

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**UTILIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE BAGAZO DE CERVECERÍA EN  
LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS**

**Por**

**M.C. JAIRO IVÁN AGUILERA SOTO**

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
**DOCTOR EN CIENCIAS**  
con Especialidad en ALIMENTOS

Junio, 2008

**UTILIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE BAGAZO DE CERVECERÍA EN  
LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS.**

Comité de Tesis

---

Ph.D. ROQUE GONZALO. RAMÍREZ LOZANO

Director

---

DR. HUMBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

Co-Director

---

DRA. ROCIO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ.

Asesor

---

DRA. MARIA GUADALUPE DE JESÚS ALANÍS GUZMÁN

Asesor

---

DR. CARLOS AMAYA GUERRA

Asesor

**UTILIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE BAGAZO DE CERVECERÍA EN  
LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMÉSTICOS**

Comité Académico de Doctorado

---

---

---

---

---

Subdirector de Estudios de Postgrado

---

## **Dedicatoria y agradecimientos**

A Dios por dejarme sentir su presencia día a día.

A Faby y Jairo los amores de mi vida, mi alegría, inspiración, gracias por dar sentido a mi vida y disculpen el tiempo que han sacrificado por permitirme realizar este trabajo.

A mis Padres Alcira y Geludiel, hermanos Ricardo y Alejandro por su ejemplo de vida y apoyo.

A Said, Diana y Blanca.

A mis segundos Padres Aurora y Pedro y mi nueva hermana Aurora.

Al Ph.D. Roque Gonzalo Ramírez Lozano quién me ha enseñado que hacer ciencia es algo posible y ha orientado mi vida en ese sentido. Gracias por sus consejos, disciplina y lecciones de vida.

Al MVZ Miguel Ángel Castillo Pecina por su amistad y consejos durante mas de 25 años.

Al Ph. D. Carlos Aréchiga Flores por la confianza demostrada al permitirme incorporarme a la UAMVZ, además por su amistad, colaboración y ayuda durante este tiempo.

Al M.C. Marco Antonio López Carlos por su respaldo y colaboración en todas las actividades realizadas en conjunto.

Al M.C. Juan Alberto Piña Flores por ser parte importante del equipo de investigación en formación.

A los MVZ y M.C. con los que he tenido la fortuna de participar en su formación mediante la impartición de clases pero sobretodo durante la realización de trabajo de tesis, gracias por su colaboración, su ímpetu y respaldo en todas las situaciones, por no permitir el desanimo cuando hubo dificultades, por ser amigos y compañeros, por sus múltiples enseñanzas, espero estar a su altura.

Al CONACyT por el financiamiento del proyecto denominado “Desarrollo de alternativas en la utilización y aprovechamiento de esquilmos de la industria cervecera en la alimentación de animales domésticos.” apoyado por Fondos Mixtos Gobierno del Estado de Zacatecas – CONACYT con la clave ZAC C01-3136. Además de la beca de doctorado otorgada.

A los miembros del personal administrativo de la Posta Zootécnica “Donato Cortés Bañuelos”, por su colaboración decidida.

## TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
1. RESUMEN Y ABSTRACT .....	1
2 INTRODUCCIÓN .....	5
2.1 Hipótesis .....	7
2.2 Objetivos .....	8
3 ANTECEDENTES .....	9
3.1 Producción de cerveza.....	9
3.2 Proceso de producción de cerveza y obtención de subproductos.....	10
3.21 Recepción y acondicionamiento.....	10
3.2.2 Malteado .....	11
3.2.3 Macerado y filtrado de mosto.....	12
3.2.4 Ebullición, separación de proteínas y enfriamiento.....	13
3.2.5 Fermentación.....	14
3.2.6 Maduración y procesado final.....	15
3.3 Descripción de los subproductos de la industria cervecera.....	16
3.4 Alimentación de monogástricos con bagazo de cervecería.....	18
3.4.1 Aves.....	19

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
3.4.2 Porcinos.....	20
3.4.3 Otras especies de monogástricos.....	24
3.5 Alimentación de rumiantes con bagazo de cervecería.....	24
3.5.1 Niveles de inclusión de bagazo de cervecería.....	26
3.5.2 Bagazo húmedo o bagazo deshidratado.....	28
3.5.3 Desventajas del uso de BCH .....	29
3.6 Aditivos utilizables en rumiantes alimentados con BC.....	29
3.6.1 Amortiguadores.....	30
3.6.2 Ionóforos.....	30
3.6.3 Enzimas exógenas.....	31
3.6.4 Agonistas $\beta$ -adrenérgicos ( $A\beta A$ ).....	32
4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
4.1 Alimentación de cerdos con dietas líquidas fermentables a base de bagazo de cervecería	33
4.1.1 Animales y dietas experimentales.....	33
4.1.2 Fases de alimentación.....	37
4.1.3 Evaluación de la canal.....	37
4.1.4 Análisis estadístico.....	38
4.2 Características productivas y digestivas de ovinos alimentados con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo.....	38
4.2.1 Dietas experimentales.....	38
4.2.2 Prueba de alimentación.....	39



<b>Sección</b>	<b>Página</b>
4.2.3 Prueba metabólica.....	39
4.2.4 Análisis químicos.....	41
4.2.5 Análisis estadístico.....	42
4.3 Aditivos en dietas para ovinos alimentados con bagazo de cervecería húmedo (BCH).....	42
4.3.1. Dietas experimentales.....	42
4.3.2 Prueba de alimentación.....	42
4.3.3 Prueba metabólica.....	43
4.3.4 Análisis químicos.....	45
4.3.5 Análisis estadístico.....	45
4.4 Efecto del uso de monensina sódica y/o bicarbonato de sodio en dietas con BCH a ovinos.....	46
4.4.1 Dietas experimentales.....	46
4.4.2 Prueba de alimentación .....	46
4.4.3 Análisis estadístico.....	46
4.5 Características productivas, seminales y calidad de la canal de ovinos alimentados con clorhidrato de zilpaterol .....	47
4.5.1. Animales y dietas.....	47
4.5.2 Prueba de alimentación.....	47
4.5.3 Evaluación espermática.....	49
4.5.4 Calidad de la canal.....	49
4.5.5 Análisis estadístico.....	50
4.6 Efecto de aditivos sobre el comportamiento y digestibilidad de vacas lactantes alimentadas con 33% bagazo de cervecería húmedo (BCH).	50

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
4.6.1 Animales, dietas experimentales y manejo.....	50
4.6.2 Análisis químicos.....	51
4.6.3 Análisis estadístico.....	53
<b>5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>54</b>
5.1.2 Prueba de alimentación.....	54
5.1.3 Calidad de la canal.....	59
5.1.4 Costos de producción.....	60
5.2 Características productivas y digestivas de ovinos alimentados con diferentes niveles de bagazo de cervecera húmedo.....	62
5.2.2 Características productivas.....	62
5.2.3 Características digestivas.....	66
5.3 Aditivos en dietas para ovinos alimentados con bagazo de cervecera húmedo (BCH).....	69
5.3.1 Características productivas.....	69
5.3.2 Características digestivas.....	72
5.3.3 Efecto del uso de monensina sódica y/o bicarbonato de sodio en dietas con BCH a ovinos.....	78
5.4 Características productivas, seminales y calidad de la canal de ovinos alimentados con clorhidrato de zilpaterol.....	81
5.4.1 Prueba de alimentación.....	81
5.4.2 Evaluación espermática.....	83
5.4.3 Calidad de la canal.....	86

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
5.5 Efecto de aditivos sobre el comportamiento y digestibilidad de vacas lactantes alimentadas con 33% de bagazo de cervecería húmedo.....	88
5.5.1 Consumo de MS.....	88
5.5.2 Digestibilidad.....	91
5.5.3 Parámetros ruminales.....	93
5.5.4 pH.....	93
5.5.5 Amoníaco.....	94
5.5.6 Ácidos grasos volátiles.....	95
5.5.6 Producción láctea.....	98
6 CONCLUSIONES.....	102
7 LITERATURA CITADA.....	104

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Valor nutritivo de los subproductos de la industria cervecera.....	17
2	Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo para cerdos en iniciación (de 1 a 40 días y 22.5% PC).....	34
3	Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo para cerdos en crecimiento (de 40 a 80 días y 20.5% PC).....	35
4	Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo para cerdos en finalización (de 80 a 130 d 18.0% PC).....	36
5	Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas experimentales con diferentes niveles de BCH suministradas a ovinos.....	40
6	Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas con diferentes aditivos para ovinos en engorda.....	44
7	Ingredientes y composición química de la dieta experimental para ovinos en engorda alimentados con clorhidrato de zilpaterol.....	48
8	Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas con diferentes aditivos para vacas lactantes.....	52
9	Parámetros productivos de cerdos alimentados con dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo.	55
10	Características de la canal de cerdos alimentados con dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo.	61

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
11 Costos (en pesos) de alimentación por kg de de peso vivo producido de cerdos alimentados con dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo.....	63
12 Parámetros productivos de ovinos alimentados con diferentes niveles de BCH.....	64
13 Consumo de nutrientes y coeficientes de digestibilidad de ovinos alimentados con diferentes niveles de BCH.....	67
14 Parámetros ruminales de ovinos alimentados con diferentes niveles de BCH.....	68
15 Parámetros productivos de ovinos alimentados con diferentes aditivos	70
16 Consumo de nutrientes y coeficientes de digestibilidad de ovinos alimentados con diferentes aditivos.....	74
17 pH y amoníaco ruminal obtenido a diferentes periodos postalimentación de ovinos alimentados con diferentes aditivos.....	75
18 Parámetros ruminales obtenido a diferentes periodos postalimentación de ovinos alimentados con diferentes aditivos (Experimento 1).....	77
19 Parámetros productivos de ovinos con monensina sódica y/o bicarbonato de sodio.....	79
20 Parámetros productivos de ovinos alimentados con y sin clorhidrato de zilpaterol.....	82
21 Características seminales y de la canal de ovinos suplementados con clorhidrato de zilpaterol.....	85
22 Consumo de nutrientes y coeficientes de digestibilidad de vacas lactantes alimentadas con diferentes aditivos.....	89
23 Parámetros ruminales obtenido a diferentes periodos postalimentación de vacas lactantes alimentadas con diferentes aditivos.....	97

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Producción láctea (media $\pm$ error estándar de la media, l d <sup>-1</sup> de vacas lactantes alimentadas con diferentes aditivos.....	99

## 1. RESUMEN

Cerdos y ovinos de engorda y vacas lecheras fueron usados con el objetivo de evaluar la calidad nutricional del bagazo de cervecería húmedo (BCH), un subproducto de la industria cervecera. En porcinos se evaluó su comportamiento alimenticio y calidad de la canal al ser alimentados con dietas conteniendo 0, 15, 30 y 45% de BCH en base seca (BS). En ovinos se midió las características digestivas y productivas cuando consumieron dietas con 0, 15, 30, 45 y 60% de BCH, BS. Además, se evaluaron los efectos de la inclusión de bicarbonato de sodio (Bic), bentonita sódica (Ben), monensina sódica (Mon) y enzima (Enz) en las características productivas y digestivas de 60 ovinos, continuándose con la exploración del uso de Bic y/o Mon en las características productivas de 120 ovinos y finalmente se evaluó el efecto de la inclusión de clorhidrato de zilpaterol en las características productivas, seminales y de la canal de ovinos livianos ( $28 \pm 1.2$  kg) y pesados ( $40.5 \pm 1.6$  kg) alimentados con 60% BCH. Para bovinos productores de leche se evaluó la inclusión de Bic, Ben, Mon y Enz, en las características digestivas y producción láctea de vacas Holstein con cánula ruminal alimentadas con 33% BCH. En porcinos es recomendable utilizar 30% de BCH en la etapa de iniciación y 30 o 45% en crecimiento y finalización. Las características productivas y digestivas de ovinos fueron similares con la inclusión de diferentes niveles de BCH. Asimismo, la inclusión de Bic, Mon y la combinación de Bic más Mon mejoraron los parámetros productivos de ovinos alimentados con 60% BCH. En vacas

lecheras, la inclusión de Mon, Enz y Bic mejoró el consumo de MS la producción láctea y la relación de acetato:propionato.



## **ABSTRACT**

Fattening pigs and lambs and dairy cattle were used with the objective to evaluate the nutritional quality of wet brewers grains (WBG), a by-product of brewed industry. In fattening pigs, fed diets with 0, 15, 30 and 45% of WBG, dry matter basis (DM), the feedlot performance and carcass characteristics were measured. In fattening lambs, fed diets with 0, 15, 30, 45 and 60% of WBG, DM, digestion and performance characteristics were evaluated. In other trial, there were tested the effects of sodium bicarbonate (Bic), sodium bentonite (Ben), sodium monensin (Mon) and cellulase enzyme (Enz) on performance and digestion characteristics of 60 feedlot lambs fed diets with 60% WBG, DM. Subsequently, Bic and/or Mon addition were included in a 60% WBG diet for 120 fattening lambs. Finally, in other experiment, the addition of zilpaterol hydrochloride (Z) was evaluated on performance, sperm quality and carcass characteristics of heavy ( $40.5 \pm 1.6$  kg) and light ( $28 \pm 1.2$  kg) weight lambs. On dairy cattle, cannulated cows were feed a 33% WBG, DM diet and the effects on digestion characteristics and milk production of Bic, Mon, Ben and Enz were evaluated. It is suggested that pigs may be feeding with 30% WBG diets in post-weaning periods and 30 or 45% during growing and finishing periods. In feedlot sheep, grow increments and digestion characteristics of lambs were similar among treatments. Lambs fed Bic or Mon

or Bic and Mon combination had better performance characteristics than lambs on Con, Ben or Enz. In dairy cattle, the DM intake, milk production and acetate:propionate ratio were enhanced by Bic or Enz addition.

## 2. INTRODUCCIÓN

El bagazo de cervecería (BC) es el subproducto mas importante la industria cervecera, ya que por cada 100 litros de cerveza se producen 20 kg de BC (Reinold, 1997). El BC es utilizado como alimento de animales ya que provee proteína, fibra y energía en las raciones y puede proporcionar una parte significativa de la proteína requerida, además de ser una fuente significativa de fibra (Westendorf y Wolth, 2002). El BC contiene entre 22 y 28% de PC y 2.5 Mcal de energía metabolizable, (NRC, 2001). El BC puede utilizarse como BCH con 65 a 80% de humedad o BCS 12 a 5% de humedad (Grasser *et al.*, 1995). El BCS es fácil de almacenar debido a su reducido contenido de humedad; sin embargo, el uso de BCH se ha incrementado debido a los costos de producción que implican el secado. Por otra parte, el equipo necesario para el transporte y maniobra de BCH ha mejorado incrementando su disponibilidad en las diferentes explotaciones (Crawshaw, 2001). Debido a sus características nutritivas el BC puede sustituir tanto a forraje como a grano en dietas de animales domésticos (Younker *et al.*, 1999) especialmente en las explotaciones cercanas a las cerveceras.

El conocimiento del uso práctico del BCH en las dietas de animales ha sido el objeto de estudio de varias investigaciones. Sin embargo, Es posible que los rumiantes que consumen grandes cantidades de BCH tienen una rápida fermentación ruminal y pH bajo (3.8-4.8) debido al reducido tamaño de partícula y los carbohidratos rápidamente asimilables (Gierus *et al.*, 2005). Owens (1959) reporta que animales con dietas altas en

BCH son susceptibles a acidosis ruminal. Kwatra *et al.* (1983) reportan acidosis láctica en búfalos con dietas con BCH, los cuales presentaron deshidratación, ataxia, ojos vidriosos y diarrea. Morel y Lehmann (1997) encontraron acidosis ruminal sub-aguda en toretes alimentados con BCH. Mientras que Okwee-Acai y Acon (2005), reportan mayor incidencia de laminitis en vacas lecheras (47.8 vs. 24.0%) en establos que incorporan BCH en sus raciones.

En algunas ocasiones BCH puede ser fuente de contaminación y agentes tóxicos para animales ya que es posible aislar microorganismos como *Aspergillus flavus* (Wadhwa *et al.*, 1995) en BCH suministrado a búfalos diagnosticados con hepatotoxicosis, también, Simas *et al.* (2007) encontraron 1-3 g kg<sup>-1</sup> de aflatoxinas en un tercio de las muestras de BCH recolectadas en establos lecheros.

Los aditivos alimenticios son un grupo de ingredientes que mejoran la respuesta del animal al alimento sin aportar nutrientes a la dieta (Hutjens, 1991). Particularmente la monensina sodica es utilizada para manipular la fermentación ruminal (Bergen y Bates, 1984). Las enzimas fibrolíticas pueden incrementar la digestibilidad de los carbohidratos estructurales (Sheppy, 2001). Así como, la bentonita puede afectar la proporción de ácidos grasos volátiles, disminuye la tasa de pasaje del alimento, participa en el intercambio de iones e inactiva o secuestra a las micotoxinas (Kabak *et al.*, 2006). Mientras que el bicarbonato de sodio tiene actividad amortiguadora por lo que está comprobado que aumenta consumo de MS y estabiliza el pH ruminal (Hutjens, 1991).

## **2.1 HIPÓTESIS**

El bagazo de cervecería puede ser usado en dietas para porcinos y ovinos de engorda y para bovinos productores de leche, sin demeritar su productividad, como un sustituto de ingredientes alimenticios de alto costo.

## **2.1 OBJETIVOS**

### **2.1.1 Objetivo general**

Determinar y comparar las características productivas y digestivas de porcinos y ovinos de engorda y bovinos productores de leche alimentados con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo y con la adición de aditivos alimenticios.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

**2.2.2.1** Estimar el comportamiento, canal y costos de alimentación de porcinos alimentados con dietas líquidas fermentables con 0, 15, 30 o 45% de BCH.

**2.2.2.2** Comparar las características productivas y digestivas de ovinos alimentados con dietas conteniendo 0, 15, 30, 45 y 60% de BCH.

**2.2.2.3** Determinar los efectos de adición de aditivos alimenticios sobre las características productivas y digestivas de ovinos alimentados con dietas conteniendo 60% de bagazo de cervecería húmedo

**2.2.2.4** Valorar el resultado de la inclusión de clorhidrato de zilpaterol en las características productivas, espermáticas, y de la canal de ovinos alimentados con dietas conteniendo 60% de BCH.

**2.2.2.5** Evaluar el efecto de la adición de aditivos alimenticios sobre las características productivas y digestivas de vacas lecheras alimentadas con dietas conteniendo 33% de BCH.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1 Producción de cerveza**

La producción de bebidas fermentadas es una practica muy antigua, las primeras evidencias datan de hace 5 mil años (Glover, 1997). En regiones de clima frío la obtención de bebidas alcohólicas se realiza a partir de granos ya que cultivos como la uva no se adaptan a estas regiones, mientras que las gramíneas crecen durante el verano (Hardwick, 1995). La cerveza es una bebida alcohólica elaborada por la fermentación de soluciones obtenidas de cereales y otros granos que contienen almidón, la mayor parte de las cervezas se elaboran con cebada y se le agrega sabor con lúpulo. En Asia, la cerveza se elabora con arroz y recibe el nombre de sake, samsu o suk. En África se usan mijo, sorgo y otras semillas; mientras que el kvass ruso se hace con pan de centeno fermentado (Fix, 1999).

Hasta antes de 1880 la cerveza se elaboraba en granjas y monasterios para ser consumida o vendida en tabernas, estos granjeros cultivaban la cebada, producían su cerveza y con los desperdicios alimentaban el ganado (Adamic, 1997). Actualmente la producción de cerveza es un proceso industrial altamente tecnificado. Según Barth (2007) la producción de cerveza durante 2006 fue de 1,698,938 hl lo que equivale a 478.5 millones de latas o botellas de 355 ml. Durante el periodo comprendido 1996-2006 la producción ha crecido en 34%, a una tasa anual promedio de 3%. Los

principales países productores son China (20.7%), USA (13.6%), Alemania (6.3%), Rusia (5.9%), Brasil (5.5%) y México (4.6%) (FAOSTAT, 2007). Las 40 empresas mas grandes del mundo producen el 85.4% de la cerveza (Barth, 2007).

### **3.2 Proceso de producción de cerveza y obtención de subproductos**

Residuos de la fermentación de cebada se obtienen durante las diferentes etapas del proceso de elaboración de cerveza (Westendorf y Wohlt, 2002):

#### **3.2.1 Recepción y Acondicionamiento**

Este proceso comienza con la recepción del grano de cebada, el cual para poder ser procesado debe contener ciertas características como estar libre de contaminantes ya sean botánicos, entomológicos, microbianos (sobretudo hongos), defectos químicos o fisiológicos como decoloración, y compuestos inorgánicos (Gomenzo, 1987).

Para que la cebada pueda ser enviada al siguiente proceso (Malteado) es necesario que tenga una germinación mínima de 95%, por lo que en esta etapa es importante remover los posibles contaminantes, grano de mala calidad o partido por lo que se realiza un minucioso cribado utilizando mallas de 2.5, 2.4, 2.2 y 2.0 mm, teniendo por un lado la cebada a maltear y el residuo resultante se le conoce como “grano liviano” (Crawshaw, 2001). El grano a maltear sigue un periodo de dormancia o almacenado de 7-14 d.



### 3.2.2 Malteado

Consiste en un proceso de germinación controlado en el cual la semilla de cebada es convertida en malta, se divide en cuatro etapas (MacLeod, 1997):

Hidratado, el grano de cebada previamente limpio es puesto en tanques con agua a temperatura entre 5-18°C durante 2 a 3 días, el grano alcanza una humedad de 42 a 48%. Esta agua es recambiada cada 6-8 h y no es reciclada, el agua entra al embrión a través de las microvellosidades craneales e inicia la activación del metabolismo de la aleurona (Cole *et al.*, 1998; Muller y Alba-Cubertore, 2005)

Germinación, después de la hidratación o remojo la cebada es cambiada a tanques de germinación los cuales tienen agitadores que mantienen a los granos en contacto con aire húmedo a temperaturas entre 15 y 18°C (Cole *et al.*, 1998). La germinación promueve la síntesis y activación de enzimas de la aleurona y el endosperma incluyendo amilasas, proteasas,  $\beta$ -glucanasas: la acción de estas enzimas modifican completamente al almidón del endosperma (Sebree, 1997). Este proceso dura de 6 a 7 días. Al producto obtenido en esta fase se le llama malta verde.

Secado, una vez desnaturalizado el almidón, y los  $\beta$ -glucanos que protegían a la semilla, se suspende el crecimiento del embrión y es secada a temperaturas de 40-80°C durante 18 a 48 h hasta alcanzar de 4 a 5% de humedad, esto para evitar contaminación microbiana. Las variaciones en la temperatura de secado y contenido final de humedad determinan en parte el sabor, aroma y color de la cerveza que se va a producir (Holle, 2002). La malta verde posee pequeñas ramificaciones radiculares de aproximadamente 1 cm las cuales son removidas mediante los movimientos de los tambores de secado con perforaciones (Gomez, 1987), los vestigios radiculares que salen por estas

perforaciones se les conoce como “raicilla de cebada”, que es el segundo subproducto obtenido en este proceso (Crawshaw, 2001; AFRIS, 2007).

Molido, después de secada la malta es almacenada por 3 o 4 semanas para que se equilibre y homogenice, en esta etapa se tritura la malta para poder extraer los compuestos contenidos en su interior (Ockert, 2006). Es importante que la cascarilla quede lo más entera posible para evitar extraer sustancias indeseables para el proceso, por lo cual se utilizan molinos especiales (GM, 2007). La malta que contiene cantidades considerables de cascarilla es separada y es el producto conocido como “polvillo o salvado de malta” (Crawshaw, 2001).

### **3.2.3 Macerado y filtrado de mosto**

La maceración consiste en mezclar la malta molida y los adjuntos (otras fuentes de almidón como cebada, arroz, fécula de maíz, sorgo, trigo, etc.) con agua a temperatura que va incrementándose paulatinamente desde 37 hasta 78°C para permitir la hidrólisis enzimática de los componentes de la mezcla principalmente almidón, pero también proteína,  $\beta$ -glucanos arabinosilanos y solubilizar sus productos de degradación (Lewis, 2001). Durante este proceso el almidón es convertido a carbohidratos fermentables principalmente maltosa y maltotriosa o carbohidratos no fermentables como las dextrinas, mientras que la proteína es degradada a polipéptidos y aminoácidos (Sebree, 1997). De esta fase enzimática se obtiene un líquido dulce color ámbar, al cual se le conoce como “mosto”.

Una vez obtenido el mosto en el macerador es necesario separarle los residuos de malta y granos adjuntos que no fueron degradados, esto se logra mediante filtros con

falso fondo con pequeñas ranuras (Ryder *et al.*, 1988). La fracción sólida residual es conocida como bagazo de cervecería (BC) el subproducto más abundante de la industria cervecera (Mussato *et al.*, 2006). De acuerdo con Townsley (1979) el proceso de elaboración de cerveza es selectivo y solo obtiene los nutrientes del macerado (malta y granos adjuntos) necesarios para producir el mosto dejando proteínas insolubles, pared celular, residuos de cascarilla y pericarpio los cuales van a variar de acuerdo al tipo de cerveza producida.

#### **3.2.4 Ebullición, separación de proteínas y enfriamiento**

La ebullición del mosto en la olla de cocción se logra mediante un sistema de calentamiento a base de vapor para asegurar la esterilización y eliminar cualquier actividad enzimática del producto. Durante esta etapa se adiciona el lúpulo que impartirá el amargor característico a la cerveza, para algunos tipos de cerveza también se adicionan carbohidratos en forma de jarabes o azúcar de caña, esta etapa del proceso influye definitivamente en la estabilidad del sabor de la cerveza (Kollnberger, 1984).

Al terminar la ebullición del mosto es necesario separar las proteínas enturbiadoras o coaguladas (TRUB) a fin de evitar turbidez en el producto final (Van Gameron, 1995). El TRUB es una masa de partículas de proteína coagulada (Versteegh, 1990), esto se realiza en un tanque de mosto caliente, el mosto entra al recipiente de manera tangencial con lo que se logra que gire el líquido y las partículas se vayan sedimentando en el centro del recipiente, este efecto físico se debe a las fuerzas que intervienen en el movimiento de líquido y las partículas (Ruggles y Hertrich, 1985). El TRUB es mezclado con BC formando parte de este subproducto (Townsley, 1979; GM,

2007). El enfriamiento del mosto se lleva a cabo con un enfriador provisto de unas placas de acero inoxidable con canales, que hacen posible la transferencia de calor entre el refrigerante y el mosto (Lustig *et al.*, 1998; GM, 2007).

### **3.2.5 Fermentación**

El mosto clarificado después de enfriarse se inocula con alguna de las cepas de levadura principalmente *Saccharomyces cerevisiae* y/o *Saccharomyces carlsbergensis* que serán las responsables de transformar el mosto en cerveza (Kleynhans *et al.*, 1992). La cepa de levadura utilizada va a determinar en gran parte las características de la cerveza por lo que son específicas para cada tipo y empresa siendo guardadas como secreto industrial (Stewart, 2001). Aproximadamente son necesarias 10-15 millones de células de levadura por ml de mosto lo cual se alcanza con 3 kg de levadura por 1000 l de mosto (Crawshaw, 2001).

La temperatura de fermentación es un factor definitivo en el aroma y sabor de la cerveza, por lo que los tanques modernos cuentan con sistemas de alta tecnología para el control de la temperatura (GM, 2007). La fermentación no ocurre inmediatamente ya que debe esperar por el desarrollo celular para lo cual oxígeno y aminoácidos son absorbidos del mosto para la síntesis de enzimas. La multiplicación celular ocurre después de un periodo de 12 a 20 h (Murray *et al.*, 1984). Las levaduras comienzan a asimilar carbohidratos primero los monosacáridos, seguidos por disacáridos como maltosa y sacarosa, y por último trisacáridos como la maltotriosa. Es importante mencionar que los carbohidratos más complejos que pueden ser metabolizados por levaduras son los trisacáridos (Kleynhans *et al.*, 1992). Las levaduras se alimentan de

sustancias contenidas en el mosto como: carbohidratos, aminoácidos y minerales. Al realizar su metabolismo los subproductos principales que excretan son alcohol y CO<sub>2</sub> (Samp *et al.*, 2007). El proceso de fermentación dura 2 a 3 d durante los cuales se reproducirán 5 veces la cantidad de levadura, se utiliza como inóculo levadura proveniente de fermentaciones de media vida debido a que durante esta etapa la actividad es mayor (Agu, 2006).

Una vez consumidos los nutrientes contenidos en el mosto, las células de levadura se agrupan y se separan de la cerveza mediante sedimentación o flotación, para luego ser filtrados para remover la cerveza (Van der Aar, 1995). Aproximadamente el 20% de esta levadura es reutilizada como inóculo, y al 80% restante se mezcla con agua caliente para esterilizar las levaduras y mantener el secreto industrial de las líneas de levaduras (Cholerton, 2003); a este subproducto se le conoce como levadura de cervecería (Crawshaw, 2001)

### **3.2.6 Maduración y procesado final**

Durante la maduración de la cerveza se adquiere el sabor definitivo del producto, esta se lleva a cabo a temperaturas cercanas a 0°C, después de algunas semanas en reposo se logra la maduración del sabor y la cerveza esta lista para la última etapa del proceso (Hanneman, 1999; GM, 2007). Una vez que la cerveza termina su maduración, se filtra para adquirir la brillantez adecuada para envasarse (Ryder *et al.*, 1988; GM, 2007).

### **3.3 Descripción de los subproductos de la industria cervecera**

Los subproductos obtenidos durante las diferentes etapas del proceso de elaboración de cerveza son; grano liviano, raicilla de malta, polvillo o salvado de malta, bagazo de cervecería y levadura de cervecería. En la Tabla 1 se muestra el valor nutritivo de los subproductos de la industria cervecera.

El grano liviano, el cual es el primer subproducto de esta industria, tiene características nutritivas similares al grano común y corresponde en promedio al 1.8 % del grano de cebada recibido aunque en ocasiones pueden ser lotes de grano rechazados por control de calidad, es posible incluirlo en raciones de todo tipo de animales domésticos en niveles de hasta 60% (Kubik y Stock 1990; Crawshaw, 2001; AFRIS, 2007)

La raicilla de malta, consiste en vestigios del sistema radicular de la cebada, contiene mayor cantidad de proteína y pared celular que el grano, es utilizado como fuente de proteína en rumiantes, tiene un sabor amargo por lo que los niveles de inclusión es hasta 12.5% en rumiantes y 5% en monogástricos ya que de lo contrario de afecta el consumo de alimento, corresponde al 2.5% del grano utilizado en la germinación (Kubik y Stock 1990; Crawshaw, 2001; AFRIS, 2007).

El polvillo o salvado de malta, es malta rica en residuos de cascarilla, tiene un valor proteico superior al grano y olor característico que atrae a los animales, es utilizado en dietas de rumiantes en sustitución de grano, en monogástricos su nivel de inclusión es de 15%, tiene amplia demanda en el sector ganadero, corresponde al 7% de la malta producida (Kubik y Stock 1990; Crawshaw, 2001; AFRIS, 2007).

Tabla 1. Valor nutritivo de los subproductos de la industria cervecera

Subproducto	MS	PC	Ceniza	FDN	EM	Ca	P
	(%)	(%)	(%)	(%)	Mcal	(%)	(%)
Grano liviano	94.2	7.8	2.8	42.2	2.77	0.19	0.57
Raicilla	92.3	26.4	2.1	56.4	2.65	0.24	0.54
Polvillo	89.1	12.8	2.25	38.6	3.14	0.22	0.58
Bagazo	29.5	24.7	3.4	54.3	2.68	0.32	0.67
Levadura	14.2	48.2	3.8	9.4	3.21	0.25	0.88

Adaptado de Laboratorio Análisis bromatológicos UAMVZ-UAZ, NRC, 2001.

La levadura de cervecería, La levadura de cervecería en fresco se deteriora rápidamente, es una excelente fuente de proteína de gran valor biológico y digestibilidad. Se producen 24 kg de este subproducto por cada 1000 l de cerveza, puede emplearse en dietas de monogástricos, cuando la levadura contiene componentes de lúpulo, el sabor amargo disminuirá la palatabilidad de la dieta, este sabor amargo puede eliminarse mezclándolo con una solución de hidróxido sódico y fosfato sódico, de pH 10, a una temperatura de 45 a 50 °C. La levadura de cervecería se incluye en niveles de 2-5% en las raciones para los cerdos y aves de corral (Kubik y Stock 1990; Crawshaw, 2001; AFRIS, 2007).

El bagazo de cervecería, El bagazo de cervecería es el residuo del grano de cebada post fermentación formado principalmente por cascarilla, pericarpio y el embrión (Kunze, 1996). Es aproximadamente el 85% de los subproductos de la industria cervecera (Reinold, 1997) y corresponde en promedio al 31% de los granos utilizados en la fabricación de cerveza, se producen alrededor de 20 kg de bagazo por 100 litros de cerveza (Mussatto *et al.*, 2006), contiene entre 22 a 30% de materia seca, de 24 a 28% de proteína cruda en base seca y 2.81 Mcal de energía metabolizable (Kubik y Stock, 1990, Su *et al.*, 1994; NRC, 2001), la cantidad de carbohidratos solubles en agua y almidón es de 1 y 3 g/kg y tiene 0.92 kg/l de densidad (De Brabander *et al.*, 1999).

### **3.4 Alimentación de monogástricos con bagazo de cervecería**

El BC se ha utilizado en monogástricos como fuente de proteína sobretodo cuando otras fuentes de PC como soya o harina de pescado son escasas. El BC no suele incluirse en los alimentos comerciales aves o porcinos en explotaciones altamente



tecnificadas, debido a su alto contenido en fibra (Agris, 2002). Se ha calculado una digestibilidad de PC 75.4% y 2270 Kcal de EM del BCS en aves de postura (Deltoro-López *et al.*, 1981). Farhat *et al.* (1998) evaluó la energía del BCH en patos encontrando 1442 kcal/kg comparado con 4019 kcal/kg que estimó para el maíz. Potter (1979) reporta que aunque la digestibilidad de la PC del BCS fue superior a 60%, la digestibilidad de la energía es inferior a 40% en pavos en engorda.

### **3.4.1 Aves**

Se han realizado trabajos para evaluar el uso de BC en pollo de engorda, Wegner (1973) obtuvo un peso similar en grupos de pollos de engorda alimentados con 0, 32 o 42% de ensilaje de BCH después de 7 semanas, aun cuando el consumo de alimento fue de 3468 g (0%), 4674 g (32%) y 4826 g (42%) g. Ademosun (1973) recomienda incluir como máximo un 30% de BCS en dieta de pollo en engorda. Por otro lado, Deltoro-Lopez y Carmona (1981) evaluaron la inclusión de 0, 10, 20, 30 o 40% de BCS en dietas isoenergéticas e isoproteicas, durante tres periodos experimentales 0-4, 4-8 y 8-12 semanas de edad, encontrando que la inclusión de mas de 20% durante 0-8 semanas y 30% durante 8-12 semanas reduce la ganancia de peso, aunque la dieta no afectó el consumo de alimento o el rendimiento en canal, sin embargo las canales de pollos alimentados con BCS tuvieron menos grasa abdominal tendiendo una relación proteína-grasa superior desde las dieta con 10%. No obstante, Sindondji (1990) no encontró diferencia en el sabor de pollos alimentados con el 30% de BCS o una dieta comercial. Demeke (2007) utilizó 0, 23 y 46% de BCS en dietas de pollo de engorda obteniendo parámetros productivos similares entre 0 y 23%, recomendando el 23%

En aves de postura, Yeong y Faizah (1986) recomiendan niveles de inclusión de BCS superiores al 10% manteniendo los niveles de energía en la dieta, utilizaron 0, 10, 20 y 30% de BCS en dietas de aves en postura, la inclusión de BCS redujo la conversión alimenticia en las dietas con 20 y 30% de BCH sin embargo estas dietas no eran isoenergéticas. Deltoro-Lopez *et al.* (1981) evaluó la inclusión de 0, 15, 30, 45 o 60% de BCS en la dieta de gallinas, consideran que dietas con 15 y 30% son adecuadas para aves en postura, mientras que con 45% los parámetros no se afectan radicalmente aunque las aves pierden peso y el cascarón es mas frágil, la inclusión de 60% disminuyó todos los parámetros evaluados, por otro lado estos autores también evaluaron el uso de 90% de BCS lo cual provocó disminución substancial en consumo, peso y después de 2 semanas inhibición de la postura; mientras que Pfaff *et al.* (1990) evaluaron la incubabilidad de huevos producidos de gallinas alimentadas con de 0, 15, 30 o 45% de BCS, encontrando que la fertilidad de los huevos era mayor con dietas de 30 y 45% de BCS.

Onwundike *et al.* (1986) encontraron que la incorporación de arena a la dieta incrementa la digestibilidad del BCS debido a que ayudan en el trabajo de la molleja. Se ha considerado que existe un factor no identificado, que contiene el BC al que se le pueden atribuir el mejor crecimiento y conversión del alimento para los pollos, y la mayor fertilidad e incubabilidad de los huevos (AFRIS, 2002).

### **3. 4.2 Porcinos**

De manera general el BC no se emplea en alimentación de cerdos, aunque se pueden suministrar en pequeñas cantidades, con buenos resultados, a las cerdas y a los

cerdos que hayan alcanzado un peso de 35 kg, aproximadamente (AFRIS, 2007). Desde 1956 Henry y Morrison, describieron el uso de BG en dietas de cerdos.

Existe controversia y continua siendo un tema de investigación la cantidad de BC que puede incluirse en una ración para porcinos. AFRIS (2002) menciona que depende de la edad del cerdo, pero recomienda incluir como máximo el 50% de la proteína a partir de BC, sin disminuir el crecimiento o de la eficacia del alimento. Sin embargo, Kornegay (1973) encontró que al incrementarse los niveles de BC en la dieta basal de porcinos, la EM y la digestibilidad de la PC disminuyen, sugiriendo que esto era debido a la inclusión de mayores niveles de FC, determinó valores de 2.65 Mcal/kg ED y 2.38 Mcal/kg de EM, para el BCS.

Young e Ingram (1968) alimentaron porcinos con de 23% de BCS sin una reducción significativa en la ganancia de peso o disminución en la calidad de la canal, mientras que al incrementarse la cantidad de bagazo de cervecería se incrementó la cantidad de FC. Por otro lado, Aletor y Ogunyemi (1990) usaron 0, 10, 20 y 40% de BCS, encontrando que solo durante los primeros 15 días la ganancia de peso fue diferente y similar durante los periodos subsecuentes. Asimismo, el consumo de alimento fue menor al incrementarse los niveles de BC en la dieta, mientras que la conversión alimenticia fue mayor al incrementarse el BC en la dieta.

Amang *et al.* (2007) evaluaron la inclusión de ensilaje de BCS en la engorda de porcinos durante tres etapas de desarrollo en iniciación 0, 10, 20 y 30%, en crecimiento 0, 30, 40 y 50% y en finalización 0, 50, 60 y 70%, encontrando diferencias en consumo de MS debidas a la inclusión de BC durante las diferentes etapas, recomendando la inclusión de 30% en iniciación, 40 o 50% durante crecimiento y 50% en finalización, la inclusión de 30% de BC durante iniciación redujo en 32% los costos por kg de cerdo

producido, mientras que durante el crecimiento los costos de producción por kg fueron similares, mientras que en la finalización el control y 50% tuvieron un costo similar mientras que 60 y 70% aumentaron los costos de producción por kg en 50 y 80%, respectivamente. Pelevina (2007) incluyó 0, 5, 8 y 10% de BCS en dietas de porcinos obteniendo ganancia de peso similar (370 g/d) y conversión alimenticia (4.45 kg) sin embargo los costos de producción se redujeron en 8 y 9%.

Amaefule *et al.* (2006) incluyeron 0, 30, 35 y 45% de BCS en la dieta de porcinos evaluando la digestibilidad de MS, PC, FC, ELN, EE y energía siendo similar para MS (75%), y PC (84%), mientras que fue diferente para la digestibilidad de FC (70.6% control y 59.3% en las dietas con BCS), ELN (87.3% control y 76.6% en las dietas con BCS), el balance de N y la utilización de proteína fueron similares excepto en el consumo de N el cual fue mayor en el tratamiento al 30% aunque la retención de N fue menor numéricamente al incrementarse los niveles de BCS y recomienda un nivel de inclusión de 35%.

Aning *et al.* (1994) compararon la inclusión de 75% de BCS y BCH almacenado sin ningún tratamiento en la alimentación de cerdos en engorda, y detectaron menor consumo y la ganancia diaria en los cerdos con la dieta con BSH desde el día 7 de almacenaje, además aislaron *Clostridium perfringens* tipo A y *Aspergillus spp.* desde el día 4 de almacenaje, por lo que recomienda no ofrecer BCH después de 7 días de almacenaje. Altizio *et al.* (2000) incorporaron 25% BCH en dietas de cerdos en engorda a partir de los 40 kg obteniendo consumo de alimento similar, ganancia diaria menor de 930 g/d (Control) vs 833 g/d (BCH) con  $p=0.07$ , conversión alimenticia de 3.3 vs 3.6  $p=0.15$ . El rendimiento en canal y en cortes fue similar aun cuando las canales de los animales alimentados con BCH tendieron a ser más magras. Meffeja *et al.* (2007)

evaluaron la digestibilidad de las dietas con 0, 20, 30 y 40% del ensilaje de BCH en porcinos, encontrando que el consumo MS se incrementó conforme aumentó BCH, lo cual sucedió a la inversa con la digestibilidad de la MS (73.9, 72.4, 68.9 y 63.4% para las dietas con 0, 20, 30 y 40% de ensilaje de BCH).

De acuerdo con Holden y Zimmerman (1991) el BCS puede ser incluido en grandes proporciones en la dieta de animales en gestación, no debe de ser incluido en dietas de iniciación y puede ser usado en proporciones menores al 5% en dietas de lactancia y engorda, debido a su naturaleza fibrosa (13 a 16 % de FC) y su pobre contenido de energía. Walhstrom y Libal (1976) utilizaron satisfactoriamente hasta el 40% de BC en dietas de cerdas en gestación, obteniendo incrementos de peso durante la gestación de 39.5, 47.6 y 32.7 kg para cerdas alimentadas con 0, 20 y 40% de BC, respectivamente, y no detectaron diferencias entre tratamientos en; tamaño de camada, peso de los lechones, peso de la camada al nacer y peso al destete. El BC puede ser utilizado para evitar los problemas de constipación de las cerdas durante la gestación (Crashaw, 2001). Calvert (1991) menciona que gracias a la inclusión de subproductos fibrosos como el BC en dietas de porcinos estos podrían obtener energía de la fermentación en ciego e intestino grueso

Aun cuando tienen un alto contenido de PC (24-30%) la alimentación con BC tiene las mismas limitaciones que el grano de cebada, que es la deficiencia en lisina y treonina, por lo que es necesaria la inclusión de ingredientes ricos en estos aminoácidos o la incorporación en premezclas (Westendorf y Wohlt, 2002). Asimismo, es importante considerar que la utilización de fibra puede ser influenciada por la presentación física de la dieta y la adaptación del animal a la fuente de fibra (Pollman *et al.*, 1979).

### **3.4.3 Otras especies de monogástricos**

El BCS puede ser un excelente componente de dietas de equinos debido a la cantidad de PC y FC en sustitución de concentrado o forraje. Cunha (1991) alimentó caballos adultos con hasta el 40% de BCS en sustitución de harina de soya o grano de avena en la dieta, sin encontrar diferencias en la digestibilidad de MS, PC, ED, FDN y carbohidratos solubles. Dicho autor también alimento a potros de hasta un año de edad recomendando el uso del 20% de BCS.

Al igual que en porcinos, es importante considerar que los niveles de lisina sean los adecuados después de incluir mas del 20% BCS, ya que se requiere 1.9 g de lisina por Mcal de ED para soportar el máximo crecimiento de potros post-destete (Ott *et al.*, 1981). No existen reportes del uso de BCH en dietas de equinos aun cuando se podría utilizar cuidando el tiempo de almacenaje ya que esta especie es muy susceptible a aflatoxinas (Westendorf y Wohlt, 2002).

En caninos, Visek *et al.* (1976) evaluaron el uso de 0, 20 y 40% de BCS en dietas de caninos raza beagle adultos y en crecimiento durante un año, encontrando que la apariencia general, salud y peso de los animales fueron similares, solo el peso de las crías al nacimiento fue menor con el tratamiento con 40% de BCS, asimismo recomiendan utilizar 20% de BCS.

### **3.5 Alimentación de rumiantes con bagazo de cervecería**

El BC ha sido utilizado como alimento de rumiantes durante siglos; sin embargo, la cantidad a utilizar debe ser limitada por su alto contenido de humedad y presencia de compuestos de la fermentación, ya que estos factores pueden afectar el consumo

(Westendorf y Wohlt, 2002). Debido a sus características nutritivas el bagazo de cervecería puede sustituir tanto a forraje como a grano en dietas para rumiantes (Younker *et al.*, 1999). Sin embargo los ingredientes, productos de fermentación y con alto contenido de humedad, pueden reducir el consumo de materia seca (Holter y Urban, 1992).

El contenido de MS en la dieta determina el consumo de alimento. Lahr *et al.* (1983) agregaron agua al mezclar raciones integrales y concluyen que vacas lecheras reducen el CMS en dietas con menos de 63% de MS. Sin embargo, Robinson *et al.* (2001) encontraron consumo similar al utilizar dietas con 35, 45, 60 y 65% de MS. Pasha *et al.* (1994), reportan una disminución del 12% en el consumo de MS al alimentar *Poa pratensis* fresco o henificado (22 vs. 85.8% MS, respectivamente) en ovinos.

La fermentación ruminal del bagazo de cervecería es rápida debido al tamaño de partícula y a la presencia de carbohidratos rápidamente degradables en rumen (Armentano *et al.*, 1986, Gierus *et al.*, 2005), aun cuando es rica en carbohidratos estructurales hasta el 45% del bagazo es celulosa y arabinosa, aunado a un pH de entre 4.8 y 3.8 predispone a la acidificación del medio ambiente ruminal (Chiou *et al.*, 1998).

Belibasakis y Tsirgogianni (1996) sustituyeron el silo de maíz por bagazo de cervecería en dietas isoproteicas obteniendo una producción láctea de 24.8 y 21.7 kg/día para la dietas con bagazo de cervecería y silo, respectivamente, mientras que el porcentaje de grasa en leche fue de 3.82 a 4.08% para la dieta de silo de maíz y bagazo, respectivamente.

Cozzy y Polan (1994) utilizaron bagazo de cervecería en sustitución parcial del pasta de soya como ingrediente proteico, reportando 8% de aumento en el consumo de

materia seca y 12% en la producción láctea, esto debido a la mayor cantidad de proteína no degradable en rumen y al mejor perfil de aminoácidos del BC en comparación con la soya. Carroll *et al.* (1997) mencionan que el 40% de la proteína del bagazo es de sobrepaso o no degradable en rumen, sin embargo, es deficiente en lisina (Shaver, 1989). Por otro lado, Yang *et al.* (1998) reportan también aumento en el consumo pero disminución en la producción láctea al usar BCH como única fuente de proteína. En un trabajo similar Younker *et al.* (1999) utilizaron bagazo de cervecería en sustitución de forraje o ingredientes proteicos sin encontrar diferencias en pH, amoníaco y ácidos grasos volátiles de líquido ruminal, pero el consumo de alimento se redujo en 11% cuando el bagazo sustituyó al forraje en la ración, calculando una tasa de pasaje ruminal de 7%/hr.

Yang *et al.* (2000) engordaron cabritos con bagazo de cervecería reduciendo sus costos de producción en 27%. Yang-Lian (1998), reporta la misma tendencia al engordar bovinos reduciendo los costos hasta en 39%. McCarthy *et al.* (1990) reporta menor consumo de materia seca y conversión alimenticia al alimentar a borregos Dorset con BC en comparación con alfalfa y grano peletizado. Adeneye y Sunmonu (1994) reportan mejor desempeño productivo al alimentar con 25% de bagazo de cervecería seco de sorgo en comparación con hojas de yuca a ovinos en engorda, sin embargo al mezclar ambos ingredientes obtuvieron mejor respuesta.

### **3.5.1 Niveles de inclusión de bagazo de cervecería**

Crawshaw (2001) recomienda utilizar 9 a 10 kg diarios por animal. Davis *et al.* (1983), mencionan una disminución importante en el consumo al alimentar con más del



30% en BS de bagazo de cervecería, sin embargo, Robinson *et al.* (1990) sugieren utilizar hasta un 40%, mientras que West *et al.* (1994) no encontraron diferencias en el consumo, ni en la producción al alimentar vacas Jersey con 0, 15 y 30% de bagazo de cervecería. La misma tendencia es reportada por Firkins *et al.* (2002) utilizando como nivel superior 25% de BC en vacas Holstein en producción.

El pH del bagazo suministrado a rumiantes puede tener hasta 4.2 de pH dependiendo del almacenaje (Crawshaw, 2001). El pH ruminal en vacas de primer parto alimentadas con el 23.5% de BCS tuvo un promedio de 5.49 (Younker *et al.*, 1999), pudiéndose intuir que estos animales presentaban acidosis ruminal subclínica durante algunas horas del día, mientras West *et al.* (1994) reportan valores de pH de 6.98, 7.06 y 6.92 para animales alimentados con 0, 15 y 30% de BC, sin embargo, las muestras de líquido ruminal fueron obtenidas mediante sondas esofágicas.

Olorunnisomo *et al.* (2006) usaron BC en dietas suministradas a corderos destetados, comparando el uso de forraje y dos niveles de inclusión que fueron 11 y 22%, encontrando aumento en el consumo de alimento de 19% y 47%, respectivamente, y ganancia de peso mayor de 30 y 73%, sin embargo, al adicionar urea a esas raciones la ganancia de peso y consumo fue similar. Anigbogu (2003) alimentó ovinos con una dieta basal de hojas de yuca, heno *Andropogon gayanus* y salvado de maíz en sustitución de BCS en niveles de 0, 15, 30, 45 y 60%. La ganancia diaria fue mayor en niveles de 30 y 45% de BC con 152 y 168 g/d comparados con 122 g/d en los otros tratamientos aunque parte de esta diferencia se podría explicar por las diferencias en valor nutritivo de las dietas experimentales.

Bolovolta *et al.* (1998), alimentaron ovinos de engorda con 0 hasta 80% de BCS obteniendo consumos diarios de 127 hasta 83 g/kg de peso vivo, la ganancia de peso fue

mayor para los niveles de 40 y 60%. De acuerdo con Van Soest (1994), la digestibilidad en rumiantes es una función de competencia entre la digestión y la tasa de pasaje a través del tracto digestivo, como consecuencia la humedad de la dieta determina el pasaje y la gravedad específica de la dieta pueden alterar la digestibilidad de la dieta.

McCarthy *et al.* (1990), establecieron incrementos en la digestibilidad de MS, FDN y FDA al comparar dietas con 35% de BC. Boloventa *et al.* (1998), reportan aumentos en la digestibilidad aparente de MS, MO, PC y FDN al disminuir los niveles de BC. Ozduyen y Ogun (2006) evaluaron el coeficiente de digestibilidad de ensilaje de BC con girasol obteniendo valores mayores para el BC.

Anigbogu (2003) y Olorunnisomo *et al.* (2006) reportan digestibilidad similar para MS, MO y PC. En lo que se refiere a cinética a través del tracto digestivo en terneras Holstein, el bagazo tiene un tiempo medio de retención en rumen de 26.8 h y a través del tracto digestivo de 48.8 h (López-Guisa y Satter, 1991).

### **3.5.2 Bagazo húmedo o bagazo deshidratado**

Westendorf y Wohlt (2002) mencionan que cada día es menor la cantidad de BC que se deshidrata debido a los costos de combustible, el aumento en el tamaño de las explotaciones y la modernización del equipos de maniobra y transporte, siendo entre 30-60% mas económico el BCH comparado con el BCS (Mussatto *et al.*, 2006).

Conrad y Rogers (1977), reportaron mas leche por kilogramo de materia consumida al alimentar vacas con BCH o BCS, mientras que Hoffman y Armentano (1988) utilizaron 21.5% o 23.5% de BCS o BCH sin encontrar diferencias en consumo de alimento o producción láctea. West *et al.* (1994) mencionan que el CMS se estimula

por la inclusión de BCH en temperaturas calurosas. Asimismo, Dhiman *et al.* (2003) alimentaron con el 15% en base seca de BCH o BCS obteniendo valores similares en parámetros de líquido ruminal, consumo de alimento y producción láctea.

### **3.5.3 Desventajas y problemática del uso de BCH como alimento animal**

Khodabandehlou *et al.* (1997), aislaron micotoxinas con actividad estrogénica como coumoestrol, genisteína, daidzeína, formononetina, biochanina A y zearalonona las cuales pueden afectar el desempeño productivo de animales domésticos. Wadhwa *et al.* (1995) reportan que búfalos alimentados con bagazo de cervecería presentaron constipación, disminución en el consumo de alimento y diarrea, diagnosticándoseles hepatitis asociada a una micotoxicosis. Morel y Lehmann (1997), mencionan que animales que consumen niveles altos de bagazo de cervecería padecen acidosis ruminal.

### **3.6 Aditivos utilizables en rumiantes alimentados con BC**

Los aditivos alimenticios son un grupo de ingredientes que causan una respuesta animal deseada sin tener un valor nutritivo como son ajustes en el pH, crecimiento o modificaciones en el metabolismo (Hutjens, 1991). Los subproductos con tasa de degradación rápida provocan acidosis ruminal clínica o subclínica lo cual reduce el consumo, la digestibilidad de la fibra y la producción (Noceck y Russell, 1988). Como estrategias para disminuir la acidosis ruminal y mantener la digestibilidad de la fibra se recomienda el uso de aditivos en rumiantes (Goof, 2000; Walker, 2004). Entre los

aditivos comúnmente utilizados en rumiantes se encuentran los amortiguadores de pH, ionóforos, enzimas exógenas y beta-adrenérgicos.

### **3.6.1 Amortiguadores**

Los amortiguadores son sustancias como el bicarbonato de sodio, carbonato de calcio, bentonita son utilizados para mantener el pH ruminal (Van Soest, 1994). Walker (2004), recomienda su uso en dietas que contienen carbohidratos de rápida degradación o cuando la principal fuente de forraje esté fermentado. Sormunen *et al.* (2006), reportan incrementos en el consumo de hasta 10% al incluir bicarbonato de sodio en la ración de ovinos alimentados con concentrado y ensilaje. Tripathi *et al.* (2004), mencionan disminución en pH ruminal y aumento en la ganancia de peso al adicionar bicarbonato de sodio a ovinos alimentados con 60% de concentrado. Chaturvedi *et al.* (2003) utilizaron 75% de concentrado obteniendo 91 vs 127 g/d en el control o la inclusión de bicarbonato de sodio.

### **3.6.2 Ionóforos**

Los ionóforos son antibióticos que disminuyen la población de bacterias gram negativas productoras de metano y ácido láctico impulsando la producción de propionato precursor de la glucosa que es una vía metabólicamente más eficiente que acetato y butirato (Van Soest, 1994; Goof, 2000) como consecuencia la energía neta obtenida de los alimentos puede ser mayor (NRC, 2001) y la producción de metano puede disminuirse hasta en un 30% (Mackintosh *et al.*, 1996).

Alarcon *et al.* (2005), reportan menor efecto en pH, lactato y tiempo de recuperación al administrar 33 mg/kg de monensina a ovinos inducidos artificialmente en acidosis. Plata-Perez *et al.* (2004), obtuvieron 7% mejor conversión alimenticia al utilizar monensina sódica en ovinos alimentados con 50% de concentrado. Owaimer *et al.* (2003) obtuvieron una disminución en el consumo de alimento de 10% y 8% de mejora en la conversión alimenticia incluir ionóforos.

### **3.6.3 Enzimas exógenas**

Los componentes del alimento se dividen para su aprovechamiento durante el proceso digestivo gracias a las enzimas (Annison, 1997). En los animales superiores estas enzimas pueden ser producidas por el animal o bien por los microorganismos que habitan el tracto gastrointestinal (Bedford y Patridge 2001). El uso de enzimas exógenas pretende mejorar el proceso digestivo al proveer al animal de enzimas que no produce o bien que produce y/o adquiere en cantidades insuficientes, estas ineficiencias en el proceso digestivo pueden tener repercusiones económicas y ecológicas (Frumholtz y Beauchemin, 2000).

Las razones principales para el uso de enzimas son: (1) romper los componentes antinutricionales presentes en algunos ingredientes, (2) incrementar la biodisponibilidad de los nutrientes del alimento, (3) proporcionar enzimas a animales jóvenes o que no producen dichas enzimas, y (4) homogenizar la respuesta de alimentos, animales y medio ambiente (Lewis *et al.*, 1996).

Jurkovich *et al.* (2006) reportan disminución en la cantidad de amoniaco y butirato y aumento en la concentración de acetato por la incorporación de xilanas en

ovinos canulados. Jafari *et al.* (2005), obtuvieron mejor calidad de lana y desempeño productivo por la incorporación de un aditivo enzimático en ovejas raza Naieni. Titi y Lubbadah (2004) utilizaron enzimas fribrolíticas durante el último tercio de gestación y 60 días de lactancia en dietas suministradas a ovejas, reportando un efecto positivo en la producción láctea y ganancia de peso de los corderos.

#### **3.6.4 Agonistas $\beta$ -adrenérgicos (A $\beta$ A)**

Los compuestos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos son análogos sintéticos de las catecolaminas (dopamina, adrenalina y noradrenalina), y al unirse a su receptor provocan la liberación de AMPc y la activación de proteína cinasa A (Smith, 1998). En medicina humana, los A $\beta$ A son empleados como fármacos broncodilatadores y tocolíticos debido al efecto de relajación que provocan sobre la musculatura lisa. En producción animal, los A $\beta$ A se han estudiado por más de tres décadas, de manera general los A $\beta$ A: 1) incrementan la ganancia de peso, 2) mejoran la conversión alimenticia, 3) disminuyen la acumulación de grasa en la canal y 4) mejoran el rendimiento en canal y cortes. La eficacia de los A $\beta$ A ha sido demostrada en pollo, pavo, ovinos, bovinos y porcinos (Pringle *et al.*, 1993; Crome *et al.*, 1996; Moody *et al.*, 2000). Sin embargo el uso ilegal de A $\beta$ A en ganado se ha convertido en un asunto de salud pública debido a los problemas reportados por el consumo de carne y vísceras con residuos de A $\beta$ A (Mitchell y Dunnavan, 1998).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron cinco experimentos independientes en los que se evaluaron diferentes aspectos del uso de bagazo de cervecería en la alimentación de animales domésticos.

### **4.1 Alimentación de cerdos con dietas líquidas fermentables a base de bagazo de cervecería**

#### **4.1.1 Animales y dietas experimentales**

Se utilizaron 32 cerdos machos Landrace x York de  $32 \pm 4$  días de edad y  $9.7 \pm 1.2$  kg de peso, los cuales fueron aleatoriamente asignados a cuatro dietas experimentales (8 animales por dieta) conteniendo BCH a niveles de 0 (B0), 150 (B15), 300 (B30), 450 (B45) g  $\text{kg}^{-1}$ . Se consideraron 3 etapas de alimentación: iniciación, crecimiento y finalización para cada una de las cuales se formularon las dietas descritas en las Tablas 2, 3 y 4; dichas dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas. A las dietas se les agregó agua hasta alcanzar el 50% de MS para almacenarse durante 3-15 d para permitir la fermentación en contenedores de 200 l, los cuales tenían un remante mínimo del 10% del contenido inicial.

Tabla 2. Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo para iniciación (de 1 a 40 días y 22.5% PC)

Concepto	Dietas			
<b>Ingrediente</b>				
Bagazo g kg <sup>-1</sup>	0	150	300	450
Maíz g kg <sup>-1</sup>	600	455	312	220
Soya g kg <sup>-1</sup>	300	253	206	150
Harina de pescado g kg <sup>-1</sup>	50	50	50	50
Aceite g kg <sup>-1</sup>	10	52	92	130
Melaza g kg <sup>-1</sup>	40	40	40	0
Premezcla g kg <sup>-1</sup>	20	20	20	20
Carbonato de calcio g kg <sup>-1</sup>	5	5	5	5
<b>Composición química</b>				
Materia seca g kg <sup>-1</sup>	523.1	518.3	509.6	527.1
Cenizas g kg <sup>-1</sup>	41.6	51.8	50.2	50.7
Proteína cruda g kg <sup>-1</sup>	223.5	227.5	231.7	234.2
Fibra detergente neutro g kg <sup>-1</sup>	98.3	141.3	184.5	231.3
Fibra detergente ácida g kg <sup>-1</sup>	45.5	64.9	84.4	104.4
Fibra cruda g kg <sup>-1</sup>	34.0	47.8	61.7	76.6
Extracto etéreo g kg <sup>-1</sup>	43.0	82.0	119.3	155.0
Energía metabolizable <sup>a</sup> Kcal kg <sup>-1</sup>	3332.9	3333.7	3325.2	3352.6
Lisina <sup>b</sup> g kg <sup>-1</sup>	1.25	1.25	1.25	1.24
Metionina <sup>b</sup> g kg <sup>-1</sup>	0.40	0.42	0.43	0.44
%PC aportada por BCH	0	16.2	31.7	47.1

<sup>a</sup> Calculados de acuerdo a valores publicados de los diferentes ingredientes.



Tabla 3. Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecera húmedo para crecimiento (de 40 a 80 días y 20.5% PC)

Concepto	Dietas			
<b>Ingrediente</b>				
Bagazo g kg <sup>-1</sup>	0	150	300	450
Maíz g kg <sup>-1</sup>	635	502	390	310
Soya g kg <sup>-1</sup>	300	225	160	100
Harina de pescado g kg <sup>-1</sup>	20	30	30	30
Aceite g kg <sup>-1</sup>	0	42	80	110
Melaza g kg <sup>-1</sup>	40	40	40	0
Premezcla g kg <sup>-1</sup>	20	20	20	20
Carbonato de calcio g kg <sup>-1</sup>	5	5	5	5
<b>Composición química</b>				
Materia seca g kg <sup>-1</sup>	503.6	511.2	504.1	499.3
Cenizas g kg <sup>-1</sup>	39.0	48.7	46.4	46.7
Proteína cruda g kg <sup>-1</sup>	205.8	205.1	203.7	205.4
Fibra detergente neutro g kg <sup>-1</sup>	101.2	141.7	185.5	233.0
Fibra detergente ácida g kg <sup>-1</sup>	46.2	63.4	82.0	102.1
Fibra cruda g kg <sup>-1</sup>	34.7	47.4	61.2	76.1
Extracto etéreo g kg <sup>-1</sup>	33.5	73.2	109.7	139.0
Energía metabolizable <sup>a</sup> Kcal kg <sup>-1</sup>	3263.2	3253.5	3277.1	3268.6
Lisina <sup>b</sup> g kg <sup>-1</sup>	1.10	1.08	1.04	1.02
Metionina <sup>b</sup> g kg <sup>-1</sup>	0.35	0.37	0.37	0.38
%PC aportada por BCH	0	17.9	36.1	53.7

<sup>a</sup> Calculados de acuerdo a valores publicados de los diferentes ingredientes.

Tabla 4. Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo para finalización (de 80 a 130 d 18.0% PC)

Concepto	Dietas			
<b>Ingrediente</b>				
Bagazo g kg <sup>-1</sup>	0	150	300	450
Maíz g kg <sup>-1</sup>	680	582	473	390
Soya g kg <sup>-1</sup>	250	170	100	30
Harina de pescado g kg <sup>-1</sup>	10	22	25	30
Aceite g kg <sup>-1</sup>	0	30	62	100
Melaza g kg <sup>-1</sup>	60	40	40	0
Premezcla g kg <sup>-1</sup>	20	20	20	20
Carbonato de calcio g kg <sup>-1</sup>	5	5	5	5
<b>Composición química</b>				
Materia seca g kg <sup>-1</sup>	511.8	522.4	517.8	501.6
Cenizas g kg <sup>-1</sup>	37.7	45.5	43.1	43.4
Proteína cruda g kg <sup>-1</sup>	181.1	181.5	180.2	180.6
Fibra detergente neutro g kg <sup>-1</sup>	98.7	142.0	185.4	231.4
Fibra detergente ácida g kg <sup>-1</sup>	42.6	60.4	78.7	97.7
Fibra cruda g kg <sup>-1</sup>	33.1	46.5	60.1	74.5
Extracto etéreo g kg <sup>-1</sup>	34.5	64.5	96.2	132.4
Energía metabolizable <sup>a</sup> Kcal kg <sup>-1</sup>	3269.1	3227.2	3208.4	3240.6
Lisina <sup>b</sup> g kg <sup>-1</sup>	0.92	0.90	0.87	0.85
Metionina <sup>b</sup> g kg <sup>-1</sup>	0.31	0.33	0.34	0.35
%PC aportada por BCH%	0.0	20.2	40.8	61.0

<sup>a</sup> Calculados de acuerdo a valores publicados de los diferentes ingredientes.

#### **4.1.2 Fases de alimentación**

Los cerdos fueron adaptados a las dietas durante 10 d para después continuar con un periodo experimental de 120 d. Las dietas fueron suministradas dos veces al día (8:30 y 16:00 h) ofreciendo el 5% más de acuerdo al consumo del día anterior. El consumo de alimento fue registrado diariamente restando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. Se realizaron pesajes al principio del periodo de adaptación y posteriormente cada 20 d. Los datos considerados para la fase de alimentación fueron hasta los 130 d de engorda. El peso inicial de los lechones fue ajustado mediante un análisis de covarianza. A las muestras de la dieta se le determinó la materia seca, cenizas y proteína cruda (AOAC, 1997), fibra detergente ácido y fibra detergente neutro (Van Soest *et al.*, 1991). En base a los datos de GDP, CMS, CA y precios de los alimentos fueron calculados los costos de alimentación por kg de peso ganado y la inversión en alimento para alcanzar 100 kg de peso.

#### **4.1.3 Evaluación de la canal**

Una vez que los animales alcanzaron un peso superior a 95 kg, se les retiró el alimento manteniendo el acceso permanente al agua durante 16 h previo al sacrificio. El peso vivo fue obtenido inmediatamente antes del sacrificio, mientras que la canal y los componentes no incluidos en la canal fueron pesados inmediatamente después del sacrificio. La canal fue colgada e introducida a una cámara fría a 4°C. Los componentes no incluidos en la canal (cabeza, piel, tracto digestivo lleno y vacío, los pulmones, corazón y traquea fueron pesados como una sola pieza y se le llamó azadura).

Se midió el pH de la canal en el músculo semimembranoso usando un potenciómetro portátil. Se midió el espesor de la grasa dorsal con una regla sobre la línea media a lo largo de la región dorsal a la altura de la 10<sup>ma</sup> y 12<sup>ava</sup> vértebras torácicas. La profundidad de la chuleta se midió con una regla, longitudinalmente desde la base del músculo *longissimus dorsi* en la columna vertebral, hasta la región distal del mismo músculo, haciendo un corte a la altura de la 12<sup>ava</sup> vértebra torácica. La predicción de la cantidad de cortes primarios se estimó con la ecuación propuesta por Velásquez y Beldar (1998) utilizando los valores de la canal caliente, espesor de la grasa dorsal y profundidad de la chuleta.

#### **4.1.4 Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados estadísticamente con un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2000). Las medias se compararon mediante prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

## **4.2 Características productivas y digestivas de ovinos alimentados con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo**

### **4.2.1 Dietas experimentales**

Se formularon cinco dietas experimentales isoproteicas e isoenergéticas conteniendo diferentes niveles de BCH 0 (B0), 150 (B15), 300 (B30), 450 (B45) y 600 (B60) g kg<sup>-1</sup>. Los ingredientes fueron mezclados en una mezcladora vertical con 100 kg

de capacidad momentos antes de ser suministrados a los animales. Los ingredientes y proporciones utilizadas en las diferentes dietas experimentales se muestran en la Tabla 5.

#### **4.2.2 Prueba de alimentación**

Se utilizaron 50 corderos Rambouillet X Pelibuey ( $19\pm 1.5$  kg de peso), los cuales fueron vacunados, desparasitados y aleatoriamente asignados a uno de los grupos experimentales (10 animales por tratamiento). Los corderos fueron adaptados a las dietas durante 10 d para después continuar con un periodo experimental de 126 d. Las dietas se ofrecieron dos veces al día (8:30 y 16:00 h) ofreciendo el 5% más de acuerdo al consumo del día anterior. El consumo de alimento fue registrado diariamente restando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. Se realizaron pesajes al principio del periodo de adaptación y posteriormente cada 14 d. El peso inicial de los corderos fue ajustado mediante covarianza.

#### **4.2.3 Prueba metabólica**

Se utilizaron 10 corderos Rambouillet ( $24\pm 2.3$  kg de peso) equipados con cánula ruminal en un diseño de doble cuadrado latino 5 X 5 con periodos de 21 d (14 d adaptación y 7 d para la toma de muestras). Los borregos fueron alimentados *ad libitum*, las mismas dietas experimentales utilizadas en la prueba de alimentación. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas de 50 X 100 cm con acceso permanente a agua. Las dietas se ofrecieron dos veces al día (8:00 y 16:00 h).

Tabla 5. Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas experimentales con diferentes niveles de BCH suministradas a ovinos.

Ingredientes	Dietas <sup>a</sup>				
	0%	15%	30%	45%	60%
Bagazo de cervecería húmedo, g kg <sup>-1</sup>	0	150	300	450	600
Maíz grano molido, g kg <sup>-1</sup>	520	490	438	370	160
Melaza de caña, g kg <sup>-1</sup>	30	38	29	30	40
Heno de alfalfa, g kg <sup>-1</sup>	420	320	230	145	25
Pasta de soya, g kg <sup>-1</sup>	30				
Heno de avena, g kg <sup>-1</sup> DM					160
Megalac, g kg <sup>-1</sup>					10
Carbonato de calcio, g kg <sup>-1</sup>		2	3	5	5
Composición química					
Materia seca, g kg <sup>-1</sup>	894	600	443	362	319
Materia orgánica, g kg <sup>-1</sup>	945	947	952	935	947
Cenizas, g kg <sup>-1</sup>	55	54	48	65	53
Proteína cruda, g kg <sup>-1</sup>	176	176	175	176	175
Fibra detergente neutra, g kg <sup>-1</sup>	244	257	281	304	381
Fibra detergente ácida, g kg <sup>-1</sup>	155	155	159	164	191
Extracto etéreo, g kg <sup>-1</sup>	32	33	36	38	45
Nutrientes digeribles totales <sup>b</sup> , %	75	76	76	76	77
Energía metabolizable <sup>b</sup> , Mcal	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7

<sup>a</sup> En la dieta B15, los ovinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; en B45, 450 y en B60, 600.

<sup>b</sup> Calculados de acuerdo a valores publicados de los diferentes ingredientes.

El consumo de alimento fue registrado diariamente en los días 14 a 21 del periodo restando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. Muestras de la dieta y alimento rechazado fueron colectadas diariamente y secadas a 55°C durante 48 h y molido en un molino Wiley con criba de 1 mm, se agruparon por periodo y se almacenaron para análisis posteriores.

El día 15 de cada periodo, después de la alimentación matutina, se obtuvieron muestras de líquido ruminal a las 0, 1.5, 3, 6, 9, 12, 15 y 18 h. Una vez obtenidas fueron exprimidas con manta y filtradas con gasas, posteriormente se utilizó un potenciómetro para determinar pH, inmediatamente después a 30 ml del fluido ruminal se les agregaron 8 gotas de ácido sulfúrico al 97% y se congelaron a -4°C. Después las muestras fueron analizadas para el contenido de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco mediante los procedimientos descritos por FAO (1986).

Se realizó la colección total de heces del día 16 al 21. Las heces fueron pesadas y mezcladas obteniéndose una muestra del 5% para luego congelarse a -4°C. Las heces fueron posteriormente secadas a 55°C durante 48 h y después molidas a 1 mm.

#### **4.2.4. Análisis químicos**

A las muestras de dieta, rechazo y heces se les determinaron materia seca, cenizas y proteína cruda (AOAC, 1997), fibra detergente ácido y fibra detergente neutro (Van Soest *et al.*, 1991). Los coeficientes de digestibilidad *in vivo* fueron calculados de acuerdo a lo descrito por Van Soest (1994).

#### **4.2.5. Análisis estadístico**

Los datos de la prueba de alimentación fueron analizados estadísticamente con un diseño completamente al azar. Los datos de la prueba metabólica fueron analizados en un diseño de cuadrado latino 5 x 5 utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2000). Las medias se compararon mediante prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ).

### **4.3 Aditivos en dietas para ovinos alimentados con bagazo de cervecería húmedo**

#### **4.3.1 Dietas experimentales**

Los ingredientes y aditivos de las dietas experimentales se muestran en la Tabla 6. La dieta se mezclaba cada 15 d y se almacenaba en silo de trinchera, los aditivos se incorporaban a la dieta momentos antes de suministrárselos a los corderos utilizando una mezcladora horizontal con capacidad de 100 kg. Las dietas experimentales fueron: 1) control sin aditivos (Con), 2) 1% bicarbonato de sodio (Bic), 3) 1% bentonita sódica (Ben), 4) 33 mg kg<sup>-1</sup> monensina sódica (Mon) y 5) 200 mg kg<sup>-1</sup> enzima fibrolítica (Enz).

#### **4.3.2 Prueba de alimentación**

Se utilizaron 50 corderos Rambouillet X Pelibuey (20.2±0.8 kg de peso vivo), los cuales fueron vacunados, desparasitados y aleatoriamente asignados a uno de los grupos experimentales (10 animales por tratamiento). Los corderos fueron adaptados a las dietas durante 10 d para después continuar con un periodo experimental de 90 d. Las dietas se el día anterior. El consumo de alimento fue registrado diariamente restando el alimento



ofrecido menos el alimento rechazado. Se realizaron pesajes al principio del periodo de adaptación y posteriormente cada 30 d. El peso inicial de los corderos fue ajustado mediante covarianza.

### **4.3.3 Prueba metabólica**

Se utilizaron 10 corderos Rambouillet ( $32 \pm 1$  kg de peso vivo) equipados con cánula ruminal en un diseño de doble cuadrado latino  $5 \times 5$  con periodos de 21 d (14 d adaptación y 7 d para la toma de muestras). Los borregos fueron alimentados *ad libitum*, las mismas dietas experimentales descritas en la Tabla 6. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas de 50 x 100 cm con acceso permanente a agua. Las dietas se ofrecieron dos veces al día (8:00 y 16:00 h). El consumo de alimento fue registrado diariamente en los días 14 a 21 del periodo restando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. Muestras de la dieta y alimento rechazado fue colectado diariamente y secado a 55°C durante 48 h y molido en un molino Wiley con criba de 1 mm, se agruparon por periodo y se almacenaron para análisis posteriores. El día 15 de cada periodo, después de la alimentación matutina, se obtuvieron muestras de líquido ruminal a las 0, 1.5, 3 y 6 h. Una vez obtenidas fueron exprimidas con manta y filtradas con gasas, posteriormente se utilizó un potenciómetro para determinar pH, inmediatamente después a 30 ml del fluido ruminal se le agregaron 8 gotas de ácido sulfúrico al 97% y se congelaron a -12 °C. Después las muestras fueron analizadas para el contenido de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoniaco mediante los procedimientos descritos por FAO (1986).

Tabla 6. Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas con diferentes aditivos para ovinos en engorda

Concepto	Dietas			
	Control	Bic	Mon	Bic:Mon
<b>Ingredientes</b>				
Bagazo de cervecería h, g kg <sup>-1</sup>	600	594	600	594
Cebada grano, g kg <sup>-1</sup>	275	272	275	272
Heno de avena, g kg <sup>-1</sup>	76.8	76.8	76.8	76.8
Aceite de pollo, g kg <sup>-1</sup>	30.0	30.0	30.0	30.0
Harina de pescado, g kg <sup>-1</sup>	13.0	12.0	13.0	12.0
Bicarbonato de sodio, g kg <sup>-1</sup>		10		10
Monensina <sup>y</sup> , mg kg <sup>-1</sup>			33	33
Carbonato de calcio, g kg <sup>-1</sup>	5.0	5.0	5.0	5.0
Premezcla <sup>z</sup> , g kg <sup>-1</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Composición química</b>				
Materia seca, g kg <sup>-1</sup>	346.4	342.5	345.7	342.3
Materia orgánica, g kg <sup>-1</sup>	964.2	952.4	962.7	950.8
Cenizas, g kg <sup>-1</sup>	36.4	48.1	38.2	45.7
Proteína cruda, g kg <sup>-1</sup>	178.4	174.7	177.1	173.2
Fibra detergente neutra, g kg <sup>-1</sup>	378.9	379.6	373.8	383.2
Fibra detergente ácida, g kg <sup>-1</sup>	195.1	194.4	197.3	195.9
Extracto etéreo, g kg <sup>-1</sup>	63.8	64.4	63.2	63.7
Energía metabolizable <sup>x</sup> , Mcal	2.75	2.75	2.75	2.75

Bic = bicarbonate; Mon = monensina.

<sup>y</sup>Monensina sódica (Rumensin 200 Elanco Inc. Greenfield IN)

<sup>z</sup>Premezcla compuesta por 5.6% Mg, 15,000 ppm Co, 50 ppm Se, 3,500,000 IU Vitamina A/kg; 862,500 IU Vitamina D3, 4000 IU Vitamina E

<sup>x</sup>Calculada utilizando los valores publicados de los ingredientes (NRC, 2007)

Se realizó la colección total de heces del día 16 al 21. Las heces fueron pesadas y mezcladas obteniéndose una muestra del 5% para luego congelarse a -12 °C. Las heces fueron posteriormente secadas a 55°C durante 48 h y después molidas a 1 mm.

#### **4.3.4 Análisis químicos**

A las muestras de la dieta, rechazo y heces se les determinó materia seca, cenizas y proteína cruda (AOAC, 1997), fibra detergente ácido y fibra detergente neutro (Van Soest *et al.*, 1991). Los coeficientes de digestibilidad *in vivo* fueron calculados de acuerdo a lo descrito por Van Soest (1994).

#### **4.3.5 Análisis estadístico**

Los datos de peso inicial y final, la ganancia total, CMS, GDP y conversión alimenticia fueron estadísticamente analizados utilizando un diseño de bloques al azar, los datos de GDP mensual fueron analizados con un diseño de mediciones repetidas considerando efectos de tratamiento, corderos por tratamiento, periodo y la interacción periodo x tratamiento. Las características digestivas fueron analizadas con un diseño de doble cuadrado latino 5 X 5 excepto pH ruminal y amoniaco. Los datos de AGV también fueron analizados en un diseño de doble cuadrado latino 5 X 5 pero utilizando mediciones repetidas. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2000). Las medias se compararon mediante prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

#### **4.4 Efecto del uso de Monensina sódica y/o Bicarbonato de sodio en dietas con BCH a ovinos.**

##### **4.4.1 Dietas experimentales**

Los ingredientes y proporciones de las dietas experimentales se muestran en la Tabla 6. La preparación de las dietas, almacenaje, inclusión de aditivos en las dietas experimentales se llevaron a cabo de la misma manera a la descrita, previamente, en el experimento 1. Las dietas experimentales fueron: 1) sin aditivos (control), 2) 1% Bic, 3) 33 mg kg<sup>-1</sup> Mon y 4) 1% Bic y 33 mg kg<sup>-1</sup> Mon.

##### **4.4.2 Prueba de alimentación**

En esta prueba, 120 corderos de la craza Rambouillet x Pelibuey recientemente destetados (19.5±1.5 kg peso vivo) fueron asignados aleatoriamente a uno de 12 corrales (3 corrales por dieta experimental y 10 animales por corral) recibiendo una de las cuatro dietas experimentales. Los periodos de adaptación y pesaje, procedimientos de alimentación fueron similares a los descritos en la prueba de alimentación descritos en 4.2.

##### **4.4.3 Análisis estadístico**

Los datos de peso inicial y final, la ganancia total, CMS, GDP y CA fueron analizados con un diseño de bloques al azar, la GDP mensual fue analizada con un diseño de mediciones repetidas. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico

SAS (SAS, 2000). Las medias se compararon mediante prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

## **4.5 Características productivas, seminales y calidad de la canal de ovinos alimentados con clorhidrato de zilpaterol**

### **4.5.1 Animales y dietas**

Después de ser vacunados y desparasitados, 40 ovinos machos de la cruce Rambouillet x Pelibuey fueron bloqueados por peso en livianos (L; n=20,  $28 \pm 1.2$  kg) y pesados (P; n=20,  $40.5 \pm 1.6$  kg) y asignados aleatoriamente a dos corrales (10 animales por corral) por tratamiento. Los tratamientos fueron: 1) Control sin aditivos y 2) Z con 6 mg kg<sup>-1</sup> base seca de clorhidrato de zilpaterol (Zilmax Intervet México, Tianguistenco, México). Los ingredientes utilizados en las dietas se muestran en la Tabla 7, los cuales fueron mezclados cada 14 d y almacenados en silo de trinchera. El Z fue adicionado momentos antes de la alimentación y mezclado en una revolvedora vertical con capacidad de 100 kg durante 5 min.

### **4.5.2 Prueba de alimentación**

El periodo de alimentación fue de 60 d, las dietas fueron ofrecidas dos veces al día (08:00 y 16:00 h) ofreciendo 5% más que lo consumido el día anterior. El consumo fue calculado por la diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado. Se realizaron pesajes quincenales, el peso inicial de los borregos fue ajustado por covarianza.

Tabla 7. Ingredientes y composición química de la dieta experimental para ovinos de engorda alimentados con clorhidrato de zilpaterol

Concepto	En g kg <sup>-1</sup> (base seca)
<b>Ingredientes</b>	
Bagazo de cervecería húmedo	600.0
Cebada grano	265.0
Heno de avena	77.5
Aceite de pollo	30.0
Harina de pescado	12.5
Bicarbonato de sodio	10.0
Carbonato de calcio	4.8
Premezcla <sup>a</sup>	0.2
<b>Composición química</b>	
Materia seca	345.7
Materia orgánica	961.1
Cenizas	39.9
Proteína cruda	177.5
Fibra detergente neutro,	377.9
Fibra detergente ácido,	195.3
Extracto etéreo,	62.8
Total de nutrientes digestibles <sup>b</sup> , %	77.2
Energía Metabolizable <sup>b</sup> , Mcal kg <sup>-1</sup>	2.72

<sup>a</sup> Premezcla compuesta por 5.6% Mg, 15,000 ppm Co, 50 ppm Se, 3,500,000 IU Vitamina A/kg; 862,500 IU Vitamina D3, 4000 IU Vitamina E y 6600 mg/kg monensina sódica.

<sup>b</sup>Calculado utilizando los valores publicados de los ingredientes (NRC, 2007).

#### **4.5.3 Evaluación espermática**

La recolección del semen fue realizada el día 60 mediante electroeyaculación, en cada muestra seminal se evaluó la motilidad y concentración espermática de acuerdo a lo descrito por Evans y Maxwell (1989).

#### **4.5.4 Calidad de la canal**

El Z fue suplementado durante 60 d, durante la tarde del día 62 se retiró el alimento manteniendo el acceso permanente al agua para ser sacrificados el día 63. El peso vivo fue obtenido inmediatamente antes del sacrificio, mientras que la canal y los componentes no incluidos en la canal fueron pesados inmediatamente después del sacrificio. La canal fue colgada e introducida a una cámara fría a 4°C. Los componentes no incluidos en la canal (cabeza, piel, tracto digestivo lleno y vacío, los pulmones, corazón y traquea fueron pesados como una sola pieza y se les llamó azadura). Se midió el pH de la canal el musculo semimembranoso usando un potenciómetro portátil. La pérdida por cocción y la capacidad de retención de agua se utilizaron para evaluar la calidad de la carne para lo cual se obtuvieron muestras del músculo semimembranoso a la hora 6 y 24 postsacrificio. La pérdida por cocción fue determinado mediante la diferencia de peso después de cocinar la carne a 76°C durante 45 min (Destefanis *et al.*, 2003). La capacidad de retención de agua fue determinada por la modificación de técnica de Grau y Hamm propuesta por Alarcón *et al.* (2005)

#### **4.5.5 Análisis estadístico**

Los datos de las variables fueron analizados en un diseño de parcelas divididas con dos grupos de peso vivo, el tratamiento con zilpaterol y la interacción zilpaterol X grupo de peso vivo como efectos principales, los resultados son presentados en mínimos cuadrados medios, presentándose el valor de F para cada uno de los factores.

#### **4.6 Efecto de aditivos sobre el comportamiento y digestibilidad de vacas lactantes alimentadas con 33% bagazo de cervecería húmedo.**

##### **4.6.1 Animales, dietas experimentales y manejo**

Se utilizaron vacas Holstein con cánula ruminal (n=5; 470± 45 kg de peso vivo; 15±7 d en lactancia; de primer parto; 18±3 l de leche d<sup>-1</sup>), en un diseño de cuadrado latino 5 X 5. Las vacas fueron alojadas en corraletas individuales de 4 X 6 m con acceso permanente al agua. La ordeña de las vacas se efectuó mecánicamente dos veces al día 5:00 y 17:00 h en una sala de ordeño tipo tandem de salida lateral con cuatro plazas. La leche de c/u de las vacas fue recibida individualmente en jarras de vidrio graduadas para su pesaje. Los animales fueron alimentados después de la ordeña.

Los ingredientes de las dietas experimentales se muestran en la Tabla 8. Las dietas se preparaban momentos antes de la alimentación utilizando una mezcladora horizontal con capacidad de 100 kg. Las dietas experimentales consistieron en la adición en BS de 1) Control sin aditivos (Con), 2) 1% bicarbonato de sodio (Bic), 3) 1% bentonita sódica (Ben), 4) 33 mg kg<sup>-1</sup> monensina sódica (Mon) y 5) 200 mg kg<sup>-1</sup> enzima fibrolítica (Enz). Los periodos experimentales fueron de 21 d (12 d adaptación y 9 d para



la toma de muestras). La producción láctea y el consumo de alimento fueron registrados diariamente en los días 12 a 19, el consumo se calculó restando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. Muestras de la dieta y alimento rechazado fue recolectado diariamente y secado a 55°C durante 48 h y molido en un molino Wiley con criba de 1 mm. Se agruparon por periodo y se almacenaron para análisis posteriores.

Los días 20 y 21 de cada periodo, después de la alimentación matutina, se obtuvieron muestras de líquido ruminal a las 0, 3, 6, 9, 12 y 15 h. Una vez obtenidas fueron exprimidas con manta y filtradas con gasas, posteriormente se determinó el pH con un potenciómetro, inmediatamente después, a 30 ml del líquido ruminal se les agregaron 8 gotas de ácido sulfúrico al 97% y se congelaron a -12°C. Después las muestras fueron analizadas para el contenido de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco mediante los procedimientos descritos por FAO (1986). Se realizó la colección total de heces del día 12 al 21. Las heces fueron pesadas y mezcladas obteniéndose una muestra del 5% para luego congelarse a -12 °C. Las heces fueron posteriormente secadas a 55°C durante 48 h y después molidas a 1 mm.

#### **4.6.2 Análisis químicos**

Las muestras de dieta, rechazo y heces se les determinaron materia seca, cenizas y proteína cruda (AOAC, 1997), fibra detergente ácido y fibra detergente neutro (Van Soest *et al.*, 1991). Los coeficientes de digestibilidad *in vivo* fueron calculados de acuerdo a lo descrito por Van Soest (1994).

Tabla 8. Ingredientes y composición química (base seca) de las dietas con diferentes aditivos para vacas lactantes.

Concepto	Dietas				
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz
<b>Ingredientes</b>					
Bagazo de cervecería h, g kg <sup>-1</sup>	330	326.7	326.7	330	330
Silo de maíz, g kg <sup>-1</sup>	120	118.8	118.8	120	120
Maíz grano rolado, g kg <sup>-1</sup>	250	247.5	247.5	250	250
Heno de alfalfa, g kg <sup>-1</sup>	229.8	227.5	227.5	229.8	229.8
Heno de avena, g kg <sup>-1</sup>	50	49.5	49.5	50	50
Harinolina, g kg <sup>-1</sup>	10	9.9	9.9	10	10
Megalac, g kg <sup>-1</sup>	10	9.9	9.9	10	10
Bicarbonato de sodio, g kg <sup>-1</sup>		10			
Bentonita sódica, g kg <sup>-1</sup>			10		
Monensina sódica <sup>y</sup> , mg kg <sup>-1</sup>				33	
Enzima fibrolítica <sup>z</sup> , mg kg <sup>-1</sup>					200
Premezcla <sup>w</sup> , g kg <sup>-1</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Composición química</b>					
Materia seca, g kg <sup>-1</sup>	441.9	442.4	441.7	443.1	442.4
Cenizas, g kg <sup>-1</sup>	49.1	48.3	48.9	48.6	48.6
Proteína cruda, g kg <sup>-1</sup>	164.2	194.4	198.1	155.0	162.3
Fibra detergente neutra, g kg <sup>-1</sup>	359.3	359.3	359.8	359.1	359.6
Fibra detergente ácida, g kg <sup>-1</sup>	212.1	212.3	212.0	212.7	212.3
Extracto etéreo, g kg <sup>-1</sup>	47.8	47.7	47.0	45.3	47.9
Energía metabolizable <sup>x</sup> , Mcal	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
Energía neta lactancia <sup>x</sup> , Mcal	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
Energía neta ganancia <sup>x</sup> , Mcal	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13

<sup>y</sup>Monensina sódica (Rumensin 200 Elanco Inc. Greenfield IN)

<sup>z</sup>Enzimas fibrolíticas (Cattle-Ase, Loveland Industries Inc., Greeley, CO, USA).

<sup>w</sup>Premezcla compuesta por 5.6% Mg, 15,000 ppm Co, 50 ppm Se, 3,500,000 IU Vitamina A/kg; 862,500 IU Vitamina D3, 4000 IU Vitamina E

<sup>x</sup>Calculada utilizando los valores publicados de los ingredientes (NRC, 2007)

#### **4.6.3 Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados con un diseño de cuadrado latino 5 x 5 excepto pH ruminal, amoniaco y AGV los cuales también fueron analizados en un doble cuadrado latino 5 x 5 pero utilizando mediciones repetidas. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2000). Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Alimentación de cerdos con dietas líquidas fermentables a base de bagazo de cervecería.

#### 5.1.2 Prueba de alimentación

El peso de cerdos fue significativamente diferente entre tratamientos en cada uno de los periodos de alimentación (40, 80 y 130 d). Los animales que no consumieron BCH (B0) fueron más pesados que los que recibieron 15% BCH, seguidos por los de 30% y al final los de 45% (Tabla 9). Se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, en el primer periodo, 40 d los cerdos del grupo B0 obtuvieron superior GDP 10% (B15), 20 % (B30) o 37% (B45).

Para el segundo periodo, 40-80 d la ganancia diaria de peso (GDP) fue mayor para B0 690 gr d<sup>-1</sup> mientras que las dietas que con diferentes niveles de BCH tuvieron una GDP similar 617 gr d<sup>-1</sup>, sorpresivamente durante el ultimo periodo GDP fue similar para B0, B15 y B30 819 g d<sup>-1</sup> y menor (P<0.05) para B45 674 g d<sup>-1</sup>. Como era previsible el consumo de materia seca (CMS) fue incrementando de acuerdo al crecimiento de los cerdos, de igual manera en esta variable también se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). Durante el periodo 0-40 d el CMS disminuyó de forma lineal conforme se incrementaron los niveles de BCH en las dietas.

Tabla 9. Parámetros productivos de cerdos alimentados con dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo

Concepto	Dietas *				EEM	P >
	B0	B15	B30	B45		
<b>Peso</b>						
Inicial	9.7	9.6	9.7	9.8	0.2	0.9
40 d	27.2 <sup>a</sup>	25.2 <sup>b</sup>	23.8 <sup>b</sup>	20.8 <sup>c</sup>	0.3	0.01
80 d	54.8 <sup>a</sup>	49.6 <sup>b</sup>	48.8 <sup>b</sup>	45.2 <sup>c</sup>	0.3	0.01
Final 130 d	95.5 <sup>a</sup>	91.2 <sup>b</sup>	89.3 <sup>b</sup>	78.9 <sup>c</sup>	0.3	0.02
Ganancia total	85.8 <sup>a</sup>	81.6 <sup>b</sup>	79.6 <sup>b</sup>	75.8 <sup>c</sup>	0.03	0.01
<b>Consumo de MS</b>						
0-40	1178.1 <sup>a</sup>	1180.3 <sup>a</sup>	1120.6 <sup>a</sup>	1030 <sup>b</sup>	24.7	0.03
40-80	1880.8 <sup>a</sup>	1908.1 <sup>a</sup>	1830.5 <sup>b</sup>	1790 <sup>b</sup>	32.5	0.08
80-130	2480.5 <sup>a</sup>	2420.8 <sup>ab</sup>	2380 <sup>b</sup>	2350 <sup>b</sup>	31.5	0.03
0-130 d	1895.3 <sup>a</sup>	1881.7 <sup>a</sup>	1823.5 <sup>b</sup>	1771.6 <sup>b</sup>	32.5	0.03
<b>Ganancia diaria de peso</b>						
0-40	436.2 <sup>a</sup>	390 <sup>b</sup>	352.5 <sup>c</sup>	275 <sup>d</sup>	15.7	0.01
40-80	690.9 <sup>a</sup>	610 <sup>b</sup>	625 <sup>b</sup>	610 <sup>b</sup>	21.3	0.01
80-130	815.2 <sup>a</sup>	832 <sup>a</sup>	810 <sup>a</sup>	674 <sup>b</sup>	16.1	0.01
0-130 d	660.3 <sup>a</sup>	553.8 <sup>b</sup>	537.7 <sup>bc</sup>	507.7 <sup>c</sup>	12.9	0.01
Conversión alimenticia	2.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	0.1	0.01
Días para 100 kg	136 <sup>a</sup>	139 <sup>a</sup>	141 <sup>a</sup>	151 <sup>b</sup>	2.5	0.01

\*En la dieta B15, los porcinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; y en B45 450.

<sup>x</sup>Calculado en base al consumo de material seca/ Ganancia diaria de peso.

<sup>ab</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

Mientras que para el periodo 40-80 d, los cerdos con la dieta B15 y B0 mostraron CMS similar y mayor en 5% que B30 y B45, manteniéndose esta tendencia para el último periodo y CMS 0-130 d. Fue necesario 20% más de alimento para unidad de peso ganada en los animales alimentados con BCH comparados con B0. En el presente estudio la inclusión de BCH redujo la ganancia de peso (GP) en porcinos. Esta establecido que la disminución en GP puede estar asociada con una reducida ingestión o digestibilidad nutrientes (Van Soest, 1994). Yaakugh *et al.* (1994), obtuvieron una tendencia similar a la encontrada en este estudio al incluir 0, 12, 24 o 36% de BCS en la dieta de finalización de porcinos obteniendo 890 g d<sup>-1</sup> 0% BCS, 655 en 12% y 24% y 550 en 36%. Altizio *et al.* (2000) incorporó 25% BCH en dietas de cerdos en engorda a partir de los 40 kg obteniendo un consumo de alimento similar, pero una GDP menor de 930 g d<sup>-1</sup> (Control) vs 833 g d<sup>-1</sup> (20% de BCH).

Sin embargo, Aletor y Ogunyemi (1990) usaron 0, 10, 20 y 40% de BCS, encontrando que solo durante los primeros 15 días la GDP fue diferente, y similar durante los periodos subsecuentes. Sin embargo, algunos autores no han reportado diferencias entre tratamientos al incluir BC en la alimentación de porcinos. Young e Ingram (1968) alimentaron porcinos con BCS en sustitución del 0, 25, 50, 75 y 100% de PC en dietas de maíz y soya, sin una reducción significativa en la ganancia de peso. Pelevina (2007) incluyó 0, 5, 8 y 10% de BCS en dietas de porcinos con GDP de 370 g d<sup>-1</sup> y CA 4.45 kg. Asimismo, Kornegay (1973) incluyó 0, 25 y 50% de BCS en las dietas de porcinos de engorda y no detectó diferencias en consumo de alimento (CA), pero encontró que la EM y digestibilidad de PC disminuyeron, debido a mayor inclusión de fibra cruda. Wallstrom y Libal (1976) utilizaron satisfactoriamente 40% de BC en dietas de cerdas en gestación, el aumento en el peso durante la gestación fue de 39.5,

47.6 y 32.7 kg con niveles de 0, 20 y 40%, respectivamente, pero no se detectaron diferencias en tamaño de camada, peso de lechones, peso de camada al nacer o peso al destete.

En este estudio las variaciones en la GDP y CA atribuidas a la inclusión de BC pueden ser explicadas por cambios en la digestibilidad de las dietas. Amaefule *et al.* (2006) incluyeron 0, 30, 35 y 45% de BCS en la dieta de porcinos evaluando la digestibilidad la cual fue similar para MS (75%) y PC (84%), pero fue menor para FC (70.6% control y 59.3% con BCS), y ELN (87.3% control y 76.6% en las dietas con BCS). Asimismo, Meffeja *et al.* (2007) al evaluar dietas con 0, 20, 30 y 40% de ensilaje de BCH, reportaron que el consumo MS se incrementa de forma lineal hasta 50.5% (1.19 kg d<sup>-1</sup> vs 1.79 kg d<sup>-1</sup>); sin embargo, la digestibilidad de MS fue similar hasta el 30% de BCH (72.1%) cayendo radicalmente en 40% BCH hasta un 63.4%. Aletor y Ogunyemi (1990) y Yaakugh *et al.* (1994) reportaron que CMS fue menor conforme se incrementó el BCS en la dieta, mientras que Aletor y Ogunyemi (1990) obtuvieron un CA menos eficiente por la incorporación de BC; sin embargo, Yaakugh *et al.* (1994) reportaron que la CA fue similar con 0, 12, 24 o 36% de BCS.

Cabe mencionar que durante la fermentación de las dietas experimentales pudo haber modificación en los nutrientes contenidos en la dietas. Canibe *et al.* (2007) mencionan que algunos aminoácidos son desaminados por las bacterias durante la fermentación por lo que la calidad de la PC en DLF puede ser menor y esto puede afectar los parámetros productivos de porcinos. La digestibilidad de la fibra mejora con el peso y la edad del cerdo (Fernandez y Jorgenson, 1986; Noblet *et al.*, 1994; Le Goff *et al.*, 2002). Amang *et al.* (2007) evaluaron la inclusión de BC en la engorda de porcinos durante tres etapas de desarrollo; probando durante iniciación (0, 10, 20 y 30%),

crecimiento (0, 30, 40 y 50%) y finalización (0, 50, 60 y 70% BC), reportando diferencias en CMS en los diferentes niveles de inclusión de BC, por lo que recomienda incluir hasta 30% en iniciación, 40 o 50% durante crecimiento y 50% en finalización.

En este estudio a medida que se incluyó mayor cantidad de BCH en las dietas experimentales, aumentaron los niveles de FC, FDN y FDA. Durante la última década, diversos investigadores han estudiado la digestibilidad de la fibra en porcinos; en función del nivel de ingestión o composición de la fibra (Schrama *et al.*, 1998; Rijnen *et al.*, 2003a), además del peso o madurez del animal ya que al irse incrementando el peso es mayor el tiempo de retención del alimento en el intestino (Le Goff *et al.*, 2002).

De igual forma ha sido demostrado que la actividad física disminuye conforme se aumentan los niveles fibra en la dieta de cerdos de engorda (Scharma *et al.*, 1998) o reproductoras (Rijnen *et al.*, 2003b). El gasto energético debido a la actividad física se reduce hasta 24% en dietas con ensilaje de remolacha (Scharma *et al.*, 1996) lo cual podría ser debido a: 1) la actividad de fermentación intestinal relacionada con los productos finales de dicha fermentación, 2) la disponibilidad más gradual de la energía de la ración durante el día, 3) la sensación de saciedad causada por el efecto de lastre o llenado del TGI, y/o 4) los efectos relacionados con la composición de FC de los ingredientes de las dietas. Por otra parte, Ramonet *et al.* (1999) observaron que aumentando el nivel de fibra en la ración de cerdas reproductoras se reducía la actividad en pie y el comportamiento oral no alimenticio.



### 5.1.3 Calidad de la canal

Los días de engorda para alcanzar el peso al mercado se incrementaron conforme se incrementaron los niveles de BCH y esto está directamente relacionado con la GDP. González *et al.* (2002) encontraron que eran necesarios 11 y 34 d más de engorda al incorporar 58 o 76% de harina de camote en dietas de cerdos en engorda. Asimismo, Yaakugh *et al.* (1994) reportaron que fueron necesarias dos semanas más de alimentación al incluir 12 o 24 % de BCS, mientras que al incluir el 36% el periodo de alimentación se alargó en 24 d.

Los datos de las características de la canal de porcinos alimentados con diferentes niveles de BCH se muestran en la Tabla 10. Los resultados muestran que no se detectaron diferencias significativas en ninguna de las características de la canal, de los componentes no incluidos en la canal, o la carne. El rendimiento en canal fue de 78.2% (B0), 77.1% (B15), 77.4% (B30) y 76.6%. Estos resultados coinciden con lo reportado por Young e Ingram (1968), Babatunde *et al.* (1975), Paliev *et al.* (1982), Yaakugh, *et al.* (1994), Pelevina *et al.* (2007) en dietas con BCS. Mientras que Altizio *et al.* (2000) con dietas de 25% BCH reportan que el rendimiento en canal y en cortes fue similar, pero también menciona que las canales de los animales alimentados con BGH tendieron a ser más magras. Shriver *et al.* (2003) reportan disminución en la grasa dorsal al incluir cascarilla de soya a la dieta de porcinos, al igual que Pond *et al.* (1988) en dietas con alfalfa.

Los componentes no incluidos en la canal o vísceras no fueron diferentes estadísticamente ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. Yaakugh *et al.* (1994) reportan que el peso del hígado disminuyó conforme se incrementaron los niveles de BCS en dietas de porcinos. El hígado entre sus múltiples funciones, regula el almacenaje de lípidos y el

metabolismo de ácidos grasos, si el metabolismo energético es menor se ve reflejado en el peso del hígado como lo reporta Jensen *et al.* (1976) al utilizar BC en la alimentación de gallinas, el peso del hígado disminuyó conforme se incorporó mas BCH en la dietas experimentales aunque no hubo diferencias estadísticas, aun cuando se incluyeron lípidos como fuente de energía para que las diferentes dietas experimentales fuesen isoenergéticas, por lo que la única opción para poder evaluar el metabolismo energético en los animales de este experimento hubiese sido el análisis de suero sanguíneo.

Asimismo, en este estudio, los órganos del TGI no fueron afectados por la inclusión de BCH en la dieta. Cambios en tamaño y peso de los órganos del aparato digestivo son atribuidos a la adaptación de los animales a dietas específicas, el peso del TGI vacío fue 10% mayor en cerdos alimentados con 30% de aceite de palma africana en comparación con el control (Terán *et al.*, 2004). Kass *et al.* (1980) y Pond *et al.* (1988) reportan que estomago, intestino delgado, colon y ciego de porcinos fueron más pesados conforme se incremento el nivel de alfalfa en la dieta.

#### **5.1.4 Costos de producción**

Los costos de alimentación por kg de peso producido para cada una de las etapas se muestran en el Tabla 11. La inclusión de BCH en dietas de porcinos redujo los costos de alimentación durante las diferentes etapas de alimentación evaluadas, en el periodo de iniciación B15 redujo en 22%, mientras que B30 y B45 en casi 40% los costos por kg de peso ganado. Para la etapa de crecimiento los costos fueron menores en 16% (B15), 45% (B30) y 66% (B45); para la fase de finalización los costos en pesos fueron \$12.0 (B0), \$9.8 (B15), \$7.8 (B30) y \$7.0 (B45).

Tabla 10. Características de la canal de cerdos alimentados con dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo.

Concepto	Dietas <sup>a</sup>				EEM	P<
	BO	B15	B30	B45		
Días a sacrificio	132	137	137	153		
Peso al sacrificio, Kg	97.5	97.3	95.2	94.8	1.9	0.2
Peso canal, Kg						
Caliente con cabeza	76.3	75.0	73.7	72.6	0.8	0.1
Caliente sin cabeza	71.5	70.1	68.9	67.8	0.6	0.1
Canal fría 24 h	70.7	69.2	68.1	67.1	0.6	0.2
Rendimiento canal						
Caliente con cabeza	78.2	77.1	77.4	76.6	1.9	0.6
Caliente sin cabeza	73.3	72.0	72.4	71.5	1.7	0.7
pH <i>postmortem</i>						
45 min	6.4	6.3	6.3	6.4	0.2	0.8
24 h	5.9	5.9	5.8	5.9	0.2	0.7
Grasa dorsal, mm						
10 <sup>ma</sup> vértebra	23.8	22.6	22.5	21.8	2.5	0.6
12 <sup>ava</sup> vértebra	20.4	19.8	19.8	19.2	2.2	0.4
Profundidad chuleta, mm	97	95	94	92	3.4	0.6
Cortes primarios, kg	44.6	43.8	43.1	42.4	1.6	0.2
Cabeza, g	4760	4870	4750	4820	145	0.8
Hígado, g	1610	1570	1550	1490	62.3	0.1
Corazón, g	325	315	312	316	21.5	0.7
Pulmones, g	920	890	870	870	43.5	0.6
Asadura, g	1570	1540	1525	1480	65.8	0.7
Estomago vacío, g	520	530	540	565	28.3	0.2
Intestino delgado, g	1320	1360	1375	1390	45.8	0.4
Intestino grueso, g	780	830	845	870	30.7	0.1
Ciego, g	145	162	168	175	18.6	0.1

<sup>a</sup> En la dieta B15, los porcinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; y en B45, 450.

La reducción en el costo por kg producido fue de 19% (B15), 46% (B30) y 58% (B45). La inversión en alimentación calculada para que un cerdo alcance 100 kg fue de \$1056 (B0), \$885 (B15), \$722 (B30) y \$668 (B45). Amang *et al.* (2007) mencionan que la inclusión de 30% de BC durante iniciación redujo en 32% los costos por kg de cerdo producido, mientras que durante el crecimiento los costos de producción por kg fueron similares, en la finalización el control y 50% tuvieron un costo similar mientras que 60 y 70% aumentaron los costos de producción por kg en 50 y 80% respectivamente. Pelevina (2007) incluyó 0, 5, 8 y 10% de BCS en dietas de porcinos obteniendo costos de producción menores en 8 y 9%. Asimismo, Aletor y Ogunyemi (1990) usaron 0, 10, 20 y 40% de BCS, encontrando que los costos de alimentación disminuyeron al incorporarse BC en la dieta

## **5.2 Características productivas y digestivas de ovinos alimentados con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo**

### **5.2.2 Características productivas**

Aun con las diferencias en los contenidos de fibra y lípidos de las dietas los ovinos tuvieron CMS, crecimiento, GDP y conversión alimenticia (CA) fueron similares ( $P>0.05$ ), como se muestra en la Tabla 12. Estos resultados coinciden con lo reportado por Yang *et al.* (2000) quienes obtuvieron CMS, GDP y CA similar al alimentar cabras con diferentes niveles de ensilaje de BCH.

Tabla 11. Costos (en pesos) de alimentación por kg de de peso vivo producido de cerdos alimentados con dietas líquidas fermentables con diferentes niveles de bagazo de cervecería húmedo.

Etapa	Dietas <sup>a</sup>			
	0	15	30	45
Iniciación 0-40 d	11.8	9.7	8.4	8.6
Crecimiento 40-80d	11.3	9.7	7.8	6.8
Finalización 80-130	12.0	10.0	7.8	7.0
Total 0-130 d	11.7	9.8	8.0	7.4

<sup>a</sup> En la dieta B15, los porcinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; y en B45 450.

Tabla 12. Parámetros productivos de ovinos alimentados con diferentes niveles de BCH.

Item	Dietas <sup>a</sup>					EEM	P<
	B0	B15	B30	B45	B60		
Peso inicial, kg	16	16	16	16	16	2	1.0
Peso final, kg	40	41	41	40	39	3	0.2
Ganancia total, kg	26	25	25	26	23	1	0.1
Ganancia diaria de peso, g	180	192	195	185	178	37	0.4
Consumo de MS, g/d	1022	1040	1026	1021	1011	88	1.0
Conversión alimenticia <sup>b</sup>	5.7	5.4	5.3	5.5	5.7	1	0.2

<sup>a</sup> En la dieta B15, los ovinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; en B45, 450 y en B60, 600.

<sup>b</sup> Calculado en base al consumo de material seca/ Ganancia diaria de peso.

Hoffman y Armentano (1988) tampoco observaron diferencias en CMS, producción láctea o composición de la leche de vacas con dietas con 21.5% BCS o 23.5% BCH. Por otra parte, McCarthy *et al.* (1990) reportan menor CMS (1.9 vs 1.6 kg d<sup>-1</sup>) en ovinos con dietas con 0 o 35% en BS de ensilaje de BCH, mientras que GDP fue de 270 y 240 g d<sup>-1</sup>. Boloventa *et al.* (1988) argumentan que ovinos en engorda con dietas con 0, 20, 40 y 80% de BCS, reducen su CMS de 127 (0%) a 83 (80%) g kg<sup>0.75</sup>. Sin embargo, la GDP fue significativamente mayor en los corderos en las dietas con 40 o 60% de BCS. De igual manera, Anigbogu (2003) utilizó una dieta basal con hojas de *Manihot esculenta* y heno de *Andropogon gayamus* en relación 1:1 y grano de maíz, la cual fue sustituyendo con 0, 15, 30, 45 y 60% de BCS encontrando una GDP superior 152 g d<sup>-1</sup> (30%) y 168 g d<sup>-1</sup> (45%).

Olorunnisomo *et al.* (2006), encontraron diferencias significativas en CMS y GDP en ovinos alimentados con dieta basal de zacate guinea (*Panicum maximum*) y concentrado con 0, 32 o 64% de BCS de sorgo, sin embargo, después de adicionar urea en la ración no hubo diferencias en los parámetros productivos evaluados. West *et al.* (1994) alimentaron vacas Jersey lactantes con 0, 15 o 30% de BCH y 30% BCH y levadura de cerveza durante la época calurosa y húmeda encontrando que CMS no fue afectado aun cuando la dieta con 30% BCH contenía solo 35.5% de MS y 50% de FDN mientras que el control solo 36.8% FDN. Dhiman *et al.* (2003), argumentan que CMS, producción láctea y composición de la leche no fueron afectadas al suministrar 15 o 30% de BCS y BCH en dietas con similares contenido de MS.

### 5.2.3 Características digestivas

En este estudio los ovinos digirieron porcentajes similares ( $P>0.05$ ) de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácida como se muestra en la Tabla 13. En contraste McCarthy *et al.* (1990), obtuvieron coeficientes de digestibilidad mayor al alimentar ovinos con 35% de ensilaje de BCH comparados con la dieta control 0% BCH. Boloventa *et al.* (1998), reportan la digestibilidad aparente de MS, MO, PC y FDN se incrementaron a medida que aumentó la inclusión de BCS. Ozduyen y Ogun (2006) evaluaron la digestibilidad *in vivo* del ensilaje de BCH, planta completa de girasol, y ensilaje de BCH y girasol, obteniendo valores más altos para la mezcla de BCH y girasol.

En este estudio, la concentración de amoníaco en líquido ruminal aumentó ( $P<0.05$ ) al incrementarse los niveles de BCH. Sin embargo, el pH, y los diferentes AGV mostraron valores similares ( $p>0.05$ ) como se observa en la Tabla 14. Resultados similares fueron reportados por Dhiman *et al.* (2003) con valores semejantes en pH y proporciones molares de AGV en dietas con BCS o BCH.

Sin embargo Davis *et al.* (1983) observaron incrementos en el pH ruminal y disminución en las concentraciones de AGV cuando incluyeron 20, 30 o 40% de BCH en dietas de vacas lecheras reemplazando a pasta de soya, por lo que los cambios en la fermentación ruminal pueden ser atribuidos a las diferencias en la degradación de BCH y la pasta de soya.



Tabla 13. Consumo de nutrientes y coeficientes de digestibilidad de ovinos alimentados con diferentes niveles de BCH

Item	Dietas <sup>a</sup>					EEM	P<
	B0	B15	B30	B45	B60		
Consumo de materia seca							
g d <sup>-1</sup>	1158	1226	1186	1190	1173	103	1.0
g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	33	35	33	34	33	4	1.0
g kg <sup>0.75</sup> d <sup>-1</sup>	80	83	82	82	81	10	1.0
Consumo de proteína cruda							
g d <sup>-1</sup>	204	215	207	209	206	19	0.2
g kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	6	6	6	6	6	1	1.0
g kg <sup>0.75</sup> d <sup>-1</sup>	14	15	14	14	14	0.2	1.0
Digestibilidad (%)							
Materia seca	68	70	68	72	68	3	1.0
Materia orgánica	70	69	67	70	68	4	1.0
Proteína cruda	71	71	70	72	69	3	0.4
Fibra detergente neutra,	66	69	66	67	62	5	0.2
Fibra detergente ácida	67	66	68	66	65	3	0.4

<sup>a</sup> En la dieta B15, los ovinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; en B45, 450 y en B60, 600.

Tabla 14. Parámetros ruminales de ovinos alimentados con diferentes niveles de BCH

Item	Dietas <sup>‡</sup>					EEM	P<
	B0	B15	B30	B45	B60		
pH	6.2	5.9	6.0	6.1	5.9	0.1	0.6
Amoniaco (mg dl <sup>-1</sup> )	10 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	13 <sup>ab</sup>	14 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	0.4	0.1
Ácidos grasos volátiles							
AGV totales, mM	154	156	160	161	161	5.0	1.0
Acetato, mM	93	98	92	97	97	1.0	1.0
Propionato, mM	39	38	43	43	42	1.0	1.0
Butirato, mM	18	17	22	18	18	0.4	0.4
Porcentaje molar							
Acetato,	61	63	57	61	61	1.0	1.0
Propionato,	26	25	27	27	26	0.3	1.0
Butirato,	12	11	14	11	12	0.2	0.3
Proporción acetato:propionato	2.4	2.6	2.1	2.3	2.3	0.2	0.4

<sup>‡</sup> En la dieta B15, los ovinos consumieron 150 g BCH kg<sup>-1</sup> BS; en B30, 300; en B45, 450 y en B60, 600

<sup>ab</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas (P<0.05).

### **5.3 Aditivos en dietas para ovinos alimentados con bagazo de cervecería húmedo (BCH).**

#### **5.3.1 Características productivas**

El peso final de los ovinos con dietas de Bic o Mon fue mayor que en los otros grupos experimentales (Tabla 15). Debido a que la interacción dieta x periodo fue estadísticamente significativa, la GDP es discutida por periodos de pesaje. La GDP mostró variaciones durante todos los periodos experimentales (0-30, 30-60 y 60-90 d) y fue mayor ( $P < 0.05$ ) en los borregos alimentados con Bic o Mon. Además, los corderos de las dietas con Bic y Mon mostraron una mejor conversión alimenticia ya que fue necesario 8% menos alimento por incremento de unidad de peso cuando se utilizó Bic o Mon.

Se ha reportado que la adición de Bic (Jacques, 1986) o Mon (Goodricht *et al.*, 1984) en dietas altas en concentrado mantiene pH ruminal y mejora los parámetros productivos. En este estudio, un efecto en la palatabilidad debido a la disminución de la acidosis ruminal puede causar respuesta en CMS de animales con dietas de Bic o Mon. La inclusión de Ben en la dieta no afectó los parámetros productivos de los ovinos. Resultados similares fueron reportados por Ivan *et al.* (1992) al incorporar 0.5% de Ben en dietas de ovinos, aunque, cuando la dosis de Ben fue mayor (0.75% MS), los corderos incrementaron CMS y GDP comparados con el grupo sin aditivos (Walz *et al.*, 1998). En este estudio, la adición de Enz no tuvo efectos en CMS, GDP o conversión alimenticia (CA) en los corderos, lo cual coincide con reportes de la incorporación de Enz en dietas de ovinos en dietas con cebada (McAllister *et al.*, 2000) o sorgo (Lee-Rangel *et al.*, 2006).

Tabla 15. Parámetros productivos de ovinos alimentados con diferentes aditivos

Concepto	Dietas					EEM	P<
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz		
Peso inicial, kg	20.3	20.4	20.4	20.4	20.3	0.3	0.9
Peso final, kg	39.8 <sup>b</sup>	42.2 <sup>a</sup>	39.9 <sup>b</sup>	41.8 <sup>a</sup>	40.0 <sup>b</sup>	0.3	0.04
Ganancia total, kg	19.4 <sup>b</sup>	21.8 <sup>a</sup>	19.5 <sup>b</sup>	21.4 <sup>a</sup>	19.7 <sup>b</sup>	0.3	0.03
CMS, g d <sup>-1</sup>	1092 <sup>b</sup>	1267 <sup>a</sup>	1066 <sup>b</sup>	1084 <sup>b</sup>	1092 <sup>b</sup>	27.2	0.03
GDP, g							
0-30 d	185.7	204.7	193.3	208.7	194.3	4.2	0.2
30-60 d	218.3 <sup>b</sup>	248.4 <sup>a</sup>	224.2 <sup>b</sup>	237.6 <sup>a</sup>	215 <sup>b</sup>	3.5	0.1
60-90 d	244.4 <sup>b</sup>	274.7 <sup>a</sup>	234.6 <sup>b</sup>	268.5 <sup>a</sup>	246.4 <sup>b</sup>	3.3	0.01
0-90 d	216.2 <sup>b</sup>	242.6 <sup>a</sup>	217.5 <sup>b</sup>	240.8 <sup>a</sup>	218.4 <sup>b</sup>	1.7	0.001
Conversión alimenticia <sup>y</sup>	5.1 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	5.0 <sup>a</sup>	0.1	0.02

<sup>ab</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

<sup>y</sup>Conversión Alimenticia = CMS (0-90 d)/GDP (0-90 d)

Recientemente, Miller *et al.*, (2008) tampoco encontraron diferencias significativas en CMS, GDP o CA en corderos al utilizar tres dosis de Enz. Por el contrario, Beauchemin *et al.* (1995) incorporaron Enz en dietas altas en grano de toretes en engorda mejorando CA (11%), GDP (6%) y CMS (-5%). Mientras que Beauchemin *et al.* (1999) obtuvieron 9% mas GDP y mejoraron en 10% CA, sin tener efectos en CMS por la adición de Enz en terneras en engorda.

Gomez-Vázquez *et al.* (2003) reportan también similar CMS por el uso de Enz en toretes en praderas suplementados con caña de azúcar y urea, encontrando que la GDP fue mayor al utilizar el doble de la dosis recomendada de Enz. Asimismo, Titi y Lubbadah (2004) no detectaron diferencias en CMS o peso al nacimiento de corderos y cabritos al suplementar Enz al final de la gestación y durante los primeros 60 d de lactancia en ovejas y cabras.

Las Enz son utilizadas para incrementar la utilización de carbohidratos estructurales de la ración disminuyendo la concentración de FDN y FDA (McAllister *et al.*, 2001). En este estudio, los niveles reducidos de FDN y FDA podrían explicar el porque la adición de Enz no afectó los parámetros productivos de ovinos.

En el presente trabajo, la inclusión de Mon mejoró CA y GDP sin afectar CMS en comparación con la dieta control. Una menor CA fue también reportada por Poos *et al.* (1979) al evaluar la inclusión de Mon en dietas con BCS o urea como fuente de PC en bovinos en engorda, Mon mejoró CA solo en la dieta con BCS. De igual forma, Goodrich *et al.* (1984) mencionan que la adición de Mon mejora CA 7.8% y 1.8% en toretes en engorda utilizando proteína verdadera o urea como fuente de N. Por otro lado, Owaimer *et al.* (2003) reportan una disminución de 10% en CMS y 8.3% mayor CA al

utilizar Mon en dietas con una relación 25:75 de forraje:concentrado. Posiblemente Mon incrementa la disponibilidad de energía al animal de ahí la mejoría en CA (Lana *et al.*, 1998). La reducción en CMS y una mejor CA como respuesta a la suplementación de Mon ha sido bien documentada anteriormente (Hutjens, 1991).

Sin embargo, Martini *et al.* (1996) no encontraron diferencias en el comportamiento productivo de ovinos con dietas que incluían Mon durante 100 d. Maas *et al.* (2001) también reportan reducción CMS debida a lo inclusión de Mon en ovejas en praderas durante las estaciones de primavera y otoño. De igual forma, Muwalla *et al.* (1994) detectaron aumentos de 16% en GDP y reducción en el CMS al incluir Mon en la dieta de ovinos en engorda. Asimismo, Wang *et al.* (2004) adicionaron en dietas de recepción (60:40 forraje:concentrado) y finalización (7:93 forraje:concentrado) en base a grano de cebada a toretes en engorda, obteniendo incrementos en GDP por el uso de Mon en ambos periodos experimentales mientras que CMS fue similar.

La mejor utilización de la energía en rumiantes alimentados con dietas adicionadas con Mon con CMS similar también ha sido reportado por Daenicke *et al.* (1982) quienes calcularon una retención de energía mayor (15.3%) y mejor (5.1%) CA en novillos del grupo Mon. Otros estudios como los de Granzin y Drydenb (2005), Martineau *et al.* (2007), Al-Zahal *et al.* (2008), Grainger *et al.* (2008) y Genhman *et al.* (2008) no encontraron diferencias en el CMS de ganado lechero en dietas con Mon.

### **5.3.2 Características digestivas**

El consumo de materia seca (CMS, g d<sup>-1</sup>) y los CMS ajustados (g kg peso vivo d<sup>-1</sup> y g kg peso vivo<sup>0.75</sup> d<sup>-1</sup>) de los borregos canulados fueron significativamente mayores

en dietas adicionadas con Bic (Tabla 16). De igual forma, se incrementó ( $P < 0.05$ ) la excreción fecal de MS lo cual parece estar relacionado con CMS ( $P < 0.05$ ) en los animales alimentados con dietas que incluían Bic. No obstante, las digestibilidades aparentes de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido fueron similares ( $P > 0.05$ ; Tabla 18). Debido a que la interacción tratamiento x hora de muestreo fue significativa, los datos de pH y amoníaco en líquido ruminal se discuten por cada hora de muestreo. Debido a que las interacciones tratamiento x hora de muestreo no fueron significativas, solo se muestran los efectos principales del total y concentración individual de los (AGV). La concentración de acetato disminuyó mientras que la de propionato se incrementó en ovinos con dietas de Bic o Mon, lo cual resultó en la disminución de la proporción de acetato:propionato que en los alimentados con Ben, Enz o Con (Tabla 19).

Ha sido previamente documentado que la disminución en la proporción de acetato:propionato aumenta la retención de energía ya que la fermentación del propionato es energéticamente mas eficiente y teóricamente reduce la producción de metano asociada con la producción de acetato y butirato (Van Soest, 1994) por lo que Bic y Mon podrían suministrar mayor energía a los ovinos con dietas con BCH. En el presente trabajo, los aditivos mostraron respuestas variables en los parámetros ruminales evaluados (Tabla 19 y Tabla 20). Resultados similares han sido reportados por varios autores. Galyean y Chabot (1981), Jacques *et al.* (1986) Ivan *et al.* (1992).

Tabla 16. Consumo de nutrientes y coeficientes de digestibilidad de ovinos alimentados con diferentes aditivos

Concepto	Dietas					EEM	P<
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz		
Consumo de Materia Seca							
g d <sup>-1</sup>	1503 <sup>b</sup>	1729 <sup>a</sup>	1577 <sup>b</sup>	1588 <sup>b</sup>	1537 <sup>b</sup>	15.7	0.03
g kg <sup>-1</sup> PV d <sup>-1</sup>	28.9 <sup>b</sup>	33.3 <sup>a</sup>	30.7 <sup>b</sup>	27.5 <sup>b</sup>	29.9 <sup>b</sup>	0.3	0.04
g kg <sup>-1</sup> PV <sup>0.75</sup> d <sup>-1</sup>	77.6 <sup>b</sup>	89.3 <sup>a</sup>	82.1 <sup>b</sup>	83.1 <sup>b</sup>	80.0 <sup>b</sup>	0.8	0.03
MS excretada en heces, g d <sup>-1</sup>	487.8 <sup>b</sup>	534.3 <sup>a</sup>	501.7 <sup>b</sup>	503.6 <sup>b</sup>	481.4 <sup>b</sup>	4.9	0.05
Digestibilidad (%)							
Materia Seca	67.5	69.1	68.2	68.3	68.7	2.3	0.8
Materia Orgánica	68.2	68.8	67.9	68.5	68.3	1.2	0.7
Proteína Cruda	70.4	71.5	69.8	69.7	70.2	1.9	0.6
Fibra Detergente Neutra	64.3	66.7	65.2	64.5	67.1	1.5	0.3
Fibra Detergente Ácida	52.1	54.1	53.2	52.6	54.1	2.2	0.5

MS = materia seca; EEM = error estándar de la media; <sup>ab</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.



Tabla 17. pH y amoníaco ruminal obtenido a diferentes periodos postalimentación de ovinos alimentados con diferentes aditivos.

Tiempo, h	Dietas				
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz
	pH				
0	6.3 <sup>a</sup>	6.3 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>	6.1 <sup>a</sup>
1.5	6.1 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>b</sup>	5.9 <sup>ab</sup>	6.1 <sup>ab</sup>	6.1 <sup>a</sup>
3	6.0 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>b</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>b</sup>	6.2 <sup>a</sup>
4.5	5.9 <sup>ab</sup>	5.9 <sup>b</sup>	5.7 <sup>b</sup>	5.8 <sup>bc</sup>	5.8 <sup>b</sup>
6	5.8 <sup>b</sup>	5.6 <sup>c</sup>	5.5 <sup>bc</sup>	5.7 <sup>c</sup>	5.7 <sup>b</sup>
Media	6.0	5.9	5.8	6.0	6.0
EEM	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>P</i> <	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	NH <sub>3</sub> -N, mg dl <sup>-1</sup>				
0	16.1 <sup>a</sup>	16.6 <sup>a</sup>	16.7 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	17.4 <sup>b</sup>
1.5	16.4 <sup>a</sup>	16.3 <sup>a</sup>	16.5 <sup>a</sup>	17.1 <sup>a</sup>	18.0 <sup>ab</sup>
3	16.1 <sup>a</sup>	16.5 <sup>a</sup>	16.4 <sup>a</sup>	16.8 <sup>ab</sup>	17.0 <sup>b</sup>
4.5	15.4 <sup>b</sup>	15.3 <sup>b</sup>	15.9 <sup>b</sup>	15.8 <sup>b</sup>	16.0 <sup>c</sup>
6	14.5 <sup>b</sup>	14.7 <sup>b</sup>	16.2 <sup>ab</sup>	16.7 <sup>ab</sup>	17.4 <sup>b</sup>
Media	15.6	15.8	16.3	16.9	17.1
EEM	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
<i>P</i> <	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

EEM = error estándar de la media; <sup>abc</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

Aunque, Colling *et al.* (1979) y Walz *et al.* (1998) encontraron incrementos en la concentración total de AGV, acetato y butirato por la adición de Ben en dietas de ovinos. Mientras que en dietas de novillos en engorda (Adams *et al.*, 1981) y en ovinos en pastoreo (Mess *et al.*, 1985), la adición de Bic no alteró la fermentación ruminal o las características digestivas. Sin embargo, Mandebvu y Galbraith (1999) mencionan que la incorporación de Bic aumentó la proporción molar de propionato y redujo el amoníaco ruminal. Kawas *et al.* (2007a) reportan pH similar y mayor proporción de propionato, al incluir Bic en la dieta de ovinos en engorda. Santra *et al.* (2003) señalan aumento en total de AGV y disminución amoníaco en respuesta al uso de Bic en dietas de ovinos.

En este estudio, Mon redujo la proporción de acetato:propionato sin afectar los otros parámetros ruminales evaluados. Resultados similares han sido reportados en ovinos con dietas altas en grano adicionadas con Mon (Mbanzamihigo *et al.*, 1996; Garcia *et al.*, 2000). Mass *et al.* (2001) también mencionan que la incorporación de Mon en dietas de ovinos en pastoreo mantiene la concentración de amoníaco, reduce la proporción de acetato:propionato e incrementa la tasa de pasaje ruminal que es asociado al incremento en la concentración de propionato.

En este estudio, los parámetros de fermentación y digestión evaluados no fueron afectados por la suplementación de Enz. Lo cual coincide con lo reportado por Gomez-Vázquez *et al.* (2003) en toretes, McAllister *et al.* (2000) y Lee-Rangel *et al.* (2006) en ovinos en engorda y Baah *et al.* (2005) en bovinos lecheros suplementados con Enz. Por el contrario, Beauchemin *et al.* (1995), Lewis *et al.* (1996) y Yang *et al.* (1998) utilizaron Enz en dietas ricas en forraje suministradas a rumiantes reportando incrementos en la digestibilidad de nutrientes.

Tabla 18. Parámetros ruminales obtenidos a diferentes periodos postalimentación de ovinos alimentados con diferentes aditivos.

Concepto	Dietas					EEM	P<
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz		
AGV totales, mM	136	137	135	138	143	3.2	0.6
Acetato, mM	87	85	87	82	91	2.0	0.5
Propionato, mM	31	36	34	39	34	0.8	0.1
Butirato, mM	11	9	7	11	11	0.2	0.2
Iso-Butiato, mM	3.4	3.3	3.5	3.4	3.5	0.1	0.7
Valerato, mM	1.9	1.8	1.9	2.1	2.0	0.04	0.6
Iso-Valerato, mM	1.2	1.4	1.2	1.5	1.6	0.03	0.7
acetato:propionato	2.8	2.4	2.6	2.1	2.7	0.04	0.2

EEM = error estándar de la media.

Asimismo, Feng *et al.* (1996) argumentan que la adición de Enz a heno de gramíneas previo a la alimentación mejora la digestibilidad de los nutrientes en toretes de engorda. De igual forma, Hristov *et al.* (1998) indican que la incorporación de Enz en dietas de rumiantes aumenta la digestibilidad total y ruminal de MS y FDN. Recientemente Miller *et al.* (2008) reportaron menor coeficiente de digestibilidad para FDN y mayor coeficiente de digestibilidad para FDA en ovejas con dietas en base a cebada o sorgo adicionadas con Enz.

### **5.3.3 Efecto del uso de Monensina sódica y/o Bicarbonato de sodio en dietas con BCH a ovinos.**

Los datos del comportamiento productivo de los ovinos alimentados con Bic, Mon, Bic y Mon se muestran en la Tabla 19. Los corderos de la dieta con la combinación de Bic y Mon mostraron un peso final mayor que los de los otros grupos experimentales. El CMS de borregos fue mayor ( $P < 0.05$ ) por la adición de Bic y menor por la inclusión de Mon, pero fue similar al Con en la combinación de Bic más Mon. Debido a que la interacción dieta x periodo de pesaje fue estadísticamente significativa la GDP es discutida por periodos. En el primer periodo de pesaje al 30 d la GDP fue similar ( $P > 0.05$ ) en los borregos de las dietas Con y Bic y mayor ( $P < 0.05$ ) en los borregos de las dietas Mon y la combinación de Bic más Mon. Durante el periodo 30-60 d GDP de corderos fue significativamente diferente entre los tratamientos siendo mayor para la combinación de Bic mas Mon. Manteniéndose la misma tendencia en el periodo 60-90 d. La CA fue similar en los diferentes periodos ( $P > 0.05$ ).

Tabla 19. Parámetros productivos de ovinos alimentados con monensina sódica y/o bicarbonato de sodio

Concepto	Dietas				EEM	P<
	Control	Bic	Mon	Bic:Mon		
Peso inicial, kg	19.4	19.3	19.4	19.3	0.4	0.9
Peso final, kg	40.4 <sup>b</sup>	42.8 <sup>b</sup>	42.7 <sup>b</sup>	44.4 <sup>a</sup>	0.4	0.001
Ganancia total, kg	21.0 <sup>b</sup>	23.5 <sup>b</sup>	23.3 <sup>b</sup>	25.2 <sup>a</sup>	0.3	0.01
CMS, g d <sup>-1</sup>	1171 <sup>b</sup>	1297 <sup>b</sup>	1114 <sup>b</sup>	1226 <sup>a</sup>	29.4	0.01
GDP, g						
0-30 d	205.8 <sup>c</sup>	213.6 <sup>bc</sup>	224.3 <sup>b</sup>	232.8 <sup>a</sup>	5.8	0.01
30-60 d	237.9 <sup>c</sup>	267.5 <sup>b</sup>	258.3 <sup>b</sup>	289.1 <sup>a</sup>	7.0	0.01
60-90 d	258.2 <sup>c</sup>	309.7 <sup>b</sup>	292.4 <sup>b</sup>	322.3 <sup>a</sup>	5.0	0.01
0-90 d	234.0 <sup>c</sup>	267.4 <sup>b</sup>	254.7 <sup>b</sup>	281.1 <sup>a</sup>	3.8	0.01
Conversión alimenticia <sup>y</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.4 <sup>b</sup>	4.4 <sup>b</sup>	0.1	0.01

EEM = error estándar de la media; <sup>abc</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

<sup>y</sup>Conversión Alimenticia = CMS (0-90 d)/GDP (0-90 d).

Sin embargo, la cantidad de alimento necesaria por unidad de incremento de peso fue 15% menor en las dietas adicionadas con Mon y la combinación de Bic mas Mon, mientras que Bic mejoró en 8% CA de ovinos (Tabla 18). Se ha establecido que los ionóforos como Mon y buffers como Bic mejoran el comportamiento productivo de animales domésticos aunque su mecanismo de acción puede ser diferente (Phy y Provenza, 1998ab). La Mon posee una alta afinidad por  $\text{Na}^+$  (Pressman, 1976). El aumento en los niveles de  $\text{Na}^+$  al adicionar Bic como buffer puede influir la respuesta a Mon (Zinn y Borques, 1993); de hecho, la información de los parámetros digestivos y metabólicos de la combinación de ionóforos y buffers es reducida existiendo solo dos autores que reportan información en ese sentido (Rogers y Davis, 1982; Zinn *et al.*, 1994). Phy y Provenza (1998a) determinaron la preferencia de ovinos a grano de cebada y grano de cebada con ionóforos y/o Bic.

Ambos aditivos fueron efectivos en incrementar el consumo de grano de cebada, además de existir una interacción entre lasolacil y Bic. También demostraron que los corderos prefieren soluciones que contienen Bic o lasolacil como estrategia para mantener la homeostasis ruminal. La preferencia de un alimento involucra las interacciones entre el sabor y la retroalimentación post-ingestiva la cual es determinada por la condición fisiológica del animal y las características químicas del alimento (Provenza 1995, 1996). Los animales preferirán aquellos alimentos que cumplan sus requerimientos nutricionales mientras que ingerirán menor cantidad o no consumirán alimentos con niveles elevados de nutrientes o toxinas (Phy y Provenza, 1998b).

Aunque, el manejo, los animales, las condiciones ambientales y la composición química de la dieta fueron similares, los ovinos del segundo experimento fueron más pesados. Las diferencias en los ingredientes utilizados en las dietas experimentales

podieron influir en el comportamiento productivo de los borregos de los dos experimentos ya que heno de alfalfa, grano de maíz y melaza de caña fueron reemplazados por grano de cebada, cebo y harina de pescado, y aunque la cantidad de fibra fue similar los patrones de fermentación pudieron cambiar debido a las diferencias en la fermentación de maíz y cebada, la inclusión de cebo, o un mejor perfil de aminoácidos y mayor proteína de sobrepeso proveniente de la harina de pescado.

#### **5.4 Características productivas, seminales y calidad de la canal de ovinos alimentados con clorhidrato de zilpaterol.**

##### **5.4.1 Prueba de alimentación**

Después de 15 d de tratamiento, los corderos suplementados con Z fueron más pesados que los del grupo control. Sin embargo, durante los periodos subsecuentes el peso fue similar y al final de la prueba la ganancia de peso fue similar ( $P>0.05$ ). El incremento de peso de los animales livianos fue significativamente menor que el de los pesados. La misma tendencia se mantuvo para el CMS, GDP y CA (Tabla 20).

En el presente trabajo se observó que los animales alimentados con Z ganaron más peso en los primeros periodos que al final. Otros estudios han mostrado incrementos en GDP durante las primeras dos semanas (Pringle *et al.*, 1993) o cuatro (Moloney *et al.*, 1990) o durante periodos largos (Kim *et al.*, 1987; Anderson *et al.*, 1989; Koohmaraie *et al.*, 1991; Rikhardsson *et al.*, 1991) o ningún efecto (Bohorov *et al.*, 1987; Claeys *et al.*, 1989; Shackelford *et al.*, 1995).

Tabla 20. Parámetros productivos de ovinos alimentados con y sin clorhidrato de zilpaterol

Concepto	Livianos		Pesados		EEM	Valor de F		
	Con	Z	Con	Z		PV	Z	PV*Z
Pesos, kg								
Inicial	28.6	28.9	40.3	40.4	0.3	NS	NS	NS
0-15 d	32.7	33.7	45.7	47.1	0.3	0.001	0.02	0.003
15-30 d	36.6	37.8	51.2	52.9	0.3	0.001	0.01	0.02
30-45 d	40.7	41.7	57.0	58.1	0.4	0.001	0.03	0.01
45-60 d	45.2	45.5	63.1	63.3	0.3	0.001	0.7	0.2
0-60 d	16.4	16.7	22.8	22.9	0.1	0.001	0.8	0.4
GDP, g d <sup>-1</sup>								
0-15	253.3	318.7	358.9	446.7	17	0.001	0.001	0.001
15-30	262.5	275.9	369.1	386.7	15	0.001	0.03	0.02
30-45	271.5	255.3	384.5	346.7	12	0.001	0.3	0.2
45-60	298.1	258.9	405.3	343.3	16	0.001	0.04	0.01
0-60	271.4	277.2	379.4	380.8	15	0.001	0.8	0.1
CMS, g d <sup>-1</sup>	1232	1257	1766	1741	22	0.001	0.9	0.2
CA	4.5	4.5	4.7	4.6	0.3	0.2	0.8	0.4

EEM = error estándar de la media.

GDP = ganancia diaria de peso.

CMS = consumo de materia seca.

CA = conversión alimenticia, CSM (0-60 d)/GDP (0-60 d)

PV = grupos de peso vivo.

Z = tratamiento con zilpaterol.

PV\*Z = interacción tratamiento con zilpaterol x grupos de peso vivo.

NS = no significativo (P > 0.05).



La respuesta explosiva inicial en el crecimiento por el uso de A $\beta$ A y una declinación subsecuente de la respuesta fue también reportada por Moloney *et al.* (1990) que al suplementar L-644,969 a toretes obtuvieron una GDP 53% mayor y mejor CA (69%) durante las cuatro primeras semanas del tratamiento. Resultados similares fueron reportados en ovinos (Pringle *et al.*, 1993) y en porcinos (Mitchell *et al.*, 1994). Es probable que la disminución a la respuesta inicial en el crecimiento sea por la insensibilización o saturación de los receptores A $\beta$ A (Avendaño-Reyes *et al.*, 2006). En este estudio, el CMS y CA no fue afectada por la inclusión de Z en la dieta. Lo cual coincide con lo reportado por Pringle *et al.* (1993) quienes no detectaron diferencias en CMS o CA por el uso de A $\beta$ A en dietas de ovinos en engorda. Plascencia *et al.* (1999) y Avendaño-Reyes *et al.* (2006) tampoco encontraron efecto en el CMS al evaluar la inclusión de Z en las dietas de toretes aunque reportan incrementos en la GDP y CA de los toretes que consumieron Z.

#### **5.4.2 Evaluación espermática**

La administración de Z redujo significativamente el porcentaje de motilidad progresiva solo en los borregos del grupo P. Sin embargo, la concentración espermática fue similar en los animales alimentados con o sin Z (Tabla 21). Posiblemente los datos de los espermatozoides evaluados fue mayor en el grupo P que L. Estudios previos han demostrado que el estímulo nervioso testicular (Chow *et al.*, 2000) y los receptores adrenérgicos son importantes para la producción de espermatozoides (Kjerszenbaum *et al.*, 1985; Yamamoto *et al.*, 1995). Se han encontrado receptores A $\beta$ A en tejido de

testículo, epidídimo (Yamamoto *et al.*, 1995) y en espermatozoides de mamíferos (Adeoya-Osiguwa *et al.*, 2006).

Los datos obtenidos en este estudio muestran el efecto de Z sobre la calidad seminal de borregos adultos. Las diferencias en la calidad seminal de ovinos L y P puede ser explicada por la edad y el mejor crecimiento de los borregos más pesados. La adición de catecolaminas o agonistas adrenérgicos a semen *in vitro* promueven la motilidad espermática (Bavister, *et al.*, 1979; Semczuk, 1988), la activación y reacción acrosomal en espermatozoides de mamíferos (Cornett y Meizel, 1978; Way y Killian, 2002), mientras que la motilidad se reduce en presencia cuando un antagonista o bloqueador adrenérgico como propranolol (White *et al.*, 1995). Sin embargo, los efectos del tratamiento con A $\beta$ A durante periodos prolongados son controversiales.

Schiavone *et al.* (2004) reportan que los A $\beta$ A originan una disminución de receptores  $\beta$ -adrenérgicos en órganos como pulmones, músculo cardíaco y sistema nervioso central, e incluyen una disminución de los receptores para andrógenos testiculares en pollos de engorda alimentados con dietas que contienen clenbuterol. Mientras Yamamoto *et al.* (1995) no encontraron alteraciones significativas o efectos en la motilidad espermática al administrar bloqueadores o adicionar A $\beta$ A. Zimmerli y Blum (1990) y Mersmann (1998) encontraron que los A $\beta$ A alteran el flujo sanguíneo y como consecuencia la temperatura testicular y esto podría afectar la motilidad espermática.

Tabla 21. Características seminales y de la canal de ovinos suplementados con clorhidrato de zilpaterol.

Concepto	Livianos		Pesados		EEM	Valor de F		
	Con	Z	Con	Z		PV	Z	PV*Z
Motilidad espermática, %	30	31	59	49	2.0	0.001	0.012	0.001
Concentración espermática, X 10 <sup>6</sup>	2510	2360	4316	4149	228	0.001	0.4	0.04
Peso canal caliente, kg	22	22	29	30	0.4	0.001	0.6	0.2
Peso canal fría, 24 h	22	22	29	29	0.2	0.001	0.7	0.2
Rendimiento canal caliente, %	48.9	49.1	46.6	47.2	0.8	0.4	0.5	0.5
Rendimiento canal fría, % 24 h	47.8	47.6	45.5	45.7	0.8	0.4	0.8	0.8
Pérdida por almacenaje, % 24 h	1.1	1.5	1.1	1.5	0.1	0.7	0.03	0.1
Pérdida por almacenaje, % 96 h	3.4	4.0	2.9	3.6	0.5	0.6	0.03	0.2
Asadura, g	2145	2160	2985	2957	125	0.001	0.7	0.2
Hígado, g	845	870	1182	1165	88	0.001	0.8	0.3
Rumen, g	1245	1215	1682	1707	96	0.001	0.9	0.5
pH	6.4	6.3	6.4	6.2	0.1	0.8	0.5	0.8
Agua retenida, %	63	58	63	58	0.5	0.8	0.04	0.2
Pérdida cocción, %	25	29	25	30	0.2	0.8	0.02	0.2
Pérdida goteo, %	4.4	6.4	4.6	6.6	0.03	0.7	0.02	0.3

EEM = error estándar de la media.

PV = grupos de peso vivo.

Con = control.

Z = tratamiento con zilpaterol.

PV\*Z = interacción tratamiento con zilpaterol x grupos de peso vivo.

Por otro lado, Odoe (2007) menciona que los testículos de becerros fueron más livianos en los animales suplementados con A $\beta$ A. Sin embargo, en ese estudio la temperatura testicular no fue evaluada. Algunos autores mencionan que la administración oral de compuestos que actúan como  $\alpha$ -bloqueadores y  $\beta$ -estimuladores incrementan la cantidad de espermatozoides por eyaculado en el humano (Yamamoto *et al.*, 1995; Yamamoto *et al.*, 1986; Yamashita *et al.*, 1990). En los resultados obtenidos en este estudio, la adición de Z no afectó la concentración espermática de borregos.

### **5.4.3 Calidad de la canal**

Como era de esperarse los pesos de la canal caliente y fría de borregos pesados fue superior que la de los livianos. Sin embargo, el rendimiento en canal caliente y fría fue mayor en los borregos livianos que en los pesados. Las pérdidas de peso por almacenaje fueron similares a las 24 h, mientras que a 96 h fueron superiores para los borregos pesados (Tabla 21). Asimismo, el peso de la asadura, hígado y rumen de borregos pesados fue mayor que el de los livianos. Por otro lado, el pH de las canales fue similar para ambos grupos experimentales. La capacidad de retención de agua fue mayor en el grupo testigo comparados con los suplementados con Z. De igual forma la pérdida por cocción fue significativamente menor en los animales del grupo control comparados con los del grupo con Z. La misma tendencia fue observada en la pérdida por goteo (Tabla 21).

En este estudio las características de la canal no fueron afectadas por la incorporación de Z. Sin embargo, Pringle *et al.* (1993) encontraron un incremento de 6 a 8% en el rendimiento en canal de borregos suplementados con L644,969. Además,

Moloney (1990) obtuvo 4% más de rendimiento de la canal de toretes suplementados con L644,969 comparados con el grupo control. Schroeder (2004) y Walker *et al.* (2006) reportan un rendimiento mayor en las canales de novillos suplementados con ractopamina. Asimismo, Plascencia *et al.* (1999) obtuvieron canales 13 kg más pesadas en toretes con dietas adicionadas con Z. Por el contrario, Shackelford *et al.* (1995) no encontraron efectos en el crecimiento muscular prenatal o postnatal o suavidad de la carne de corderos que se les administró L644,969 por vía intrauterina.

La capacidad de retención de agua, pérdida por cocción y por goteo son parámetros relacionados con suavidad, jugosidad y vida de anaquel de la carne (Mitsumoto *et al.*, 1995). En este estudio, estas características fueron influenciadas negativamente por la inclusión de Z. Avendaño-Reyes *et al.* (2006) suplementaron Z o ractopamina reportando efectos positivos en la calidad de la carne de novillos. En ese mismo sentido, Geesink *et al.* (1993) reportan incrementos significativos en el peso y volumen de los músculos *longissimus dorsi* y semimembranoso y menor capacidad de retención de agua al utilizar clenbuterol en la dieta de becerros Holstein. Además, Fabry *et al.* (1990) mencionan que la calidad de la carne de vacas de desecho se mejora gracias a la adición de cimaterol.

## **5.5 Efecto de aditivos sobre el comportamiento y digestibilidad de vacas lactantes alimentadas con 33% bagazo de cervecería húmedo.**

### **5.5.1 Consumo de MS**

El CMS ( $\text{g d}^{-1}$ ) y los CMS ajustados ( $\text{g kg PV d}^{-1}$  y  $\text{g kg PV}^{0.75} \text{d}^{-1}$ ) se muestran en la Tabla 22. Hubo diferencias significativas en el CMS en los diferentes tratamientos. Las vacas alimentadas con Bic y Enz consumieron 10% y 7% más alimento que Ben, Mon y Con. En la actualidad, las dietas ofrecidas a animales domésticos tienen una mayor concentración de nutrientes buscando cubrir los requerimientos necesarios para sostener altas producciones (Shimada, 2003).

Por otro lado es común el uso de subproductos fermentados para reducir los costos de alimentación (Aguilera *et al.*, 2007) ambas situaciones hacen que el pH ruminal disminuya por la producción y acumulación de AGV y ácido láctico (Underwood, 1992). Cuando el pH ruminal se encuentra entre 5.6 y 5.2 los animales padecen acidosis ruminal subaguda (Cooper y Klopfenstein, 1996), lo que se manifiesta en disminución en CMS, diarrea e incremento en la incidencia de laminitis (Nocek, 1997).

En este estudio, la adición de Bic incrementó el CMS, lo cual coincide con reportes previos en ganado lechero con dietas de ensilaje de pastos (Canale y Strokes, 1988), con 40:60 silo de maíz:concentrado (Erdman, 1988), con 54:46 heno de alfalfa:concentrado (Rogers *et al.*, 1985), con 60:40 silo de maíz:concentrado (Kilmer *et al.*, 1980) y con 50:50 silo de maíz:concentrado (Jacques *et al.* 1986).

Tabla 22. Consumo de nutrientes y coeficientes de digestibilidad de vacas lactantes alimentadas con diferentes aditivos.

Concepto	Dietas					EMM	P<
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz		
Consumo de materia seca							
kg d <sup>-1</sup>	13.9 <sup>b</sup>	15.6 <sup>a</sup>	14.3 <sup>b</sup>	14.4 <sup>b</sup>	15.1 <sup>a</sup>	0.2	0.03
g kg d <sup>-1</sup>	26.7 <sup>b</sup>	30.0 <sup>a</sup>	27.5 <sup>b</sup>	28.1 <sup>b</sup>	29.0 <sup>a</sup>	0.3	0.04
g kg <sup>0.75</sup> d <sup>-1</sup>	128 <sup>b</sup>	143 <sup>a</sup>	131 <sup>b</sup>	134 <sup>b</sup>	139 <sup>a</sup>	0.8	0.03
MS en heces, kg d <sup>-1</sup>	4.4 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.6 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	0.1	0.1
MS digerida, kg d <sup>-1</sup>	9.5 <sup>b</sup>	10.8 <sup>a</sup>	9.7 <sup>b</sup>	9.7 <sup>b</sup>	10.3 <sup>a</sup>	0.1	0.03
Digestibilidad (%)							
Materia seca	68.4	69.5	67.9	67.8	68.2	2.1	0.4
Materia orgánica	66.9	69.5	68.3	67.5	69.5	1.8	0.6
Proteína cruda	69.3	71.5	69.9	69.2	70.5	1.4	0.4
Fibra detergente neutra,	64.7	66.3	65.4	65.5	65.9	1.3	0.6
Fibra detergente ácida	53.1	53.6	52.9	53.3	53.2	1.8	0.6

Bic = bicarbonato; Ben = bentonita; Mon = monensina; Enz = enzimas; EEM = error estándar de la media; MS = materia seca; <sup>abc</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

Sin embargo, otros estudios no reportan diferencias entre tratamientos en el CMS al adicionar Bic en cabras con dietas con soya (Schmidely *et al.*, 2005), en vacas lecheras con dietas 50:50 y 25:75 forraje:concentrado (Kennelly *et al.*, 1999; Khorasani y Kennelly, 2001, respectivamente), con 84:16 silo de maíz:concentrado (Jacques *et al.*, 1986), en vacas lecheras en praderas y/o grasa de sobrepaso (Clayton *et al.*, 1999; Chouinard *et al.*, 1997) o con dietas de 10% de BCH (Belibasakis y Triantos, 1991). Jacques *et al.* (1986) mencionan que aun cuando Bic no es un buffer muy poderoso, el incremento de CMS se debe probablemente a que el Bic neutraliza los ácidos de ingredientes fermentados como silo y BCH.

En este estudio, la inclusión de Enz también aumentó CMS, lo cual coincide con lo reportado por Beauchemin *et al.* (2000) en vacas lecheras con dietas integrales, por Feng *et al.* (1996) en novillos con dietas de 70% heno de zacate bromo y 30% concentrado, por Zinn y Salinas (1999) con toretes en corral de engorda y por Krueger *et al.* (2008) al incorporar Enz a heno de bermuda al corte, empacado o previa alimentación obteniendo incrementos en CMS al corte (14%) y previa alimentación (5%). Sin embargo, otros estudios, no reportan incrementos en el CMS de vacas lecheras (Rode *et al.*, 1999; Schingoethe *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 1999; Ahn *et al.*, 2003; Ballard *et al.*, 2003; Elwakeel *et al.*, 2007).

En este estudio, el CMS fue similar en las dietas Con, Mon y Ben. Se ha reportado que la incorporación de Mon puede incrementar (Granzin y Dryden, 1999), disminuir (Sauer *et al.*, 1989; Cant *et al.*, 1997 y Symanowski *et al.*, 1999) o no afectar (Van der Werf *et al.*, 1998; Phipps *et al.*, 2000; Granzin y Dryden, 2005; da Silva *et al.*, 2007; Martineau *et al.*, 2007; Odongo *et al.*, 2007; Alzahal *et al.*, 2008; Genhman *et al.*, 2008 y Grainger *et al.*, 2008) el CMS del ganado lechero. Tedeschi *et al.* (2003)



mencionan que al adicionar Mon en dietas de rumiantes, aquellos que estén en equilibrio energético negativo pueden consumir igual o mayor cantidad de MS que los animales sin Mon, mientras que aquellos que están en equilibrio energético positivo consumirán menor cantidad de MS comparados con aquellos sin Mon lo cual coincide con lo reportado por Wagner *et al.* (1999). Las vacas de este estudio probablemente se encontraban en equilibrio energético negativo por estar en el primer tercio de lactancia y ser de primer parto. Otros autores mencionan que la adición de Ben no afecta CMS (Colling *et al.*, 1979; Jacques *et al.*, 1986; Ivan *et al.*, 1992, Gulsen *et al.*, 2000, Berthiaume, *et al.*, 2007); no obstante Waltz *et al.* (1998) obtuvieron mayor CMS en ovinos alimentados con dietas en las que se incluyó Ben, mientras que Huntington *et al.* (1977) incluyeron 4 y 8% de Ben en dietas de ovinos en engorda aumentado el CMS en 5% y duplicando GDP durante un periodo de 28 d; sin embargo, el efecto desapareció al considerar 110 d de engorda.

### **5.5.2 Digestibilidad**

La excreción fecal de MS, se incrementó ( $P < 0.05$ ) paralelamente al CMS en los animales alimentados con dietas que incluían Bic y Enz (Tabla 22). No obstante, la digestibilidad aparente de MS, MO, PC, FDN y FDA fue similar ( $P > 0.05$ ; Tabla 23). La inclusión de Mon no modificó la digestibilidad, lo cual coincide con lo reportado por Ali-Haimoud *et al.* (1995), Plaizier *et al.* (2000), MacKintosh *et al.*, (2002), Benchaar *et al.* (2006), da Silva (2007). Sin embargo, Plaizier *et al.* (2000), y Benchaar *et al.* (2006) reportaron incrementos en la digestibilidad de PC en animales con dietas con alto contenido de concentrado (57.4% y 52%), aun cuando la digestibilidad de PC no fue

afectada en dietas menos concentrado, como lo reportan Martinieu *et al.* (2007) con 40% y en el presente estudio con 27.2% de concentrado en la ración.

La inclusión de Bic no afectó los coeficientes de digestibilidad ( $P>0.05$ ), lo cual coincide con lo reportado por Wagner *et al.* (1973) en dietas con salvado de trigo, Aguilera *et al.* (2008) en ovinos con 60% de BCH, Kennelly *et al.* (1999) en vacas lecheras con 50 o 75% de concentrado. Por otra parte, la adición de Bic aumentó la digestibilidad de MS en dietas con heno de alfalfa molida y no tuvo efecto en la misma dieta alfalfa sin moler (Rogers *et al.*, 1985) o en dietas a base a gluten de maíz en la digestibilidad de MS (Firkins *et al.*, 1991), al igual que dietas con 50% (Snyder *et al.*, 1983) ó 40 % de silo de maíz (Erdman *et al.*, 1982) y 30% de ensilaje de bermuda (Canale y Stokes, 1988) en la digestibilidad de FDA. Rogers *et al.* (1985) mencionan que la tasa de pasaje de líquidos fue 12.5% mas rápida por efecto de la adición de Bic, siendo este un posible mecanismo del incremento de CMS, sin cambios en la digestibilidad.

La incorporación de Ben no afectó la digestibilidad de los diferentes nutrientes evaluados ( $P>0.05$ ). Lo cual coincide por lo reportado en ovinos por Ha *et al.* (1983), Ivan *et al.* (1992) y Berthiaume *et al.* (2007); sin embargo, Jacques *et al.* (1986) reportan que Ben disminuyó la digestibilidad de MS, FDN y FDA, o disminuyó la digestibilidad de PC sin afectar la digestibilidad de MS o FC (Gulsen *et al.*, 2000).

No se encontraron efectos en la digestibilidad de MS, PC, FDN o FDA por la incorporación de Enz ( $P>0.05$ ). Esta misma tendencia fue reportada por Lewis *et al.* (1999), Reddish y Kung (2007) en ganado lechero, Muwalla *et al.* (2007) y Miller *et al.* (2007ab) en ovinos y bovinos de engorda. Por otro lado Krueger *et al.* (2008) no encontraron diferencias en la digestibilidad de PC o FDN, pero si en la digestibilidad de

MS la cual aumentó 7% en toretes alimentados con 56 % de heno de bermuda. Lewis *et al.* (1996) reportan incrementos en la digestibilidad de MS, FDN y FDA. Asimismo, Yang *et al.* (1999) obtuvieron un 4% de incremento en la digestibilidad de MS de vacas lactantes, mientras que Rode *et al.* (1999) detectaron un incremento en la digestibilidad fue desde 10 hasta 32%. Feng *et al.* (1996) observaron que la tasa de pasaje a través del tracto digestivo aumentó en 31% por la adición de Enz, por lo que se puede explicar las diferencias en CMS y la similitud en los coeficientes de digestibilidad obtenidos en el presente.

### **5.5.3 Parámetros ruminales**

Los parámetros ruminales evaluados se muestran en la Tabla 23. Debido a que las interacciones tratamiento x hora de muestreo no fueron significativas ( $P>0.05$ ), solo se muestran los efectos principales del total y los diferentes AGV en la Tabla 25. Los valores de pH fueron similares en los diferentes tratamientos ( $P>0.05$ ). La misma respuesta fue encontrada en el pH ruminal que mostró una media general de 5.64, en algunos periodos de muestreo el pH fue inferior a 5.6, lo cual se considera el límite mínimo de pH para que los animales no sufran acidosis ruminal subaguda, por lo que es probable que las vacas hayan sufrido algún grado de acidosis durante el día.

### **5.5.4 pH**

El pH del líquido ruminal no fue afectado por la inclusión de aditivos ( $P>0.05$ ). Los incrementos en pH ruminal por el uso de Mon han sido reportados en animales con

dietas de más del 75% de concentrado o cuando los animales se encuentran en acidosis ruminal (Nagaraja *et al.*, 1981; Burrin y Britton, 1986; Cooper y Klopfenstein, 1996), mientras que en dietas con menos de 50% de concentrado el pH es similar en dietas con y sin Mon (Fairfield *et al.*, 2007) lo que pudo ocurrir en el presente estudio.

El pH fue similar en las dietas con buffers (Bic y Ben) comparados con control, lo cual coincide con lo reportado para Bic (Wagner *et al.*, 1973; Kennelly *et al.*, 1999; Khorasani y Kenelly, 2001) y Ben (Gulsen *et al.*, 2000) en ganado lechero. Sin embargo, Schmidely *et al.* (2005) obtuvieron una tendencia en incremento de pH, así como Firkins *et al.* (1993) en dietas con gluten de maíz al incluir Bic.

Según Erdman (1988) los cambios en el pH ruminal debidos al uso de buffers dependen del nivel de forraje y concentrado en la dieta, la capacidad amortiguadora de la dieta, el pH previo a la alimentación, además de los patrones y cantidad de consumo, este último mecanismo puede explicar lo ocurrido por la inclusión de Bic en el presente estudio, ya que aunque pH fue similar el CMS se incrementó en 12%. La incorporación de Enz no afectó el pH ruminal ( $P > 0.05$ ), lo cual coincide con los reportes en vacas lecheras (Yang *et al.*, 1999; Beauchemin *et al.*, 1995; Bowman *et al.*, 2003; Miller *et al.*, 2008). Resultados contrarios han sido reportados por Lewis *et al.* (1996) y Hristov *et al.* (2000) en dietas altas en grano en bovinos de corral de engorda.

### **5.5.5 Amoníaco**

En este estudio no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la concentración de amoníaco líquido ruminal (media general = 15.0 mg dl<sup>-1</sup>). Lo anterior contrasta con lo reportado en otros estudios, que coinciden que la adición de

Mon disminuye la concentración de amoníaco y la degradación de proteína (Chen y Russell, 1989; Ali Haimoud *et al.*, 1995; Ruiz *et al.*, 2001), aunque algunos de los ingredientes en de las dietas tenían velocidad de degradación ruminal elevada como pasta de soya, mientras que en el presente estudio los ingredientes proteicos como BCH, harinolina y alfalfa tienen una degradabilidad ruminal menor, la cual puede explicar las diferencias en la concentración de amoníaco.

La inclusión buffers (Bic y Ben) no afectó la concentración de amoníaco. Sin embargo, Kennelly *et al.* (1999) mencionan que el amoníaco ruminal fue mayor en dietas con 75% de concentrado adicionadas con Bic, mientras que fue similar en dietas con 50% de concentrado. Por otra parte, Schmidely *et al.* (2005) obtuvieron una disminución en amoníaco ruminal por la inclusión de Bic en cabras. Similares respuestas en ovinos fueron mencionadas por Santra *et al.* (2003) al evaluar Bic, mientras que en vacas lecheras Gulsen *et al.* (2000) con Ben y Jacques *et al.* (1986) con Bic y Ben. Berthiaume *et al.* (2007) mencionan que Ben puede absorber parte del amoniaco excedente en rumen y reducir la degradación de proteína, además de disminuir la motilidad de protozoarios y depredación de bacterias.

#### **5.5.6 Ácidos grasos volátiles**

La concentración total de AGV, acetato, iso-butilato, valerato e iso-valerato, no fue afectada por la inclusión de los diferentes aditivos ( $P>0.05$ ), mientras que fueron detectadas diferencias ( $P<0.05$ ) en la concentración de propionato la cual fue mayor en los tratamientos Mon y Enz y butirato en los que Bic y Ben tuvieron las concentraciones menores, tendencia similar se observó en el porcentaje molar existiendo diferencias

estadísticas ( $P < 0.05$ ) en los porcentajes de propionato y butirato. La relación acetato:propionato fue menor ( $P < 0.05$ ) para Mon y Enz (2.16 y 2.14) que en Bic, Ben o Con (2.58, 2.59 y 2.69, respectivamente).

El aumento en la producción de propionato, incrementa la actividad gluconeogénica en el hígado (Duffield *et al.*, 2008a), la reducción del porcentaje molar de butirato, y la proporción de acetato:propionato fueron los cambios detectados por la inclusión de Mon en este estudio. Lo anterior coincide con lo reportado en otros estudios (Sauer *et al.*, 1989; Ipharraguerre y Clark, 2003). En este estudio se observó la misma tendencia con Enz y Mon. Lewis *et al.*, (1996) en un estudio *in vivo* mencionan que la inclusión de Enz aumenta la concentración de AGV sin alterar los porcentajes de los AGV, ni la proporción acetato:propionato, mientras que Elwakeel *et al.* (2007) no encontraron diferencias atribuibles al adición de Enz en un estudio *in vitro*. Miller *et al.* (2008b) encontraron que al adicionar Enz, la producción total de AGV se incrementó en animales alimentados con concentrado a base de cebada y disminuyó en animales en dietas a base de sorgo. Mientras que Baah *et al.* (2005) obtuvieron mayor producción y porcentaje molar de propionato y menor relación acetato:propionato al incluir Enz en dieta con 50:50 grano de cebada y heno de orchard, lo anterior coincide con lo encontrado en el presente estudio.

La inclusión de buffers (Bic y Ben) no afectó la producción ni proporción de AGV. Lo cual concuerda con lo reportado en vacas lecheras en dietas con gluten de maíz (Firkins *et al.*, 1991), salvado de trigo (Wagner *et al.*, 1993) o novillos alimentados con ensilaje de sorgo (Jacques *et al.*, 1986) o cascarilla de algodón (Galyean y Chabot, 1981).

Tabla 23. Parámetros ruminales obtenidos a diferentes periodos postalimentación de vacas lactantes alimentadas con diferentes aditivos.

Concepto	Dietas					EEM	P<
	Con	Bic	Ben	Mon	Enz		
pH	5.59	5.61	5.69	5.65	5.64	0.1	0.5
NH <sub>3</sub> -N, mg dl <sup>-1</sup>	14.1	14.5	15.4	15.8	14.9	0.48	0.2
Total AGV, mM	114.5	115.4	120.3	119.2	117.1	3.2	0.3
Concentración, mM							
Acetato	72.3	73.6	71.8	71.3	75.0	1.8	0.4
Propionato	26.9 <sup>b</sup>	28.5 <sup>b</sup>	33.3 <sup>a</sup>	33.3 <sup>a</sup>	29.0 <sup>b</sup>	0.7	0.01
Butirato	9.9 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>	9.3 <sup>a</sup>	8.8 <sup>ab</sup>	0.3	0.02
Iso-Butirato	2.8	2.5	2.9	2.4	2.9	0.1	0.5
Valerato	1.6	1.6	1.6	1.5	1.9	0.06	0.7
Iso-Valerato	1.1	1.3	1.3	1.4	1.2	0.06	1.0
Porcentaje molar							
Acetato	63.1	63.1	59.7	59.8	64.0	1.5	0.3
Propionato	23.5 <sup>b</sup>	24.7 <sup>b</sup>	27.7 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	24.8 <sup>b</sup>	0.6	0.01
Butirato	8.6 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>	6.2 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	0.4	0.02
Iso-Butirato	2.4	2.2	2.4	2.0	2.5	0.1	0.5
Valerato	1.4	1.4	1.3	1.3	1.6	0.1	0.7
Iso-Valerato	1.0	1.1	1.2	1.2	1.0	0.1	0.9
acetato:propionato	2.7 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	2.2 <sup>b</sup>	2.1 <sup>b</sup>	2.6 <sup>a</sup>	0.1	0.01

Bic = bicarbonato; Ben = bentonita; Mon = monensina; Enz = enzimas; EEM = error estándar de la media; <sup>ab</sup> Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

Pero contrasta con lo mencionado en cabras (Hadjipanayiotou, 1988; Schmidely *et al.*, 2005) y en vacas (Kalscheur *et al.*, 1997) quienes reportaron incrementos en la producción total de AGV y de la proporción de acetato, o similar producción total de AGV pero mayor producción de acetato (Clayton *et al.*, 1999) o acetato y butirato (Colling *et al.*, 1979).

Ha sido previamente documentado que la disminución en la proporción de acetato:propionato aumenta la retención de energía ya que la fermentación del propionato es energéticamente mas eficiente y teóricamente reduce la producción de metano asociada con la producción de acetato y butirato (Van Soest, 1994; Duffield *et al.*, 2008a) por lo que Mon y Enz podrían suministrar mayor energía a las vacas lecheras con dietas de BCH.

### **5.7.7 Producción láctea**

La producción de leche fue significativamente diferente entre tratamientos (Figura 1), siendo mayor en Mon (22.7) y Enz (22.7) seguidos por Bic (22.3 l d<sup>-1</sup>), Ben (21.3) y Con (20.8). Se ha reportado que el efecto de la Mon en la producción láctea ha sido inconsistente ya que algunos estudios reportan incrementos (Hayes *et al.*, 1996; Van der Werf *et al.*, 1998; Duffield *et al.*, 1999; Symanowski *et al.*, 1999; Phipps *et al.*, 2000) y otros no reportan cambios (Melendez *et al.*, 2006; Zahra *et al.*, 2006; da Silva *et al.*, 2007; Alzhal *et al.*, 2008; Gehman *et al.*, 2008). Existen diversos factores que pueden afectar la respuesta a la adición de Mon como hato (Lean *et al.*, 1994), condición corporal (Duffield *et al.*, 1999), pero el principal es la dieta (Alzahal *et al.*, 2008; Duffield *et al.*, 2008b).



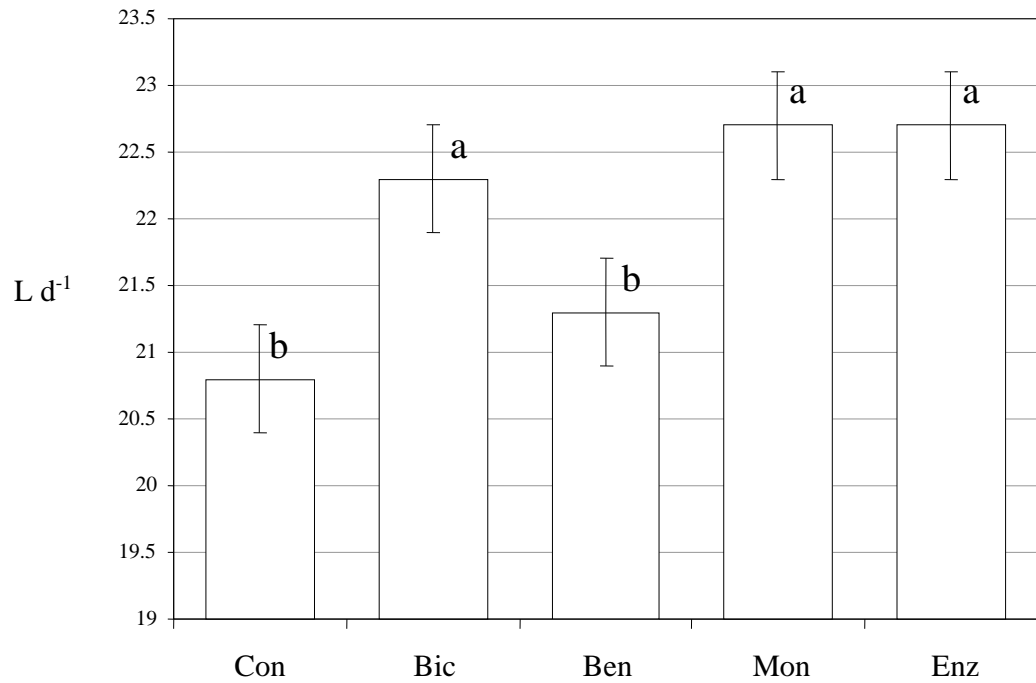


Figura 1. Producción láctea (media  $\pm$  error estándar de la media, l d<sup>-1</sup>) de vacas lactantes alimentadas con diferentes aditivos.

Bic = bicarbonato; Ben = bentonita; Mon = monensina; Enz = enzimas; EEM = error estándar de la media;

<sup>abc</sup>Medias dentro de la misma hilera con diferentes literales indican diferencias significativas.

En este estudio, la adición de Bic aumentó en 7% la producción láctea. Otros estudios también han reportado incrementos en la producción de leche en vacas en primer tercio de lactancia (Kennelly *et al.*, 1999) o último tercio de lactancia (Khorasani y Kennelly, 2001), adicionando Bic a dietas con 75% y 50% de concentrado las vacas frescas tuvieron un aumento de 16% en la producción láctea, mientras que en dietas de 50% de concentrado la producción fue similar, para las vacas en lactancia avanzada la producción láctea aumento en 8% en la dieta de 50% de concentrado y 22% en la dieta de 75%. Belibasakis y Triantos (1991) adicionaron Bic a la dieta de vacas lactantes con 65% de concentrado, 25% de alfalfa y 10% de BCH obteniendo 2.7 kg día<sup>-1</sup> más de leche corregida al 4% de grasa.

Firkins *et al.* (1991) obtuvieron una producción de 33 l día<sup>-1</sup> en la dieta con Bic y 30.9 l día<sup>-1</sup> en la dieta control en vacas alimentadas con gluten de maíz. Sin embargo, Wagner *et al.* (1993) en dietas con salvado de trigo, Kalscheur *et al.* (1997) en vacas lecheras con 50 y 75% de concentrado, Clayton *et al.* (1999) en vacas lecheras en pradera y Schmidely *et al.* (2005) en cabras no encontraron diferencias en producción láctea al adicionar Bic. En este estudio, la producción láctea de vacas alimentadas con Enz se incrementó en 1.9 l día<sup>-1</sup>. Lo cual coincide con lo reportado por Rode *et al.* (1999) quienes obtuvieron 10% mas de leche al adicionar Enz a vacas frescas; asimismo, Schingoethe *et al.* (1999) obtuvieron 1 kg día<sup>-1</sup> de leche mas al adicionar Enz. Yang *et al.* (1999) obtuvieron de 3 a 8% más de leche al adicionar diferentes niveles de Enz. Titi *et al.* (2003) adicionaron Enz a la dieta de vacas en primer tercio de lactancia obteniendo 37% mas de leche. Sin embargo en los reportes de Feng *et al.* (1999), Elwakeel *et al.* (2007) y Miller *et al.* (2008) los valores de producción láctea no fueron afectados por la inclusión de Enz.

La inclusión de Ben no tuvo efectos sobre la producción láctea. Lo cual coincide con lo reportado por Gulsen *et al.* (2000), sin embargo, Rindsig *et al.* (1969) obtuvieron 1.2 l día<sup>-1</sup> mas al incluir el 5% de Ben. Por otro lado Huntington *et al.* (1977) duplicaron la GDP durante el periodo de adaptación (21 d) al adicionar Ben a la ración de ovinos de engorda, mientras que Dunn *et al.* (1979) reportan una disminución en la mortalidad de ovinos al adicionar Ben. Simas *et al.* (2007) encontraron 1-3 µg kg<sup>-1</sup> de aflatoxinas en un tercio de las muestras de BCH recolectadas en establos lecheros en Brasil. Recientemente se ha reevaluado el uso de Ben como absorbente o secuestrante de aflatoxinas en aves (Magnoli *et al.*, 2007, Pasha *et al.*, 2007), mientras que la adición de Ben demostró ser útil en disminuir la cantidad de aflatoxinas en leche de cabra (Nageswara y Chopra, 2001).

La producción de leche por cada kg de MS de la dieta ingerida fue de 1.59 l kg<sup>-1</sup> (Mon), 1.50 l kg<sup>-1</sup> (Con, Ben y Enz) y 1.43 l kg<sup>-1</sup> (Bic). La eficiencia alimenticia fue 6% mayor con Mon; asimismo, disminuyó 4.5% por la adición de Bic y fue similar para Enz y Ben. Los animales alimentados con Enz y Bic ganaron mas peso durante los periodos en que fueron incluidos estos aditivos en sus dietas por lo que esto podría ser una explicación del lugar donde se pudieron ser utilizados en parte de los nutrientes excedentes del consumo y los cambios en la digestión de Enz y Bic. Aunado a lo anterior, Aguilera *et al.* (2008) obtuvieron un efecto sinérgico al combinar Bic y Mon en dietas de ovinos de engorda con 60% BCH, lo cual pudiese ser motivo de próximas investigaciones sobre el posible efecto sinérgico de Bic, Enz y Mon.

## 6 CONCLUSIONES

Resultados de este estudio muestran que el uso de dietas líquidas fermentables con BCH es una buena alternativa en la alimentación de porcinos. Aun cuando los parámetros productivos fueron menores en las dietas con BCH comparados con el testigo y se requieren más días de alimentación para alcanzar el peso al mercado, la calidad y rendimiento de la canales son similares. Por lo que se recomienda utilizar 30% de BCH en la etapa de iniciación y 30 o 40% en crecimiento y finalización de BCH en las dietas líquidas fermentables.

La inclusión de hasta el 60% de BCH en dietas de ovinos en engorda no afectó los parámetros digestivos o productivos aun cuando existieron variaciones en los porcentajes de MS, FDN, FDA y extracto etéreo de las dietas. Diferentes respuestas fueron obtenidas en la digestión y fermentación; sobretodo en amoniaco, acetato y propionato del líquido ruminal mientras que la digestibilidad de los nutrientes, pH y concentración total de AGV no fue alterada por la inclusión de aditivos. Además, la inclusión de Bic, Mon y la combinación de Bic más Mon mejoraron los parámetros productivos. La cantidad de alimento necesaria por unidad de incremento de peso se redujo en 15% por la adición de Mon y la combinación de Bi más Mon, mientras se redujo en 8% con la adición de Bic.

La adición de zilpaterol (Z) en las dietas aumentó la GDP de borregos durante los primeros 30 d, mientras que fue similar y hasta menor en los subsecuentes 30 días.

Además, la inclusión de Z redujo la motilidad espermática de borregos pesados, por lo que su uso en prospectos a sementales no es recomendable. La calidad de la carne fue parcialmente menor debido a las pérdidas por almacenaje, reducción en la capacidad de retención de agua, pérdida por cocción y goteo. La conversión alimenticia, las características de la canal y la concentración espermática no fueron afectadas por la adición de Z, aunque estos parámetros pudiesen ser diferentes en periodos mas cortos de alimentación como 15 o 30 días.

La adición de aditivos a dietas de vacas lecheras con 33% de BCH, produjo diferentes respuestas en la digestión y fermentación encontrándose diferencias en consumo, propionato y proporción de acetato:propionato ruminal, mientras que la digestibilidad de los nutrientes, pH y concentración total de AGV no fue alterada por la inclusión de aditivos. La inclusión de Mon, Enz y Bic mostraron efectos sobre consumo y algunos de los parámetros digestivos evaluados, de igual forma la adición de esos aditivos incrementaron la producción láctea. Debido a que los mecanismos de acción de los aditivos fueron variables, la combinación de los aditivos usados podría ser el objetivo de futuras investigaciones.

## 7 LITERATURA CITADA

- Adamic, E.B. 1997. Barley and Malting. In *The Practical Brewer: A Manual for the Brewing Industry*, 2d ed. Madison,
- Adams, D.C., Galyean, M.L., Kiesling, H.E., Wallace, J.D., Finkner, M.D. 1981. Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance on growing steers and digestibility in lambs. *J. Anim. Sci.* 53: 780–789.
- Ademosun, A.A. 1973. Evaluation of brewers dried grains in the diets of growing chickens. *Br. Poult. Sci.* 14:463–468.
- Adeneye, J.A. and Sunmonu, E.M. 1994. Growth of male WAD sheep fed cassava waste or dried sorghum brewer's grain as supplements to tropical grass/legume forage. *Small Rumin. Res.* 13:243-249.
- Adeoya-Osiguwa, S.A., Gibbons, R., Fraser, L.R. 2006. Identification of functional alpha2- and beta-adrenergic receptors in mammalian spermatozoa. *Hum. Reprod.* 21: 1555-1563.
- AFRIS. 2007. Culmos de malta (brotes de malta) en Sistema de información para los recursos de pienso disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris/es/Data/467.htm>.

Agris. 2002. Brewers grains, Wet brewers grains, Dried brewers grains, Brewers spent grain, Brewers Dried Yeast disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/Data/468>.

Agu, R.C. 2006. Fermentation Studies of Wort Made Using Malt and Different Adjuncts—Rice and Maltose Syrup. MBAA TQ. 43: 277-280.

Aguilera J.I., Ramírez, R.G., Arechiga, C.F., Lopez, M.A., Bañuelos, R., Duran, M., Rodríguez, E.R. 2007. Influence of wet brewers grains on rumen fermentation, digestion and performance in growing lambs. J. of Anim. and Vet. Adv. 6: 641-645.

Aguilera-Soto, J.I., Ramirez, R.G., Arechiga, C.F., Mendez-Llorente, F., Lopez-Carlos, M.A., Silva-Ramos, J.M., Rincon-Delgado, R.M., Duran-Roldan, F.M. 2008. Effect of feed additives in growing lambs fed diets containing wet brewers grains. Asian-Aust. J. Anim. Sci. En Prensa.

Ahn, J.H., Kim, Y.J., Kim, H.J. 2003. Effects of fibrolytic enzyme addition on ruminal fermentation, milk yield and milk composition of dairy cows. J. Anim. Sci. Technol. 45:131–142.

Alarcón, R.A.D., Duarte, J.O., Rodríguez, F.A., Janacua H. 2005. Incidence of PSE and DFD muscle in pigs slaughtered in Mexico's Bajío region. Tec. Pecu. Mex., 43: 335-346.

- Aletor, V.A., Ogunyemi, O. 1990. The performance, haematology, serum constituents and economics of producing weaner-pigs on dried brewer's grain. *Nigerian Journal of Technological Research*. 2:85-89.
- Ali Haimoud, D., Vernay, M., Bayourthe, C., and Moncoulon, R. 1995. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. *Can. J. Anim. Sci.* 75:379–385.
- Altizio, B.A., Wohlt, J.E. and Schoknecht, P.A. 2000. Nutrient content of spent microbrewery grains and variation with pub and brew type. *J. Anim. Sci.* 78 (Suppl 1): 223.
- Alzahal, O., Odongo, N.E., Mutsvangwa, T., Or-Rashid, M.M., Duffield, T.F., Bagg, R., Dick, P., Vessie, G., and McBride, B.W. 2008. Effects of monensin and dietary soybean oil on milk fat percentage and milk fatty acid profile in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91: 1166-1174.
- Amaefule, K.U., Okechukwu, S.O., Ukachukwu, S.N., Okoye, F.C. and Onwudike, O.C. 2006. Digestibility and nutrient utilization of pigs fed graded levels of brewers' dried grain based diets. *Livestock Research for Rural Development* 18:5 disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/1/amae18005.htm>
- Amang J., Mbang, A, Owino, J., Kones, J., Meffeja, F. and Dibog, L. 2007. Evaluation of ensiled brewer's grain in the diet of piglets by one way multiple analysis of variance. *Tropicultura* 25:21-26.



- Anderson, D.B., Veenhuizen, E.L., Wagner, J.F., Wray, M.I. Mowrey, D.H. 1989. The effect of ractopamine hydrochloride on nitrogen retention, growth performance and carcass composition of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 67 (Suppl. 1), p. 222
- Anigbogu, N.M. 2003. Supplementation of Dry Brewer's Grain to Lower Quality Forage Diet for Growing Lambs in Southeast Nigeria. *Aust. J. Anim. Sci.* 16: 384-388
- Aning, K.G., Akpodiete, O.J. and Bawala, T.O. 1994. The implications of feeding stored brewers' grains to pigs: a microbiological and growth performance study. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa* 42: 173-178.
- Annison, G. 1997. The use of enzymes in ruminant diets. In: *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 13th Annual Symposium*. Nottingham University Press, Nottingham, Leics., UK. p.115.
- AOAC, 1997. *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Armentano, L. and Pereira, M. 1997. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *J. Dairy Sci.* 80: 1416-1423.
- Avendaño-Reyes L., Torres-Rodríguez, V.F., Meraz-Murillo, Pérez-Linares, J.C., Figueroa-Saavedra, F., Robinson, P.H. 2006. Effects of two  $\beta$ -adrenergic agonists on finishing performance, carcass characteristics, and meat quality of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 84: 3259-3265.

- Baah J., Shelford, J. A., Hristov, A.N., McAllister, T.A., Cheng. K.J. 2005. Effects of tween 80 and fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and digestibility of feeds in Holstein cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18: 816-824.
- Babatunde, G.M., Fetuga B.L., Oyenuga, V.A. and Ayoade, A. 1975. The effects of graded levels of Brewers' dried grains and maize cobs in the diets of pigs on their performance characteristics and carcass quality. *Nig. J. Anim. Prod.* 2:119-133.
- Ballard, C.S., Carter, M.P., Contach, K.W., Sniffen, C.J., Sato, T., Uchida, K., Teo, A., Nhan U.D., and Meng T.H. 2003. Feeding fibrolytic enzymes to enhance DM and nutrient digestion and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:(Suppl. 1):150. (Abstr.)
- Barth, S.J. 2007. The Barth Report. Barth-Haas Group Alemania disponible en: [http://www.barthhaasgroup.com/cmsdk/content/bhg/barth\\_report.htm](http://www.barthhaasgroup.com/cmsdk/content/bhg/barth_report.htm)
- Bavister, B.D., Chen, A.F., Fu, P.C. 1997. Catecholamine requirement for hamster sperm motility in vitro. *J. Reprod. Fertil.* 56: 507-513.
- Beauchemin, K. A., Rode, L. M., Sewalt, V.J. H. 1995. Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 641–644.
- Beauchemin, K.A., Yang, W.Z., Rode, L.M. 1999. Effect of grain source and enzyme additive on site and extent of nutrient digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 378-390.

- Bedford, M. and Partridge, G. 2001. *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. CAB International. London, UK. p. 234
- Belibasakis, N.G., and Triantos, A. 1991 Effects of Sodium Carbonate on Milk Yield, Milk Composition, and Blood Components of Dairy Cows in Early Lactation. *J. Dairy Sci.* 74: 467-472.
- Belibasakis, N.G. and Tsirgogianni, D. 1996. Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57: 175-181.
- Benchaar, C., Petit, H.V., Berthiaume, R., Whyte, T.D. and Chouinard, P.Y. 2006. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:4352-4364
- Bergen, W.G., Bates, D.B. 1984. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. *J. Anim. Sci.* 58: 1465-1483.
- Berthiaume, R., Ivan, M., and Lafrenière, C. 2007. Effects of sodium bentonite supplements on growth performance of feedlot steers fed direct-cut or wilted grass silage based diets. *Can. J. Anim. Sci.* 87: 631-638.
- Bohorov, O., BATTERY, P.J., Correia, J.H.R.D., Soar, J.B. 1987. The effect of the  $\beta$ -2-adrenergic agonist clenbuterol or implantation with oestradiol plus trenbolone acetate on protein metabolism in weather lambs. *Br. J. Nutr.* 57: 99-107.

- Bovolenta, S., Piasentier, E., Peresson, C. and Malossini, F. 1998. The utilization of diets containing increasing levels of dried brewers grain by growing lambs. *Anim. Sci.* 66: 689-695.
- Bowman, G.R., Beauchemin, K.A. and Shelford, J.A. 2003. Fibrolytic Enzymes and Parity Effects on Feeding Behavior, Salivation, and Ruminant pH of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 86: 565-575.
- Burrin, D.G., and Britton, R.A. 1986. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. *J. Anim. Sci.* 63:888–893.
- Calvert, C.C. 1991. Fiber Utilization by Swine. In: E. R. Miller, D. W. Ullrey, A. J. Lewis (Ed.) *Swine Nutrition*. Butterworth-Heinemann, Stoneham, M.A. pp. 285-296
- Canale, C.J. and Stokes M.R. 1988 Sodium Bicarbonate for Early Lactation Cows Fed Corn Silage or Hay Crop Silage-Based Diets *J Dairy Sci* 71: 373-380.
- Canibe, N., Højberg, O., Badsberg, J.H. and Jensen, B.B. 2007. Effect of feeding fermented liquid feed and fermented grain on gastrointestinal ecology and growth performance in piglets. *J. Anim. Sci.* 85: 2959-2971.
- Cant, J.P., Fredeen, A.H., MacIntyre, T., Gunn, J., and Crowe, N. 1997. Effect of fish oil and monensin on milk composition in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 77:125–131.
- Carroll, D.J., Keller, M.R., Matthiesen, D. and Koch, T. 1997. Ruminant undegradable intake protein fraction of four protein sources: canola meal, dried barley distillers

grains, corn distillers, and blood meal. En: [http://www.orst.edu/dept/animal\\_sciences/research.htm](http://www.orst.edu/dept/animal_sciences/research.htm)

- Chaturvedi, O.H., Santra, A., Tripathi, M.K., Jayashankar, J. and Karim, S.A. 2003. Weight gain and body conformational changes in weaned lambs fed high concentrate diets containing graded levels of sodium bicarbonate. *Indian J. Anim. Sci.* 73: 668-673
- Chen, G., and Russell, J.B. 1989. More monensin-sensitive, ammonia-producing bacteria from the rumen. *Appl. Environ. Microbiol.* 55:1052–1057.[
- Chiou, P.W., Chen, C.R., Chen, K.J. and Yu, B. 1998. Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 74: 123-134.
- Cholerton, M. 2003. Yeast Management under High-Gravity Brewing Conditions *MBAA TQ* 40:181-185.
- Chouinard, P.Y., Girard, V., and Brisson G.J. 1997 Lactational Response of Cows to Different Concentrations of Calcium Salts of Canola Oil Fatty Acids with or Without Bicarbonates. *J. Dairy Sci.* 80: 1185-1193
- Chow, S., Giglio, W., Anesettic, R., Ottenwellera, J.E., Pogacha, L.M., Huanga, H.F.S. 2000. The Effects of Testicular Denervation on Spermatogenesis in the Sprague-Dawley Rat. *Neuroendocrinology* 72: 37-45

- Claeys, M. C., Mulvaney, D.R., McCarthy, F.D., Gore, M.T., Marple, D.N., Sartin, J.L. 1989. Skeletal muscle protein synthesis and growth hormone secretion in young lambs treated with clenbuterol. *J. Anim. Sci.* 67: 2245-2251.
- Clayton, E.H., Lean, I.J., Rowe, J.B. and Cox J.W. 1999 Effects of Feeding Virginiamycin and Sodium Bicarbonate to Grazing Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 82: 1545-1554.
- Cole, N., MacLeod, L. and Mitchell, K. 1998. Some Effects of Steeping and Germination Parameters on Grain Hydration and Respiration and Consequent Malt Quality. *MBAA* 35: 104-107
- Colling, D.P., Britton, R.A., Farlin, S.D., and Nielsen, M.K. 1979. Effects of adding sodium bentonite to high grain diets for ruminants. *J. Anim. Sci.* 48: 641-648.
- Conrad, H.R., and Rogers, J.A. 1977. Comparative value of brewers' wet and brewers' dried grains for dairy cattle. *Proc. U.S. Brewers Assoc. Feed Conf., St. Louis, MO.* p. 26.
- Cooper, R., and T. Klopfenstein. 1996. Effect of Rumensin and Feed Intake Variation on Ruminal pH. *Scientific Update on Rumensin/ Tylan/ Micotil for the Professional Feedlot Consultant.* Elanco Animal Health, Greenfield, IN. A1–A14.
- Cornett L.E., Meizel, S. 1978. Stimulation of in vitro activation and the acrosome reaction of hamster spermatozoa by catecholamines. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 75: 4954-4958.

- Cozzi, G. and Polan, C.E. 1994. Corn Gluten Meal or Dried Brewers Grains as Partial Replacement for Soybean Meal in the Diet of Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 77: 825-834.
- Crawshaw, R. 2001. Co-product feeds animal feeds from food and drinks industries. Ed. Nottingham University Press. pp. 51-80.
- Crome, P.K., McKeith, F.K., Carr, T.R., Jones, D.J., Mowrey, D.H. and Cannon, J.E. 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *J. Anim. Sci.* 74: 709-716.
- Cunha, T.J. 1991. Horse feeding and nutrition. 2nd edition. San Diego: The Academic Press, Inc. pp. 37-39.
- da Silva, D.C., Santos, G.T., Branco, A.F., Damasceno, J.C., Kazama, R., Matsushita, M., Horst, J.A., dos Santos, W.B.R. and Petit H.V. 2007. Production Performance and Milk Composition of Dairy Cows Fed Whole or Ground Flaxseed With or Without Monensin. *J. Dairy Sci.* 90: 2928-2936.
- Daenicke, R., Rohr, K., Oslage, J. 1982 Effect of monensin on rumen fermentation, performance and body composition of growing bulls. *Livest. Prod. Sci.* 8: 479-488.
- Davis C.L., Grenawalt, D.A. and McCoy, G.C. 1983. Feeding value of pressed brewers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 66: 73-79

- De Brabander, D.L., De Boever, J.L., De Smet, A.M., Vanacker, J.M. and Boucqué, C.V. 1999. Evaluation of the physical structure of fodder beets, potatoes, pressed beet pulp, brewers grains, and corn cob silage. *J. Dairy Sci.* 82: 110-121.
- Deltoro-Lopez, J. and Fernandez-Carmona, J. 1981. Evaluation of brewer's dried grains in the diets of broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 6: 179-188.
- Demeke, S. 2007. Comparative nutritive value of Atella and industrial brewers grains in chicken starter ration in Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 19: 8. disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/1/amae18005.htm>
- Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M.T., Lazzaroni, C. 2003. Effect of castration on meat quality in Piemontese cattle. *Meat Sci.* 64: 215-218.
- Dhiman, T.R., Bingham, H.R. and Radloff, H.D. 2003 Production Response of Lactating Cows Fed Dried Versus Wet Brewers' Grain in Diets with Similar Dry Matter Content. *J. Dairy Sci.* 86: 2914-2921.
- Duffield, T.F., Leslie, K.E., D. Sandals, D., Lissemore, K., McBride, B.W., Lumsden, J.H., Dick, P., and Bagg, R. 1999. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on milk production and milk components in early lactation. *J. Dairy Sci.* 82:272–279.
- Duffield, T.F., Rabiee, A.R., and Lean I.J. 2008a. A Meta-Analysis of the Impact of Monensin in Lactating Dairy Cattle. Part 1. Metabolic Effects. *J. Dairy Sci.* 91: 1334-1346.



- Duffield, T.F., Rabiee, A.R., and Lean I.J. 2008b. A Meta-Analysis of the Impact of Monensin in Lactating Dairy Cattle. Part 2. Production Effects. *J. Dairy Sci.* 91: 1347-1360.
- Dunn, B.H., Emerick, R.J. and Embry, L.B.,1979 Sodium Bentonite and Sodium Bicarbonate in High-Concentrate Diets for Lambs and Steers. *J Anim Sci* 1979 48: 764-769.
- Elwakeel, E.A., Titgemeyer, E.C., Johnson, B.J., Armendariz, C.K., and Shirley J.E. 2007. Fibrolytic Enzymes to Increase the Nutritive Value of Dairy Feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 90: 5226-5236.
- Erdman, R. A., R. W. Hemken, and L. S. Bull. 1982. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid base metabolism, and digestion. *J. Dairy Sci.* 65: 1647-1651.
- Erdman, R. A. 1988. Dietary buffer requirements of the lactating dairy cow: A review. *J. Dairy Sci.* 71:3246–3266
- Evans, G., Maxwell, W.M.C. 1989. Manejo y valoración del semen. In: *Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras*. S. Salamón (Editor), Acribia, Spain., pp. 95-107.
- Fabry, J., Deroanne, C., Buts, B., Demeyer, D., Sommer, M. 1990. Effect of cimaterol on carcass and meat characteristics in cull cows. *J. Anim. Sci.* 68 (Suppl. 1), p. 332.
- Fairfield, A.M., Plaizier, J.C. Duffield, T.F., Lindinger, M.I., Bagg, R., Dick, P., and McBride, B.W. 2007. Effects of Prepartum Administration of a Monensin

- Controlled Release Capsule on Rumen pH, Feed Intake, and Milk Production of Transition Dairy Cows *J Dairy Sci* 2007 90: 937-945.
- FAO, 1986. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding. Research Guidelines, FAO, Rome. Paper 50/2.
- Farhat, A., Normand, L., Chavez, E.R. and Touchburn, S.P. 1998. Nutrient Digestibility in Food Waste Ingredients for Pekin and Muscovy Ducks. *Poultry Sci.* 77: 1371–1376
- Feng, P., Hunt, C.W., Pritchard, G.T., Julien, W.E., 1996. Effect of enzyme preparations on in situ and in vitro degradation and in vivo digestive characteristics of mature cool-season grass forage in beef steers. *J. Anim. Sci.* 74: 1349–1357.
- Fernández, J.A. and Jørgensen, J.N. 1986. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. *Livest. Prod. Sci.* 15:53-71.
- Firkins, J.L., Eastridge, M.L. and Palmquist, D.L. 1991. Replacement of Corn Silage with Corn Gluten Feed and Sodium Bicarbonate for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 1991 74: 1944-1952.
- Firkins, J.L., Harvatine, D.I., Sylvester, J.T. and Eastridge, M.L. 2002. Lactation performance by dairy cows fed wet brewers grains or whole cottonseed to replace forage. *J. Dairy Sci.* 85: 2662-2670.
- Fix, G. 1999. Principles of Brewing Science: A Study of Serious Brewing Issues. Boulder, Colo.: Brewers Publications. p. 76-81.

- Frumholtz P. and Beauchemin, K. 2000. Las enzimas en el alimento aumentan la producción de leche y la rentabilidad. Congreso de Nutrición en Ganado Lechero. Guanajuato, México. p. 87.
- G.M. 2007. Grupo Modelo Como producimos cerveza disponible. En: <http://www.gmodelo.com.mx/irj/portal>.
- Galyean M.L., Chabot R.C. 1981. Effects of sodium bentonite, buffer salts, cement kiln dust and clinoptilolite on rumen characteristics of beef steers fed a high roughage diet. *J. Anim Sci.* 52: 1197-1204.
- García, C.G., Mendoza, G.D., González, M.S., Cobos, P.M., Ortega, M.E., Ramirez, R.G., 2000. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 83: 165-170.
- Geesink G. H., Smulders, F.J., van Laack, H.L., van der Kolk, J.H., Wensing, T., Breukink, H.J. 1993. Effects on meat quality of the use of clenbuterol in veal calves. *J. Anim. Sci.* 71: 1161-1170.
- Gehman, A.M., Kononoff, P.J., Mullins, C.R., and Janicek, B.N. 2008 Evaluation of nitrogen utilization and the effects of monensin in dairy cows fed brown midrib corn silage. *J. Dairy Sci.* 91: 288-300.
- Gierus, M., Jonge, L. and Meijer, G.A. 2005. Physico chemical characteristics and degradation rate of soluble protein obtained from the washout fraction of feeds. *Livest. Produc. Sci.* 97: 219-224.

- Glover, B. 1997. The World Enciclopedia of Beer. Ed Lorenz, Londres, UK. p. 59.
- Gomez, A. 1987. Recovering by-products in a brewery. MBAA TQ. 24: 66-71.
- Gómez-Vázquez A., Pérez, J., Mendoza, G.D., Aranda, E., Hernández, A., 2003. Fibrolytic exogenous enzymes improve performance in steers fed sugar cane and stargrass. Livest. Produc. Sci. 82: 249-254.
- González, C., Díaz, I., León, M., Vecchionacce, H., Blanco, A. and Ly, J. 2002. Growth performance and carcass traits in pigs fed sweet potato (*Ipomoea batatas* (Lam. L) root meal. Livestock Research for Rural Development 14: 6. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/9/gonz159.htm>
- Goodrich, R.D., Garrett, J.E., Gast, D.R., Kirick, M.A., Larson, D.A., Meiske, J.C., 1984. Influence of monensin on the performance of cattle. J. Anim. Sci. 58: 1484-98.
- Goof, J.P. 2000. Enfermedades metabólicas de las Vacas en Alta Producción. Memorias del Día Internacional del Ganadero Lechero. DIGAL, Delicias Chihuahua, México. pp. 56-78.
- Grainger, C., Auldist, M.J., Clarke, T., Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Hannah, M.C., Eckard, R.J., Lowe, L.B. 2008. Use of monensin controlled-release capsules to reduce methane emissions and improve milk production of dairy cows offered pasture supplemented with grain. J. Dairy Sci. 91: 1159-1165.

- Granzin, B., and Dryden, G.M. 1999. The effects of monensin on milk production and levels of metabolites in blood and rumen fluid of Holstein-Friesian cows in early lactation. *Aust. J. Exp. Agric.* 39:933–940.
- Granzin, B. C., and Dryden, G.M. 2005. Monensin supplementation of lactating cows fed tropical grasses and cane molasses or grain. *Anim. Feed Sci. Technol.* 120:1–16.
- Grasser L.A., Fadel, J.G., Garnett I. and De Peters, E.J. 1995. Quantity and economic importance of nine selected byproducts used in California dairy rations. *J. Dairy Sci.* 78: 962-969.
- Gulsen, N., Inal, F., Aslan, C., Umucalilar, H.D. 2000. Effects of bentonite (Excell FS/7) on rumen fermentation, digestibility, milk yield in dairy cattle. *Indian Vet. J.* 77: 134-137
- Ha, J.K., Emerick, R.J., and Embry, L.B. 1983. In Vitro Effect of pH Variations on Rumen Fermentation, and In Vivo Effects of Buffers in Lambs before and after Adaptation to High Concentrate Diets. *J. Anim. Sci.* 56: 698-706.
- Hadjipanayiotou, M. 1988. Effect of sodium bicarbonate on milk yield and milk composition of goats and on rumen fermentation of kids. *Small Rumin. Res.* 1:37–47.
- Hanneman, W. 1999. Bringing Beer to a Faster Finish MBAA TQ. 36:167-170.
- Hardwick, WA. 1995 An Overview of Beer Making. *En Handbook of Brewing* New York USA. pp. 253-265.

- Hayes, D.P., Pfeiffer, D.U., and Williamson, N.B. 1996. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. *J. Dairy Sci.* 79:1000–1008.
- Henry, W.A. and Morrison, F.B. 1956. Feeds and feeding. 17th revised edition. Madison (WI): The Henry-Morrison Company. pp. 186-188.
- Hoffman, P.C. and Armentano, L.E. 1988. Comparison of brewers wet and dried grains and soybean meal as supplements for dairy cattle. *Nutr. Rep Int.* 38: 655-663.
- Holden, P.J. and Zimmerman, D.R. 1991. Fat in swine nutrition. In: Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ, editors. Swine nutrition. Burlington (MA): Butterworth-Heinemann; p. 585–593.
- Holle, S. 2002. El Cervecerero en la Práctica. Ed. MABA MN, USA. p. 245.
- Holter, J.B. and Urban, W. E. Jr. 1992. Water partitioning and intake prediction in dry and lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 75: 1472-1480.
- Hristov, A.N., McAllister, T.A., Cheng, K.J., 1998. Effect of dietary or abomasal supplementation of exogenous polysaccharide-degrading enzymes on rumen fermentation and nutrient digestibility. *J. Anim. Sci.* 76: 3146–3156.
- Hristov, A.N., McAllister, T.A. and Cheng, K.J. 2000. Intraruminal supplementation with increasing levels of exogenous polysaccharide-degrading enzymes: effects on nutrient digestion in cattle fed a barley grain diet. *J. Anim. Sci.* 78:477–487.

- Huntington, G.B., Emerick, R.J., and Embry, L.B. 1977 Sodium Bentonite Effects when Fed at Various Levels with High Concentrate Diets to Lambs. *J. Anim. Sci.* 45: 119-125.
- Hutjens, M.F., 1991. Feed additives. *Vet. Clinics North Am. Food Anim. Pract.* 7:525-535.
- Ipharraguerre, I. R., and J. H. Clark. 2003. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106:39–57
- Ivan, M., Dayrell, M.D., Mahadevan, S., Hidiroglou, M. 1992. Effects of bentonite on wool growth and nitrogen metabolism in fauna-free and faunated sheep. *J. Anim. Sci.* 70: 3194-3202.
- Jacques, K.A., Axe, D.E., Harris, T.R., Harmon, D.L., Bolsen, K.K., and Johnson, D.E. 1986. Effect of sodium bicarbonate and sodium bentonite on digestion, solid and liquid flow, and ruminal fermentation characteristics of forage sorghum silage-based diets fed to steers. *J. Anim. Sci.* 63: 923-932.
- Jafari, A., Edriss, M.A., Alikhani, M. and Emtiazi, G. 2005. Effects of treated wheat straw with exogenous fibre degrading enzymes on wool characteristics of ewe lambs. *Pakistan Journal of Nutrition* 4: 321-326.
- Jensen L.S., Chang, C.H. and Maurice, D.V. 1976. Improvement in interior egg quality and reduction in liver fat in hens fed brewers' dried grains. *Poultry Sci.* 55: 1841-1847.

- Jurkovich, V., Kutasi, J., Febel, H., Reiczigel, J., Brydl, E., Konyves, L. and Rafai, P. 2006. Rumen fermentation response to a direct fed xylanase enzyme preparation from *Thermomyces lanuginosus* in sheep *Acta Veterinaria Hungarica*; 54: 333-342.
- Kabak B, Dobson AD, Var I. 2006. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 46: 593-619.
- Kalscheur, K.F., Teter, B.B., Piperova, L.S. and Erdman R.A. 1997. Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:2104–2114.
- Kass, L.M., Van Soest, P.J., Pond, W.G., Lewis, B. and McDowell, R.E. 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.* 50: 175-191
- Kawas J.R., García-Castillo, R., Garza-Cazares, F., Fimbres-Durazo, H., Olivares-Sáenz, E., Hernández-Vidam G., Lu, C.D. 2007. Effects of sodium bicarbonate and yeast on productive performance and carcass characteristics of light-weight lambs fed finishing diets. *Small Rumin. Res.* 67: 157-163.
- Kennelly, J.J., Robinson, B., and Khorasani G.R. 1999. Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in early-lactation Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 82:2486–2496.



- Khodabandehlou, H., Hoffmann, B. and Pallauf, J. 1997. Investigation of oestrogenic activity in cattle feeds in Central Hesse, Germany. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 104: 291-296.
- Khorasani, G.R., and Kennelly, J.J. 2001. Influence of carbohydrate source and buffer on rumen fermentation characteristics, milk yield, and milk composition in late lactation cows. *J. Dairy Sci.* 84:1707–1716.
- Kilmer, L.H., Muller, L.D. and Wangsness, P.J. 1980. Addition of sodium bicarbonate to rations of pre- and postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 63:2026
- Kim, Y.S., Lee, Y.B., Dalrymple, R.H. 1987. Effect of the repartitioning agent cimaterol on growth, carcass and skeletal muscle characteristics in lambs. *J. Anim., Sci.* 65: 1392-1397.
- Kjerszenbaum, A.L., Spruill, W.A., White, M.G., Tres, L.L., Perkins, J.P. 1985. Rat Sertoli cells acquire a  $\beta$ -adrenergic response during culture. *Cell Biology*. 82: 2049-2053.
- Kleynhans, S.A., Jackson, A.P. and Pickerell, A.T.W. 1992. Practical control of fermentation to assist in ensuring consistent high quality beers. *MBAA TQ*. 29: 69-72.
- Kollnberger, P. 1984. Wort boiling systems - new developments. *MBAA TQ* 21: 124-130.
- Koohmaraie, M., Shackelford, S.D., Muggli-Cockett, N.E., Stone, R.T. 1991. Effect of the  $\beta$ -adrenergic agonist L644,969 on muscle growth, endogenous proteinase

- activities, and post mortem proteolysis in wether lambs. *J. Anim. Sci.* 69: 4823-4831.
- Kornegay, E.T. 1973. Digestible and metabolizable energy and protein utilization values of brewers dried byproducts for swine. *J. Anim. Sci.* 37: 479–483.
- Krueger, N.A., Adesogan, A.T., Staples, C.R., Krueger, W.K., Kim, S.C., Littell, R.C., and Sollenberger, L.E. 2008. Effect of method of applying fibrolytic enzymes or ammonia to Bermudagrass hay on feed intake, digestion, and growth of beef steers. *J. Anim. Sci.* 86: 882-889.
- Kubik, D. and Stock, R. 1990. Byproduct Feedstuffs for Beef and Dairy Cattle. Nebraska State University Extension Service. 18: 90-98.
- Kunze, W. 1996. Technology Brewing and Malting. VLB Berlín. p. 56.
- Kwatra, MS; Nem Singh S., Oberoi, M.S. 1983. Spontaneous brewer's grain toxicity in buffaloes. *Indian J. Anim. Sci.* 53: 330-331.
- Lahr, D.A., Otterby, D.E., Johnson, D.G., Linn, J.G., and Lundquist, R.G. 1983. Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production by cows. *J. Dairy Sci.* 66: 1891–1900.
- Lana, R.P., Russell, J.B., Van Amborgh, M.E. 1998. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. *J. Anim. Sci.* 76: 2190-2196.
- Lean, I.J., Curtis, M., Dyson, R., and Lowe, B. 1994. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. I. Effects on conception rates, calving-

to-conception intervals, calving-to-heat and milk production in dairy cows. *Aust. Vet. J.* 71:273–277.

Lee-Rangel, H.A., Mendoza, G.D., Pinos-Rodriguez, J.M., Bárcena, R., Plata, F., Ricalde, R. 2006. Effect of an exogenous glucoamylase during different periods of time on performance of lambs fed sorghum based diets. *J. Appl. Anim. Res.* 29: 141-144.

Le-Goff, G., Van Milgen, J. and Noblet, J. 2002. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. *Anim. Sci.* 74: 503–515.

Lewis, G.E., C.W. Hunt, W.K. Sanchez, R. Treacher, G.T. Pritchard and Feng, P. 1996. Effect of direct fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage based diet fed to beef steers. *J. Anim. Sci.* 74: 3020-3028.

Lewis, M.J. 2001. Who Needs Malt? Endosperm Mashing. *Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am.* 38: 111-114.

Lien, L.V., Sansoucy, R. and Thien, N. 1994. Preserving shrimp heads and animal blood with molasses and feeding them with a supplement for pigs. p. 59-62, in: T.R. Preston, B. Ogle, Le Viet Ly & Lu Trong Hieu (eds) *Proc. Nat. Seminar-Workshop "Sustainable Livestock Production on Local Feed Resources."* Ho Chi Minh City, 22-27 November 1993.

- Lopez-Guisa, J.M. and Satter, L.D. 1991. Effect of forage source on retention of digesta markers applied to corn gluten meal and brewers grains for heifers. *J Dairy Sci.*74: 4297-4303.
- Lustig, S., Kunst, T. and Hill, P. 1998. The Influence on Beer Quality and Taste Stability of Vacuum Evaporation Before the Wort Cooling. *MBAA TQ.* 35: 163-166.
- Maas, J.A., Wilson, G.F., McCutcheon, S.N., Lynch, G.A., Burnham, D.L., France, J. 2001. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. *J. Anim Sci.* 79: 1052-1058.
- Mackintosh, E.D., Phipps, R.H., Sutton, J.D. and Wilkinson, J.I.D. 1996. The effects of monensin and diet composition on methane production using the in vitro semi-continuous rumen simulation technique (Rusitec). *J. Dairy Sci.* 79 (Suppl. 1): 208.
- MacKintosh, E.D., Phipps, R.H., Sutton, J.D., Humphries, D.J., and Wilkinson, J.I.D. 2002. Effect of monensin on rumen fermentation and digestion and milk production in lactating dairy cows. *J. Anim. Feed Sci.* 11:399–410.
- MacLeod, L. 1997. Malting barley improvement in Australia: a coordinated approach; an industry perspective. *MBAA TQ.* 34: 152-155.
- Magnoli, A.P., Tallone, L., Rosa, C.A.R., Dalcerro, A.M., Chiacchiera, S.M., and Torres-Sanchez M. 2007. Commercial bentonites as detoxifier of broiler feed

contaminated with aflatoxin. *Applied Clay Sci.* en prensa disponible agosto 3 2007,

Mandebvu P., Galbraith, H. 1999. Effect of sodium bicarbonate supplementation and variation in the proportion of barley and sugar beet pulp on growth performance and rumen, blood and carcass characteristics of young entire male lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 82: 37-49.

Martineau, R., Benchaar, C., Petit, H.V., Lapierre, H., Ouellet, D.R., Pellerin, D., Berthiaume, R. 2007 Effects of lasalocid or monensin supplementation on digestion, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 5714-5725.

Martínez-Navarro, J.F.M. 1990. Food poisoning related to consumption of illicit b-agonist in liver. *Lancet.* 336: 1311-1316.

Martini M., Verità, P., Cecchim F., Cianci, D. 1996. Monensin sodium use in lambs from the second week of life to slaughter at 105 days. *Small Rumin. Res.* 20: 1-8.

Mbanzamihiho, L., Van Nevel, C.J., Demeyer, D.I. 1996. Lasting effects of monensin on rumen and ceecal fermentation in sheep fed a high grain diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 62: 215-228.

McAllister, T.A., Stanford, K., Bae, H.D., Treacher, R.J., Hristov, A.N., Baah, J., Shelford, J.A., Cheng, K.J. 2000. Effect of a surfactant and exogenous enzymes

on digestibility of feed and on growth performance and carcass traits of lambs.  
Can. J. Anim. Sci. 80: 35–44.

McAllister, T.A., Hristov, A.N., Beauchemin, K.A., Rode L.M., Cheng, K.J. 2001.  
Enzymes in ruminants diets. In Bedford, M.R., Partridge, G.G. 2001. Enzymes in  
Farm Animal Nutrition CAB International. pp. 273-298.

McCarthy, F.D., S.A. Norton and W.H. McClure, 1990. Utilization of an ensiled wet  
brewers' grains-corn mixture by growing lambs. Anim. Feed Sci. Technol. 28:  
29-38.

Mees, D.C., Merchen, N.R., Mitchel, C.J. 1985. Effects of sodium bicarbonate on  
nitrogen balance, bacterial protein synthesis and sites of nutrient digestion in  
sheep. J. Anim. Sci. 61: 985-994.

Meffeja, F., Njifutié, N., Manjeli, Y., Tchoumboué, J. and Tchakounté, J. 2007.  
Digestibilité comparée des rations contenant de la drêche ensilée des brasseries,  
du tourteau de palmiste ou des coques de cacao chez le porc en croissance  
finition au Cameroun. Livestock Research for Rural Development 19:70  
disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd19/5/meff19070.htm>.

Melendez, P., Gonzalez, G., Benzaquen, M., Risco, C., and Archbald, L. 2006. The  
effect of a monensin controlled-release capsule on the incidence of retained fetal  
membranes, milk yield and reproductive responses in Holstein cows.  
Theriogenology 66:234–241.

- Mersmann, HJ. 1998. Overview of the effects of  $\beta$ -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *J. Anim. Sci.* 76: 160-172.
- Michel, R.A. and Vollhals, B. 2003. Dynamic Wort Boiling. *MBAA TQ.* 40: 25-29.
- Miller, D.R., Elliott, R. and Norton, B.W. 2007a. Effects of an exogenous enzyme, Roxazyme® G2, on intake, digestion and utilisation of sorghum and barley grain-based diets by beef steers. *Anim. Feed Sci. Technol.* En prensa, disponible 28 Agosto 2007
- Miller, D.R., Elliott, R. and Norton, B.W. 2007b. Effects of an exogenous enzyme, Roxazyme® G2 Liquid, on digestion and utilisation of barley and sorghum grain-based diets by ewe lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 140: 90-109.
- Mitchell, A.D., Steele, N.C., Solomon, M.B., Alila, H.W., Lindsey, T.O., Cracknell, V. 1994. Influence of dietary background on the response of pigs to the beta-adrenergic agonist BRL 47672. *J. Anim. Sci.* 72: 1516-1521.
- Mitchell, G.A., Dunnavan, G. 1998. Illegal use of beta-adrenergic agonists in the United States. *J. Anim. Sci.* 76: 208-211.
- Mitsumoto, M., Arnold, R.N., Schaefer, D.M., Cassens, R.G. 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef longissimus during display. *J. Anim. Sci.* 73: 2289-2294.
- Moloney, A.P., Allen, P., Ross, D.B., Olson, G., Convey, E.M. 1990. Growth, feed efficiency and carcass composition of finishing Friesian steers fed the  $\beta$ -adrenergic agonist L-644,969. *J. Anim. Sci.* 68: 1269-1274.

- Moody, D.E., Hancock, D.L. and Anderson, D.B. 2000. Phenethanolamine repartitioning agents. In D'Mello J.P.F. 2000. Farm Animal Metabolism and Nutrition. Cab International, New York. pp. 65-96.
- Morel, I. and Lehmann, E. 1997. Biertrebersilage in der Munimast. Agrarforschung 4: 111-114.
- Muller, R.E. and Alba-Cubertorer, D. 2005. A New Method to Monitor Water Distribution in Steeped Barley. MBAA TQ. 42: 49-53
- Murray, C.R., Barich, T. and Taylor, D. 1984. The effect of yeast storage conditions on subsequent fermentations. MBAA TQ. 21: 189-194.
- Mussatto, S.I., Dragone, G. and Roberto, I.C. 2006. Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. J. of Cereal Sci. 43: 1-14.
- Muwalla M.M., Abo-Shehada, M.N., Tawfiq, F. 2007. Effects of monensin on daily gain and natural coccidial infection in Awassi lambs. Small Rumin. Res. 13: 205-209.
- Nagaraja, T.G., Avery, T.B., Bartley, E.E., Galitzer, S.J. and Dayton, A.D. 1981. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. J. Anim. Sci. 53:206-216.
- Nageswara Rao, S.B. and Chopra, R.C. 2001. Influence of sodium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M1 excretion in milk of goats. Small Rumin. Res. 41: 203-213.



- Noblet, C., Shi, X.S. and Dubois, S. 1994. Effect of body weight on net energy value of feeds for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 72: 648-657.
- Nocek, J. E. 1997. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80:1005–1028.
- Nocek, J.E. and Rusell, C.J. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. *J. Dairy Sci.* 71: 2051-2069.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. pp. 33.
- NRC, 2007. National Research Council. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 1st Edition. National Academies Press Washington, D.C. pp. 39-81.
- Ockert, K. 2006. Raw Materials and Brewhouse Operations Ed. MABA MN, USA. p. 233.
- Odongo, N.E., Bagg, R., Vessie, G., Dick, P., Or Rashid, M.M., Hook, S.E., Gray, J.T., Kebreab, E., France, J., and McBride, B.W. 2007. Long-term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1781–1788
- Odore, R., Badino, P., Barbero, R., Cuniberti, B., Pagliasso, S., Girardi, C., Re, G. 2007. Regulation of tissue beta-adrenergic, glucocorticoid and androgen receptors induced by repeated exposure to growth promoters in male veal calves. *Res. Vet. Sci.* 83: 227-33.

- Okwee-Acai, J., Acon, J. 2005. Claw lesions and lameness in zero-grazed cattle fed on brewer's grain in Uganda. *Bulletin of Animal Health and Production in Africa*. 53: 107-112.
- Olorunnisomo, O.A., Adewumi, M.K. and Babayemi, O.J. 2006. Effects of nitrogen level on the utilization of maize offal and sorghum brewer's grain in sheep diets. *Livestock Research for Rural Development*. disponible en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/1/olor18010.htm>.
- Onwudike, O.C. 1986. The effects of dietary sand on the usage of diets containing brewers dried grains by growing chicks. *J. Poult. Sci.* 65: 1129–1136.
- Ott, E.A., Asquith, R.L. and Feaster, J.P. 1981. Lysine supplementation of diets for yearling horses. *J. Anim. Sci.* 53: 1496-1503.
- Owaimer A.N., Kraidees, M.S., Al-Saiady, M., Zahran, S., Abouheif, M.A. 2003. Effects of feeding monensin in combination with zeranol implants on performance, carcass traits and nutrient digestibility of growing lambs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16: 1274-1280.
- Owens, E.L. 1959. Observations on the toxicity of brewers' grain for dairy cows. *N.Z. Vet. J.* 7: 43-46.
- Ozduven, M.L. and Ogun, S. 2006. The effects of wet brewers grain-whole plant sunflower mixture silages on fermentation characteristics and nutrient digestibility in lambs. *J. Tekirdag Agric.* 3: 245-252.

- Paliev, K., Illieva, I., Kaney, S., Klisurov, K., and Stancheva, S. 1982. Dried brewers' grains in mixed feeds for fattening pigs. *Nutr. Abstr. Rev.* 53: 4749.
- Pasha, T.N., Prigge, E.C., Russell, R.W., and Bryan, W.B. 1994. Influence of Moisture Content of forage Diets on Intake and Digestion by Sheep. *J. Anim. Sci.* 72: 2455-2463.
- Pasha, T.N., Farooq, M.U., Khattak, F.M., Jabbar, M.A. and Khan, A.D. 2007. Effectiveness of sodium bentonite and two commercial products as aflatoxin absorbents in diets for broiler chickens *Anim. Feed Sci. Technol.* 132: 103-110.
- Pelevina, G. 2007. Brewer's grains in feed rations for pigs. *Redaktsiya Zhurnala Svinovodstvo* 4: 18-20.
- Pfaff, W.K, Moreng, R.E. and Kienholz, EW. 1990. The utilization of brewers' dried grains in the diets of Chinese ringneck pheasant-breeder hens. *J. Poult. Sci.* 69: 1491-1495.
- Phipps, R.H., Wilkinson, J.I.D., Jonker, L.J., Tarrant, M., Jones, A.K., and Hodge, A. 2000. Effect of monensin on milk production of Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:2789–2794
- Phy, T.S., Provenza, F.D. 1998a. Eating barley too frequently or in excess decreases lambs' preference for barley but sodium bicarbonate and lasalocid attenuate the response. *J. Anim. Sci.* 76: 1578-1583.
- Phy, T.S., Provenza, F.D. 1998b. Sheep fed grain prefer foods and solutions that attenuate acidosis. *J. Anim. Sci.* 76: 954-960.

- Plaizier, J.C., Martin, A., Duffield, T., Bagg, R., Dick, P., and McBride, B.W. 2000. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:2918–2925.
- Plascencia, A., Torrentera, N., Zinn, R.A. 1999. Influence of the  $\beta$ -agonist, zilpaterol, on growth performance and carcass characteristics of feedlot steers. *Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 50: 331–334.
- Plata-Perez, F.X., Ricalde, R. y Melgoza, L.M. 2004. Un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y la monensina sódica en el comportamiento productivo de ovinos. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia.* 14: 522-525.
- Pollman, D.S., Danielson, D.M. and Peo, E.R. Jr. 1979. Value of high fiber diets for gravid swine. *J. Anim. Sci.* 48:1385–1393.
- Pond, W.G., Jung, H.G. and Varel, V.H. 1988. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. *J. Anim. Sci.* 66: 699-706.
- Poos, M.I., Hanson, T.L., Klopfenstein, T.J. 1979. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. *J. Anim. Sci.* 48: 1516-24.
- Potter, L.M. 1979. Metabolisable energy and digestible nutrient contents of brewers grains and glucose for the young turkey. *Br. Poult. Sci.* 20: 265–271.

- Pressman, B.C. 1976. Biological application of ionophores. *Ann. Rev. Biochem.* 45: 501-520.
- Pringle, T.D., Calkins, C.R., Koohmaraie, M., Jones, S.J. 1993. Effects over time of feeding a beta-adrenergic agonist to wether lambs on animal performance, muscle growth, endogenous muscle proteinase activities, and meat tenderness. *J. Anim. Sci.* 71: 636-644.
- Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of the food preference and intake in ruminants. *J. Range Manage.* 48: 2-17.
- Provenza, F.D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *J. Anim. Sci.* 74: 2010-2020.
- Ramonet, Y., Meunier-Salaun, M.C. and Dourmad, J.Y. 1999. High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J. Anim. Sci.* 77: 591-599.
- Reddish M.A. and Kung, L. 2007. The Effect of Feeding a Dry Enzyme Mixture with Fibrolytic Activity on the Performance of Lactating Cows and Digestibility of a Diet for Sheep. *J. Dairy Sci.* 90: 4724 - 4729.
- Reinold, M.R, 1997. Manual práctico de cervecería. Aden Ed. Sao Pablo, Brazil, p. 123
- Rijnen, M.M.J.A., Verstegen, M.W.A., Heetkamp M.J.W. and Schrama, J.W. 2003. Effects of two different dietary fermentable carbohydrates on activity and heat production in group-housed growing pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 1210-1219.

- Rikhardsson, G., Johnson, K.A., Johnson, D.E. 1991. Effects of cimaterol on energetics and carcass characteristics of Suffolk ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 69: 396-404.
- Robinson, P.H., Moorby, J.M., Arana, M., Graham, T., Castelanelli, L. and Barney, N. 2001. Influence of close-up dry period protein supplementation on productive and reproductive performance of holstein cows in their subsequent lactation. *J. Dairy Sci* 84: 2273-2280.
- Rode, L.M., Yang, W.Z., and Beauchemin K.A. 1999 Fibrolytic Enzyme Supplements for Dairy Cows in Early Lactation. *J. Dairy Sci.* 82: 2121-2126.
- Rogers, J.A., Davis, C.L. 1982. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. *J. Dairy Sci.* 65: 944-952.
- Rogers, J.A., Muller, L.D., Davis, C.L., Chalupa, W., Kronfeld, D.S., Karcher, L.F. and Cummings, K.R. 1985. Response of dairy cows to sodium bicarbonate and limestone in early lactation. *J. Dairy Sci.* 68:646.
- Ruggles, R.E. and Hertrich, J.D. 1985. Wort recovery from trub with a decanter centrifuge. *MBAA TQ.* 22:99-102
- Ruiz, R., Albrecht, G.L., Tedeschi, L.O., Jarvis, G., Russell, J.B. and Fox D.G. 2001. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. *J. Dairy Sci.* 84:1717–1727
- Ryder, D.S., Davis, C.R., Anderson, D., Glancy, F.M. and Power, J.N. 1988. Brewing experience with cross-flow filtration. *MBAA TQ* 25: 67-79.

- Samp, E.J., Silberman, L. and Dennison, L. 2007. Low-Carbohydrate Beer Production: Issues with Sticky Yeast Beds. *MBAA TQ* 44: 108-115.
- Santra A., Chaturvedi, O.H., Tripathi, M.K., Kumar, R., Karim, S.A. 2003. Effect of dietary sodium bicarbonate supplementation on fermentation characteristics and ciliate protozoal population in rumen of lambs. *Small Rumin. Res.* 47: 203-212.
- SAS, 2000. *SAS/STAT® User's Guide* (8.1Edition). SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Sauer, F.D., Kramer, J.G.K., and Cantwell, W.J. 1989. Antiketogenic effects of monensin in early lactation. *J. Dairy Sci.* 72:436–442
- Schiavone, A., Tarantola, M., Perona, G., Pagliasso, S., Badino, P., Odore, R., Cuniberti, B., Lussiana, C. 2004. Effect of dietary clenbuterol and cimaterol on muscle composition, b-adrenergic and androgen receptor concentrations in broiler chickens. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.* 88: 94–100.
- Schingoethe, D. J., G. A. Stegman, and R. J. Treacher. 1999. Response of lactating dairy cows to a cellulase and xylanase enzyme mixture applied to forages at the time of feeding. *J. Dairy Sci.* 82:996–1003.
- Schmidely, P., Morand-Fehr, P. and Sauvant, D.2005 Influence of Extruded Soybeans With or Without Bicarbonate on Milk Performance and Fatty Acid Composition of Goat Milk. *J Dairy Sci* 88: 757-765.
- Schrama, J.W., Bosch, M.W., Verstegen, M.W., Vorselaars, A.H., Haaksma, J. and Heetkamp, M.J. 1998. The energetic value of nonstarch polysaccharides in

- relation to physical activity in group-housed, growing pigs. *J. Anim. Sci.* 76: 3016-3023.
- Schrama, J.W., Verstegen, M.W., Verboeket, P.H., Schutte, J.B. and Haaksma, J. 1996  
Energy metabolism in relation to physical activity in growing pigs as affected by  
type of dietary carbohydrate. *J. Anim. Sci.* 74: 2220-2225.
- Schroeder, A.L. 2004. The effect of ractopamina optaflexx™ on growth performance  
and carcass traits of steers and heifers. Proc. 19th Annu. Southwest Nutrition and  
Management Conf., Univ. Arizona, Tucson, USA, pp. 65–81.
- Sebree, B.R. 1997. Biochemistry of malting. . *MBAA TQ* 34: 148-151.
- Semczuk, M. 1988. The effects of beta-adrenergic drugs on the human sperm motility in  
vitro. II. The effects of isoprenaline and fenoterol. *Andrologia* 20: 360-365.
- Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. Koohmaraie, M., 1995. The effects of in utero  
exposure of lambs to a beta-adrenergic agonist on prenatal and postnatal muscle  
growth, carcass cutability, and meat tenderness. *J. Anim. Sci.* 73: 2986-2993
- Shaver, R.D. 1989. Proceedings of 1989 Veterinary Nutrition Symposium. August 15  
16. Madison, WI, USA. p. 15.
- Sheppy C. 2001. The Current Feed Enzyme Market and Likely Trends In Bedford,  
M.R., Partridge, G.G. 2001. *Enzymes in Farm Animal Nutrition* CAB  
International. pp. 1-11.
- Shimada, M.A. 2003 *Nutrición animal*. 1a ed. México Trillas.



- Shriver, J.A., Carter, S.D., Sutton, A.L., Richert, B.T., Senne, B. W. and Pettey, L.A. 2003. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 81: 492-502.
- Simas, M.S.M., Botura, M.B., Correa, B., Sabino, M., Mallmann, C.A., Bitencourt, T.C.B.S., Batatinha, M.J.M. 2007. Determination of fungal microbiota and mycotoxins in brewers grain used in dairy cattle feeding in the state of Bahia, Brazil. *Food Control.* 18: 404-408.
- Sintondji, B. 1990. Influence des dreches de brasserie sechees dans l' alimentation des poulets de chair au Benin. *Revue-d'Elevage-et-de-Medecine-Veterinaire-des-Pays-Tropicaux.* 43: 239-241.
- Smith, D.J. 1988. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of  $\beta$ -adrenergic agonists in livestock. *J. Anim. Sci.* 76: 173-194.
- Snyder, T.J., Rogers, J.A., and Muller, L.D. 1983. Effects of 1.2% Sodium Bicarbonate with Two Ratios of Corn Silage:Grain on Milk Production, Rumen Fermentation, and Nutrient Digestion by Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 66: 1290-1297.
- Sormunen C., Nykanen-Kurki, P., Jauhiainen, L. 2006. Effect of partial neutralization of grass silage on feed intake by lambs. In: Sustainable grassland-productivity: Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation, Badajoz, Spain. pp. 532-534.

- Steel, R.G. and Torrie, J. H., 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York, NY. pp. 107-133.
- Stewart, G.S. 2001. Yeast Management - The Balance Between Fermentation Efficiency and Beer Quality. MBAA TQ. 38: 47-53
- Su, A.K., Pen, B.W. and Yun, S.S. 1994. Corn brewers grain silage and utilization by beef cattle. Report on the Technique of Agricultural Research 62 Taiwan Livestock Research Institute. p. 56.
- Symanowski, J.T., Green, H.B., Wagner, J.R., Wilkinson, J.I.D., Davis, J.S., Himstedt, M.R., Allen, M.S., Block, E., Brennan, J.J., Head, H.H., Kennely, J.J., Nielsen, J.N., Nocek, J.E., van der List, J.J., and Whitlow, L.W. 1999. Milk production and efficiency of cows fed monensin. J. Dairy Sci. 82(Suppl. 1):75. (Abstr.)
- Tedeschi, L.O., Fox, D.G., and Tylutki, T.P. 2003. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. J. Environ. Qual. 32:1591–1602.
- Terán, M.G., Sarmiento, F.L., Segura, C.J.C, Torres-Acosta, F. y Santos R.R.H. 2004. Comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*). Tec. Pecu. Mex. 42:181-192.
- Titi, H., Lubbadah, W.F. 2004. Effect of feeding cellulase enzyme on productive responses of pregnant and lactating ewes and goats. Small Rumin. Res. 52: 137-143.

- Townsley, P.M. 1979. Preparation of commercial products from brewer's waste grain and trub. *MBAA TQ*. 16: 130-134.
- Tripathi, M.K., Santra, A., Chaturvedi, O.H., Karim, S.A. 2004. Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed intake, nutrient utilization and growth of lambs fed high concentrate diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 111, 27-39.
- Underwood, W.J. 1992. Rumen lactic acidosis. Part 1. Epidemiology and pathophysiology. *Compend. Contin. Educ Pract. Vet.* 14:1127–1133.
- Van der Aar, P.C. 1995. Flocculation of brewers' lager yeast. *MBAA TQ* 32: 222-227.
- Van der Werf, J.H.J., Jonker, L.G. and Oldenbroek, J.K. 1998. Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 81:427–433.
- Van Gameron, Y.M. 1995. Protein flow during wort production. *MBAA TQ* 32: 238-240.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 66: 2109-2115.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, 2nd Ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. pp. 373.
- Velásquez, M.P.A. and Belmar, C.R. 1998. Predicción del contenido de cortes primarios en canales porcinas. Folleto técnico INIFAP-UAdY.

- Versteegh, C.W. 1990. A new method for trub separation. MBAA TQ. 27: 57-59.
- Visek W.J., Robertson, J.P., Gagnon, J.B., Clinton, S.K. and Ulman, E. A. 1976. Dried brewers grains for mature and growing dogs J. Anim. Sci. 43: 442-452.
- Wadhwa, D., Randhawa, S.S., Nauriyal, D.C. and Singh, K.B. 1995. Clinico biochemical and therapeutic studies on brewer's grain toxicity in buffaloes. Indian J. Vet. Med. 15: 87-95.
- Wagner, K.M., Firkins, J.L., Eastridge, M.L., and Hull, B.L. 1993 Replacement of Corn Silage with Wheat Middlings and Calcium Chloride or Sodium Bicarbonate for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 76: 564-574.
- Wagner, J.R., Green, H.B., Symanowski, J.T., Davis, J.S., Himstedt, M.R., Allen, M.S., Block, E., Brennan, J.J., Head, H.H., Kenelly, J.J., Nielsen, J.N., Nocek, J.E., van der List, M.J., and Whitlow, L.W. 1999. Effect of monensin on feed intake, body weight, and body condition in dairy cows. J. Dairy Sci. 82(Suppl. 1):75. (Abstr.)
- Wahlstrom, R.C. and Libal, G.W. 1976. Brewers Dried Grains as a Nutrient Source in Diets for Pregnant Sows. J. Anim. Sci. 42: 871-875.
- Walker, D. K., Titgemeyer, E.C., Drouillard, J.S., Loe, E.R., Depenbusch, B.E., Webb, A.S., 2006. Effects of ractopamine and protein source on growth performance and carcass characteristics of feedlot heifers. J. Anim. Sci. 84, 2795-2800.
- Walker, B. 2004. Grain poisoning of cattle and sheep. Agfact NSW Agriculture. (5th edition). p. 7.

- Walz, L.S., White, T.W., Fernandez, J.M., Gentry, L.R., Blouin, D.C., Froetschel, M.A., Brown, T.F., Lupton, C.J., and Chapa, A.M. 1998. Effects of fish meal and sodium bentonite on daily gain, wool growth, carcass characteristics, and ruminal and blood characteristics of lambs fed concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 76: 2025-2031.
- Wang, Y., Alexander, T.W., McAllister, T.A. 2004. In vitro effects of Monensin and Tween 80 on ruminal fermentation of barley grain:barley silage-based diets for beef cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 116: 197-209.
- Way, A.L., Killianm G.J.M 2002. Capacitation and induction of the acrosome reaction in bull spermatozoa with norepinephrine. *J. Androl.* 23: 352-357.
- Wegner, R.M. 1973. Fattening trials with chickens given fresh brewer's grain silage and molasses in the feed. *Archiv fur Geflugelkunde.* 37: 126-128.
- West, J.W., Ely, L.O. and Martin, S.A. 1994. Wet brewers grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. *J. Dairy Sci.* 77: 196-204.
- Westendorf, M.L. and Wohlt, J.E. 2002. Brewing by-products: their use as animal feeds. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 18: 233-241.
- White, D.R., Clarkson, J.S., Ratnasooriya, W.D., Aitken, R.J. 1995. Complementary effects of propranolol and nonoxynol-9 upon human sperm motility. *Contraception* 52: 241-247.

- Yaakugh, I.D.I., Tegbe, T.S.B., Olorunju, S.A.S. and Aduku, A.O. 1994. Replacement value of brewers' dried grain for maize on performance of pigs. *J. Sci. Food Agri.* 66: 465-71.
- Yamamoto, M., Takaba, H., Hashimoto, J., Miyake, K., Mitsuya, H. 1986. Successful treatment of oligospermic and azospermic men with alpha-blocker and betastimulator: New treatment for idiopathic male infertility. *Fertil. Steril.* 46: 1162- 1164.
- Yamamoto, N., Hibi, H., Miyake, K. 1995. Effects of alpha-blocker on daily testicular sperm production and sperm concentration, motility, intraluminal pressure and fluid movement in the rat epididymis. *Tohoku J. Exp. Med.* 177: 25-37.
- Yamashita, Y., Nagai, A., Oheda, T., Kohama, Y., Ohashi, T., Ohmori, H. 1990. Clinical evaluation of combined alpha-blocker and beta-stimulant therapy in patients with male infertility. *Jpn. J. Fertil. Steril.* 35: 165-169.
- Yang, W.Z., Bauchemin, K.A., Rode, L.M. 1998. Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 391-397.
- Yang, S.S., Su, A. and Cheng, Y. 2000. Economic evaluation on the feeding of castrated dairy goats with corn-brewer's grain silage and corn-distillers sorghum grain silage. *J. Chinese Soc. of Anim. Sci.* 29: 311-320.
- Yang-Lian, Y. 1998. The effect of dietary nitrogen source on beef cattle fattening. *Journal of Jilin Agricultural University.* 20: 61-64.

- Yeong, S.W and Faizah, M. 1986. The effect of brewers grains on egg production of chickens. *MARDI Research Bulletin*. 14: 81-84.
- Young, L.G. and Ingram, R.H. 1968. Dried brewers grains in rations for market hogs. *Can. J. Anim. Sci.* 48:83–88.
- Yunker, R.S., Winland, S.D., Firkins, J.L., Hull, B.L. 1998. Effects of replacing forage fiber or non-fiber carbohydrates with dried brewers grains. *J. Dairy Sci.* 81: 2645–2656.
- Yunker, R.S, Winland, S.D., Firkins J.L. and Hull, B.L. 1999. Effects of Replacing Forage Fiber or Nonfiber Carbohydrates With Dried Brewers Grains Minnesota State University Extension service. Special Circular. 163-99.
- Zahra, L.C., Duffield, T.F., Leslie, K.E., Overton, T.R., Putnam, D. and LeBlanc, J.S. 2006. Effects of rumen-protected choline and monensin on milk production and metabolism of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:4808–4818.
- Zimmerli, U.V., Blum, J.W. 1990. Acute and longterm metabolic, endocrine, respiratory, cardiac and skeletal muscle activity changes in response to perorally administered  $\beta$ -adrenoceptor agonist in calves. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.* 63:157-172.
- Zinn, R.A., Borques, J.L. 1993. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, high energy growing-finishing diet by feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 71: 18-25.

Zinn, R.A., Plascencia, A., Barajas, R. 1994. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. *J. Anim. Sci.* 72: 2209-2215.

Zinn, R. A. and Salinas, J. 1999. Influence of Fibrozyme on digestive function and growth performance of feedlot steers fed a 78% concentrate growing diet. Pages 313–319 in *Proc. 15th Annu. Symp. Nottingham University Press. Biotechnology in the Feed Industry*. T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed. Loughborough, Leics, UK.