de las novillas para alcanzar del 80 al 85% de su peso vivo adulto al momento del primer parto
- Evite obesidad o emaciación al parto

#### **1.2.5 Peso corporal y rendimiento en la primera lactancia.**

Existe una relación positiva muy fuerte entre el peso corporal al primer parto y el rendimiento de leche en la primera lactancia. Esta relación no significa necesariamente que las novillas que son genéticamente grandes son más deseables; lo que es deseable es que las novillas estén lo suficientemente desarrolladas al parto. En los Estados Unidos, las novillas Holstein

deben de pesar en promedio 620 kg (peso de la vaca dentro de su primer mes después del parto) para maximizar el rendimiento de leche en la primera lactancia. Estas novillas a primer parto continuarán creciendo para alcanzar su peso vivo adulto (>700 kg.) durante su cuarta o quinta lactancia (Wattiaux, 2003, 35)

### **1.3 Requerimientos nutricionales**

#### **1.3.1 Fibra**

Según Bernal (1994), en el forraje, la mayor parte de la energía se encuentra en forma de fibra y no forma carbohidratos solubles; el rumiante tiene la capacidad de aprovechar esta energía mediante las reacciones que ocurren en el rumen, pero su eficiencia de utilización varía mucho. Cuando mayor es el grado de utilización de la fibra mayor es el grado de digestibilidad del forraje.

Para Wattiaux (2003, 34), el alimento fibroso y voluminoso juega un papel importante en el incremento de la capacidad ruminal, así como en el mantenimiento y forma normal de las papilas. Además de que las terneras que rumian necesitan de cierta cantidad de fibra, entre el 13 y 15% en su ración; este requerimiento se hace más indispensable después de los 100 Kg de peso, momento en el cual el heno de buena calidad, el ensilado o la paja, forman parte importante de la ración

#### **1.3.2 Energía**

Rowett (1995) expresa que los animales necesitan energía para el mantenimiento de las funciones de su organismo, para regular su temperatura y para producir. Si se alimenta a los animales con una ración cuyo valor energético es inferior al correspondiente a las necesidades de mantenimiento (3,3 Mcal/Kg de energía metabolizable), ellos utilizan la grasa de su organismo de manera que el animal perderá y ganará peso de forma alternativa, en lugar de aumentar

continuamente peso. Las necesidades energéticas para crecimiento (9,42 Mcal/Kg de energía metabolizable), dependen de la composición de los tejidos que se forman. El tejido muscular contiene aproximadamente un 80% de agua y, siendo que el agua no contiene energía, es fácil encontrar publicados diferentes valores respecto a las necesidades de energía durante el crecimiento.

### **1.3.3 Proteína**

Zapata (1987) afirma que la proteína es un elemento indispensable para crecimiento, mantenimiento y reparación de tejidos en el desarrollo del animal, una ternera requiere en promedio de 480 g/d. La proteína o fuentes de nitrógeno son necesarias en la dieta para reemplazar pérdidas o desgastes orgánicos individuales en el desarrollo. Cuando el consumo de proteína es insuficiente o cuando la relación 1:5 de proteína – energía es muy amplia, sucede que a un bajo nivel de digestión proteica, una amplia porción de nitrógeno metabolizado dentro del animal es reciclado y muy poco aparece en la orina y por el contrario, un incremento de nitrógeno dietario aumenta la concentración de amonio en el rumen y salida de urea a través de la orina. La pérdida de los niveles de urea en sangre y orina pueden servir como orientación para determinar el estado nutricional de un animal.

Rowett (1995) afirma que cuando mayor es el índice de crecimiento, con relación a la masa corporal y a la cantidad de alimentos que ingiere el animal, tanto mayor es el porcentaje de proteína que deben contener los alimentos; lo que significa que existen diferencias con respecto al contenido proteico de los alimentos que se deben administrar a los animales.

### **1.3.4 Alimentación de la ternera**

Según Pulido (1987), el consumo de alimento depende de una serie de factores y, en un momento determinado, la falta de cualquiera de ellos afecta directamente el desarrollo animal.

La energía disponible depende de la calidad del alimento y de su digestibilidad. A su turno, el consumo de materia seca puede variar entre 2.2 y 3.2 Kg por cada 100 Kg de peso vivo dependiendo del apetito que, a su vez, está influenciado por:

- **Peso vivo.** Un animal adulto comerá más que uno joven, y uno de gran talla más que uno de menor talla.
- **Variación existente dentro de las razas.** Un animal Holstein, por su talla, tiene una mayor capacidad que un animal Jersey.
- **Desarrollo del rumen y eficiencia en la función ruminal.** Estimulada durante el periodo de recría, al recibir los animales en forma temprana alimentos sólidos a base de pasturas y suplementos.
- **Temperatura ambiente.** Altas temperaturas disminuyen el apetito ocasionando una merma directa en el consumo y disminución en la producción por menos nutrientes recibidos.

El contenido de fibra en el forraje está altamente correlacionado con el consumo, así como por la mayor o menor permanencia del material a nivel del tracto gastrointestinal.

#### 1.4 Perfiles Metabólicos

La determinación de los perfiles metabólicos son una herramienta efectiva para establecer el balance nutricional de las raciones del ganado lechero, así como un apoyo para conocer si el balance energía – proteína en las dietas es el adecuado en los diferentes sistemas de alimentación (Andrade *et al.*, 1998). Para evaluar el desequilibrio entre ingestión, metabolismo y excreción de estos elementos se utilizan los Perfiles Metabólicos (PM) diseñados y descritos por Payne *et al.*, (1970).

Las constantes bioquímicas sanguíneas más usadas para estudiar el estado metabólico son: hemoglobina (Hb), volumen globular aglomerado (VGA), glucosa,  $\beta$ - Hidroxibutirato, urea,

proteínas, globulinas, albúminas, calcio (Ca), fósforo inorgánico (Pi), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y enzimas. Estas constantes bioquímicas representan las principales vías metabólicas, en las cuales la glucosa representa el metabolismo energético; urea, hemoglobina y albúmina representan el metabolismo proteico; Ca, Pi, Mg, Na y K representan los elementos minerales mayores (Payne, 1972)

Teóricamente no hay un límite en el número de metabolitos que podrían ser incluidos en un perfil, pero existen limitaciones de orden práctico, ya que primeramente debe existir un método analítico realizable, automatizado o semi automatizado; su concentración debe ser suficientemente estable en un solo muestreo y debe existir una base fisiológica de interpretación cuando se determine una concentración anormal (Payne, 1972).

La concentración sanguínea de los parámetros utilizados es regulada por el balance entre el aporte de nutrientes por la dieta y su excreción por la leche, crecimiento fetal, orina, heces, pérdidas cutáneas, etc. En general, una concentración sanguínea menor a la normal sugiere que el aporte del precursor en la dieta es inadecuado, y una concentración mayor que el aporte en la dieta es generoso, y puede ser reducido para beneficio económico (Ford, 1976).

Los análisis sanguíneos han recibido diferentes nombres desde hace varios años, entre otros, como valores hematoquímicos, cuadro hematoquímico, cuadro sanguíneo, composición química de la sangre, bioquímica sanguínea, y más recientemente, perfiles metabólicos. En un sentido más amplio, se define perfil metabólico como un “Examen paraclínico empleado en el diagnóstico de las enfermedades de la producción”, mediante el cual se determina, en grupos representativos de animales, la concentración de varios constituyentes orgánicos indicadores del balance de algunas vías metabólicas y se comparan sus resultados con los valores de referencia de la población” (Álvarez, 2001).



Las determinaciones bioquímicas se realizan utilizando suero como principal muestra, ya que éste se hemoliza menos probablemente que el plasma, además no contiene anticoagulantes los cuales pueden interferir en las determinaciones que se vayan a hacer o pueden extraer el agua de las células sanguíneas originando la dilución de los constituyentes. Sin embargo, el plasma puede ser utilizado en las determinaciones de urea y glucosa porque no existe una diferencia muy marcada en la concentración de estos metabolitos en los hematíes y en el plasma, pero la diferencia en las concentraciones de otros constituyentes es más elevada (Bush, 1982).

#### **1.4.1 Metabolitos del perfil metabólico**

La determinación del perfil metabólico no constituye un esquema rígido de trabajo, el número de indicadores que lo integran puede ser seleccionado por el médico veterinario, en función del problema que se quiera evaluar. Los metabolitos que se seleccionen deben tener concentraciones en el fluido biológico lo suficientemente estables como para que ofrezcan confiabilidad en los muestreos, tiene que existir, además, base fisiológica de interpretación cuando se determinen concentraciones anormales.

Se conocen dos grandes grupos de indicadores metabólicos: los metabolitos convencionales y los no convencionales (Bush, 1982). Los convencionales corresponden a las constantes hematoquímicas comúnmente establecidas, tales como: volumen globular aglomerado, hemoglobina, glucosa, urea, proteínas totales, albúminas, globulinas, calcio, fósforo inorgánico, magnesio, potasio y sodio. Estas variables son las principales representantes de las vías metabólicas más importantes involucradas con la producción. Sus concentraciones sanguíneas están reguladas por el balance entre el aporte de la dieta y sus productos o vías de eliminación. Actualmente este grupo queda reducido a las determinaciones del  $\beta$  Hidroxibutirato, las proteínas

totales, la albumina, la urea y el fósforo inorgánico, pues brindan una información rápida y precisa del metabolismo animal (Bush, 1982).

En la tabla 2, se presentan los valores reportados para algunos metabolitos sanguíneos en bovinos

**Tabla 2.****Metabolitos sanguíneos en bovinos**

Metabolito	Unidad	Bovinos	Novillas	Inicio lactancia	Final lactancia	Vacas secas
<b>βHB</b>	mmol/l	0,38 – 0,48	0,38	0,77	0,57	0,45
<b>Glucosa</b>	mg/dl	45 - 75	58,19	45,76	50,62	49,9
<b>Triglicéridos</b>	mg/dl	17,5 - 43,75	11,93	8,73	19,7	14,09
<b>Proteínas totales</b>	g/L	66 - 90	63,8	66,6	65,5	68,8
<b>Albumina</b>	g/L	30 -42	24,8	24,27	29,2	24,87
<b>BUN</b>	mg/dl	7 – 19	10,45	11,09	10,14	10,84
<b>ALT</b>	UI/l	11 - 38	28,3	22,85	28,8	51,9
<b>AST</b>	UI/l	20 - 152	57	58,6	51,6	59,3

βHB: Beta hidroxibutirato; BUN: Nitrógeno ureico en sangre; ALT: Alanina amino transferasa; AST: Aspartato amino transferasa

Fuente: Ceballos et. al, 2002; Campos et. al, 2007 y Bradford, 2010

**1.4.1.1 Beta – hidroxibutirato (βHB).**

Es un importante metabolito conocido como cuerpos cetónicos que bajo condiciones fisiológicas normales es utilizado por los rumiantes como sustrato energético en la mayoría de los tejidos; sin embargo en condiciones de balance energético negativo, observado habitualmente vacas lecheras de alto nivel productivo en el periodo de lactancia inicial donde el aporte energético de la dieta no es suficiente para suplir los requerimientos nutricionales del individuo en dicha etapa, se produce un incremento considerable en la síntesis de cuerpos cetónicos a partir del tejido adiposo sobrepasando la capacidad metabólica del hígado generando una condición de

cetosis que puede derivar en una acidosis sistémica. En el plasma de los animales se aumenta cuando existe deficiencia de energía por lo cual representa la movilización de los lípidos (Aguilar et al. 2009) Los cuerpos cetónicos son productos fisiológicos del metabolismo de los glúcidos y lípidos. Sus precursores son las grasas y los ácidos grasos de la dieta así como los depósitos de grasa animal. “De esta forma, la cetosis, durante la lactación, es producida cuando el nivel de cuerpos cetónicos es mayor que su utilización, hecho producido por un déficit de energía (oxalacetato), exigido por la alta demanda de glucosa para producir lactosa” (Andrade, 1998).

#### **1.4.1.2 Glucosa**

Refleja las condiciones nutricionales, emocionales y endocrinas del animal. Después de la comida, los niveles de glucosa aumentan (hiperglucemia alimentaria) en animales monogástricos, pero no en los rumiantes. Durante la excitación aumenta probablemente como efecto de la liberación de norepinefrina. Por esta razón es costumbre obtener la sangre de individuos tranquilos, para determinar la “glucosa sanguínea en ayunas”. La concentración de glucosa en los hematíes se aproxima a la concentración de glucosa en plasma en la mayoría de los monogástricos y rumiantes jóvenes. Los eritrocitos de los equinos contienen también poca glucosa, la concentración de glucosa en el plasma excede generalmente a la de glucosa en sangre en 10 a 30 mg/ 100 ml en rumiantes y caballos adultos (Duque, 2011)

La concentración de glucosa disminuye por el ayuno o por el ejercicio prolongado, por el exceso de insulina ya sea por un insulinoma o por dosis altas de insulina como terapia; en toxemia, inanición y lesiones hepáticas; también disminuye en hipoadrenocorticalismo debido a una reducción en la secreción de las glándulas adrenales o a una producción reducida de ACTH por la glándula pituitaria (Bush, 1982).

#### **1.4.1.3 Triglicéridos**

Son ésteres de los ácidos grasos con la glicerina. Son los principales componentes de los depósitos en el tejido adiposo y predominan en la grasa de la leche. Su variedad depende de la identidad de los ácidos grasos que los esterifican y la posición que estos ocupan en el glicerol. Los triglicéridos plasmáticos son los principales precursores de los ácidos grasos de cadena larga de la grasa de la leche. Los valores de referencia para vacas lecheras en el trópico son de  $0,288 \pm 0,90$  mmol/L, pero estos varían con la etapa de lactación debido a su utilización por la glándula mamaria (Álvarez, 2001). Son sintetizados como reserva energética en el adipocitos y hepatocitos, principalmente. Éstos son ácidos grasos en un 92 a 95% y el resto glicerol. Son buenos indicadores de funcionalidad hepática, debido a que un incremento prolongado de las concentraciones séricas, está asociado con la acumulación de lípidos en hígado, lo que interfiere con la función normal de este órgano (Alvarez, 2001)

#### **1.4.1.4 Proteínas totales**

Los principales contribuyentes a la presión osmótica del plasma sanguíneo son los iones y en una pequeña proporción las proteínas. Sin embargo, la baja constante de presión osmótica de las proteínas es vital para el mantenimiento del sistema cardiovascular. Se distinguen dos grandes grupos de proteínas del plasma: las albúminas y las globulinas. Se separan unas de otras por medios químicos sencillos y determinando la cantidad de cada grupo se obtiene la relación A-G. La albúmina de la sangre y las globulinas, con excepción de algunas globulinas gamma, son sintetizadas en el hígado. Por lo tanto, cualquier proceso que afecte la síntesis de albúmina disminuirá la relación A-G. El incremento en las proteínas totales puede deberse a la deshidratación, también por un aumento en el nivel de globulina como en enfermedades hepáticas avanzadas (cirrosis), infecciones crónicas y en algunos casos de neoplasias. Una disminución en los niveles de las proteínas totales se debe siempre a un nivel bajo de la albúmina, ya sin

incremento del nivel de globulina, o por un incremento en el nivel de globulina, que es menor que el descenso en el nivel de albúmina, por lo tanto, la relación A-G disminuye. Esto puede ocurrir por: pérdida de albúmina en orina por nefrosis, pérdidas de proteínas plasmáticas por hemorragias, falta de ingestión de cantidades adecuadas de proteínas en la dieta, incapacidad del hígado para producir albúmina por hepatitis o cirrosis hepática (Bush, 1982).

#### **1.4.1.5 Albúmina**

La albúmina sanguínea es sintetizada en el hígado, y su disminución afecta la relación A-G, como ocurre en la fibrosis del hígado. Se observa hipoalbuminemia en la glomerulonefritis, amiloidosis, ocasionalmente en desnutrición, diarrea parasitaria, malignidades hepáticas, necrosis hepática y hepatitis. No se sabe mucho acerca de casos de hiperalbuminemia. En la deshidratación, la cantidad absoluta de albúmina puede aumentar, sin embargo las globulinas también aumentan de modo que no varía la relación A-G. Otras causas de disminución de la albúmina puede ser la falta de aminoácidos adecuados; en la gastroenteritis, la rapidez del movimiento y posiblemente la mala digestión contribuyen a una pérdida mayor (Bush, 1982).

#### **1.4.1.6 Nitrógeno ureico en sangre (BUN)**

La urea es un compuesto orgánico relativamente simple producido por los mamíferos en el hígado como producto final del catabolismo de las proteínas. Es una de las sustancias más difusibles en el cuerpo y se encuentra en todos los líquidos del cuerpo. Es relativamente atóxica, aunque en concentraciones altas desnaturaliza proteínas con la formación de productos tóxicos, se elimina principalmente por los riñones, pero una porción de ella por la piel, sobre todo en los animales que sudan. La urea se aumenta en sangre por trastornos renales como la insuficiencia renal crónica y aguda; por obstrucción de las vías urinarias; excesiva destrucción de proteínas como en estados de fiebre, toxicidad o sepsis extensa. También se pueden aumentar los niveles

de urea por una hemoconcentración debida generalmente a graves vómitos o diarreas. Cuando existe alteración de la función cardiaca que reduce el flujo de sangre a través del riñón, se ve aumentada la concentración de urea en sangre (Bush, 1982). Tanto la albúmina como la urea son buenos indicadores del consumo de proteína en la dieta; los niveles de urea reflejan cambios inmediatos en el consumo de proteína y la disminución de la albumina indica deficiencia de proteína a largo plazo. (Arreaza et al, 2002)

#### **1.4.1.7 Alanina amino transferasa (ALT)**

Esta enzima cataliza la transferencia de un grupo  $\alpha$ - amino de la alanina al ácido  $\alpha$ -cetoglutarico. La enzima se encuentra en el hialoplasma de todas las células y existe una relación lineal entre la GPT hepática y el peso del animal. Siendo éste el caso, la determinación de GPT es casi específica del hígado del perro y el gato, mientras que es de escaso o de ningún valor en las enfermedades de bovinos y equinos. Se ha encontrada muy elevada en la necrosis hepática. Las enfermedades hepáticas que producen niveles elevados de GPT comprenden neoplasias malignas, cirrosis y hepatitis, incluyendo la que se produce en el perro por el virus de la hepatitis canina infecciosa (HCI) (Bush, 1982).

#### **1.4.1.8 Aspartato amino transferasa (AST)**

Es una enzima citosólica unida a las mitocondrias que cataliza la reacción responsable de la biosíntesis de aspartato a partir de los carbohidratos. Tiene una amplia distribución en los tejidos, y se libera al plasma de células dañadas de diferentes tejidos, incluyendo el hepático, músculo cardíaco, eritrocitos, células intestinales y riñones, por lo cual no es un indicador específico de enfermedad hepática. Tiene una vida media prolongada y su actividad en sangre puede tardar más de dos semanas en disminuir después de enfermedad hepática aguda. Se encuentra entre las enzimas hepáticas utilizadas en el diagnóstico clínico de enfermedades hepatocelulares o colestasis en rumiantes mientras que la AST encontrándose a nivel hepático, como también se ubica en células musculares y otras (Noro, 2013).

#### **1.5 Generalidades de raygrass (*Lolium Multiflorum*)**

Gramínea que se adapta muy bien a alturas comprendidas entre los 2200 y 3000m sobre el nivel del mar. Se adapta a una gran variedad de suelos pero prefiere los suelos pesados, fértiles y húmedos. Sus hojas son brillantes de color verde oscuro, de 25 – 30 cm de longitud y de 6 a 8 mm de anchas. Desde el punto de vista forrajero, cabe destacar tres especies: el Raygrass inglés (*L. perenne*), el Raygrass italiano (*L. multiflorum*) y el Raygrass híbrido entre ambas especies. El Raygrass es un forraje que puede ser plurianual o bien anual. (FEDNA, 2004).

En el Raygrass, como en toda gramínea a la que se le pueden practicar cortes sucesivos, el valor nutritivo está muy asociado a la composición morfológica de la planta, es decir, al momento de corte. Así, un primer corte de Raygrass, cuando la planta es mayoritariamente hoja, tiene un elevado contenido en humedad (83-85%), un excelente valor energético y proteico y un elevado contenido en cenizas. El valor energético y proteico irá disminuyendo, a medida que la planta tenga más edad, como consecuencia de un incremento en el contenido en fibra, a costa de una



disminución de los carbohidratos no estructurales, llegando a convertirse en un forraje cuyo valor energético y proteico es mucho menor, como sucede con el Raygrass italiano anual en floración. (FEDNA, 2004)

Las producciones estimadas de este tipo de cultivo varían enormemente en función de los dos factores limitantes: humedad y fertilización. En estado óptimo se pueden obtener 20000 kg de materia seca por Ha. El rendimiento de las praderas comerciales de Ryegrass es de 60 a 70 toneladas de forraje verde por hectárea (equivalente a 12 a 14 toneladas de forraje seco). (Villalobos y Sánchez, 2010)

En la tabla 3 se muestran los valores correspondientes a la composición química del Raygrass:

**Tabla 3.**

**Composición química del raygrass**

<b>VRF</b>	<b>Humedad</b>	<b>Cenizas</b>	<b>PB</b>	<b>EE</b>	<b>FB</b>	<b>FDN</b>	<b>FDA</b>
<b>Excelente (&gt;151)</b>	76.2	12.4	19.7	3.99	19.1	40.5	22.6
<b>Primera (125-151)</b>	76.7	12.8	14.4	3.23	23.3	46.0	27.8
<b>Segunda (103-124)</b>	73.9	13.2	12.0	2.56	26.6	52.1	31.3
<b>Tercera (87-102)</b>	70.3	12.4	10.4	2.29	30.4	59.3	35.3
<b>Cuarta (75-86)</b>	69.2	14.4	8.00	2.33	32.3	65.2	38.0

VRF - Valor relativo del forraje =  $[(88.9 - (0.779 \times \text{FAD}\%)) \times (120 / \text{FND}\%)] / 1.29$

Fuente: FEDNA, 2014

## 1.6 Generalidades de granos germinados

Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen; además son uno de los elementos más eficaces para que la especie se disperse, tanto en el tiempo como en el espacio (Urbano 2012). Para que la semilla cumpla con su objetivo es necesario que el embrión se transforme en una plántula, que sea capaz de valerse por sí misma, y, que finalmente se convierta en una planta adulta. Todo ello comprende una serie de procesos metabólicos y morfogenéticos cuyo resultado final es la germinación de las semillas (Beweley y Black, 2011).

Se denomina germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, oxígeno y temperatura apropiada para producir procesos biológicos que transforman favorablemente la composición de los granos (Carballo, 2000).

Para que se dé el proceso de germinación es necesario que se dé una serie de condiciones ambientales favorables como son: sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia, y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula (García, 2007)

Beweley y Black (2011) afirman que cuando las semillas germinan, su contenido nutricional cambia, se mejora y aumenta, de igual forma cuando la semilla entra en contacto con el agua, el oxígeno y el calor necesarios, empiezan su desarrollo y, mediante la absorción de agua, la semilla duplica su volumen y revienta la cáscara protectora, haciendo que las enzimas se activen y provoquen una serie de transformaciones; las sustancias de reserva son predigeridas y

se transforman en ácidos aminados, algunos de los cuales son imprescindibles para el ser humano.

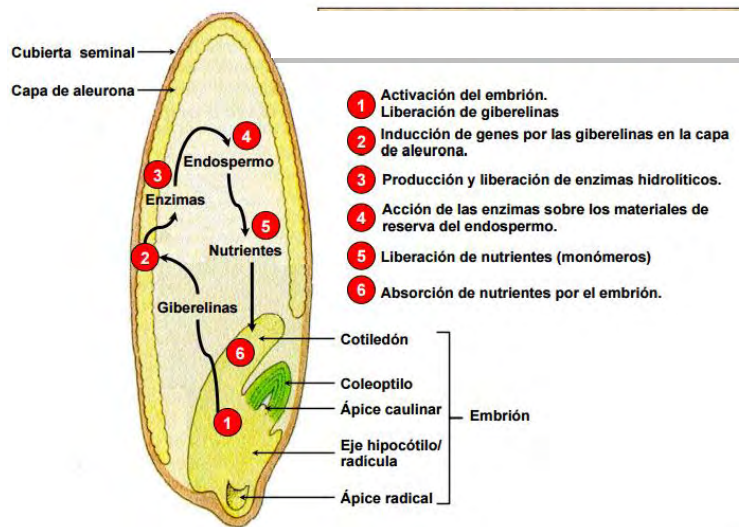
El contenido proteico de la semilla queda presente en el germinado, pero de una forma más fácilmente asimilable; adicional a esto se sintetizan abundantes vitaminas y fermentos; otras vitaminas como la vitamina C se multiplican, las sales minerales (calcio, fósforo, hierro, potasio y magnesio) también se multiplican. Por otro lado las grasas se transforman en ácidos grasos y el almidón en maltosa y dextrina, azúcares más simples que exigen menos esfuerzo al aparato digestivo, se forma la clorofila; los ácidos y las toxinas, que de forma natural acompañan a la semilla para su defensa, se descomponen y el volumen y contenido de agua pasa a ser de un 5 – 12% en la semilla a un 70% en el germinado.

Los germinados actúan regulando el equilibrio ácido – base del organismo, aportando fibra de calidad biológica. Su abundante contenido de enzimas, vitaminas, minerales, proteína y clorofila en proporciones equilibradas y su escasez de hidratos de carbono, los sitúan entre los alimentos más completos y mejor digeribles. La rica concentración de enzimas actúa sobre el metabolismo, favoreciendo la regeneración del torrente sanguíneo y del aparato digestivo. En el proceso de germinación, las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas. Posteriormente se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación (Carballo, 2000).

A través de la germinación se obtiene varios beneficios entre los que se destacan: la multiplicación de la producción por unidad de área, mayor precocidad de maduración con diferencias desde 7- 15 días, producción continua de forraje, obtención de cosechas extra estacionales, posibilidad de suplir deficiencias de forma inmediata durante el desarrollo del

cultivo y, quizás la más importante, la posibilidad de implantar cultivos en zonas desérticas y no aptas para la agricultura (Timarán y Ceballos, 1984).

Una vez que el proceso de germinación inicia, se pueden diferenciar cuatro fases que son la absorción de agua, movilización de nutrientes, crecimiento y diferenciación.



**Figura 1. Germinación en cereales**

Fuente: Garcia, 2007

### 1.7 Fases de germinación

Por definición, la germinación inicia con la absorción de agua por parte de la semilla, seguida de la movilización de nutrientes, el crecimiento y la diferenciación de la misma Bewley (1997).

### **1.7.1 Absorción de agua**

Se inicia la actividad vital de la semilla, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias inician una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle (Bewley, 1997).

### **1.7.2 Moviización de nutrientes**

Los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume sus reservas, el alimento almacenado en ellos es digerido por la acción del agua, se descompone mediante la respiración, o se usa en el desarrollo de nuevas estructuras (Bewley, 1997).

### **1.7.3 Crecimiento**

Se define como la síntesis del material vegetal, que normalmente viene acompañada de un cambio de forma y un aumento irreversible de la masa del organismo, aumento de longitud o de los diámetros del cuerpo del vegetal y su aumento en peso. El crecimiento de las diferentes partes de la planta suele determinarse por la altura, el área foliar o el peso seco, en relación con el tiempo transcurrido durante el ciclo de vida (Bewley, 1997).

### **1.7.4 Diferenciación**

En una planta, el crecimiento y diferenciación transcurren paralelamente y por eso parecería tratarse de un solo proceso denominado desarrollo. Una vez que se han apareado las raicillas y las primeras hojas, la planta está en capacidad de realizar fotosíntesis, por lo cual se debe exponer a condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrientes (Bewley, 1997).

De acuerdo a Rodríguez, citado por Urbano (2012), el primer paso de la germinación, bajo la influencia de la enzima amilasa, el almidón se transforma en azúcares simples, la calidad de las

proteínas se mejora gracias a la descomposición de las cadenas complejas de proteínas en aminoácidos libres y el aumento del contenido de aminoácidos esenciales, especialmente la lisina; los carbohidratos son modificados en azúcares simples, las grasas se transforman en ácidos grasos libres. Gracias a todas estas modificaciones y el aumento del contenido de humedad, los granos germinados se digieren más rápidamente y son más ricos en vitaminas, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.

## **1.8 Ventajas y desventajas de los germinados**

### **1.8.1 Ventajas del germinado**

Nieves y Mage (1989) afirman que en cultivos germinados se obtiene forrajes limpios sin contaminación, libres de productos químicos, además permite el control de producción de alimento y los ciclos vegetativos son cortos, lo que permite obtener forraje en menos tiempo.

Carballo (2000) afirma que: “Los germinados se pueden producir en áreas urbanas en donde no se cuenta con espacio suficiente para producir forraje en forma convencional, también en áreas no adecuadas para la agricultura debido a la baja calidad del suelo”.

El mismo autor afirma que los germinados sirven para toda clase de animales equinos, bovinos, ovinos, aves, conejos, cuyes, etc., y es de muy bajo costo. De 1.7 kilos de grano de maíz se obtienen hasta 12 kilos de grano germinado en 8 días después de sembrado; se puede producir durante todo el año”.

Avellaneda y Farfan, citados por Jimenez y Nogra (2008), concluyeron que el sistema de germinación es adecuado y propio para un rápido crecimiento y corte de las plantas, y su producción es óptima en cultivos temporales, donde el factor primordial es el microclima creado para favorecer su rápido crecimiento.

Carballo (2000) afirma que a través de la germinación se obtienen varios beneficios, entre los que se destacan la multiplicación de la producción por unidad de área, mayor precocidad de maduración con diferencias desde 7 – 15 días, disminución en el empleo de mano de obra, producción continua de forraje, obtención de cosechas extra estacionales, posibilidad de suplir deficiencias de forma inmediata durante el desarrollo del cultivo y quizá la más importante, la posibilidad de implantar cultivos en zonas desérticas y no aptas para la agricultura.

### **1.8.2 Desventajas del germinado**

De acuerdo a Carballo (2000), las desventajas radican en que los germinados son laboriosos y requieren de cuidados especiales, se hace necesaria la capacitación relacionada con el manejo de los germinados así como el establecimiento de una rutina de trabajo. En un inicio se debe realizar una inversión en los utensilios necesarios para hacer el germinado.

Gil (2009) afirma que los germinados requieren de un abastecimiento continuo de agua, es necesario conocer a fondo el manejo y el comportamiento de las especies que se cultivan, requiere de un eficiente sistema de aireación y dar una pendiente adecuada.

## **1.9 Procedimiento de germinación**

### **1.9.1 Selección de la semilla**

La elección del grano a utilizar depende de la disponibilidad local y/o del precio a que se logren adquirir. La producción de germinado utilizando semillas de alfalfa no es tan eficiente como con los granos de gramíneas debido a que su manejo es muy delicado y los volúmenes de producción obtenidos son similares a la producción convencional de forraje (FAO, 2002). Carballo (2000) agrega que no se deben utilizar semillas tratadas con fungicidas o preservativos. La humedad de la semilla debe ser del 12% y debe haber tenido un reposo para que cumpla con

los requisitos de madurez fisiológica. Se utilizan semillas de cereales o leguminosas que deben provenir de lotes limpios de malezas y estar libres de plagas y enfermedades.

### 1.9.2 Limpieza y desinfección de la semilla

Asegurar que la semilla no lleve esporas o bacterias que puedan causar problemas con la germinación o crecimiento. Rodríguez (2003) afirma que existen varias formas de eliminar agentes patógenos en el proceso mediante diversas sustancias a las que son susceptibles hongos y bacterias, éstas son:

- **Hipoclorito de sodio (Cloro doméstico al 4 por ciento):** se usará en una proporción de 1ml de cloro por 1 litro de agua. Se llena un recipiente que permita sumergir la semilla por completo y se deja ahí por un lapso de aproximadamente 30 minutos como mínimo y como máximo 45 minutos.
- **Hidróxido de sodio:** se utilizará medio gramo por cada litro de agua para una buena desinfección. El tiempo de permanencia en el ataque será de 15 a 30 minutos, ya que esta sustancia es más corrosiva que el hipoclorito de sodio, y tiene una gran ventaja; debilita la capa seminal o tegumento, lo que ayuda al proceso de imbibición más rápido y en un menor tiempo emergerá la radícula.
- **Hidróxido de calcio (Cal común):** se conoce comercialmente como cal agrícola. Se utiliza en una proporción de 1 gramo por cada litro de agua, dejándose de una a tres horas. Independientemente de la semilla y la sustancia que se use para desinfectar, pasados 10 a 15 minutos se debe retirar todo el material que flote: basura, lanas, cualquier tipo de impurezas o las semillas que floten, puesto que son vanas, mordidas o en mal estado y hay que retirarlas puesto que causan podredumbre.

### 1.9.3 Pregerminación



Es como un remojo común, donde se lleva a cabo el proceso de imbibición, es decir, el tiempo que la semilla tarda en absorber el agua necesaria para romper su estado de latencia. Es conveniente poner la semilla en un recipiente de mayor tamaño, tomando en cuenta que el tamaño aumentará de un 15 a un 20 por ciento el volumen. Deberá cuidarse que la capa superior no se reseque, es decir, dejar una cantidad suficiente de agua en la capa superior (Rodríguez, 2003). Según Carballo (2000), los factores determinantes en la pregerminación son la temperatura, la humedad y la oxigenación. En este proceso la semilla se humedece por 24 horas con agua bien aireada; una vez cumplido este tiempo, se drena el agua para que la semilla pueda respirar y se deja reposando durante 48 horas en los recipientes tapados para mantener una humedad ambiental alta.

#### **1.9.4 Siembra**

Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2,2 Kg. a 3,4 Kg. considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja (FAO, 2002). De acuerdo a lo reportado por Carballo (2000), la densidad de siembra varía de acuerdo con el tamaño y especie del grano a sembrar. En la tabla 4 se muestra las densidades de siembra de algunos granos para germinar:

#### **1.9.5 Germinación**

Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche, hasta rasgar la envoltura externa. El oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento (Rodríguez, 2003). En el proceso de germinación, las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas. Posteriormente se liberan granos de

almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación en el que se pueden diferenciar tres fases importantes que son: absorción del agua, movilización de nutrientes y crecimiento y diferenciación. En el proceso de germinación de una semilla se produce una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes. El germen del embrión de la futura planta, a partir de un almacén de energía en forma de carbohidratos y lípidos, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol y absorber elementos minerales de la solución nutritiva. En este estado, la planta tanto en su parte aérea como en la zona radicular se encuentra en un crecimiento acelerado poseyendo poco contenido de fibra y un alto contenido en proteína, parte de la cual se encuentra en estado de nueva formación, por lo que gran parte de los aminoácidos están en forma libre y son aprovechables más fácilmente por los animales que la consumen (Carballo, 2000).

**Tabla 4.****Densidad de siembra para maíz y cebada**

<b>GRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO DE SUPERFICIE (MAIZ)</b>			
<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Superficie cm<sup>2</sup></b>	<b>Total en g</b>
1	1	1	0,45
10	10	100	44,59
20	40	800	356,74
20	50	1.000	445,93
39	69	2.691	1.200,00
60	120	7.200	3.210,70
60	250	15.000	6.688,96
<b>GRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO DE SUPERFICIE CEBADA</b>			
<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Superficie cm<sup>2</sup></b>	<b>Total en g</b>
1	1	1	0,45
10	10	100	44,59
20	40	800	356,74
20	50	1.000	445,93+
39	69	2.691	1.200,00
60	120	7.200	3.210,70
60	250	15.000	6.688,96

Fuente: Carballo, 2000

### **1.9.6 Cosecha y desinfección de bandejas**

De acuerdo con Gil (2009), la cosecha se realiza a partir del octavo día, que es cuando inicia el proceso de germinación, hasta el día doce, la etapa en que se logra la mayor concentración de nutrientes en la planta. Las bandejas desocupadas deben ser rigurosamente lavadas y desinfectadas antes de iniciar un nuevo ciclo productivo.

### **1.10 Cereales para germinar**

Buitrago, citado por Timarán y Ceballos (1984), menciona que un factor importante para el eficiente uso del recurso alimenticio es el conocimiento de la composición química de los alimentos, así como de los requerimientos nutricionales. En importancia después del maíz y sorgo, están trigo, arroz y cebada en cuanto a cantidad y calidad de nutrientes. Los cereales proporcionan entre 2700 y 3700 Kcal/Kg de Energía digestible, 9 – 13% de proteína, 2 – 7% de grasa y 2 – 10 % de fibra.

En la Tabla 5 se indica la composición nutricional de algunos cereales antes de germinar, y de los granos ya germinados.

**Tabla 5.****Composición química de los granos de cebada, maíz y trigo.**

<b>Grano</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Extracto Etéreo (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>ELN (%)</b>
<b>Cebada</b>	89.00	11.6	2.40	1.80	5.10	79.10
<b>Maíz</b>	87.00	9.50	2.00	3.80	2.00	82.70
<b>Trigo</b>	89.00	12.70	1.80	2.30	2.50	80.70

Fuente: Church y Pond, 1998

Por otro lado en la Tabla 6 se puede observar un incremento en su valor nutricional, con el proceso de germinación

**Tabla 6.****Composición química de los germinados de cebada, maíz y trigo.**

<b>Grano</b>	<b>Materia seca (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Extracto Etéreo (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>ELN (%)</b>
<b>Cebada</b>	21.36	15.77	5.28	4.72	16.15	58.08
<b>Maíz</b>	22.35	12.26	3.84	4.25	14.87	64.78
<b>Trigo</b>	19.05	18,49	3.25	2.60	17.86	57.80

fuente: carballo, 2000

Los germinados cobran gran importancia por el buen balance dietético, composición química y su contenido de vitaminas. Además, la presencia de nutraceuticos como antioxidantes (Cay *et al*, 1996) y fitoestrógenos en germinados de algunas especies (alfalfa), proporcionan a los consumidores mecanismos de defensa endógeno de una manera natural (Urbano, 2012).

De los granos de cereales comunes, el maíz, el sorgo y el trigo presentan el mayor contenido en almidón, en tanto que la avena y la cebada contienen menor cantidad y mayor contenido de pentosas y celulosa. El almidón forma gránulos que, en ciertos casos, son resistentes a la digestión. La cocción afecta la estructura de los gránulos y produce un cambio en la estructura cristalina del almidón (gelatinización). El proceso mejora la utilización del almidón por los animales. El almidón es importante en la nutrición de los conejos porque aporta energía; el aspecto negativo es que si no se dirige llega al ciego y provoca diarreas entéricas (Cheeke, 1995).

## **1.11 Maíz (zea mays)**

### **1.11.1 Generalidades.**

Botánicamente, el maíz pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta, dotada de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. El grano constituye aproximadamente el 42 % del peso en seco de la planta. El maíz es a menudo de color blanco o amarillo, aunque también hay variedades de color negro, rojo y jaspeado. Hay varios tipos de grano, que se distinguen por diferencias de los compuestos químicos depositados o almacenados en él (FAO, 1993).

Fernández y Gispert (2002) señalan que “el maíz es una planta gramínea anual, de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Constituye después del arroz y el trigo, el cultivo más importante del mundo en la alimentación humana y animal. Sus granos constituyen un alimento energético típico, debido a que son ricos en carbohidratos, principalmente almidón.

Benítez (2006) reporta que el pericarpio, cáscara o salvado se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%. El endospermo provee los nutrientes para el germinado de la semilla; esta estructura posee un alto contenido de almidón 87%, proteína 8% y agua 5%.

El almidón es el componente químico principal del grano que corresponde hasta el 72 – 73% del peso del grano. El contenido de proteína puede oscilar entre 8 – 10%, en su mayoría se encuentra en el endospermo, son ricos en prolina, glutamina, leucina y alanina. El aceite del grano está fundamentalmente en el germen y viene determinado genéticamente con valores que van de 3 – 8 %, tiene bajo nivel de ácidos grasos saturados, y tiene un efecto benéfico para el sistema cardiovascular. El contenido de vitaminas, tanto liposolubles que se encuentran en el endospermo y sólo pequeñas cantidades en el germen, son la provitamina A o carotenoides y la vitamina E; como solubles en agua se encuentran en la capa externa del grano (Hernández, 2000).

### **1.11.2 Importancia del maíz.**

Es uno de los cultivos más importantes de América Latina, por tal motivo, su disponibilidad es alta principalmente en zonas rurales donde se cultiva para consumo humano y el excedente se vende, pero no permite la recuperación de lo invertido, por el bajo precio de venta. Por lo que una alternativa es la utilización de este maíz en la alimentación animal (Avendaño, 2009). Mateos y Rial, citados por Avendaño (2009), lo consideran el cereal de elección para aves y cerdos; sin embargo, en conejos se reporta que su uso se debe restringir de 15 – 30% de la ración, debido a que crudo causa problemas digestivos, particularmente cuando se utilizan maíces duros, los cuales tienen una mayor proporción de endospermo córneo, que se caracteriza por poseer una matriz proteica en la que se encuentran completamente embebidos los

gránulos de almidón, por lo que no son fácilmente digeridos por las enzimas encargadas de su hidrólisis, lo que provoca un mayor flujo de este polímero hacia el ciego, aumentando la incidencia de diarreas. Diferentes tratamientos físicos como la cocción y la germinación se aplican a los cereales con el objetivo de mejorar su valor nutritivo, elevar la digestibilidad de sus componentes y aumentar su palatabilidad. El principal objetivo de estos tratamientos es modificar la estructura física y química del almidón para hacerlo más digestible.

## **1.12 Cebada (*Hordeum vulgare*)**

### **1.12.1 Generalidades.**

Córdoba y Ramírez (2006) afirman que es considerada una de las plantas agrícolas más antiguas, la cultivaban ya las antiguas civilizaciones egipcia, griega, romana y china. En la actualidad ocupa el cuarto lugar en volumen de producción de cereales, después del arroz, maíz y trigo. Como otros cereales, la cebada contiene una elevada proporción de hidratos de carbono (67%) y proteínas (12.8%). La cebada tiene un alto contenido de fibra; en los últimos años su consumo ha decrecido y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky. La cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto; varios de sus subproductos, como la paja y el heno, tienen valor alimenticio en dietas para animales (Córdoba y Ramírez, 2006).

Según Rodríguez (2007), el contenido de lípidos es muy bajo y aporta minerales como hierro, fósforo, magnesio y zinc, vitaminas como tiamina y niacina, seguida por ácido fólico y pantoténico, además de proveer carbohidratos, en especial almidón.

### **1.12.2 Importancia de la cebada**

El valor nutritivo de los cereales, como el de cualquier alimento, depende tanto de su contenido y disponibilidad de nutrientes como de la capacidad del animal para transformarlos en



proteína animal. Por lo tanto, hay factores de variación del valor nutritivo de un alimento tanto intrínsecos que son comunes para todas las especies como extrínsecos que dependen sólo del animal y que van a ser los responsables de las diferencias en su valor nutritivo entre especies. Los factores intrínsecos son todos los relacionados con la composición química del alimento y la organización de esos compuestos químicos en estructuras más complejas dentro de las células y tejidos de la planta. Los factores extrínsecos son todos aquellos relacionados con la capacidad de digerir (capacidad enzimática, tiempo de tránsito y presencia de compuestos que retardan o inhiben la acción enzimática) y de absorber en la pared intestinal los nutrientes producidos (Avendaño, 2009).

El valor energético de los cereales depende fundamentalmente de la utilización del almidón contenido en el endospermo del grano por parte del animal. El contenido en almidón de los cereales es alto y oscila entre 40 a 70%. Los valores más bajos corresponden a los granos vestidos donde las cubiertas externa del grano suponen un peso más elevado (30 y 18% para la avena y cebada, respectivamente) y los más altos a los que se denominan granos desnudos (5 – 7 % para el maíz, trigo y sorgo). En la mayoría de las investigaciones, la cebada muestra una digestibilidad de la energía superior a la del maíz (2 a 4 puntos), por lo que el valor energético que se le asigna puede ser similar o incluso superior al del maíz, según algunos autores. Estos resultados podrían explicarse en parte por la mejor utilización digestiva del almidón de la cebada frente a la del maíz (Avendaño, 2009).

El grano de la cebada está compuesto por 3,5% de germen, 18% de pericarpio y 78,5% de endospermo (incluyendo la aleurona). El germen es rico en azúcares (sacarosa, rafinosa y fructosa). El pericarpio está lignificado y es abrasivo debido a la presencia de sílice en la epidermis. La capa de aleurona es rica en fibra, proteína, triglicéridos y azúcares. El

endospermo es fundamentalmente de tipo harinoso. La matriz proteica que envuelve los gránulos de almidón es fácilmente degradable en el rumen, lo que facilita la accesibilidad y fermentación del almidón (FEDNA, 2003)

### **1.12.3 Germinado de cebada.**

El germinado de cebada es un alimento que posee una gran cantidad de propiedades y produce innumerables beneficios en el organismo de las personas debido a su composición.

Específicamente, la cebada es una planta gramínea a la que se le extrae su jugo compuesto por infinidad de nutrientes. Contiene ácidos grasos esenciales, tales como el linoleico, linolénico, zoomárico, cáprico, oleico, erúcido, láurico, esteárico, palmítico, mirístico, araquérico, es rica en vitamina C, biotina, tiamina (vit. B1), colina, riboflavina (vit. B2), ácido fólico, piridoxina (vit. B6), carotenos (provitamina A), ácido nicotínico, ácido pantoténico, alto contenido de minerales además de ser una fuente muy importante de clorofila. Debemos resaltar su contenido en triptófano, precursor de la biosíntesis de diversas sustancias, entre ellas, la serotonina, sustancia vasoconstrictora y neurotransmisora (FEDNA, 2003).

## **2. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **2.1 Localización**

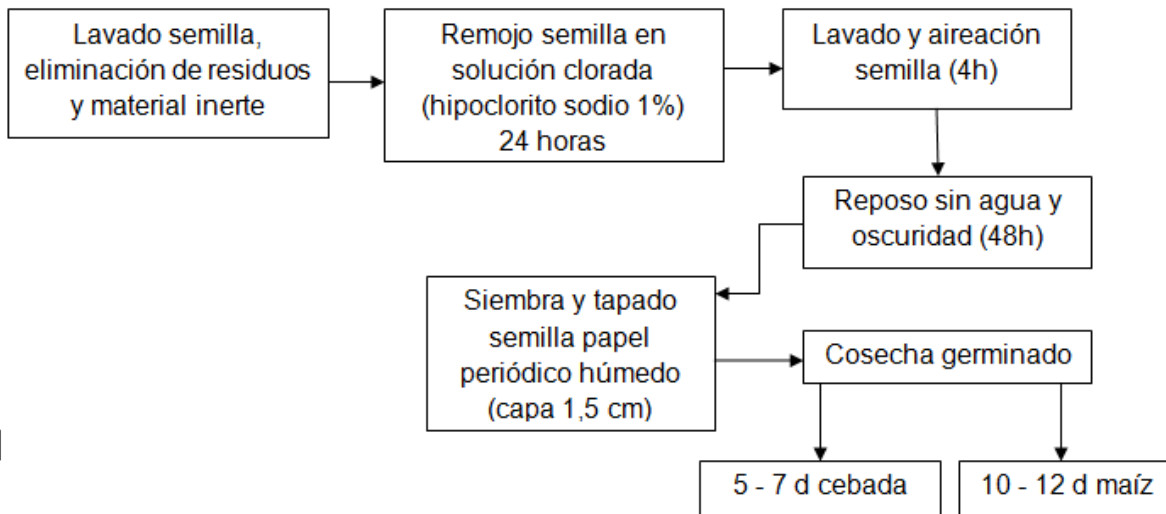
El trabajo se desarrolló en la Finca “La Victoria”, ubicada en el corregimiento de Catambuco, Municipio de Pasto, a una altura promedio de 3000 m.s.n.m con precipitación de 815,4 mm y una temperatura de 9°C. Se ubica en la Zona de vida bosque seco Montano bajo (bs-MB) (Holdridge, 1967).

### **2.2 Animales y manejo**

Para el experimento se utilizaron 12 terneras Holstein mestizo, con edades entre los 9 y 10 meses y un peso inicial que osciló entre 132 y 150 Kg, las cuales se desparasitaron antes del inicio del experimento y se realizó un examen clínico completo con el fin de garantizar un buen estado de salud. Se escogieron al azar los animales de cada grupo y se identificaron con una cinta de color diferente en el cuello para cada grupo.

### **2.3 Alimentación y tratamientos**

Los granos para germinar se adquirieron en el mercado local y se prepararon siguiendo el protocolo contemplado por Gil (2009) el cual se resume en la figura 1.



**Figura 2. Proceso preparación semilla para germinación**

Fuente: carballo, 2000

Se realizó un periodo de acostumbramiento de los animales de 20 días, luego de los cuales se continuó con el suministro de los suplementos por 95 días más, realizando pesajes los días 1, 20, 51, 83 y 115 con el fin de ir ajustando los suministros de suplementos, excepto para los animales suplementados con concentrado en los cuales se manejó la misma cantidad de suplemento durante todo el periodo experimental.

El alimento base para todos los grupos fue el forraje de una pradera de Raygrass (*Lolium multiflorum*), a cada grupo se suministró el suplemento de la siguiente manera:

- To = forraje a voluntad y suplemento concentrado
- T1 = forraje a voluntad y suplemento germinado de maíz
- T2 = forraje a voluntad y suplemento germinado de cebada
- T3 = forraje a voluntad y suplemento mezcla de germinado maíz + cebada

## 2.4 Pruebas agronomicas

Se utilizó el forraje establecido en la finca y se demarco una zona específica como base en la alimentación de los animales durante todo el periodo de estudio. La producción de germinados se programó de tal forma que el de cebada era cosechado a los 7 días y 10 días el de maíz, se pesaba y se realizaban los cálculos de rendimiento y se suministraba a los animales evitando riesgos de enmohecimiento.

## 2.5 Pruebas bromatológicas

Se realizó el análisis bromatológico de los germinados, con el fin de establecer las cantidades de germinado a suministrar en las diferentes dietas.

Las variables nutricionales se analizaron de acuerdo con los procedimientos descritos en el Manual de laboratorios de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño (Apráez, 1994). Para el análisis químico proximal se tuvo en cuenta los procedimientos establecidos por la Official Methods of Analysis (AOAC), de la siguiente manera:

- Contenido de humedad por el procedimiento 930.04, proteína cruda (PC) procedimiento 955.04, cenizas (CE) procedimiento 930.05, extracto etéreo (EE) procedimiento 962.09, fibra cruda (FC) procedimiento 920.39 y energía bruta por bomba calorimétrica. La determinación del extracto libre de nitrógeno (ELN) por diferencia de los demás nutrientes, y la energía digestible (ED) a través de la fórmula propuesta por Osborn (1978), mostrada a continuación, finalmente se ajustó a Kcal ED/kg.

$$\text{McalED/Kg MS} = (0,0504 (\%PC) + 0,077 (\%EE) + 0,02 (\%FC) + 0,011(\%ENN) + 0,000377(ENN)^2 - 0,152)$$

- Se realizó un análisis proximal o de Weende para determinar materia seca (MS), humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda (FC) y el extracto libre de nitrógeno (ELN).
- La fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), hemicelulosa, celulosa y lignina por método Goering y Van Soest (1970).
- Las determinaciones de Ca, P, Mg y S se realizaron por la mineralización por vía húmeda, que destruyó la materia orgánica y dejó el elemento en condiciones adecuadas para ser determinado y cuantificado espectrofotométricamente.

## **2.6 Variables comportamiento animal**

### **2.6.1 Incremento de peso.**

El incremento de peso se obtuvo por diferencia entre el peso final y el peso inicial de cada animal, durante cada etapa.

$$\text{Incremento de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

### **2.6.2 Consumo de germinado**

Se determinó por diferencia de germinado ofrecido y rechazado, calculados en base seca.

### **2.6.3 Perfiles metabólicos**

Se tomaron muestras de sangre de los animales al inicio y al final de la suplementación para cada uno de los tratamientos. De cada animal se tomaron 10 ml de sangre por medio de punción de la vena coccígea media, en tubos con y sin anticoagulante, estériles, previa desinfección y limpieza de la zona de toma de la muestra. Estas muestras se transportaron en neveras de icopor con hielo para la conservación de las mismas y posteriormente se enviaron al laboratorio, donde se determinaron los perfiles energéticos y proteicos de acuerdo con los protocolos descritos en el Manual de procedimientos en Química sanguínea, de la Clínica Veterinaria de la Universidad de Nariño (2010), de la siguiente manera:

Proteínas séricas totales por el método de Refractómetro Golgbert, albuminas con Verde de bromocresol (BCG), creatinina, Nitrógeno ureico y enzimas de suero por el procedimiento espectrofotométrico. Para cuerpos cetónicos ( $\beta$ -hidroxibutirato) y glucosa se utilizaron tirillas reactivas, las cuales están destinadas al uso diagnóstico *in vitro* (externo) en la medición cuantitativa de la glucosa y cuerpos cetónicos

## 2.7 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones (3 animales por tratamiento) donde:

- To = forraje a voluntad y suplemento concentrado
- T1 = forraje a voluntad y suplemento germinado de maíz
- T2 = forraje a voluntad y suplemento germinado de cebada
- T3 = forraje a voluntad y suplemento mezcla de germinado maíz + cebada

El modelo estadístico correspondiente fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio

## 2.8 Hipótesis

### **2.8.1 Ho**

El aporte nutricional de los germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*), como suplemento, no influye sobre el comportamiento productivo y metabólico en terneras Holstein mestizas.

### **2.8.2 Ha**

El aporte nutricional de los germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*), como suplemento, afecta el comportamiento productivo y metabólico de terneras Holstein mestizas.

## **2.9 Análisis estadístico**

Los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos se procesaron mediante un análisis de varianza en el programa estadístico S.A.S (1998). Para determinar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey.

## **2.10 Análisis parcial de costos**

Este análisis se realizó teniendo en cuenta el valor de los costos fijos (mano de obra) y los costos variables (costo forraje, cereales, medicamentos e insumos), para establecer la relación costo – beneficio y determinar los costos de producción por kilogramo de germinado producido. Se tuvo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\text{Costo total} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable}$$



### 3. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### 3.1 PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICION NUTRICIONAL DE LOS GERMINADOS

Como se puede apreciar en la Tabla 7, los germinados de maíz y cebada presentaron variaciones importantes en su composición nutricional en comparación con el grano originalmente sembrado, mostrando incrementos en su nivel de proteína y energía.

**Tabla 7.**

*Productividad de los germinados de maíz (*Zea mayz*) y cebada (*Hordeum vulgare*)*

	GRANO			GERMINADO					
	Sembra do (g MS)	Proteí na (%BS)	NDT (%B S)	Cosecha do Fresco(g )	Cosecha do (g MS)	Proteí na (%BS)	NDT (%B S)	RTP (%B S)	RTE (%B S)
<b>MAIZ</b>	435	9	80	958.46	389.13	11.3	92.6	112.3	103.5
								1	4
<b>CEBAD A</b>	400.5	11	76	923.84	295.63	13.4	85.91	89.92	83.44

RTP: rendimiento total de proteína; RTE: rendimiento total de energía

El germinado de cebada con 11% tuvo mayor contenido proteico, mientras que el maíz con 80% se destacó por su alto nivel energético. Pese a que la cantidad del material cosechado en materia seca se redujo, la concentración de nutrientes mejoró, lo que permite inferir que la dinámica metabólica de los germinados mejoró la disponibilidad de dichos nutrientes.

El germinado de maíz reportó un rendimiento total BS, respecto al grano, de 112,31% de proteína y 103,54% de NDT; la cebada por su parte tuvo un rendimiento total (BS) de 89,92 %

en proteína y 83,44% de NDT. Al respecto, Carballo (2000) reporta que: “La producción de granos germinados para uso forrajero, bajo control de temperatura, humedad relativa, densidad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 – 12 veces el peso de una semilla en forraje fresco y una altura de 20 cm aproximadamente en un periodo de 7 – 10 días”.

Reportes bromatológicos encontrados por Urbano (2012) muestran que los porcentajes de proteína del maíz están alrededor del 11,79%, con NDT de 75,70%; valores semejantes a los encontrados en la presente investigación. Esto confirma que la germinación por medio de sus procesos enzimáticos, provoca el desdoblamiento de las proteínas en aminoácidos, la transformación de almidón en azúcares simples y de las grasas en ácidos grasos libres, razón por la cual las características nutricionales, físicas y de aprovechamiento de los granos empleados mejoró. Respecto a lo anterior, Cabrera (2004) afirma que, tras la germinación, una semilla se transforma y adquiere una composición con un porcentaje, en algunos casos, superior al doble de proteínas.

Garcés (2008) menciona que las proteínas contenidas en los germinados son mucho más asimilables que una semilla seca, pues las complejas cadenas de proteínas se desdoblán en aminoácidos esenciales (entre otros, la lisina). Así mismo son ricos en minerales. Según el tipo de compuesto que almacenan, existen grandes diferencias entre las semillas. Así, en los cereales predominan los hidratos de carbono, especialmente almidón, aunque también contienen proteínas y lípidos.

En muchas semillas de importancia agrícola (avellana, almendro, ricino, girasol, soja, etc.) se almacenan, mayoritariamente, lípidos (triglicéridos) como compuestos de reserva. Además, estas semillas suelen tener un alto contenido en proteínas. Un tercer grupo de semillas,

entre las que se encuentran las leguminosas, almacenan proteínas junto con cantidades considerables de almidón, siendo en éstas los lípidos muy escasos. (Barcelós, *et al.* 2000)

La Tabla 8 presenta los resultados obtenidos, relacionados con el aporte del forraje y suplemento incorporados en la dieta de terneras Holstein mestizas.

**Tabla 8.**

**Composición de las dietas suplementadas con germinados de maíz (*Zea mayz*) y cebada (*Hordeum vulgare*)**

	CTMS	MSF	MSS	PF	PS	NDT <sub>F</sub>	NDT <sub>S</sub>	PD	NDT <sub>D</sub>
	Kg/día/anl	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>Concentrado</b>	4.35 <sup>a</sup>	89.89	10.11	18.01	18.0	57	65.0	18.01	57.81
<b>Germinado</b>	3.96 <sup>b</sup>	81.31	18.69	18.01	11.3	57	92.6	16.76	63.65
<b>Maíz</b>									
<b>Germinado</b>	4.20 <sup>ab</sup>	84.05	15.95	18.01	13.4	57	85.91	17.27	61.61
<b>cebada</b>									
<b>Mezcla</b>	4.44 <sup>a</sup>	82.66	17.34	18.01	12.4	57	89.3	17.04	62.60
<b>Germinados</b>									

CTMS: consumo total de materia seca; MSF: materia seca del forraje; MSS: materia seca del suplemento; PF: proteína del forraje; PS: proteína del suplemento; PD: proteína de la dieta; NDT<sub>F</sub>: NDT del forraje; NDT<sub>S</sub>: NDT del suplemento; NDT<sub>D</sub>: NDT de la dieta.

### 3.1.1 Consumo total de materia seca.

El mayor consumo ( $P < 0.05$ ) se obtuvo con los animales suplementados con mezcla de germinados cebada y maíz, con valores de 4,44 Kg/día/a. El grupo al que se suministró germinado de maíz reportó los valores más bajos con 3,96 Kg/día/a. De este consumo total de

materia seca, el forraje aportó el 81,31% para los animales suplementados con germinado de maíz y 89,89 % en los suplementados con concentrado; mientras que el suplemento mostró valores entre 10,11% para concentrado y 18,69% en germinado de maíz lo que con seguridad obedeció a un efecto compensatorio del consumo de forraje, quizá por alguna segregación de este grupo en las praderas o porque en los animales en pastoreo hay un componente muy importante que es la selección del material a consumir . Existen pruebas de que los animales son capaces de escoger una dieta equilibrada si les permite seleccionar de varios alimentos (Araujo *et al* 2008).

### **3.1.2 Aporte proteico.**

El forraje aportó 18,01% de proteína en todos los tratamientos, mientras que entre los suplementos, el de mayor aporte fue el concentrado con 18%; y el germinado de maíz registró el menor con 11,3%. Si se compara los aportes proteicos de los germinados usados en el presente estudio con lo reportado por Carballo (2000), ambos son inferiores, con valores de 12,26% en maíz y 15,77 % en cebada, quizás por las variedades usadas en los dos casos. Por otro lado, se observó que la mayoría de los tratamientos no cumplieron con los requerimientos de los animales, puesto que lo sugerido por López, *et al* (2009) es que estén por encima del 16%. Al respecto, los mismos autores manifiestan que la alimentación de novillas con heno o ensilaje de regular calidad debe ir acompañado de suplementación con alimento balanceado con 15 a 16% de proteína; además, la cantidad de suplemento que se debe suministrar a esta edad dependerá de la cantidad y calidad del forraje ofrecido, para lograr un crecimiento rápido pero que, al mismo tiempo, no engorden en exceso.

### **3.1.3 Aporte energético**

El forraje aportó 57% de NDT en todos los grupos, mientras que entre los suplementos el mayor aporte se obtuvo en los animales alimentados con germinado de maíz, con 92,6%; el

menor aporte fue el de concentrado con 65%. El bajo nivel energético del forraje, quizá obedeció al contenido elevado de FDA, puesto que las condiciones climáticas imperantes en la época de estudio no favorecieron el crecimiento óptimo de la pastura.

Si se tiene en cuenta los aportes totales de proteína y energía de las dietas, se observa que el mayor aporte proteico lo obtuvo concentrado con 18%; mientras que el aporte más bajo se registró para germinado de maíz con 16,76%. Respecto a la energía, el mayor aporte se presentó en germinado de cebada con 63,65% y el menor para concentrado con 57,81%.

### **3.2 Aportes de dietas experimentales**

En la Tabla 9 se presentan los resultados obtenidos, sobre el aporte nutritivo de las dietas experimentales:

**Tabla 9.****Aporte energético y proteico de las dietas experimentales**

	<b>APF</b>	<b>AEF</b>	<b>APS</b>	<b>AES</b>	<b>ATP</b>	<b>ATE</b>
<b>Concentrado</b>	0,70 <sup>a</sup>	2,23 <sup>a</sup>	0,080 <sup>b</sup>	0,28 <sup>c</sup>	0,78 <sup>a</sup>	2,51 <sup>b</sup>
<b>Germinado</b>	0,58 <sup>c</sup>	1,83 <sup>c</sup>	0,083 <sup>b</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,66 <sup>c</sup>	2,52 <sup>b</sup>
<b>Maíz</b>						
<b>Germinado</b>	0,63 <sup>b</sup>	2,01 <sup>b</sup>	0,090 <sup>ab</sup>	0,57 <sup>b</sup>	0,72 <sup>b</sup>	2,59 <sup>ab</sup>
<b>cebada</b>						
<b>Mezcla</b>	0,66 <sup>ab</sup>	2,09 <sup>ab</sup>	0,096 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,75 <sup>ab</sup>	2,78 <sup>a</sup>
<b>Germinados</b>						

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. APF: aporte de proteína del forraje (Kilogramo/día/animal); AEF: aporte de energía del forraje (Kg NDT/día/animal); APS: aporte de proteína del suplemento (Kg/día/animal); AES: aporte de energía del suplemento (Kg NDT/día/animal); ATP: aporte de proteína total (Kilogramo/día/animal); ATE: aporte energético total (Kg NDT/día/animal).

**3.2.1 Aporte proteico del forraje**

Con valores que oscilaron entre 0,58 y 0,70 Kg/día/a se reportaron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre concentrado, germinado de maíz y germinado de cebada pero no entre mezcla de germinados, concentrado y germinado de cebada, siendo germinado de maíz el grupo que menos aportes proteicos recibió. Esto se pudo deber a que el consumo de proteína normalmente se ve disminuido con dietas de baja concentración proteica. Los bajos niveles de nitrógeno en la dieta son un factor que disminuye el consumo porque limita la fermentación ruminal y la velocidad de pasaje de la ingesta así como la tasa de degradación de la celulosa (Araujo, 2005)

### **3.2.2 Aporte energético del forraje**

Con valores que oscilaron entre 1,83 y 2,23 Kg NDT/día/a se reportaron diferencias ( $p<0,05$ ) entre concentrado y germinados de maíz y cebada, donde el germinado de maíz fue el que menos aportes energéticos recibió ( $p>0,05$ ). Es importante considerar que uno de los factores más importantes sobre la ingestión total de energía por los rumiantes es el consumo voluntario y el animal debe poseer un mecanismo que regule el consumo en función del balance energético (Araujo, 2005). La época en la cual se desarrolló el experimento no favoreció una buena calidad de forraje, por lo cual, de acuerdo a lo reportado por Araujo (2005), si los animales reciben alimentos de baja calidad en los cuales no existen desequilibrios nutricionales, se puede dar una disminución en el consumo, lo que pudo haber ocurrido en los animales de este grupo.

### **3.2.3 Aporte proteico del suplemento**

No se encontraron diferencias ( $p<0,05$ ) entre los animales suplementados con concentrado, germinado de maíz y germinado de cebada. Los consumos oscilaron entre 0,80 y 0,96 kg/d/a para los animales suplementados con concentrado y mezcla de germinados respectivamente. Lo anterior pudo estar ocasionado por la escasez de forraje que quizá generó un déficit fisiológico de algunos nutrientes, por lo cual el animal se moviliza para buscar alimentos que le satisfagan su apetito y los consume hasta sentir la sensación de saciedad. En la medida que los animales van creciendo, pueden controlar metabólicamente el consumo de suplementos mostrando una relación negativa entre el consumo de materia seca y la digestibilidad (Araujo, 2005)

### **3.2.4 Aporte energético del suplemento**

Los menores ( $p < 0,05$ ) fueron para concentrado con 0,28 Kg NDT/día/a, los mayores ( $p < 0,05$ ) para germinado de maíz y mezcla con 0,68 Kg NDT/día/a, los animales suplementados con concentrado recibieron un menor aporte ( $p < 0,05$ ) del suplemento. Esto puede deberse a que el factor más importante en determinar la ingestión total de energía por los rumiantes es el consumo voluntario y el animal debe poseer un mecanismo que regule el consumo en función del balance energético. Cuando los forrajes son de buena calidad, abundantes y el animal puede hacer la selección del mismo, puede expresar el potencial, pero si son de baja calidad, como en el caso de la época en que se realizó el experimento, se reduce el consumo. (Araujo, 2005).

### **3.2.5 Aporte total de proteína en la dieta.**

No se encontró diferencias ( $p > 0,05$ ) entre mezcla de germinados con concentrado y germinado de maíz. Los aportes totales de proteína de la dieta estuvieron entre 0,66 y 0,78 Kg/día/a para los animales suplementados con germinado de maíz y concentrado respectivamente. De acuerdo con Orskov (1982), la masa corporal magra del animal, músculos y órganos internos están formados principalmente por proteína y agua; además, el animal por si solo es incapaz de sintetizar gran cantidad de proteína; por lo tanto, la microbiología del rumen está relacionada con la capacidad de fermentación de la dieta y que, a su vez, esta correlacionada con su digestibilidad, si no se suministra al animal la suficiente proteína, el desarrollo de los tejidos es mínimo, lo que afecta la tasa de crecimiento, junto con la tasa de conversión de los alimentos. Molina y Termal (2004) reportan que una ternera en crecimiento requiere en promedio 480 g/día de proteína, ratificando la superioridad en los niveles proteicos aportados por la dietas en la presente investigación.

Maynard (1981) sostienen que la digestibilidad de la proteína se complementa cuando la composición química del alimento favorece la digestión por el equilibrio nutricional que,



independientemente de su contenido proteico bruto, cobra mayor importancia a la variedad de aminoácidos que hagan parte de éste. En este caso los germinados contienen mayor cantidad de éstos.

Según lo reportado por Zapata (1987), cuando el consumo de proteína es insuficiente o cuando la relación entre proteína – energía es muy amplia sucede que a un bajo nivel de digestión proteica, una amplia porción de nitrógeno metabolizado dentro del animal es reciclado y muy poco aparece en la orina y por el contrario, un incremento de nitrógeno dietario aumenta la concentración de amonio en el rumen y salida de urea a través de la orina.

### **3.2.6 Aporte total de energía de la dieta.**

Se encontraron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre la suplementación con mezcla de germinados con los animales suplementados con concentrado y germinado de maíz; el mayor aporte energético ( $p < 0,05$ ) se obtuvo en los animales suplementados con mezcla de germinados con 2,78 Kg NDT/día/ y el menor ( $p < 0,05$ ) en los animales suplementados con concentrado con 2,51Kg NDT/día/a. Se puede mencionar que quizá existió un efecto complementario de los dos germinados los cuales incrementaron la variedad de nutrientes disponibles para el animal, favoreciendo su digestibilidad. De igual forma el menor nivel de energía se dio para el concentrado, posiblemente por un alto contenido de fibra del forraje en la época del experimento, afectando el aprovechamiento de nutrientes y disminuyendo contenidos de NDT. Burbano y Lucero (2006) afirman que las grasas de los cereales, al ser más digeribles, muestran mejores valores energéticos, mejorando la eficiencia de transformación del alimento, y mantienen niveles energéticos adecuados; adicional a esto, un aumento en ELN puede influir positivamente en el contenido energético, ya que permite optimizar la síntesis de reserva energética del alimento, especialmente carbohidratos estructurales.

### 3.3 Efecto de la suplementación sobre comportamiento productivo

La Tabla 10 registra los resultados del comportamiento productivo de animales suplementados con germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*)

**Tabla 10.**

**Comportamiento productivo de terneras Holstein mestizas suplementadas con cereales germinados**

	CTMS	CMSF	CMSS	IP	CA
	Kg/día/a	Kg/día/a	Kg/día/a	Kg/día/a	
<b>Concentrado</b>	4,35 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>	0,44 <sup>c</sup>	0,31 <sup>a</sup>	14,10 <sup>a</sup>
<b>Germinado</b>	3,96 <sup>b</sup>	3,22 <sup>c</sup>	0,74 <sup>ab</sup>	0,28 <sup>a</sup>	13,90 <sup>a</sup>
<b>Maíz</b>					
<b>Germinado</b>	4,20 <sup>ab</sup>	3,53 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>	0,31 <sup>a</sup>	13,57 <sup>a</sup>
<b>cebada</b>					
<b>Mezcla</b>	4,44 <sup>a</sup>	3,67 <sup>ab</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	14,33 <sup>a</sup>
<b>Germinados</b>					

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. CTMS: consumo total de materia seca; CMSF: consumo de materia seca del forraje; CMSS: consumo de materia seca del suplemento; IP: Incremento de peso; CA: conversión alimenticia.

#### 3.3.1 Consumo total de materia seca

El menor ( $P < 0,05$ ) se observó en animales suplementados con germinado de maíz (3.96 kg MS/a /día), quizá en razón a que este grupo debido a su menor peso, fue segregado en las praderas, pues fue allí donde la diferencia se hizo notoria, ya que el consumo de germinado no

tuvo el mismo comportamiento. Los restantes grupos tuvieron un comportamiento similar, superando los 4.2 kg MS/a/día, consumos que resultan apropiados para su peso y edad y raza. El comportamiento anterior resulta superior al reportado por Gasque (2008), quien encontró consumos de materia seca entre 2,3 y 3,9 Kg/día/a. El forraje aportó en materia seca entre 81,31% para los animales suplementados con germinado de maíz y 89,89 % para los animales con concentrado, mientras que el suplemento, mostró valores entre 10,11% para concentrado y 18,69% para germinado de maíz lo que seguramente obedeció a un efecto compensatorio del consumo, quizá por alguna segregación de este grupo en las praderas o porque en los animales en pastoreo hay un componente muy importante que es la selección del material a consumir. Existen pruebas de que los animales son capaces de escoger una dieta equilibrada si les permite seleccionar de varios alimentos (Araujo, 2005). Otro factor que pudo influir sobre el consumo de materia seca se relaciona con las condiciones ambientales al momento de realizar el experimento, ya que en épocas secas se podría reducir el consumo, por los esfuerzos de los animales por mantener una temperatura corporal óptima (Araujo 2005).

Los consumos de materia seca del suplemento fueron menores para concentrado, lo cual se debió principalmente a que las cantidades de suplemento dadas a los animales de este grupo se mantuvieron constantes durante todo el periodo experimental, ya que no se dio a voluntad sino medido, conforme lo hacen normalmente en el hato, y los demás se fueron ajustando con el peso de los animales; adicional a esto, las terneras mostraron gran avidez por los germinados. Al respecto, García *et al* (2013) afirman que los animales, al verse en la posibilidad de seleccionar o elegir el alimento ofrecido, optan generalmente por aquel fresco. Córdoba *et al* (2009) afirma además que los germinados son muy ricos en vitaminas, especialmente A y E, tiene grandes cantidades de carotenoides, cuyo contenido puede variar de 250 a 350 mg por kg de materia seca

(MS), posee una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo, alta digestibilidad, puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa, además es muy apetecible; su aspecto, sabor, color y textura le confieren una elevada palatabilidad, a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos. Preston y Leng (1990), afirman que: “El consumo es uno de los mejores indicadores de la calidad del alimento y su digestibilidad. El máximo nivel de consumo depende del equilibrio apropiado de nutrientes en los productos de la digestión; la cantidad y calidad nutritiva de un alimento son factores que interactúan e influyen significativamente en el comportamiento animal”.

### **3.3.2 Incremento de peso**

Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre las dietas, los valores oscilaron entre 0,28 Kg/d/a para los animales suplementados con germinado de maíz y 0,31 Kg/d/a para los suplementados con concentrado, germinado de cebada y mezcla de germinados. Respecto al incremento de peso, se puede concluir que los animales no alcanzaron los promedios esperados para su edad, de acuerdo a la categoría de animales de crecimiento bajo o lento dado para los sistemas de levante colombianos reportados por Urbina (1996), donde se afirma que dentro de esta categoría los animales son expuestos a consumir un forraje adecuado en épocas de lluvias y a sufrir escasez de comida en épocas de sequía; esto se refleja en un lento crecimiento que puede ser de 300 a 500 g/día, lo cual conduce a que la novilla se demore más tiempo en llegar al primer parto. Teniendo en cuenta los resultados del presente trabajo, cabe destacar que la época seca por la influencia del fenómeno del niño, en la cual se desarrolló pudo haber influido en las bajas ganancias de peso, así como los sistemas de manejo que se dan en la finca, ya que, de acuerdo con Wattiaux (2000), la tasa de crecimiento de las novillas es un indicador del cuidado que se les ofrece; la alimentación, instalaciones, así como otras necesidades

de manejo cambian constantemente entre el nacimiento y el primer parto, afectando directamente el desarrollo de la ternera. De igual forma, cuando los alimentos de alta calidad son difíciles de conseguir, la estrategia más usada es criar las novillas con cantidades abundantes de alimentos de mala calidad, reduciendo la tasa de crecimiento y retrasando la edad al primer parto. Al respecto, Orskov (1982) manifiesta que las necesidades de crecimiento dependen de la composición de los tejidos que se forman, el gasto energético para acumular energía en forma de carne magra es mayor que el gasto energético necesario para acumular energía en forma de grasa. Insuasty (2011), sugiere que las novillas jóvenes, entre 9 y 12 meses de edad, deben llevar en su ración diaria una relación energía – proteína de 4,5:1 y/o 7,7:1. Según Rowet (1995) los animales necesitan energía para el mantenimiento de las funciones de su organismo, para regular su temperatura y producir. Si se alimenta a los animales con una ración cuyo valor energético es inferior al correspondiente a las necesidades de mantenimiento, ellos utilizan la grasa de su organismo, de manera que el animal perderá y ganará peso de forma alternativa, en lugar de aumentarlo continuamente.

### **3.3.3 Conversión alimenticia**

De igual manera, no hubo diferencias entre las dietas ( $p>0,05$ ), encontrándose los valores entre 13,57 y 14,33 para los animales suplementados con germinado de cebada y mezcla de germinados respectivamente. Los datos obtenidos en el presente estudio, no superan los valores reportados por Molina y Termal (2004), para terneras Holstein mestizas alimentadas con henolaje y heno de alfalfa, donde dichos valores estuvieron entre 5,42 y 6,41. La conversión alimenticia de los animales se podría explicar debido a que la germinación promueve diversos procesos enzimáticos y de transformación que mejoran sustancialmente las características nutricionales, físicas y de aprovechamiento de los granos, permitiendo una mayor eficiencia en la

acción degradante de los microorganismos en el rumen, favoreciendo la digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa, y la producción de ácidos grasos volátiles, precursores importantes de nutrientes utilizados en la síntesis de tejido animal (Barrios *et al*, 2001).

### **3.4 Efecto de la suplementacion sobre comportamiento metabolico**

En las Tablas 11 y 12 se presentan los rangos de cada uno de los componentes sanguíneos en terneras Holstein mestizas, suplementadas con germinados de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*), antes y después de la suplementación.

**Tabla 11.****Rangos de componentes sanguíneos iniciales**

	<b>TRATAMIENTO</b>			
	<b>Concentrado</b>	<b>Germinado Maíz</b>	<b>Germinado cebada</b>	<b>Mezcla germinados</b>
<b>CC</b>	0.30 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>
<b>GLU</b>	58.00 <sup>a</sup>	55.00 <sup>a</sup>	75.33 <sup>a</sup>	69.67 <sup>a</sup>
<b>TRI</b>	3.46 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	3.80 <sup>a</sup>
<b>PT</b>	74.33 <sup>a</sup>	70.00 <sup>a</sup>	71.33 <sup>a</sup>	70.66 <sup>a</sup>
<b>ALB</b>	32.66 <sup>a</sup>	31.00 <sup>a</sup>	32.33 <sup>a</sup>	38.00 <sup>a</sup>
<b>BUN</b>	22.06 <sup>a</sup>	14.92 <sup>a</sup>	17.23 <sup>a</sup>	16.56 <sup>a</sup>
<b>ALT</b>	21.00 <sup>a</sup>	28.86 <sup>a</sup>	17.76 <sup>a</sup>	14.4 <sup>a</sup>
<b>AST</b>	78.87 <sup>a</sup>	76.67 <sup>a</sup>	87.53 <sup>a</sup>	68.90 <sup>a</sup>

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. CC: cuerpos cetónicos mmol/l; GLU: Glucosa mg/dl; TRI: Triglicéridos mg/dl; PT: Proteína total g/l; ALB: Albumina g/l; BUN: nitrógeno ureico en sangre mg/dl; ALT: alanina amino transferasa U/l; AST: Aspartato Amino Transferasa U/l.

**Tabla 12.****Rangos de componentes sanguíneos finales**

	TRATAMIENTO			
	Concentrado	Germinado Maíz	Germinado cebada	Mezcla germinados
<b>CC</b>	0.53 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>
<b>GLU</b>	67.00 <sup>a</sup>	60.66 <sup>a</sup>	55.66 <sup>a</sup>	62.66 <sup>a</sup>
<b>TRI</b>	9.80 <sup>a</sup>	10.66 <sup>a</sup>	6.06 <sup>a</sup>	7.77 <sup>a</sup>
<b>PT</b>	72.00 <sup>a</sup>	71.33 <sup>a</sup>	67.66 <sup>a</sup>	72.26 <sup>a</sup>
<b>ALB</b>	37.13 <sup>a</sup>	35.00 <sup>a</sup>	30.96 <sup>a</sup>	57.53 <sup>a</sup>
<b>BUN</b>	22.34 <sup>a</sup>	15.13 <sup>a</sup>	17.43 <sup>a</sup>	16.54 <sup>a</sup>
<b>ALT</b>	37.11 <sup>a</sup>	39.77 <sup>a</sup>	39.86 <sup>a</sup>	37.60 <sup>a</sup>
<b>AST</b>	104.33 <sup>a</sup>	142.2 <sup>a</sup>	151.17 <sup>a</sup>	119.02 <sup>a</sup>

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. CC: cuerpos cetónicos mmol/l; GLU: Glucosa mg/dl; TRI: Triglicéridos mg/dl; PT: Proteína total g/l; ALB: Albumina g/l; BUN: nitrógeno ureico en sangre mg/dl; ALT: alanina amino transferasa U/l; AST: Aspartato Amino Transferasa U/l.

El análisis de los resultados de cada uno de los indicadores sanguíneos permitió establecer que hubo una respuesta individual diferente a cada una de las dietas evaluadas y que, por tanto, los componentes variaron en rangos tan amplios que no resultaron estadísticamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Las diferencias observadas entre los valores obtenidos para algunas de las variables analizadas, concuerdan con los resultados de estudios realizados por Ceballos *et al* (2002), donde



se han reportado diferencias según el estado productivo de los animales, que obedecen principalmente a cambios en la alimentación según el estado fisiológico, y los requerimientos nutricionales para cada etapa del desarrollo.

### **3.4.1 Beta hidroxibutirato ( $\beta$ HB).**

Los valores oscilaron entre 0,26 - 0,46 mmol/l para el muestreo inicial, y 0,36 - 0,53 mmol/l para el muestreo final, destacándose claramente un incremento para todos los grupos en el segundo muestreo. Si bien es cierto que los niveles fueron mayores en el segundo muestreo, se mantuvieron dentro de los parámetros considerados normales, que se encuentran entre 0,38 - 0,48 mmol/L para el caso de novillas. Los niveles sanguíneos de beta – hidroxibutirato (BHB), junto con una adecuada evaluación del puntaje de la condición corporal, son considerados buenos indicadores del estatus energético en bovinos (Campos *et al.*, 2004). De igual forma, tienen una alta correlación con la época del año, tipo de dieta y tipo de manejo, por lo cual constituye una herramienta útil para el diagnóstico del estado metabólico y nutricional de los animales (Ayala *et al.*, 2001).

La concentración de BHB se encuentra relacionada directamente con la tasa de movilización de reservas lipídicas en momentos de déficit energético, y es el indicador más usado para determinar dicho balance; altas concentraciones de BHB están relacionadas con tasa elevada de movilización de reservas grasas; del mismo modo, valores plasmáticos de BHB tienen una mayor utilidad en los casos en que la demanda de glucosa por el organismo es crítica (Aguilar, 2009).

### **3.4.2 Glucosa**

Los valores oscilaron entre 55 - 75,33 mg/dl para el primer muestreo y 55,66 - 67 mg/dl para el final. Dichos valores se incrementaron para los animales suplementados con concentrado

y germinado de maíz en el segundo muestreo, mientras que para los suplementados con germinado de cebada y mezcla de germinados fueron inferiores. Los valores considerados normales para bovinos se encuentran entre 45 – 75 mg/dl, lo que indica que los animales del presente estudio estuvieron dentro de los rangos establecidos. La glucosa es el primer representante del metabolismo energético, ya que es la mayor fuente de energía para las células del organismo. En el organismo animal, todos los tejidos requieren de un mínimo de glucosa, pero para otros, ésta es imprescindible, como el cerebro, eritrocitos y glándula mamaria (Álvarez, 2001). La concentración de glucosa sérica se vuelve anormal sólo cuando hay trastornos graves en el equilibrio de la misma, verificar la glucosa sérica ayuda a evaluar la función e integridad del sistema.

Los valores de glucosa superiores 70 mg/dl indican excesos energéticos y predispone a acumulación de cuerpos cetónicos – acetonemia; por el contrario, valores inferiores a 50 mg/dl podrían indicar un déficit energético en la dieta (Hincapié, 1995). Niveles de 58,01 mg/dl son ideales en novillas (Campos *et al.*, 2004).

### **3.4.3 Triglicéridos**

Los valores para los grupos se encontraron entre 3,4 - 5 mg/dl para los animales en el primer muestreo y 6,06 - 10,66 mg/dl en el segundo. Rangos considerados normales para este parámetro se encuentran entre 17,5 y 43,75 mg/dl. Esto ratifica que los niveles iniciales en los animales del presente estudio están por debajo de los considerados normales, mientras que en el segundo muestreo, estuvieron dentro de los valores de referencia.

La concentración de triglicéridos (TG) en sangre disminuye en la medida que se produce un déficit energético, al producirse la movilización de grasas y alcanzar el hígado, los AGL son reesterificados a TG y enviados de nuevo a los tejidos extrahepáticos; pero en los casos de un

déficit energético éstos compuestos se almacenan en el hígado, produciendo en consecuencia su engrasamiento, que será proporcional a la cantidad de lípidos movilizada (Grummer, 1995).

#### **3.4.4 Proteínas totales.**

Se encontró niveles entre 70 y 74,33 g/l en el primer muestreo y 67,66 a 72,26 g/l en el segundo, evidenciando una disminución en este para los animales suplementados con concentrado y cebada, mientras que los suplementados con germinado de maíz y mezcla de germinados mostraron un ligero incremento. Los valores de referencia de este indicador se encuentran entre 66 y 90 g/l, de acuerdo a lo reportado por López *et al* (2009), lo que indicaría que a pesar de las variaciones, los animales muestran una reserva proteica adecuada antes y después de la suplementación con germinados. Sobre este parámetro es importante considerar que valores superiores a 70 g/l indican una reserva proteica adecuada. En el segundo muestreo, los animales suplementados con cebada tuvieron niveles por debajo de 70 g/l, lo que podría relacionarse con trastornos digestivos, inanición, falla renal o hepática, parasitosis, falta de ingestión de cantidades adecuadas de proteínas en la dieta, incapacidad del hígado para producir albumina por hepatitis o cirrosis hepática (Bush, 1982), de lo cual se puede decir que en estos animales se relaciona con la escasez de forraje de buena calidad.

### 3.4.5 Albumina

Los valores se encontraron entre 31 y 38 g/l para el primer muestreo y entre 30,96 y 37,53 g/l en el segundo; los animales suplementados con concentrado y germinado de maiz tuvieron un ligero incremento en el segundo muestreo mientras que los suplementados con germinado de cebada y mezcla de germinados tuvieron una reducción. Los valores normales de este metabolito, reportados por López *et al* (2009), oscilan entre 30 y 42 g/l; valores por debajo de 30 g/l indican una deficiencia dietaria de proteína. Campos *et al* (2004) reporta valores de albumina de 20,6 g/l para novillas; Lopez *et al* (2009) relacionan este indicador con las reservas proteicas del animal, por ello, si se evalúan los valores encontrados de proteínas totales del presente estudio, los animales mostraron condiciones acordes dentro de los rangos establecidos para los dos metabolitos.

### 3.4.6 Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN)

La mayor concentración se dio en los animales suplementados con concentrado. El muestreo inicial arrojó valores de 14,92 y 22,06 mg/dl y el final 15,13 y 22,34 mg/dl; incrementándose en el segundo en la suplementación con concentrado, germinados de maíz y cebada y disminuyó en la suplementación con mezcla de germinados. Los niveles de nitrógeno ureico en sangre (BUN) pueden utilizarse como herramienta para estimar el estado de nutrición energético-proteínica del ganado. Los valores normales para novillas de acuerdo a lo reportado por Hammond (1998), oscilan entre 7 y 19 mg/dl, lo que indica que en este estudio los animales de T0 estuvieron por encima de ellos. López *et al* (2009), argumentan que niveles de urea superiores a 16 mg/dl indican una sobrealimentación con proteína o una mala relación entre la energía de los carbohidratos (bajos niveles de energía) y proteína. Otro aspecto, también reportado por los mismos autores con respecto a los aumentos en los niveles de urea, se relaciona

con déficit de carbohidratos fermentables en la dieta o consumos elevados de NNP. Hernández (1998) afirma que raciones pobres en proteína, con bajos niveles de nitrógeno no proteico y de proteína degradable en el rumen, presentan una reducción de la digestibilidad, disminuyendo el flujo de proteína microbiana, lo que trae como consecuencia un retardo en el crecimiento de las novillas. Cebra *et al* (1997) reportan una dependencia de los niveles de nitrógeno en rumen y sangre con el contenido de proteína de la dieta, en donde una alta relación matemática se ha informado entre la PC de la dieta y los niveles de nitrógeno ureico, llegando a la conclusión que la determinación de los valores de BUN representa una herramienta de ajuste y optimización en el uso de suplementos proteico energéticos en bovinos.

#### **3.4.7 Alanina aminotransferasa (ALT).**

Los valores estuvieron entre 14,4 y 28,86 u/l en el primer muestreo y 37,11 y 39,86 u/l para el final. La referencia en bovinos se encuentran entre 11 y 38 u/l, lo que indica que los animales en el primer muestreo estuvieron dentro de los rangos normales; el muestreo final evidenció un incremento, donde la suplementación con germinados de cebada y mezcla de germinados presentaron resultados por encima de lo normal. ALT se encuentra en el hialoplasma de todas las células y existe una relación lineal entre ésta y el peso del animal. Se ha encontrado muy elevada en casos de necrosis hepática. Las enfermedades hepáticas producen niveles elevados de ALT (Bush, 1982), constituyendo una ayuda adicional para el diagnóstico de la aparición de alteraciones hepáticas subclínicas que, conjuntamente con la bilirrubina, son buenos indicadores de errores en la alimentación que provocan estrés e inclusive daño hepático, tal como ocurre en los casos de acidosis en el rumen, debido a la deficiencia de fibra, o cuando se presentan deficiencias de energía o excesos de proteína en la ración (Hincapie, 1995).

#### **3.4.8 Aspartato aminotransferasa (AST)**

Los valores estuvieron entre 68,90 y 87,53 u/l para el primer muestreo y 104,33 y 151,17 u/L en el muestreo final. Los animales de todos los grupos mostraron un incremento en sus niveles. Los valores reportados como referencia se encuentran entre 78 y 132 u/L, lo que evidencia que para el primer muestreo los animales están dentro de lo normal. El muestreo final mostró niveles por encima de los valores de referencia; las concentraciones elevadas de AST en bovinos están relacionados con síndrome de hígado graso (Cebra *et al.*, 1997). Los contenidos también aumentan en casos de deficiencias de selenio/vitamina E y en casos de ejercicio físico intenso. En los rumiantes, AST es un marcador de necrosis es un indicador de la función hepática (González y Silva, 2006). También se puede encontrar como indicador de acuerdo al grado de sensibilidad de la misma en procesos de lipidosis hepática en un 94%; 100% para la leptospirosis y el 53% de los abscesos hepáticos (Kaneko *et al.*, 1997). Según González *et al.* (2000), las vacas con alta AST son más propensas a sufrir de infertilidad, fiebre de la leche y retención de placenta. La relación entre altos niveles de AST asociados con valores bajos de albúmina, revelan con cierta precisión trastornos en la función hepática. Los valores de aspartato aminotransferasa superiores a 100 U / l son indicativos de daño hepático (Oetzel, 1996; Gonzalez y Quintero, 2011).

### 3.5 Analisis parcial de costos

En la Tabla 13 se indican los resultados del análisis parcial de costos. Los cálculos efectuados para determinar el costo por Kg de dieta/tratamiento se basaron en el valor de las materias primas utilizadas:

*Tabla 13.*

#### *Analisis parcial de costos de produccion*

CONCEPTO	GRUPOS			
	Concentrado	Germinado Maíz	Germinado cebada	Mezcla germinados
<b>Costos fijos</b>				
<b>Mano de obra (Horas/día)</b>	1750	3500	3500	3500
<b>Subtotal</b>	1750	3500	3500	3500
<b>Costos variables</b>				
<b>Suplemento (Kg)</b>	1238	979	764	871
<b>Insumos</b>		1000	1000	1000
<b>Subtotal</b>	1238	1979	1764	1871
<b>Costo total</b>	2988	5479	5264	5371
<b>Ganancia peso acumulada (Kg)</b>	35,73	32,66	36	36
<b>Costo suplemento / Peso acumulado</b>	83,62	167,75	146.22	149,19

Cada kilogramo de ganancia de peso acumulada en el periodo tuvo un costo de \$ 83,62 para suplementación con concentrado \$ 167.75 para germinado de maíz; \$146.22 para germinado de cebada y \$149.19 para mezcla de germinados. Se observa, entonces, cómo los costos de la suplementación con germinados fue alta en comparacion con el concentrado, lo

cual se explica no por los costos de las semillas a germinar sino por la mano de obra en primer lugar, ya que los germinados requieren de una preparacion de la semilla y un continuo proceso de riego, lo que implica mas trabajo.

Si se analiza únicamente los costos de los germinados, se encuentra que son favorables en comparacion con los concentrados, mostrando para este estudio incrementos de peso y conversiones alimenticias similares a las obtenidas con el uso de concentrados.



#### 4. CONCLUSIONES

Los mayores aportes proteicos de las dietas suplementarias se obtuvieron con concentrado y los menores con germinado de maíz; los niveles energéticos superiores se dieron con la mezcla de germinados de maíz y cebada y los menores con concentrado.

El análisis bromatológico indicó un incremento importante los niveles de proteína, NDT de los germinados respecto a los granos, que garantizan un buen aporte nutricional como suplemento para las dietas de las terneras.

Los mayores consumos de materia seca se observaron en los animales suplementados con la mezcla de germinados de maíz y cebada y los menores para los alimentados con germinados de maíz.

El incremento de peso y conversión alimenticia, presentaron similitud en el comportamiento de los animales suplementados con germinados de maíz y cebada frente a los alimentados con concentrado.

Los indicadores metabólicos no mostraron diferencias estadísticas entre las dietas evaluadas significando un buen balance metabólico en todas las dietas suministradas.

El cultivo de germinados permite utilizar alimentos sanos libres de pesticidas e insecticidas, además se pueden cultivar en cualquier lugar y en cualquier época del año, son de buena calidad y presentan un mayor rendimiento en biomasa con buena disponibilidad de nutrientes y fácil asimilación por parte del organismo animal.

El costo promedio de producción de germinado se vio influenciado por la mano de obra y tasa de cambio.

## 5. RECOMENDACIONES

Implementar a nivel de finca la utilización de germinados de cereales como suplemento en la ración de bovinos.

Generar nuevos procedimientos de germinación y diferentes diseños de germinadores, con el propósito de tener opciones que permitan reducir el costo de la mano de obra y obtener mayor productividad y rentabilidad.

Utilizar cereales como cebada, trigo, avena e incentivar el cultivo de los mismos en el Departamento de Nariño, ya que son especies que se adaptan fácilmente en diferentes regiones y cuyo cultivo está desapareciendo.

**BIBLIOGRAFÍA**

- ACHF, "Asociación Holstein de Colombia. 2009. 67 años de historia al servicio de la ganadería en Colombia", *Holstein Colombiana* 177: 6-13.
- AGUILAR, O; MORENO, B; PABON, M y CARULLA, J. 2009. Efecto del consumo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoehst*) Raigras (*Lolium hybridum*) sobre la concentración de ácido linoléico conjugado y el perfil de ácidos grasos de la grasa láctea. En: *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 21, No.4. P.12.
- ALVAREZ, J. 2001. *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición.
- ANDRADE N, RIVERA MG, TORRES G. 1998. Estudio de un perfil metabólico patrón en ganado de leche de clima cálido, un mes antes del parto en tres etapas de lactancia. Universidad del Tolima. Comité central de investigaciones. *Colciencias*. 2:2-12.
- APRAEZ, E. 1994. *Manual de Laboratorios de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño*. Pasto: Universidad de Nariño.
- ARAUJO, M. y NARVAEZ, D. 2008. Valoración de las harinas de Zarza (*Mimosa albida*) y Ortigo (*Urera sp*) en levante y ceiba de cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad de Nariño.
- ARAUJO, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX seminario Pastos y forrajes. Universidad de Zulia.
- ARREAZA, L; SANCHEZ, L; MEDRANO, J. 2002. *Nutrición y alimentación de bovinos en el trópico bajo colombiano*. Corpoica.
- AVENDAÑO, Josefa. 2009. Respuesta de conejos alimentados con veza fresca o un suplemento a base de maíz germinado o cebada germinada durante el periodo de engorda. México.

- AYALA, J, y otros. INIA. 2001. Perfil metabólico sanguíneo de vacas lecheras alimentadas con dietas con contenido de lasalocida y cultivos de levaduras. Invest. Agr.:Prod.Sanid. Anim. Vol 16(1). En: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/ayala\\_1161096738421.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/ayala_1161096738421.pdf).
- BARCELOS, J; DIAZ, GONZALEZ, OSPINA; RIBEIRO. 2000. Perfil metabólico en rumiantes: su uso en nutrición y problemas nutricionales. Portoalegre. Universidad federal de Rio Grande.
- BARRIOS, M.; FEBRES, A.; LLAQUE, G. y BARBOZA, E. 2001. Efecto del plano de nutrición y del predominio racial sobre el crecimiento y aparición de la pubertad en novillas mestizas. Tesis de postgrado (Producción animal). Maracaibo. Universidad de Maracaibo. Programa de zootecnia.
- BENITEZ, C.J. 2006. El maíz: origen, composición y morfología. México. [En línea] [www.semillas.org.co/sitio.sht](http://www.semillas.org.co/sitio.sht)
- BERNAL, J. 1994. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. Tercera edición. Bogotá: Ángel Agro-ideagro.
- BEWELWY, J y BLACK, M. 2011. [En línea]. In: sedes: Physiology of development and germination. Second edition. New York. ISBN 0-306-4474-7.  
URL:<http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=W6EbrewcpDwC&oi=fnd&pg=PA1dq=cereal+germination+seed&ots=xTZJhV6C8R&sig=uEuPwN5HfPERFbS4Rpa1EFtR0Nk·v=onepage&q=cereal%20germination%20seed&f=false>
- BEWELEY, J.D. 1997. Seed Germination and Dormancy. The plant Cell. In: American Society of Plant Physiologist. 9:1055 – 1066.
- BRADFORD P. 2010. Medicina Interna de Grandes Animales. Cuarta edición. Elsiwer. Barcelona, España.

- BRIGGS, H.H. 1969. Razas Modernas de Animales Domésticos. 3ª ed. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p. 205-316.
- BURBANO, D y LUCERO, R. 2006. Valoración nutritiva de cereales germinados de Trigo (*Triticum spp.*), Cebada(*Hordeum vulgare*) y Maíz (*Zea mays*) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.
- BUSH, B.M. 1982. Manual de laboratorio Veterinario de análisis clínicos. Ed. Acribia.
- BUSH, B.M. 1982. Manual de Laboratorio Veterinario de Análisis Clínicos. Ed. Acribia.
- CABRERA, Ángel. 2004. El germinado al alcance de todos. [online]. Disponible en internet: [www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm](http://www.aviarioangelcabrera.com/articulos/germinados.htm).
- CAMPOS, R; CUBILLOS, C; RODAS, A. 2007. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. En: Acta Agronómica. Vol.56, No. 2, p.8; 11.
- CAMPOS, R; CARREÑO, E; GONZALEZ, F. 2004. Perfil metabólico de vacas nativa colombianas. En: Revista Orinoquia. Vol. 8, No. 2. P.39.
- CARBALLO, C. 2000. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal [En línea]. Culiacán 2 ed. México: Zootenocampo, Sinaloa: 012707. Disponible en Internet: [www.zootenocampo.com/Documentos/germinados.html](http://www.zootenocampo.com/Documentos/germinados.html).
- CAY, G.H.; SOFIC, E.; PRIOR, R.L. 1996. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. A news extract from. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry. 44:3426-3431.

- CEBALLOS, A; VILLA,N; BOHORQUEZ, A.; QUICENO, J.; JARAMILLO, M.; GIRALDO, G. 2002. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. Revista colombiana de ciencias pecuarias. Vol 15:1.
- CEBRA, C. K. GERRY, D.M. GETZY, M.; FETTMAN. 1997. Hepatic lipidosis in anorectic, lactating Holstein cattle: Retrospective study of serum biochemical abnormalities. Journal of Veterinary Internal Medicine. V.11.
- CLINICA VETERINARIA CARLOS ALBERTO MARTINEZ HOYOS. 2010. Universidad de Nariño. Manual de procedimientos de Laboratorio. Pasto. P.127.
- CÓRDOVA, D.; ROMERO, G.; VALDEZ, M.; HERNÁNDEZ, G.; y GALLARDO, E. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. Acta Universitaria [en línea]: Disponible en:<<http://redalyc.org/articulo.oa?id=41611810002>> ISSN 0188-6266
- CORDOBA, G. y RAMIREZ, C. 2006. Actividad agrícola: La cebada. [En línea] [www.monografias.com/trabajos30/la-cebada/lacebada.html](http://www.monografias.com/trabajos30/la-cebada/lacebada.html).
- CHEEKE, P.R. 1995. Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza: Acribia.
- CHURCH, D.C. Y POND.W.G. 1998. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. España: Acribia.
- DELGADO, A. 2001. Manejo de Terneraje. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. Vol. 12 – Núm. 2. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- DHIR (Diary Herd Improvement Registry U.S.D.A.). Holstein Friesian [En línea] <http://www.veterin.unam.mx/fmvz/en línea/bovinos/holstein 2 o jersey.htm>

- DUQUE, M. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine)*, Vol 24, No 1
- FAO. 1993. El maíz en la alimentación humana. Roma. [En línea] [www.fao.org/docrep/T0395500.html](http://www.fao.org/docrep/T0395500.html).
- FAO. 2002. Manual técnico: Forraje verde hidropónico. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- FEDNA. 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. Segunda edición. Madrid.
- FEDNA. 2004. Raygrass verde. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. Madrid.
- FERNANDEZ, G y GISPERT, C. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Oceano, grupo editorial S.A. 2002. Barcelona.
- FRENCH, M.H. 1968. Razas europeas de ganado bovino. Editorial FAO, Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia, HOMEDE.
- FORD, E.J.H. 1976. Paraclinical semiology of cattle. Reports et resumes IX Congress International sur les maladiesder Betail. Paris.
- GARCES, A. 2008. Evaluación de germinados de Maíz (*Zea mayz*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Lenteja (*Lens culinaris*) y su influencia en índices productivos en la primera fase de postura en codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Tesis de grado (zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia

- GARCIA, M; SALAS, L; ESPARZA, J; PRECIADO, P. 2013. Producción y calidad fisicoquímica de leche de cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de Maíz. *Agronomía Mesoamericana*.
- GARCIA, R. 2007. Geminación (online). *Journal 2* ed. Argentina: Unión vegetariana internacional. (citado en 2007- 6-06). Reed Mangels: V0053N. Disponible en Internet: <URL:<http://www.uva.org.ar/germinados.html>>
- GASQUE, G. R. 2008. Enciclopedia Bovina. Capítulo 3: Cria de Becerraas Lecheras. Primera edición. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autonoma de Mexico.
- GIL, V. 2009. Produccion de forraje verde hidroponico. Perú
- GONZALEZ F.H.D.; SILVA, S.C. 2006. Bioquímica clínica de lípidos. En: Introducción a la bioquímica clínica veterinaria. Porto Alegre. Universidad Federal de Rio Grande.
- GONZÁLEZ HD, WITWER F, CONTRERAS PA. 2000. Perfil metabólico em ruminantes. seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GONZALEZ, D.; QUINTERO, A. 2011. Manejo de las novillas de reemplazo. Unidad de investigación en producción Animal. Facultad de ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- GRUMMER, R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism n feeding the transition Dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820 - 2833
- HAMMOND, A. 1998. Uso de los niveles de Nitrógeno Ureico en sangre (BUN)y leche (MUN) como guía para la suplementación proteica y energética en bovinos. En: *Revista Corpoica, ciencia y tecnología agropecuaria*. Vol. 2.



- HARVEY, WnC. y HILL, H. 1969. Leche, producción y control. Editorial Academia. León, España.
- HERNANDEZ, A. 2000. Los cereales en la nutrición [En línea]. Madrid. [www.saludalia.com/vivirsano/nutricion/loscereales.htm](http://www.saludalia.com/vivirsano/nutricion/loscereales.htm)
- HERNANDEZ, M.J. 1998. Manual de nutrición y alimentación del ganado. Ministerio de agricultura, Madrid. Ministerio de agricultura, pesca y Alimentación. 2 Ed.
- HINCAPIE, L. 1995. Manual de Medicina interna de Bovinos. Universidad de Antioquia. Medellin – Colombia.
- HOLDRIDGE, L. R. 1982. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 1967. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA).
- INCHAUSTI, D. y TAGLE, C.E. 1980. Bovinotecnia. 6ª ed. Editorial El ateneo. Buenos Aires, Argentina.
- INSUASTY, E. 2011. Efecto del arreglo silvopastoril Aliso (*Alnus acuminata Kunth*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum H.*) sobre el comportamiento productivo en novillas Hosteín en el Altiplano del Departamento de Nariño. Proyecto trabajo de grado. Universidad de Nariño.
- JIMENEZ, J Y NOGUERA, M. 2008. Valoración Nutritiva de Granos Germinados de Arveja (*Pisum sativa*), Trigo (*Triticum aestivum L*) y Avena (*Avena sativa*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de levante y engorde. Tesis pregrado. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia.
- JUDKINS, F.H. y KEENER, A.H. 1983. La leche, su producción y procesos industriales. Editorial C.E.C.S.A. México D.F. p. 71-80.

- KANEKO, J.; HARVEY, J.; BRUSS, M. 1997. Clinical Biochemistry of domestic Animals. Fifth Edition. Academic Press.
- LOPEZ, E; ORTIZ, J; SALAS, S. 2009. Estudio comparativo de perfiles metabólicos de vacas lecheras en tres etapas de producción, en dos fincas con diferentes sistemas de fertilización de praderas en el Municipio de Guachucal departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Pasto. Colombia.
- MAYNARD, L.; LOOSLY, J; HINLZ, H; WARNER, R. 1981. Nutrición animal. México: McGraw Hill.
- MOLINA, J; TERMAL, B. 2004. Utilización de heno y henolaje de Alfalfa (*Medicago sativa*) en la alimentación de terneras Holstein Mestiza en periodo de recría, 5- 8 meses. Pasto – Colombia. Tesis pregrado. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia
- NIEVES, M y MAGE, D. 1989. Producción de avena forrajera bajo condiciones hidropónicas, utilizando dos sustratos y el sistema NFT. Pasto – Colombia. Tesis pregrado. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Zootecnia.
- NORO, M. 2013. Valoración y diagnóstico de enzimas hepáticas en perfiles bioquímicos sanguíneos de vacas lecheras. Revista MVZ. Córdoba. 18(2)
- OETZEL, G.R. 1996. Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incident of periparturient diseases. J. Am. Vet. Med. Assoc. 109:958.
- ORSKOV, O. 1982. Nutrición proteica de los rumiantes. España: Acribia..
- PAYNE, J.M; DEW, S.D; MANSTON, R AND FAULKS, M. 1970. The use of metabolic profile test in dairy herds. Vet. Rec. 87

- PAYNE, JM. 1972. The practical use of the metabolic profile test in: Prog. 1era International conference on Prod. Diss. In farm animal. Wageigen. Netjerlads.
- PLAZAS, J E y GONZALEZ, D. 2012. Comparación de dos métodos de cría de terneras Holstein, pastoreo y estabulación en la finca Villa María municipio Firavitoba – Boyacá. Revista Conexión Agropecuaria Vol. 2 - Núm. 1, Enero - Junio.
- PRESTON, T y LENG, R. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. Segunda edición. CONDRIT. Cali, Colombia.
- PULIDO, J. 1987. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). División de bovinos. Programa de ganado de leche. Tibaitatá: ICA.
- RODRIGUEZ, A. 2003. Como producir forraje verde hidropónico. Editorial Diana, México D.F. 113p.
- RODRIGUEZ, E. 2007. Catálogo de propiedades nutrimentales, nutraceuticas y medicinales de la cebada. [En línea]: [www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/cadenasagropecuarias/docs/303,48.235.138.1308-08-2007cebada%20medicinal.pdf](http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/cadenasagropecuarias/docs/303,48.235.138.1308-08-2007cebada%20medicinal.pdf)
- ROWETT. 1995. Alimentación de ruminates. Zaragoza: Acribia.
- SAS (Statistical Analysis System). 1998. SAS/STAT User's guide: Statistics. NC. USA.
- STAMEY, J.A. ; JANOVICK, N. A; KERTZ, A. F and DRACKLEY, J. K. 2012. Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. Journal of Dairy Science. Vol.95 No. 6.
- TIMARAN, S y CEBALLOS, H. 1984. Efectos de una dieta suplementaria con base en cebada y trigo germinados en la alimentación de cuyes. Pasto. P.60. Tesis de grado

(zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

URBANO, J.F. 2012. Utilización de los germinados de Maiz (*Zea mayz*) y trigo (*triticum spp.*) en la alimentación de animales no rumiantes. Pasto. Monografía (Especialista en producción de recursos alimentarios para especies pecuarias). Universidad de Nariño. Vicerrectoría de Investigaciones, Posgrados y Relaciones Internacionales. Facultad de Ciencias Pecuarias.

URBINA, N. 1996. Ganado lechero. Educación superior abierta y a distancia. Bogotá: UNISUR.

VILLALOBOS, L y SANCHEZ, J. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agron. Costarricense* [online]. Vol.34, No. 1. Disponible en:

[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037794242010000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037794242010000100004&lng=en&nrm=iso)

WATTIAUX, M. A. 2003. Crianza de terneras del destete al parto. Alimentación e instalaciones. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo internacional de la Industria Lechera. Esenciales Lecheras 34. Universidad de Wisconsin-Madison.

WATTIAUX, M.A. 2003. Crianza de novillas - del destete al parto. Alimentación e instalaciones. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo internacional de la Industria Lechera. . Esenciales Lecheras 35. Universidad de Wisconsin-Madison.

ZAPATA, L. 1987. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). División de bovinos. Programa de ganado de leche. Tibaitatá: SER.

ZULETA, E. 1947. "Excelente ha sido la adaptación del Holstein en Antioquia", Holstein Colombiana 10.

# ANEXOS

**Anexo 1. Análisis de varianza y pruebas de Tukey****1.1. Consumo de materia seca total**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0,39575833	0,13158611	8,05	0,0084
<b>Error</b>	8	0,13073333	0,01634167		
<b>Total correcto</b>	11	0,52549167			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.751217</b>	3.015558	4.239167

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	4.4433	3	T3
<b>A</b>	4.3500	3	T0
<b>AB</b>	4.2000	3	T2
<b>B</b>	3.9633	3	T1

**1.2. consumo total de proteína**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.02549167	0.00849722	19,99	0,0004
<b>Error</b>	8	0.00340000	0.00042500		
<b>Total correcto</b>	11	0.02889167			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0,882319</b>	2.820825	0.730833

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.78333	3	T0
<b>AB</b>	0.75667	3	T3
<b>B</b>	0.72333	3	T2
<b>C</b>	0.66000	3	T1

### 1.3. Consumo total de energía

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.14283333	0.04761111	7.51	0.0103
<b>Error</b>	8	0.05073333	0.00634167		
<b>Total correcto</b>	11	0.19356667			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.737903</b>	3.060906	2.601667

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	2.78333	3	T3
<b>AB</b>	2.59000	3	T2
<b>B</b>	2.52000	3	T1
<b>B</b>	2.51333	3	T0



**1.4. Consumo materia seca del forraje**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0,75450000	0.25150000	23.32	0.0003
<b>Error</b>	8	0.08626667	0.01078333		
<b>Total correcto</b>	11				

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.897395</b>	2.893901	3.588333

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	3	T0
<b>AB</b>	3	T3
<b>B</b>	3	T2
<b>B</b>	3	T1

**1.5. Consumo materia seca del suplemento**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.20020000	0.06673333	58.88	<0.0001
<b>Error</b>	8	0.00906667	0.00113333		
<b>Total correcto</b>	11	0.20926667			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.956674</b>	5.152809	0.653333

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.77000	3	T3
<b>AB</b>	0.74000	3	T1
<b>B</b>	0.66333	3	T2
<b>B</b>	0.44000	3	T0

### 1.6. Aporte proteico forraje

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.02430000	0.00810000	21.60	0.0003
<b>Error</b>	8	0.00300000	0.00037500		
<b>Total correcto</b>	11	0.02730000			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.890110</b>	3.002313	0.645000

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.70333	3	T0
<b>AB</b>	0.66333	3	T3
<b>B</b>	0.63333	3	T2
<b>C</b>	0.58000	3	T1

**1.7. Aporte energético del forraje**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.24702500	0.08234167	23.98	0.0002
<b>Error</b>	8	0.02746667	0.00343333		
<b>Total correcto</b>	11	0.27449167			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.899936</b>	2.864097	2.045833

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	2.23333	3	T0
<b>AB</b>	2.09667	3	T3
<b>B</b>	2.01667	3	T2
<b>C</b>	1.83667	3	T1

**1.8. Aporte proteico suplemento**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.00049167	0.00016389	9,83	0.0046
<b>Error</b>	8	0.00013333	0.00001667		
<b>Total correcto</b>	11	0.00062500			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.786667</b>	4.665695	0.087500

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.096667	3	T3
<b>AB</b>	0.090000	3	T2
<b>B</b>	0.083333	3	T1
<b>B</b>	0.080000	3	T0

### 1.9. Aporte energético del suplemento

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.32670000	0.10890000	103.71	<0.0001
<b>Error</b>	8	0.00840000	0.00105000		
<b>Total correcto</b>	11	0.33510000			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.974933</b>	5.838505	0.555000

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.68333	3	T1
<b>A</b>	0.68333	3	T3
<b>B</b>	0.57333	3	T2
<b>C</b>	0.28000	3	T0

**1.10. Incremento de peso**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.00190000	0.00063333	0.82	0.5197
<b>Error</b>	8	0.00620000	0.00077500		
<b>Total correcto</b>	11	0.00810000			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.234568</b>	9.127483	0.3050

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.31333	3	T3
<b>A</b>	0.31333	3	T0
<b>A</b>	0.31000	3	T2
<b>A</b>	0.28333	3	T1

**1.11. Conversión alimenticia**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>
<b>Modelo</b>	3	0.93390000	0.31130000	0.20	0.8912
<b>Error</b>	8	12.24260000	1.53032500		
<b>Total correcto</b>	11	13.17650000			

<b>R- cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Media</b>
<b>0.070876</b>	8.851972	13.97500

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	14.330	3	T3
<b>A</b>	14.100	3	T0
<b>A</b>	13.900	3	T1
<b>A</b>	13.570	3	T2

### 1.12. Cuerpos cetonicos

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Muestra inicial</b>				<b>Muestra final</b>			
		Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	0.04916667	0.01638889	1.64	0.2560	0.05666667	0.01888889	0.55	0.6605
<b>Error</b>	8	0.08000000	0.01000000			0.27333333	0.03416667		
<b>Total</b>	11	0.12916667				0.33000000			

correcto

<b>R- cuadrado</b>	<b>Muestra inicial</b>			<b>Muestra final</b>		
	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado
<b>0.380645</b>	29.26829	0.341667	0.171717	41.07606	0.45	

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	<b>Muestra inicial</b>				<b>Muestra final</b>		
	<b>MEDIA</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>		<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Dieta</b>
<b>A</b>	0.43333	3	T3	<b>A</b>	0.5333	3	T0
<b>A</b>	0.36667	3	T2	<b>A</b>	0.5000	3	T3
<b>A</b>	0.30000	3	T1	<b>A</b>	0.4000	3	T2
<b>A</b>	0.26667	3	T0	<b>A</b>	0.3667	3	T1

## 1.13. Glucosa

Fuente	GL	Muestra inicial				Muestra final			
		Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	829.666667	276.555556	0.96	0.4582	199.000000	66.333333	0.81	0.5224
<b>Error</b>	8	2311.333333	288.916667			654.000000	81.750000		
<b>Total</b>	11	3141.000000				853.000000			

correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.264141</b>	26.35279	64.50000	0.233294	14.70174	61.50000

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	Muestra inicial			Muestra final			
	MEDIA	N	Dieta	Media	N	Dieta	
<b>A</b>	75.33	3	T3	A	67,000	3	T0
<b>A</b>	69.67	3	T4	A	62.667	3	T3
<b>A</b>	58.00	3	T1	A	60.667	3	T1
<b>A</b>	55.00	3	T2	A	55.667	3	T2

## 1.14. ALT

Fuente	GL	Muestra inicial				Muestra final			
		Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	3444.7958333	114.9319444	1.53	0.2789	18.56249167	6.18749722	0.73	0.5648
<b>Error</b>	8	599.3933333	74.9241667			68.24380000	8.53047500		
<b>Total</b>	11	944.1891667				86.80629167			

correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.365177</b>	42.20662	20.50833	0.213838	7.568699	38.58917

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Muestra inicial				Muestra final			
	MEDIA	N	Dieta		Media	N	Dieta
<b>A</b>	28.867	3	T1	<b>A</b>	39.867	3	T2
<b>A</b>	21.000	3	T0	<b>A</b>	39.773	3	T1
<b>A</b>	17.767	3	T2	<b>A</b>	37.607	3	T3
<b>A</b>	14.400	3	T3	<b>A</b>	37.110	3	T0

#### 1.15. AST

Muestra inicial						Muestra final			
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	528.669167	176.223056	0.33	0.8043	4121.925625	1373.975208	2.25	0.1593
<b>Error</b>	8	4276.72000	534.590000			4875.845400	609.480675		
<b>Total</b>	11	4805.389167				8997.771025			

correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.110016</b>	29.64573	77.99167	0.458105	19.11143	129.1775



Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Muestra inicial				Muestra final			
	MEDIA	N	Dieta		Media	N	Dieta
A	87.53	3	T2	A	151.17	3	T2
A	78.87	3	T0	A	142.20	3	T1
A	76.67	3	T1	A	119.02	3	T3
A	68.90	3	T3	A	104.33	3	T0

### 1.16. Triglicéridos

Muestra inicial						Muestra final			
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	4.44000000	1.48000000	2.01	0.1910	38.4463583	12.8154528	0.76	0.5471
<b>Error</b>	8	5.88666667	0.73583333			134.8067333	16.8508417		
<b>Total</b>	11	10.32666667				173.2530917			

correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.429955</b>	21.62539	3.96667	0.221909	47.86681	8.575833

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Muestra inicial			Muestra final				
	Media	N	Dieta		Media	N	Dieta
A	5.0000	3	T2	A	10.667	3	T1
A	3.8000	3	T3	A	9.800	3	T0
A	3.6000	3	T1	A	7.770	3	T3
A	3.4667	3	T0	A	6.067	3	T2

## 1.17. Albumina

Fuente	GL	Muestra inicial				Muestra final			
		Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	0.85666667	0.28555556	2.40	0.1437	0.81409167	0.27136389	1.09	0.4064
<b>Error</b>	8	0.95333333	0.11916667			1.98680000	0.24835000		
<b>Total</b>	11	1.81000000				2.80089167			

correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.473297</b>	10.30463	3.350000	0.290654	14.17437	3.515833

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	Muestra inicial			Muestra final			
	Media	N	Dieta	Media	N	Dieta	
<b>A</b>	3.8000	3	T3	A	3.7533	3	T3
<b>A</b>	3.2667	3	T0	A	3.7133	3	T0
<b>A</b>	3.2333	3	T2	A	3.5000	3	T1
<b>A</b>	3.1000	3	T1	A	3.0967	3	T2

## 1.18. BUN

Fuente	GL	Muestra inicial				Muestra final			
		Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	84.6875000	28.2291667	0.82	0.5173	88.3322917	29.4440972	0.85	0.5048
<b>Error</b>	8	274.6006000	34.3250750			277.3243333	34.6655417		
<b>Total</b>	11	359.2881000				365.6566250			

correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.235709</b>	33.10970	17.69500	0.241572	32.96148	17.86250

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Muestra inicial				Muestra final			
	Media	N	Dieta		Media	N	Dieta
<b>A</b>	22.060	3	T0	<b>A</b>	22.343	3	T0
<b>A</b>	17.233	3	T2	<b>A</b>	17.430	3	T2
<b>A</b>	16.563	3	T3	<b>A</b>	16.540	3	T3
<b>A</b>	14.923	3	T1	<b>A</b>	15.137	3	T1

#### 1.19. Proteínas totales

Muestra inicial						Muestra final			
Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
<b>Modelo</b>	3	32.9166667	10.9722222	0.42	0.7450	41.0766667	13.6922222	0.92	0.4734
<b>Error</b>	8	210.0000000	26.2500000			118.9600000	14.8700000		
<b>Total</b>	11	242.9166667				160.0366667			


correcto

Muestra inicial			Muestra final		
R- cuadrado	Coef. Var	Media	R- cuadrado	Coef. Var	Media
<b>0.135506</b>	7.157358	71.58333	0.256670	5.445277	70.81667

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

	Muestra inicial			Muestra final			
	Media	N	Dieta	Media	N	Dieta	
<b>A</b>	74.333	3	T0	<b>A</b>	72.267	3	T3
<b>A</b>	71.333	3	T2	<b>A</b>	72.000	3	T0
<b>A</b>	70.667	3	T3	<b>A</b>	71.333	3	T1
<b>A</b>	70.000	3	T1	<b>A</b>	67.667	3	T2

Anexo 2. Análisis Bromatológico germinado de Maíz

	<b>SECCIÓN DE LABORATORIOS</b> <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>	Código: LBE-PRS-FR-78
		Página: 1 de 1
		Versión: 2
		Vigente a partir de: 2014-01-15


LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS			
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 106A-15	
Solicitante: Sandra Ximena Salas Rueda		Muestra: Germinado de maíz		Código muestra: 372	
Dirección: Calle 19 B No. 38 - 50 El Palermo, Pasto		Procedencia: Finca: La Cruz, Corregimiento: La Caldera, Municipio: Pasto			
cc / nit: 59.834.753		Responsable del Muestreo <sup>a</sup>		Roberto Rivera	
Teléfono: 311 372 9180		Fecha de Muestreo <sup>a</sup>		AA 15	MM 11 DO 23
e-mail: cekapeca@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 15	MM 11 DO 23
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 15	MM 12 DO 15
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO					
2015-11-23 a 2015-12-15					
ANÁLISIS SOLICITADO					
Proximal, Energía, Van Soest, Minerales					

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Base Húmeda	Base Seca
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	59,4	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	40,6	
Caniza	Incheneración mufa	Gravimétrica	g/100g	0,63	1,57
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	1,72	4,25
Fibra cruda	Digestión ácido-básica, Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	0,00	0,00
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titulométrica	g/100g	4,59	11,3
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	33,6	82,6
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	180	444
Fibra Detergente Neutro	Van Soest Secuencial, Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	6,99	17,2
Fibra Detergente Ácido	Van Soest Secuencial, Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	1,31	3,23
Lignina	Van Soest Secuencial, Oxidación KMnO <sub>4</sub>	Gravimétrica	g/100g	0,30	0,76
Celulosa	Van Soest Secuencial	Gravimétrica	g/100g	0,07	2,40
Hemicelulosa	Van Soest Secuencial	Gravimétrica	g/100g	5,68	14,0
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	17,0	42,0
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,15	0,37
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,06	0,14
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,16	0,40
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,03	0,08
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	39,9	98,4
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	4,07	10,0
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	12,3	30,3
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	0,66	1,63

OBSERVACIONES	
Nota	Información suministrada por el usuario
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA	
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.	

Elaboración del Reporte: **Gloria Sandra Espinosa Narváez**  
 Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos  
 Aprobación del Reporte: \_\_\_\_\_  
 Fecha: 2015-12-15

Anexo 3. Análisis Bromatológico Germinado de Cebada

	<b>SECCIÓN DE LABORATORIOS</b> <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>	Código: LBE-PRS-FR-78
		Página: 1 de 1
		Versión: 2
		Vigente a partir de: 2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS								
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA			REPORTE No. LB-R- 106B-15					
Solicitante: Sandra Ximena Salas Rueda		Muestra: Germinado de cebada			Código muestra: 373					
Dirección: Calle 19 B No. 38 - 50 B/ Palermo, Pasto		Procedencia: Finca: La Cruz, Corregimiento: La Caldera, Municipio: Pasto								
cc / nit: 59.834.753		Responsable del Muestreo <sup>®</sup>			Roberto Rivera					
Teléfono: 311 372 9180		Fecha de Muestreo <sup>®</sup>			AA	15	MM	11	DD	23
e-mail: celapaca@hotmail.com		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio			AA	15	MM	11	DD	23
		Fecha de Emisión del Reporte			AA	15	MM	12	DD	15
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2015-11-23 a 2015-12-15								
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, Van Soest, Minerales								
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Base Húmeda	Base Seca					
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	88,0						
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	12,0						
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	0,81	2,53					
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	0,88	2,12					
Fibra cruda	Digestión ácida-bélica, Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	2,04	8,38					
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Titولométrica	g/100g	4,31	13,4					
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	24,2	75,5					
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	147	459					
Fibra Detergente Neutro	Van Soest Secuencial, Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	10,3	32,0					
Fibra Detergente Ácido	Van Soest Secuencial, Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	3,73	11,8					
Lignina	Van Soest Secuencial, Oxidación KMnO <sub>4</sub>	Gravimétrica	g/100g	0,50	1,56					
Celulosa	Van Soest Secuencial	Gravimétrica	g/100g	1,33	4,15					
Hemicelulosa	Van Soest Secuencial	Gravimétrica	g/100g	8,93	28,4					
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	66,4	207					
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,09	0,27					
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,04	0,12					
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,08	0,24					
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,03	0,11					
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	40,6	127					
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	8,58	26,8					
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	11,8	36,2					
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	mg/Kg	1,23	3,84					
OBSERVACIONES										
Nota a		Información suministrada por el usuario								
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA										
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.										

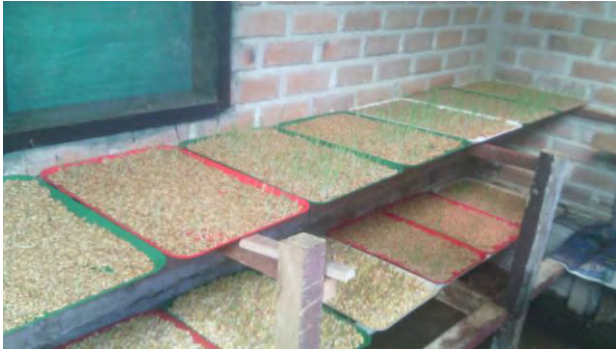
Elaborado por:  
 Gloria Sandra Espinosa Navarrete  
 Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos  
 Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó: [ ] Date: 2015-12-15

FIN REPORTE DE RESULTADOS

**Anexo 4. Germinados de Cebada, Maíz**



**Anexo 5. Animales y consumo de germinado**

