

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL**



DETERMINACION DE METABOLITOS SANGUINEOS EN TORETES DE LA RAZA
CHAROLAIS ALIMENTADOS A BASE DE CONCENTRADO Y SUBPRODUCTOS DE
CERVECERIA (MASILLA Y LEVADURA)

POR

ADRIAN GLORIA TRUJILLO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE CIENCIAL ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

DETERMINACION DE METABOLITOS SANGUINEOS EN TORETES DE LA RAZA
CHAROLAIS ALIMENTADOS A BASE DE CONCENTRADO Y SUBPRODUCTOS DE
CERVECERIA (MASILLA Y LEVADURA)

POR

ADRIAN GLORIA TRUJILLO

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

Ph. D. JESUS MANUEL FUENTES RODRIGUEZ
PRESIDENTE

DR. EDUARDO GARCIA MARTINEZ
ASESOR

M.C. LORENZO SUAREZ GARCIA
ASESOR

ING. RODOLFO PEÑA ORANDAY
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
MARZO DE 2009

AGRADECIMIENTOS

Agradecer no solo es decir gracias, agradecer es ir más allá de lo que cualquiera pudiese imaginar, es buscar respuestas para lo que tal vez no haya, pero sobre todo es saber utilizar lo que sabemos hacer con el fin de ayudar a quienes confiaron en nosotros, sin necesidad de conocernos, y simplemente estar ahí para quien nos necesite, hay que recordar que somos ingenieros, pero eso no es lo importante, lo importante es no olvidar que a pesar de todo somos agrónomos y que nuestro compromiso esta con México.

México no solo es un país, es un mundo lleno de esperanzas, en el que se cocinan sueños y grandes éxitos, ahora nosotros tenemos el más grande de los compromisos, y por ende la más importante de las responsabilidades, hacer con nuestras acciones todo aquello que esté en nuestras manos para marcar la diferencia una diferencia que nos haga partícipes en la formación de un México nuevo y un sueño nuevo.

DIOS

Gracias a ti, porque a pesar de todo y de cada uno de mis desplantes, siempre tuviste un momento para mí, recuerdo que cada fin de semestre caminaba tan presionado y metido en mi escuela, que a veces no sabía cómo saldría, pero después y a pesar de todo, siempre terminaba triunfante sobre todos los posibles problemas.

Cada semestre logre mis metas, aun cuando no la veía fácil, pero hoy y siempre te doy gracias, porque me permitiste demostrarme que aun después de haber fracasado, tenía la capacidad de cumplir un sueño..... ser un agrónomo comprometido con México, ahora puedo decirle a esas personas que vieron en nosotros un rayo de esperanza, que estoy aquí dispuesto a ayudarlas.

MI FAMILIA

Dios les permitió conocerse, y de ello nacimos nosotros, somos cuatro hijos a quienes han sabido sacar adelante, cada uno es diferente y capaz de dejar huella, una huella que con la ayuda de dios nos permita agradecerles pero sobre todo reconocerles que sin importar lo difícil que fuese un día, siempre estuvieron ahí para sonreírnos, para abrazarnos y querernos, sin dejar de recordarnos que con cualquier cosa que nos propusiéramos ya seríamos diferentes.

Elpidio, Delia, sus nombres los pronunciare siempre, con orgullo los llamare papa y mama y ante todos los pondré en lo alto, porque si ustedes no me hubieran apoyado después de haberles fallado, hoy no estaría aquí escribiéndoles esto, los quiero y sin duda alguna gracias por su apoyo e incondicional cariño.

Viviana, Vidal y por último, pero no menos importante Cristinita, mi siempre bebe, saben que los quiero, hemos vivido tantas cosas juntos, y también ahora que no estuve con ustedes, añore tenerlos cerca, ustedes son mis hermanos, y por eso estarán bajo mi cuidado cuando así lo necesiten, ahora yo soy quien ha cumplido su sueño, quiero ser partícipe de cómo forman y vuelven realidad los suyos.

Gracias, porque para cumplir lo mío, ustedes tuvieron que limitarse de muchas cosas, espero en un momento recompensarlos de algún manera.

AMIGOS

Saben, aquí no sé qué decir, y a pesar de eso tengo tantas cosas que escribir, pero tratare de ser concreto, y sintetizar al máximo cualquier cosa que se me venga a la cabeza, podre mencionar a Yessenia (mi alacrana favorita) y claro que lo hago, ella me demostró que las norteñas en verdad pueden ser personas geniales y muy ocurrentes, además de inteligentes y muy exitosas, quien más que ibeth para confirmar lo dicho, una zacatecana que con su sonrisa y hermosura demostró su amistad en cualquier momento. Y pues Mony, empezaste odiándome por ser

chilango y terminamos siendo muy buenos amigos, suerte en todo, y miles de éxitos para ti.

Doña Jesu, y Doña Jesu II, Javier, trabajadores y amigos muy capaces de esta universidad, a ustedes mil gracias, porque siempre me apoyaron, cuando más lo necesite, me escucharon en esos momentos en los que uno, aun no ha aprendido a estar sin la familia, su amistad además de importante forma un lazo que podrá mantener una comunicación con el tiempo, siendo motivo muy importante para regresar a esta ciudad.

A mis compañeros, porque entre peleas y dilemas, de alguna manera u otra siempre hubo confianza, y siempre supimos apoyarnos entre todos. Sufrimos y disfrutamos el sabor de una cerveza o ese sazón único que se degustaba al comer una carne asada, con esto los menciono a todos, y agradezco de cierta manera la oportunidad de haberme formado con personas exitosas.

Teresa, no nos dejaste nunca solos, siempre resolviendo nuestros problemas y con ese ánimo alegre, me despido, recordándote como una excelente persona viva y muy sonriente.

Maricela, en el último momento de mi estancia en esta universidad, te conocí, y me ayudaste mucho, sabes, no solo eres una laboratorista mas , si no que eres alguien que se compromete con quienes te necesitan, y sabes comprender cada una de nuestras necesidades tanto académicas como personales, mil gracias, por tu apoyo, no tienes idea.

A los maestros catedráticos de la división de ciencia animal, mil gracias por la formación recibida, en especial al Ing. Lorenzo Suárez, porque siempre supo aconsejarme y también mil gracias al Dr. Eduardo García y al Dr. Jesús Fuentes, por permitirme desarrollar un trabajo que me otorgaría el placer y la satisfacción de convertirme en Ingeniero

MI UNIVERSIDAD (ALMA TERRA MATER)

¿Saben? La UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, es una de las instituciones más importantes y benevolentes que puedan existir en México y Latina agradezco de antemano por que permitió tener una casa donde pudiese formarme y volverme alguien de éxito, lo logre y para mi es demasiado importante, lo único que lamento es que quien la dirige no sea alguien que entienda el verdadero significado de tener en sus manos a una de las universidades más imponentes que pudiesen existir, el día en que eso suceda, la Narro no solo será conocida en México, si no que en diferentes lenguas e idiomas se pronunciará el sueño de un filántropo que quiso volver realidad una ilusión, una ilusión que se compartirá alrededor del mundo, escuchándose con orgullo decir... *la tierra es la madre que nos alimenta.*

ALMA TERRA MATER.

ABSTRACT

Every day the cattle industry requires high quality beef products so it can satisfy the market demand. A farmer must look that the cattle industry be productive and economically feasible, that is to obtain the highest productivity with the lower possible costs, a way to do this is the utilization of brewer industry byproducts (wet brewers grains and yeast) by their large nutritional composition for animal feeding.

The investigation had three phases, the first with a relation 70:30 concentrate : forage, the second 80:30 and the third 85:15, each phase with the same proportion of brewer byproducts. A total of 18 Charolais bulls were used as experimental animals. They were penned in 18 individual yards where the animals of the control group (CG) were fed a diet without brewers byproducts, treatment two (10% wet brewers grain, 0% yeast), treatment three (20% wet brewers grain, 0% yeast), treatment four (0% wet brewers grain, 10% yeast), treatment five (10% wet brewers grain, 10% yeast) and treatment six (20% wet brewer grains, 10% yeast).

Plasma samples were analyzed at the end of each phase, and centrifuged at 3200 rpm during 20 minutes. Plasma was separated and stored in glass tubes at -20°C until it was analyzed for glucose, urea N (PUN), creatinine, total protein and cholesterol. The statistical procedure utilized was a completely randomized design.

The diets containing brewers byproduct were not statistically different ($P < 0.05$) for levels of glucose, urea N (PUN), creatinine and total protein in serum, however serum cholesterol, was lower ($P > 0.05$) with the addition of yeast culture (10% over total diet and relation 70 concentrate – 30 forage) in cattle feeding.

Brewers byproducts (wet brewers grain and yeast culture) are an excellent economical source for beef cattle feeding, the yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) is excellent to control serum levels cholesterol and help to obtain a higher performance of fiber source in the ruminal environment, that is we can use low quality forage with longer results.

ÍNDICE

| | |
|---|--------------------------------------|
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| ABSTRACT | vii |
| ÍNDICE DE CUADROS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| INDICE DE GRAFICAS | xii |
| 1. INTRODUCCIÓN | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Elaboración de la cerveza | 4 |
| 2.2. Descripción de los subproductos de cervecería | 6 |
| 2.2.1. Masilla | 6 |
| 2.2.2. Levadura | 9 |
| 2.3. Metabolitos sanguíneos | 11 |
| 2.3.1. Creatinina | 14 |
| 2.3.2. Colesterol | 16 |
| 2.3.3. Glucosa | 18 |
| 2.3.4. Metabolismo energético | 23 |
| 2.3.5. Urea | 25 |
| 2.3.6. Degradación de los carbohidratos en el rumen | 27 |
| 2.3.7. Proteínas totales | 29 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 33 |
| 3.1. Descripción del área de estudio | 33 |
| 3.2. Materiales | 33 |
| 3.3. Tratamientos y factores | 34 |
| 3.4. Etapas de prueba | 35 |
| 3.1. Dietas | 35 |
| 3.2. Metodología | 37 |
| 3.2.1. Urea | 37 |
| 3.2.2. Creatinina | 38 |
| 3.2.3. Proteínas totales | 39 |
| 3.2.4. Colesterol | 40 |
| 3.2.5. Glucosa | 41 |
| 3.3. Análisis estadístico | 43 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 44 |
| 4.1. Glucosa | 44 |
| 4.2. Creatinina | 47 |
| 4.3. Urea | 49 |

| | | |
|------|-------------------------|----|
| 4.4. | Proteínas totales | 52 |
| 4.5. | Colesterol | 54 |
| 5. | CONCLUSIONES | 57 |
| 6. | RESUMEN | 58 |
| 7. | LITERATURA CITADA..... | 60 |
| 8. | APÉNDICE..... | 66 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Descripción | Pág. |
|---------------|--|-------------|
| 1 | Composición química de la masilla de cerveza | 7 |
| 2 | Composición química de la levadura de cerveza | 10 |
| 3 | Valores normales de creatinina en animales domésticos | 15 |
| 4 | Valores normales de colesterol en animales domésticos | 18 |
| 5 | Valores normales de proteínas totales en animales domésticos | 31 |
| 6 | Niveles de los diferentes subproductos utilizados por tratamiento | 35 |
| 7 | Proporción de forraje – concentrado por etapa | 35 |
| 8.1 | Fórmula para la primer etapa | 35 |
| 8.2 | Formula de la segunda etapa | 36 |
| 8.3 | Formula de tercer etapa | 36 |
| 9.1 | Reactivos utilizados en la determinación de urea | 38 |
| 9.2 | Reactivos utilizados en la determinación de creatinina | 39 |
| 9.3 | Reactivos utilizados en la determinación de proteínas totales | 40 |
| 9.4 | Reactivos utilizados en la determinación de colesterol | 41 |
| 9.5 | Reactivos utilizados en la determinación de glucosa | 41 |
| 10.1 | Comparación de medias de glucosa | 44 |
| 10.2 | Comparación de medias de creatinina | 47 |
| 10.3 | Comparación de medias de urea | 49 |
| 10.4 | Comparación de medias de proteínas totales | 52 |
| 10.5 | Comparación de medias de colesterol | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Descripción | Pág. |
|---------------|---|-------------|
| 1 | Conversión de los carbohidratos del Piruvato en el rumen | 23 |
| 2 | Conversión del Piruvato en ácidos grasos volátiles en el rumen | 24 |
| 3 | Vías del metabolismo de los carbohidratos en el rumen | 27 |

INDICE DE GRAFICAS

| Grafica | Descripción | Pág. |
|----------------|---|-------------|
| 1 | Valores de glucosa de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas | 45 |
| 2 | Valores de creatinina de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas | 48 |
| 3 | Valores de urea de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas | 50 |
| 4 | Valores de proteínas totales de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas | 53 |
| 5 | Valores de colesterol de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas | 56 |

1. INTRODUCCION

Desde el inicio de los tiempos el hombre ha buscado la manera de sostenerse e ir más allá de lo que tiene, y en busca de estas satisfacciones ha impulsado la formación de nuevas técnicas que le permitan lograrlas, desde practicas que pueden parecer prehispánicas hasta técnicas modernas que se han implementado en muchas áreas de la ciencia.

Gracias a esto el ser humano ha logrado sobrevivir y evitar su extinción, logrando satisfacer una de sus necesidades más naturales y por lo tanto tan antiguas como la vida misma, como lo es su alimentación, obteniendo alimento que le permita vivir y llevar a cabo sus funciones.

Desde los productos ofrecidos por la naturaleza hasta los que han sido modificados por el hombre, cada uno lleva un proceso; vegetales, cereales, hasta productos de origen animal los cuales han existido hasta la modernidad de nuestros tiempos.

En toda explotación ganadera, es bien sabido que la alimentación representa hasta el 70 % de los costos de producción, si bien es cierto, muchos ganaderos desde el inicio de estas prácticas siempre han buscado la manera de reducir los costos, maximizando los beneficios, es decir volviendo económicamente factibles sus engordas.

La producción intensiva de carne ha buscado desde sus inicios el máximo aprovechamiento de los recursos necesarios para lograr su objetivo de explotación, el cual es lograr el crecimiento y/o alimentación del ganado bajo condiciones de confinamiento en las que todo el alimento se les lleva a los animales, buscando orientar todos los aspectos de manejo, sanidad y alimentación hacia el animal, con la finalidad de aprovechar su capacidad para alcanzar un peso deseado en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia productiva.

La cría y ceba de ganado de carne se lleva a cabo prácticamente en todos los países del mundo; los métodos usados son tan variados como la gente que los emplea,

además de que hoy en día los índices o estándares de calidad van aumentando cada vez más al verse estos países como participantes de programas comerciales que buscan la presencia de productos de alta calidad en el mercado.

Desde que México ingresó, en 1986 a la apertura comercial a partir de su integración al Acuerdo General de Aranceles (GATT), hoy Organización Mundial de Comercio (OMC), el sector agropecuario se ha visto envuelto en una competencia ante las grandes ventajas que mantienen nuestros socios comerciales en este sector, y aún más, una lucha contra la principal fuerza política y comercial del mundo, Estados Unidos de América (Trueta, 2005).

Hoy en día los productores ganaderos tienen que ser más competitivos para mantenerse en el mercado, y el ser competitivo representa ofrecer productos de alta calidad pero sin que los costos de producción, sobrepasen los ingresos netos esperados, representando para el ganadero el fin de su producción.

La producción intensiva de carne, a menudo se considera como sinónimo de una alimentación alta en granos, en realidad, una de las principales ventajas de un sistema intensivo es que también se adapta fácilmente a la utilización de alimentos de tipo industrial y de subproductos (Willis, 1982).

Debido a que la engorda intensiva a base de granos, es muy costosa por las características físicas y climatológicas que México posee y que provoca que nuestro país tenga una mayor capacidad ganadera que agrícola y por lo tanto fundamenta el hecho de que México no es competitivo en la producción de granos, es necesario buscar alternativas que permitan simplificar estos aspectos de producción, como lo son los subproductos de origen industrial.

Tomando en cuenta la necesidad de conocer los aspectos productivos de manejo y alimentación que el ganado requiere para su óptima producción, y todos los factores tanto nutricionales, como fisiológicos y metabólicos que se conjugan en la fisiología

animal, se determino el objetivo principal del presente trabajo de investigación, el cual se refiere a determinar y evaluar los niveles de metabolitos primarios en la sangre (Creatinina, Colesterol, Glucosa, Proteínas Totales, y Urea) en toretes de la raza Charoláis alimentados con subproductos de cervecería (masilla y levadura).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Elaboración De La Cerveza

El proceso de elaboración de la cerveza, integra varias etapas, con el afán de producir esa tan importante bebida que se consume a nivel mundial, los procesos para su elaboración se mencionan a continuación según lo menciona Sánchez (2008).

Germinación de la malta

El grano de cebada, seleccionado, limpiado y humedecido, se extiende en una gran sala llamada cámara de germinación, la cual esta acondicionada a 18-20°C. Enseguida con ayuda del Galland, (aparato formado por dos cilindros, uno metálico exterior y otro interior giratorio de tela metálica) en donde caen las semillas desde una tolva; por un eje interior sale una corriente de aire húmedo. El proceso dura de ocho a nueve días y se interrumpe con una corriente de aire a 25°C que deseca los granos (malta verde). Enseguida se tuestan en hornos especiales entre 100 y 200°C y se muelen hasta reducirlos a harina.

Maceración

Transformación del almidón en azúcar fermentable, que se realiza entre 60 y 70°C mediante la diastasa y dura unas 3 horas. El agua caliente se añade a las cubas que tienen agitadores en las que está la harina de malta. Hirviendo el líquido se detiene la acción enzimática, y las proteínas indeseables coagulan y precipitan. Se filtra en una cuba decantadora (lauter), provista de doble fondo agujereado, o bien en filtros prensa. El filtrado, llamado mosto, se hierve en grandes depósitos, en donde se adiciona la cantidad precisa de lúpulo. Se filtra, se enfría y airea.

Fermentación

Se introducen levaduras que se clasifican en:

1) altas: formadas por cultivos de *Saccharomyces cerevisiae*, que suben a la parte posterior del tanque de fermentación (cervezas "ale"). El proceso empieza alrededor de los 9°C; la temperatura asciende unos pocos grados en la fermentación tumultuosa, y finalmente desciende alrededor de 5°C en el enfriamiento. Al cabo de unos días comienza la fermentación lenta, que dura de quince a veinte días, según la fábrica y el tipo de cerveza.

2) bajas: formadas por cultivos de *S. Carlsbergensis*, que se depositan en la parte inferior, con temperaturas entre 15 y 20°C (cervezas "Lager").

Maduración

Este proceso consiste en dejar reposar el líquido en tanques especiales durante algunos meses. Se adicionan agentes antioxidantes, ácido sulfuroso o ácido ascórbico, para evitar el cambio de gusto. A veces se filtra con ayuda de agentes clarificantes.

Envasado

El contenido de anhídrido carbónico se regula en el tanque embotellador. El envasado de la cerveza se realiza en botellas, botes, cubas o barriles, generalmente se pasteuriza. La cantidad de alcohol oscila del 2 al 6%.

Del proceso de elaboración de la cerveza se obtienen varios subproductos de los cuales el de mayor volumen es la hez de malta o también llamada masilla. La misma está compuesta, casi en su totalidad, por los "residuos" de la malta luego de haber obtenido el mosto para elaborar la cerveza y se caracteriza por su alto valor nutritivo debido a su contenido de fibra, proteína y buen valor energético.

Por cada 10 litros de cerveza elaborada se obtienen aproximadamente 2 Kg de hez de malta. Sin embargo, a pesar de que existe una elevada disponibilidad de este producto, en la actualidad no se está aprovechando de manera apropiada.

Este producto es usado en varias partes del mundo para la alimentación de becerros, ovejas, caballos, cerdos, y pollos, pero el principal uso de la hez de malta es su utilización en tambos y en la alimentación de animales criados en “feed lot”.

2.2. Descripción De Los Subproductos De Cervecería

2.2.1. Masilla

Son varios los subproductos que pueden ser producidos en asociación con la producción de cerveza, entre los cuales están el bagazo de cerveza húmedo o seco, la levadura de cerveza seca, etc.

Los granos de cervecería son el material que queda después de que los granos han sido fermentados durante el proceso de elaboración de la cerveza. Estos materiales pueden ser ofrecidos en forma seca como granos cerveceros o bien en forma húmeda (masilla).

Estos materiales se consideran buenas fuentes de proteína no-degradable y agua, así como excelentes fuentes de vitaminas hidrosolubles, es por esto que se han utilizado tanto en la alimentación de rumiantes como en la alimentación de animales monogástricos gracias a su alto valor nutritivo como se muestra en el cuadro 1.

La masilla es un concentrado alimenticio rico en proteína, con un alta digestibilidad de sus proteínas y minerales. Por lo regular según su proceso de industrialización, puede estar constituida de la cascarilla de la cebada, residuos de maíz y otros cereales utilizados en la elaboración de cerveza (**Smith, 2003**).

Cuadro 1. Composición química de la masilla de cerveza

| Recurso | | MS | PB | FDN | FDA | LDA | DMS | EM | CNES |
|---------------------------------|---------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|
| Cascara + Granos | Media % | 84.15 | 11.13 | 30.65 | 13.27 | 2.40 | 76.61 | 2.76 | 17.79 |
| | DE | 2.64 | 1.03 | | | | | | |
| | Max | 93.88 | 11.70 | | | | | | |
| | Min | 77.42 | 10.24 | | | | | | |
| | CV | 3.14 | 9.28 | | | | | | |

Fuente. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – Estación Experimental Agropecuaria Bordenave (2008)

Los subproductos de cervecería deben ser utilizados en las proximidades de la planta de producción, ya que contienen grandes cantidades de agua (75-80%) y el transporte puede ser costoso. Por otra parte, el agua que contiene puede ser muy ventajosa para los productores pecuarios en las zonas donde la calidad del agua y la oferta son limitadas.

El grano húmedo de cervecería o también llamada masilla puede ser ofrecido de forma fresca o natural, pero si bien es cierto varias pueden ser las maneras de darlos al animal, por ejemplo estos pueden ser ensilados. Al ensilarlos, la calidad del ensilaje resultante puede ser mejorada mediante la adición de una fuente de carbohidratos fácilmente fermentables (melaza, cereales, etc.) que acelerará la tasa de fermentación, lo que resultaría en la producción de más ácidos grasos aprovechables por el ganado a través del ensilado.

Las características del ensilado se pueden mejorar mediante la mezcla o adición a los granos húmedos cerveceros u otros materiales, como forraje, salvado, cáscaras, etc. Antes de ser ensilados hay que tomar en cuenta que la masilla posee grandes

cantidades de humedad, por lo que al ser ensilada se deberá prevenir que el silo tenga un buen drenaje.

El hecho de que el grano húmedo de cerveza es un excelente medio para el crecimiento microbiano ha demostrado su tendencia a apoyar el crecimiento de levaduras y mohos, por lo que se recomienda ofrecer el material tan pronto como sea posible después de su recepción ya que es mejor no almacenar el material por un tiempo mayor de una semana a 10 días lo que es especialmente cierto en áreas calientes o templadas (West, 1991).

La investigación encontró que el grano húmedo de cerveza puede ser almacenado durante 10 días en primavera, 5 días en verano y 30 días en invierno (Kim-HyeonShup, 1996). Si se almacena durante períodos más largos de tiempo, el material deberá ensilarse.

En virtud de las condiciones de calor y humedad no sería posible almacenar el material para una semana. Se recomienda almacenarlo en un lugar sombreado o fresco. Cubriendo la superficie con plástico o algún otro material con la finalidad de minimizar el deterioro e incrementar el tiempo que el material puede ser almacenado.

El consumo de alimento se puede ver reducido si la masilla una vez descompuesta es ofrecida al ganado. Por lo que hay que tener mucho cuidado de que en los comederos no quede ningún residuo de alimento mezclado con estos subproductos de cervecería ya que estos se pueden descomponer de forma rápida.

El sabor de la masilla disminuirá con el aumento del tiempo que esta permanezca almacenada. Debido a su alto contenido de fibra (24% ADF), estos subproductos no son normalmente utilizados en los sistemas intensivos de alimentación. El contenido de proteína cruda (27-30%) es relativamente alto y son ruminalmente menos degradables que otros derivados de fuentes vegetales, por lo que a menudo se utiliza en la alimentación de ganado lechero y ganado de carne que requieren proteínas adicionales (West, 1991).

Además en investigaciones recientes se ha encontrado que en animales rumiantes al ser alimentados con granos húmedos de cervecería (masilla), estos pueden reemplazar satisfactoriamente al gluten de maíz en engordas de ganado de carne, según lo encontrado por (López – Guissa, 1991), no obstante en el sector lechero West (1994) encontró que en dietas para vacas se podría utilizar la masilla hasta en un 30 % de la materia seca, sin afectar los niveles de producción de leche.

En otras investigaciones, se ha encontrado que la masilla es una excelente fuente de fósforo y selenio aprovechable por el animal, pero con muy bajos niveles de potasio y calcio, por lo que ha resultado más eficiente su utilización si este se combina con forrajes ricos en estos minerales (Smith, 2003).

Koenig *et al* (2003) al evaluar el efecto del grano procesado y ensilado de la cebada en la síntesis de la proteína microbiana y digestibilidad de los nutrientes en ganado de carne encontró que esta incrementaba eficientemente la síntesis de la proteína microbiana cuando se agregaba a la dieta un 20 % de silo de este subproducto, así mismo al agregar un 5 % de la dieta con silo se veía un pequeño incremento en el escape del nitrógeno no microbiano hacia el intestino.

2.2.2. Levadura

La levadura de cerveza es un producto que se obtiene durante la fabricación de esta bebida pero no contiene alcohol. Básicamente, es un fermento que procede de la descomposición de la cebada y no es otra cosa que las células secas y pulverizadas de un tipo de hongo conocido como *Saccharomyces cerevisiae*. También, la levadura de cerveza puede cultivarse en laboratorios para ser utilizada específicamente como suplemento nutricional. Sin embargo, es probable que este producto no posea el mismo valor nutricional que la levadura obtenida a través de la fermentación de la cebada durante la elaboración de esta bebida.

Debido a su proceso de obtención la levadura de cerveza tiene un sabor muy amargo, que resulta desagradable para muchos consumidores, por lo que es sometida a un procedimiento de "lavado" que busca eliminar este sabor. Así, comercialmente se conocen dos tipos de levadura: amarga y desamargada. Básicamente la cantidad de nutrientes en estos dos tipos de alimentos son los mismos y solamente estudios muy detallados pueden mostrar que la levadura de cerveza amarga contiene una cantidad ligeramente mayor de nutrimentos (Rodríguez, 2008)

Cuadro 2. Composición química de la levadura de cerveza

| Nutriente | % |
|------------------|----------|
| Proteínas | 45 |
| Grasa | 1 |
| Cenizas | 7 |
| Humedad | 6 |

Fuente. Medicina natural (2008)

Arambel y Kent (1990), mencionan que al agregar al alimento cultivo de levadura, esta aumenta la palatabilidad de la ración, mientras que Phillips y VonTungeln (1985) reportaron que la adición de cultivos de levadura en la dieta de los becerros incrementaba el consumo de materia seca y la ganancia diaria de peso.

Erasmus *et al.*, (1992) señalan que la suplementación de cultivo de levadura, aumenta el flujo de proteína bacteriana y que modifica favorablemente la concentración de aminoácidos de la proteína microbiana que fluye hacia el intestino; Ramírez *et al.*, (2003) suplemento dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae* en becerras en crecimiento y no encontró diferencia significativa entre tratamientos en las variables de consumo, ganancia de peso y digestibilidad.

Mientras algunos investigadores han documentado mayor digestibilidad y consumo (Adams *et al.*, 1981), existen varios reportes donde no ha habido respuesta en consumo, ganancia y conversión alimenticia (Williams *et al.*, 1994; Mir y Mir, 1994).

De acuerdo a algunas investigaciones se han encontrado efectos positivos en la adición de cultivos de levadura, como la estabilización del pH ruminal atribuido a la ausencia de la acumulación de lactato en el rumen evitando del mismo modo la presencia de acidosis ruminal.

La importancia del pH ruminal, es que este juega un papel muy importante en la regulación del ecosistema microbiano, especialmente para microorganismos muy sensibles a un pH bajo como lo son las bacterias celulolíticas según Russell and Wilson (1996).

Mir y Mir (1994) al evaluar el efecto que podría tener la adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el crecimiento y calidad de la canal de novillos alimentados con dietas altas en forraje o dietas altas en granos así como su efecto en la digestibilidad de los alimentos y la degradabilidad in situ, encontraron que en dietas altas en grano adicionadas con cultivos de levadura incrementaban la digestibilidad de materia seca y proteína cruda.

Mutsvangwa *et al.* (1992) reporto altos valores de acetato en animales que recibieron levadura en sus dietas. Mientras que Mir y Mir (1994) encontraron una disminución en la producción de ácido propiónico cuando los novillos fueron alimentados con dietas suplementadas a base de silo de grano de maíz y dietas altas en grano, cada uno adicionada con levadura de cerveza.

2.3. Metabolitos Sanguíneos

El principal vehículo de transporte de nutrientes dentro del cuerpo, es la sangre, todos los tejidos tienen arterias que los proveen de sangre y venas que drenan la

misma una vez que ya han recorrido dichos tejidos, el volumen de sangre suministrado está estrechamente relacionado con la actividad metabólica que cada tejido requiere en particular (Rook, 1983).

En el plasma sanguíneo, algunos nutrientes se encuentran en libre solución, como la glucosa o los aminoácidos, así mismo los glóbulos rojos en la sangre contienen sustancias de importancia nutricional cuyos niveles van a ver determinados según la especie animal, estado individual y etapa de desarrollo (Rook, 1983).

La composición celular es influenciada por la relación existente entre el volumen celular y el volumen plasmático, pero es la concentración de nutrientes en el plasma quien aportara mayor información sobre el metabolismo del animal (Rook, 1983). Es por esto que la mayoría de los perfiles metabólicos se obtienen a través del suero sanguíneo.

Son varias las opiniones que hacen referencia a la importancia de un perfil metabólico sanguíneo, entre las más importantes se pueden citar que;

La prueba del perfil metabólico se considera la forma más apropiada, como una ayuda al abordaje convencional que supone el examen de los sistemas de alimentación y los piensos, los registros del rebaño, el manejo y la condición clínica. Basándose en el concepto de que la medición de laboratorio de ciertos componentes de la sangre reflejara el estado nutricional del animal. Probablemente, la prueba sea útil para el diagnóstico y el pronóstico de variaciones extremas de la normalidad. Los procedimientos de manejo no deberán volverse excesivamente dependientes del concepto de perfil metabólico para la evaluación del estado energético en cualquier etapa fisiológica del animal. (Radostits, 2002).

Gollah, (2000) menciona que las concentraciones de metabolitos sanguíneos representan un índice integrado de la adecuada suplencia de nutrientes con relación a la utilización de los mismos, la cual es independiente del estado fisiológico y permite una

indicación inmediata del estado nutricional puntual en el tiempo, así mismo indica que las pruebas del perfil metabólico han sido utilizadas para evaluar la adecuada nutrición de dietas en vacas lecheras durante la lactancia, y la concentración de algunos metabolitos se utilizan para determinar los requerimientos suplementarios de energía.

Con la determinación de metabolitos sanguíneos puede ser posible predecir el estado nutricional del animal en diferentes estados fisiológicos, lactancia, preñez, crecimiento, etc., en diferentes épocas del año y en diferentes genotipos de ganado bovino según lo encontraron (Roberts *et al.*, 1997., Park *et al.*, 1994 y Grimaud *et al.*, 1998).

Una reducción en el consumo de nutrientes está asociada con bajo peso corporal, el cual se manifiesta en cambios en la condición corporal (CC), disminución de la actividad lútea y suspensión del ciclo estral (Bishop y Wettemann, 1993; Vizcarra *et al.*, 1998). Estas variaciones en el consumo resultan en un cambio en la concentración de metabolitos sanguíneos y condición corporal (CC).

El perfil metabólico sanguíneo aporta gran cantidad de información relacionada con la nutrición y sanidad animal, además permite determinar factores de riesgo, tales como desbalances nutricionales, que pudieran incidir en el desempeño productivo y reproductivo del rebaño bovino.

Cada metabolito primario presente en la sangre cumplirá una función específica, la cual ira relacionada con un sin fin de funciones, las cuales podrán verse afectadas por un desbalance tanto negativo como positivo que repercutirá en el objetivo principal del ganado de carne, que es la producción de carne de forma eficiente a partir de productos de baja calidad. Por lo que a continuación se mencionan cada uno de los metabolitos sanguíneos primarios que se evaluaron, haciendo referencia desde su función hasta su papel en los parámetros productivos del animal.

2.3.1. Creatinina

El nitrógeno ureico plasmático y la creatinina plasmática son productos metabólicos cuyos niveles se pueden utilizar para evaluar el grado de deshidratación y para diferenciar la uremia prerrenal, renal y pos renal (Radostits, 2002).

Dentro del metabolismo proteico se diferencian dos tipos de proteínas metabólicas, una es una constante del metabolismo endógeno, y la otra es una variable del metabolismo exógeno, según lo mencionado por James (1948). Por lo tanto el metabolismo endógeno está representado por la excreción de la creatinina.

Friedemann *et al.*, (1948) confirmo la existencia de una relación muy cercana entre los valores de creatina y el metabolismo proteico, sin embargo Hunter (1922) indica que la creatinina es un metabolito independiente del consumo de proteína en la dieta.

La concentración de creatinina es considerada una medida de la masa muscular ya que se correlaciona positivamente, es decir que las concentraciones de creatinina en la sangre irán de la mano con el peso de la canal, apariencia y la proporción de carne magra de la misma (Istasse *et al.*, 1990).

Dentro del musculo, bajo condiciones anaeróbicas la creatina fosfatada produce un fosfato de alta energía, el cual es transferido a un Adenosin difosfato (ADP), regenerando inmediatamente las cantidades de Adenosin trifosfato (ATP) para su uso en el musculo. Siendo una reacción catalizada por la enzima creatina fosfokinasa (Bailey, 2004).

El desdoblamiento de la creatina fosfatada eventualmente crea creatinina, la cual se considera un producto de desecho que es excretado por la orina (Beitz, 2004).

La determinación de la concentración de creatinina, indicada para conocer la función ruminal, es de particular importancia en los animales urémicos. Ha sido sugerido que la elevada concentración de creatinina es de más precisión en el diagnóstico de la uremia, puesto que no se afecta por las proteínas del régimen, ni por la edad, sexo o ejercicio (Coles, 1968).

La creatinina solo se eleva si la función renal esta perturbada, pues las concentraciones en la sangre se relacionan con la formación y eliminación por la orina. El aumento de 5 a 18 mg/ 100 ml señala trastornos renales importantes, de pronóstico reservado a grave (Coles, 1968).

No obstante DeGroot y Aafjes (1960) reportaron que incrementos en el peso corporal causaba un incremento en la excreción de creatinina, es decir un aumento en los niveles de la misma, lo cual está bien justificado al citar a Dinning, Gallup y Briggs (1949) quienes relacionaron los niveles de creatinina con el desarrollo muscular del animal.

Las nefrosis toxicas y las obstrucciones urinarias son afecciones muy comunes en las cuales aumenta el valor de la creatinina sanguínea (Coles, 1968).

Cuadro 3. Valores normales de creatinina en la sangre de ciertos animales domésticos. (Coles 1986)

| ESPECIES DOMESTICAS | CREATININA mg / 100 ml |
|------------------------|---------------------------|
| BOVINA | 1.0 – 2.07 |
| OVINA | 1.2 – 1.93 |
| CAPRINA | 0.9 – 1.82 |
| PORCINA | 1.0 – 2.7 |
| EQUINA | 1.2 – 1.9 |

La pérdida de energía guardada en forma de calor y la pérdida de proteínas almacenadas como urea y creatinina en la orina se ven afectadas como consecuencia metabólica inmediata, presente, después de un fuerte estrés, ya que la secreción de hormonas glucocorticoides de la corteza adrenal se ven incrementadas.

Al mismo tiempo que se incrementa la actividad en el sistema nervioso simpático provocado por un aumento en la secreción de catecolamines provenientes de la medula adrenal. La principal función de los catecolamines es movilizar energía altamente constituida de substratos provenientes de grasas y glicógenos presentes en la proteína del músculo que servirán para formar parte del catabolismo, sin embargo estos mismos inhiben la adición de glucosa en el músculo (Webster, 1976).

2.3.2. Colesterol

El colesterol es un zoosterol que se encuentra en todas las células animales. Es particularmente importante en el cerebro, donde puede alcanzar los 170 g/kg de materia seca. Es un componente clave de las membranas en los animales superiores, teniendo una función específica como regulador de su fluidez. El colesterol es precursor de otros esteroides como los ácidos biliares, constituyendo el principal punto final del metabolismo del colesterol; está muy extendida la opinión de que su principal función consiste en servir como material para dicha síntesis (McDonald, 1999).

La concentración normal de colesterol en el plasma sanguíneo oscila entre 1.3 y 2.6 g/litro o bien entre 62.1 – 192.5 mg/dL según Merck (2000). Puesto que el colesterol es insoluble, la presencia prolongada de altos niveles de colesterol en sangre determina su deposición en las paredes de los vasos sanguíneos, donde los depósitos pueden endurecerse para formar la placa aterosclerótica. La placa puede bloquear vasos sanguíneos importantes y originar el infarto del miocardio o ataque al corazón (McDonald, 1999).

Sin embargo, es muy común encontrar animales con altos niveles de colesterol y grasas saturadas en engordas donde el objetivo principal es proveer al mercado animales con canales altamente palatables, mismas que se obtienen adhiriendo lípidos a los tejidos intramusculares a través de dietas altas en concentrados (Peter, 1996).

O' Kelly y Spiers mencionados por Mohebbi – Fani (2006), reportaron altos niveles de colesterol en ganado de carne, probablemente debido al incremento en la síntesis de lípidos de origen microbiano en el rumen.

El 7 – dehidrocolesterol es un derivado del colesterol que es importante como precursor de la vitamina D³, que se forma al quedar expuesto el colesterol a la luz ultravioleta (MacDonald, 1999).

Los ácidos biliares se sintetizan a partir del colesterol. En condiciones fisiológicas, los ácidos se encuentran como sales. Se producen en el hígado, se almacenan en la vesícula biliar segregándose en la porción anterior del intestino delgado, su función es solubilizar las grasas, haciéndolas más susceptibles a la lipólisis y mejoran la eficiencia de la absorción en el intestino delgado (MacDonald, 1999).

El colesterol está presente en cantidades variables en todos los tejidos, células y porciones celulares. Esta sustancia se sintetiza en cierta cantidad por todos los tejidos, de preferencia el hígado, el intestino y la piel (Coles, 1968).

Comúnmente son absorbidos por los linfáticos e intestino delgado, a este nivel los esteres del colesterol se hidrolizan en colesterol libre y ácidos grasos, absorbiéndose en la primera forma. El hígado influye preferentemente en la homeostasis de las concentraciones del colesterol en el suero. Aunque muchos tejidos pueden sintetizar el colesterol, la mayoría del que se encuentra en el plasma es de origen hepático (Coles, 1968).

Las concentraciones de colesterol están notablemente influidas por el régimen alimenticio del animal; las grasas por ejemplo si se encuentran en forma de ácidos grasos saturados, elevarían el colesterol de la sangre en ganado bovino productor de carne. Es importante que para analizar los resultados relacionados con el colesterol, siempre hay que tener en cuenta el régimen alimenticio del ganado (Coles, 1968).

Cuadro 4. Valores de colesterol en el suero de varios animales domésticos (mg / 100 ml).
Coles, 1986

| Especie | Total | Libre | Esterificado |
|----------|-----------|---------|--------------|
| *Bovina | 110 ± 32 | 37 ± 15 | 73 ± 15 |
| +Ovina | 64 ± 12 | | |
| -Caprina | 80 – 130 | | |
| /Porcina | 152 – 154 | | |

El aumento de las concentraciones de colesterol puede relacionarse con una lesión obstructiva del conducto biliar, asimismo el colesterol del plasma se modifica por la actividad tiroidea, de modo que las concentraciones se elevan a veces sorprendentemente en los casos de hipotiroidismo (Coles, 1968).

2.3.3. Glucosa

La glucosa es, en los mamíferos y probablemente en todos los vertebrados, la principal forma de transporte de carbohidratos, en donde el origen de esta, está en la sangre aparte de la que pueda escapar del hígado durante la absorción intestinal, debe atribuirse a la reserva hepática de glicógeno (Bradley, 1969).

La cantidad de glucosa en la sangre es regulada por la secreción interna de insulina, glucagon y hormonas polipeptidas dentro del torrente sanguíneo, altos niveles de glucosa en la sangre resultan en la liberación de insulina, la cual causa incrementos

en la utilización de glucosa para la formación de tejidos, excepto cerebro e hígado, incrementándose la síntesis de glicógeno en músculos e hígado, e inhibiéndose la gluconeogenesis (Kaneko, 1997).

La liberación de glucagon dentro del sistema circulatorio es respuesta de un nivel bajo de glucosa en la sangre y acción contraria de la insulina, lo cual provoca un incremento en la eliminación de grasa de los tejidos adiposos así como de las actividades glucogénicas, caídas de los niveles de glicógeno y ketogenesis en el organismo e hígado (Kaneko, 1997).

Su principal función en la nutrición animal es servir como fuente de energía para los procesos vitales normales, función que comparte con los lípidos, este compuesto básico llega a las células animales, ya sea por medio de la ingestión de glucosa o sus precursores o bien por la conversión a partir de otros metabolitos (Church *et al.*, 2002).

Así mismo, ésta puede ser utilizada como fuente de energía para las células, como unidades de edificación de la galactosa y subsecuentemente lactosa, o como fuente de glicerol necesario para la síntesis de grasa (AGROBIT, 2004), si en todo caso se refiriera a la producción de leche.

Tomando en cuenta que en una engorda, los niveles de forraje – concentrado en las dietas son muy importantes, amerita tomar en cuenta la presencia de granos y de otros ingredientes como fuentes de almidón, así como los forrajes como fuentes de celulosa, ambos factor común en la precursión de la glucosa.

Los carbohidratos son el componente principal de los tejidos vegetales. Constituyen hasta el 70 % o más de la materia seca de los forrajes de origen vegetal, en el caso de los animales, los carbohidratos están constituidos principalmente por glucosa y glucógeno, representando menos del 1% de su peso (Church *et al.*, 2002).

En los rumiantes y otras especies que poseen grandes poblaciones microbianas en el conducto gastrointestinal, la fermentación anaerobia de los carbohidratos que se encuentran en las porciones fibrosas de las plantas (tallos, hojas, cubiertas externas de las semillas) son ricas en celulosa, por lo tanto su energía es liberada en grandes cantidades de ácidos grasos volátiles (AGV), de manera principal se pueden mencionar a los ácidos acético, propiónico y butírico, aportando una gran proporción del suministro total de energía (Church *et al.*, 2002).

La dieta puede cambiar la población microbiana en el rumen y consecuentemente influir en la producción de ácidos grasos volátiles. En general las dietas altas en fibra producen AGV con alta proporción de ácido acético, mientras que las dietas de concentrado generaran más ácido propiónico (Mendoza – Martínez *et al.*, 2008).

Se conocen dos vías generales de producción de Propionato en el rumen: descarboxilación del Succinato (éste es el principal precursor del Propionato) y reducción del lactato, vía acrilato. Los mayores productores de Propionato en el rumen son *Selenomonas ruminantium* y *Megasphaera elsdenii*.

La producción del butirato procede de forma principal vía producción de Acetil Co A, a partir del Piruvato y del acetato extracelular.

El metano del rumen se produce principalmente por reducción de CO₂ mediante hidrógeno gaseoso. El formiato también es un muy buen sustrato para la producción de metano por parte de las bacterias metanogénicas.

La contribución de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) al metabolismo del rumiante es considerable. Así, el acetato producido en la fermentación ruminal proporciona el mayor porcentaje de la energía requerida por el rumiante, constituye alrededor del 90% de la concentración de AGV en la sangre periférica.

Con respecto al Propionato ruminal, sólo un 5% de este es metabolizado por el epitelio ruminal a lactato, de esta manera la mayor parte del Propionato, es transportado al hígado, donde junto a los aminoácidos no esenciales es la principal fuente de glucosa para el rumiante (vía gluconeogenesis).

El 50% del butirato es metabolizado por el epitelio ruminal. La pequeña cantidad que pasa a sangre periférica es metabolizada en el hígado, dando principalmente Acetil Co A, este compuesto regula la utilización de energía por el rumiante, dado que por su concentración puede limitar la oxidación del Propionato hacia Acetil Co A, reservando Propionato para gluconeogenesis.

Las enzimas que llevan a cabo la hidrólisis de los carbohidratos (carbohidrasas) son eficaces para descomponer la mayoría de los carbohidratos complejos a monosacáridos, excepto aquellos con un enlace *glucosa – 4 – beta – glucósido* como los de la lignina.

McDonald *et al.*, (1995), dicen que un mecanismo quimiostático plausible puede envolver las tres mejores absorciones de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen.

Es importante el adecuado manejo de la alimentación en todo animal, ya que pueden ser varios los factores importantes que afecten la absorción de la glucosa. Un ayuno corto (24 – 48 Hrs) la reduce, pero una ingestión de alimento crónicamente restringida la incrementará. Los animales absorben muy poca energía en forma de carbohidratos, pero algo de glucosa es convertida en glucógeno, que se almacena en los tejidos hepático y muscular. El glucógeno es un compuesto semejante al almidón, capaz de ser hidrolizado rápidamente de vuelta a glucosa.

De esta manera, la concentración de glucosa sanguínea se mantiene dentro de un intervalo muy estrecho en los animales, mediante la conversión de la glucosa sanguínea circulante en el glucógeno (glucogénesis) y la reconversión de glucosa por medio del

proceso de la glucogenólisis cuando la concentración en la sangre disminuye, estos son hechos que mantienen de manera muy implícita la dinámica del metabolismo energético en los animales a lo largo del día.

La concentración de glucosa sanguínea aumenta después de una comida pero regresa al nivel de ayuno en unas cuantas horas. El almacenamiento de glucógeno después de una comida a base de carbohidratos evita la elevación del azúcar sanguíneo (hiperglucemia), y la liberación de glucosa por la degradación del glucógeno durante el ayuno impide un contenido bajo de glucosa sanguínea (hipoglucemia).

La formación de glucógeno a partir de glucosa (glucogénesis) requiere dos moléculas de ATP por cada molécula de glucosa, las cuales se van agregando una por una para formar la larga cadena de glucógeno. (Church et al., 2002)

En los mamíferos, los tejidos que utilizan mayor cantidad de glucosa son los músculos y después el cerebro, siendo los primeros quienes aventajan la mayor demanda de glucosa (Bradley, 1969). Además una mayor suplencia de carbohidratos no estructurales o solubles a través de suplementos ofrecidos al animal pueden provocar un incremento de los niveles de insulina y glucosa.

Para entender mejor el origen de la glucosa a partir de la ingesta de los alimentos en el sistema digestivo es importante mencionar como actúa el metabolismo energético en un animal no monogastrico, explicándose a continuación;

2.3.3.1. Metabolismo energético

La degradación del glicógeno se lleva a cabo por la fosforilasa dando lugar a la glucosa -1- fosfato, el cual a su vez es hidrolizado por una fosfatasa para liberar glucosa. El glicógeno es restaurado a partir de los carbohidratos absorbidos durante la digestión, y a partir de los ácidos pirúvico y láctico absorbidos de la sangre o formados en el metabolismo hepático (Bradley, 1969).

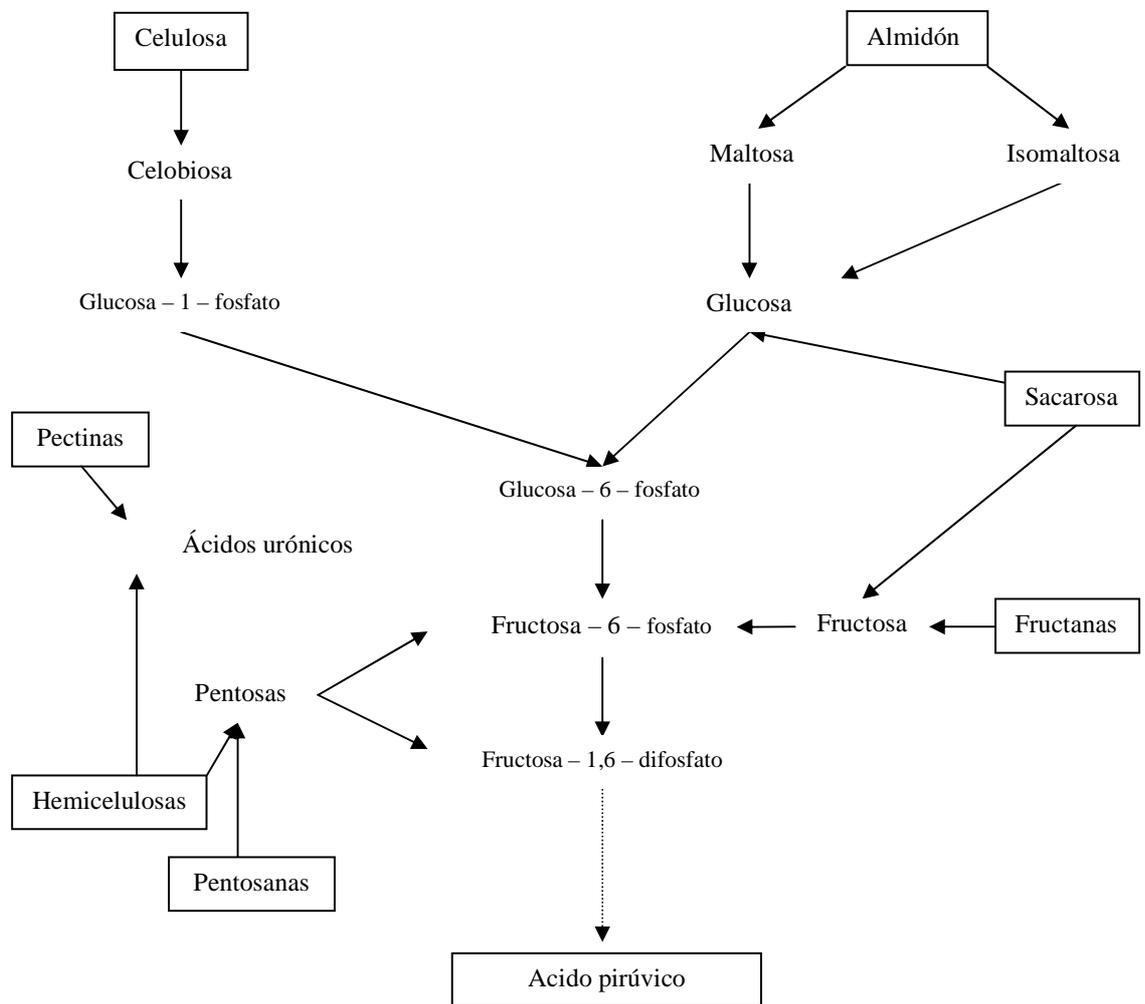


Figura 1 Conversión de los carbohidratos del Piruvato en el rumen (McDonald, 1999)

El intermediario clave que enlaza las rutas metabólicas, es el Piruvato, al cual lo unen con los principales productos finales de la digestión de los carbohidratos en el rumen, que son los ácidos acético, propiónico y butírico, dióxido de carbono y metano, como se muestra a continuación.

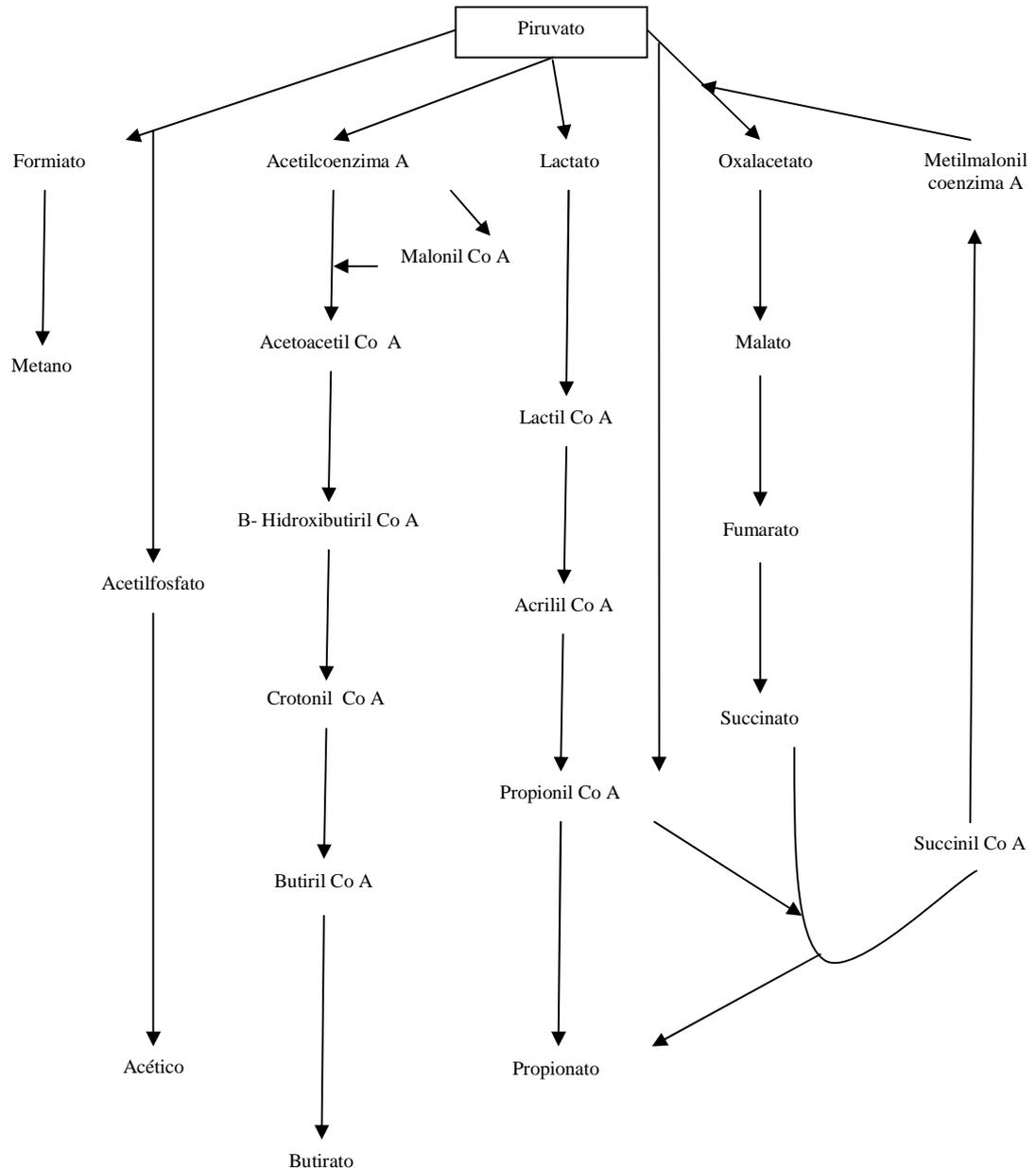


Figura 2 Conversión del Piruvato en ácidos grasos volátiles en el rumen (McDonald, 1999)

La importancia del metabolismo energético, no solo desempeña un papel de marcada importancia en el metabolismo animal, sino que es la fuente principal para que se lleven a cabo todas las funciones existentes en el organismo.

Los niveles de concentración sérica de GLUCOSA según Kaneko (1997) se encuentran dentro de un rango normal de 45 a 75 mg/dL, mientras que el Research Animal Resources (RAR, 2000) menciona niveles de 40 – 80 mg/dL para bovinos adultos.

Sin embargo se pueden mostrar desbalances energético-proteicos demostrados por los altos valores de urea y bajos niveles de glucosa en sangre, debido a que la glucosa es un nutriente esencial para vacas preñadas y en lactancia, cuando se suministran dietas bajas en glucosa los rumiantes acuden a la gluconeogenesis para completar los requerimientos en glucosa, utilizando preferiblemente Propionato como precursor en la producción de glucosa endógena en el hígado.

Bach (2001) señaló que un balance energético negativo se caracteriza por niveles sanguíneos elevados de hormonas de crecimiento y ácidos grasos no esterificados y niveles sanguíneos bajos del factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I), insulina y glucosa. Bajo estas condiciones, los mecanismos de regulación homeorrética (acción de distribuir la energía disponible hacia las distintas funciones metabólicas) establecen la prioridad de utilización de nutrientes hacia la producción láctea por encima de la función reproductiva.

Además los niveles de glucosa en el plasma sanguíneo se pueden ver afectados por riesgos provocados por el estrés al que los animales pudiesen estar expuestos.

2.3.4. Urea

La degradación de la proteína ruminal es afectada por los niveles de pH y la población predominante de especies microbianas. La actividad proteolítica ruminal disminuye conforme disminuyen los niveles de pH con raciones para ganado de leche altas en forraje pero no así para ganado de carne. La acumulación de aminoácidos nitrogenados después de la alimentación sugieren que los aminoácidos utilizados por los microorganismos del rumen podrían ser el factor limitante en la degradación de la proteína en el rumen.

La urea entra continuamente en el rumen a través de la pared de éste, procedente del torrente circulatorio y a través de la saliva, si no lo hace como constituyente de la dieta y es una importante fuente de nitrógeno para el crecimiento y la síntesis de proteínas por parte de las bacterias del rumen. La urea se degrada rápidamente a amoníaco y CO₂ por la enzima ureasa del contenido ruminal y es el amoníaco el compuesto nitrogenado utilizado realmente en la síntesis de la proteína bacteriana.

El nitrato de la dieta es reducido por las bacterias del rumen a amoníaco, con nitrito como intermediario. El hidrógeno, formiato, succinato, lactato, malato, citrato, manitol y glucosa, son eficaces dadores de ión hidrógeno para la reducción del nitrato, disminuyendo con su reducción la producción de metano.

La proteína en la dieta es dividida en proteína degradable en el rumen y proteína no degradable. La proteína verdadera es degradada en péptidos y aminoácidos y eventualmente desdoblados en amoníaco N o incorporados a la proteína microbiana.

El nitrógeno no proteico está compuesto por el N presente en DNA, RNA, amonio, aminoácidos y pequeños péptidos, los cuales junto con los aminoácidos y el amonio son utilizados para iniciar el crecimiento microbiano. La capacidad del rumen consiste de la cantidad de amonio, proteína no degradable (del alimento o endógena) y de la proteína microbiana.

Cuando la proteína degradable en el rumen dentro de la dieta excede la cantidad requerida por los microorganismos del rumen, la proteína es degradada a amoníaco N, absorbida y metabolizada a urea en el organismo y desechada en la orina.

Muchas de estas reacciones, se ven comprometidas por el metabolismo del nitrógeno, dentro del cual se explica en la figura 3 la degradación extracelular de los carbohidratos (polisacáridos) a monosacáridos en el rumen, como se muestra a continuación:

2.3.4.1. Degradación de los carbohidratos en el rumen

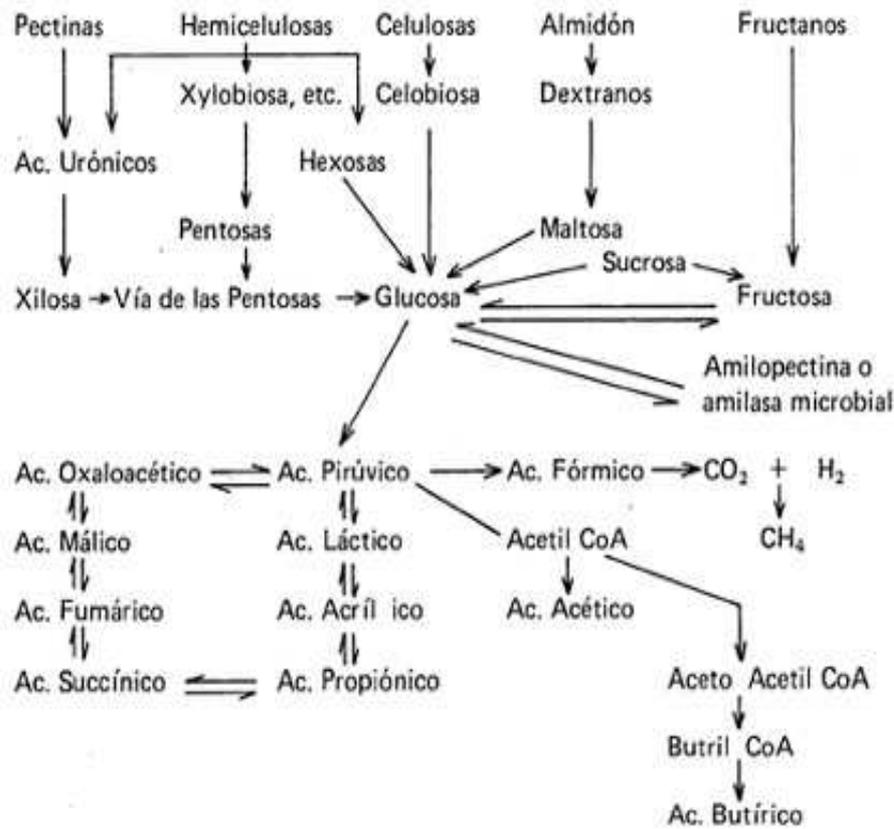


Figura 3. Vías del metabolismo de los carbohidratos en el rumen (Monografías de Medicina Veterinaria, 1983).

La cantidad total de proteína microbiana que fluye a el intestino delgado del rumiante va a depender de la eficiencia y viabilidad de los nutrientes para ser utilizados por las bacterias ruminales, dentro del metabolismo del nitrógeno ocurre la degradación de la proteína, en esta etapa se proveerá de fuentes de nitrógeno para las bacterias. Cuyo primer paso se basara en el ataque de las partículas de alimento por las bacterias, seguido por las proteasas ligadas a la actividad celular (Brock et al., 1982).

Aproximadamente el 70 - 80% de los microorganismos del rumen atacan a las partículas de alimento no digestibles en el rumen (Craig *et al.*, 1987) y un 30 – 50% de ellas tienen actividad proteolítica (Prins *et al.*, 1983). Un gran número de diferentes especies de microorganismos actúan simbióticamente para degradar y fermentar los nutrientes, incluyendo la proteína, dando como resultado de este proceso péptidos y aminoácidos y la síntesis de proteína de origen microbiano.

La urea en la sangre puede ser utilizada para el monitoreo de la proteína y energía en la dieta, su incremento en la sangre o leche ha sido significativamente asociado con la presencia de leguminosas en las pasturas y con otras variables como, especies de gramíneas, y tipo genético del animal, (Lascano *et al.*, 1997).

Para el caso de Nitrógeno ureico (UN) los rangos normales están entre 7.8 a 24.6 mg/dL (Merck, 1991). Sin embargo RAR (2000) menciona que los valores reportados para bovinos adultos fluctúan entre 6 – 22 mg/dL.

El incremento en la sangre de NU ha sido asociado con la presencia de leguminosas en los potreros (Lascano, 1997). Lo que está asociado a las áreas de pastoreo donde se conservan por lo regular leguminosas. Uno de los indicadores más promisorios es el nivel de urea en sangre, el cual refleja el balance entre la proteína degradable y la energía fermentable en el rumen (Hammond, 1997) así como una deficiencia de nitrógeno y aminoácidos esenciales que lleguen al duodeno (Mendoza – Martínez, 2003).

Cuando el consumo de proteína degradable es alto, o el consumo de carbohidratos degradables es bajo, el nivel de amonio en el rumen aumenta y sobrepasa la cantidad que pueden utilizar las bacterias; cuando existe exceso de amonio, pasa al hígado a través de la sangre, donde es transformado y eliminado, y trae como consecuencia un incremento de los niveles de urea en la sangre (Arias, 1999).

Esta respuesta coincide con lo señalado por Hess *et al.*, (1999) quienes indicaron que uno de los factores que determinan los niveles de urea en la sangre es la dieta que se le suministra al animal y el grado de degradabilidad de la proteína a nivel ruminal. Asimismo, sugieren que el contenido de urea en sangre es un buen indicador del estado de nutrición de los animales y sirve como herramienta para ajustar el suministro de proteína y energía en la dieta de vacas en sistemas de doble propósito en pastoreo.

El nitrógeno ureico plasmático aparece elevado, según la gravedad de la deshidratación y la disminución del volumen sanguíneo circulante, tras la administración de líquidos y electrolitos en los casos de uremia prerrenal, disminuyen los niveles plasmáticos de urea y de creatinina (Radostits, 2002).

2.3.5. Proteínas totales

Una proteína es un compuesto de gran peso molecular, cuya molécula consiste principalmente en cadenas de aminoácidos con unión péptida. Por métodos de precipitación salina se recuperaron del suero dos porciones, clasificadas según sus solubilidades características en albumina y globulina. Se considera que las proteínas plasmáticas son las proteínas de más fácil obtención de todas las del cuerpo animal. Por la relación íntima entre proteínas del plasma y las de los tejidos (Coles, 1968).

Sin embargo la albumina constituye más de la mitad de todas las proteínas séricas y gran parte de la presión oncótica depende de ella. Transporta sustancias menos solubles como ácidos grasos, bilirrubina, hormonas, calcio, metales, fármacos y vitaminas. Además junto con la globulina constituyen dos de los principales grupos de

proteínas en el suero sanguíneo, las cuales ayudan a mantener la presión osmótica coloidal de la sangre con el fin de evitar la pérdida de líquidos hacia los tejidos.

La mayoría de las proteínas plasmáticas son sintetizadas en el hígado y la principal excepción son las inmunoglobulinas, que son producidas por las células plasmáticas. Se miden en suero como parte de casi todos los análisis de química sanguínea. El contenido en proteínas totales del suero depende del estado nutricional, funcionamiento hepático y funcionamiento renal del animal (Borque de Larrea et al., 1998).

Otra de las funciones de las proteínas del suero es ayudar a mantener la presión normal de la sangre contribuyendo en su viscosidad al influenciar la estabilidad de los eritrocitos en suspensión, lo cual ayudara en la regulación del balance ácido – base de la sangre, pudiendo afectar la solubilidad de los carbohidratos, lípidos y otras sustancias, así como el transporte de sustancias como nutrientes, hormonas bilirrubinas, enzimas y otros por acción de las proteínas en el suero según información ofrecida por Reece y Swenson (2004).

Otro aspecto importante a considerar es que óptimos valores de proteínas en el plasma sanguíneo van a representar buenos niveles de uno de sus principales componentes, como lo es la hemoglobulina, la cual de entre sus varias funciones también esta su gran capacidad en la diseminación de oxígeno a los tejidos, aportando una mejor capacidad respiratoria, característica que juega un rol muy importante en la tolerancia de los animales al calor como lo mencionaron Findlay and Beakley (1954)

Cambios en las concentraciones de albumina podrían ser útiles como indicio de un flujo de aminoácidos y proteínas del metabolismo dentro del organismo (Spronk, 2005). Existen decrementos en los niveles de albumina en el suero sanguíneo observados por una restricción en el alimento al ganado, los cuales podrían ser atribuidos a un decremento en la síntesis de albumina esperada por la deficiencia de proteína en la dieta según lo menciona Parker (2003). Las globulinas alfa y beta son las

fracciones de proteínas plasmáticas más heterogéneas y están constituidas fundamentalmente por glucoproteínas y lipoproteínas. Las α -globulinas comprenden a un elevado número de proteínas constituidas fundamentalmente por: α 1-globulinas así como por Lipoproteínas o también llamadas HDL (α lipoproteínas de alta densidad) están constituidas aproximadamente por un 50% de proteínas y el otro 50% por lípidos: fosfolípidos y colesterol, que tienen como función el transporte de colesterol (desde los tejidos periféricos al hígado) y de vitaminas liposolubles (Ettinger, 1992).

| ESPECIES | SEXO | EDAD | Concentración absoluta en g / 100 ml | | | | |
|----------------|------|---------------|--------------------------------------|----------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | | Prot. Total | Albumina | Globulina. Alfa | Globulina Beta | Globulina Gamma |
| Bovina | M | 18 a 30 meses | 6.97 ± 0.53 | 3.2 | 0.98 | 0.61 | 2.18 |
| Bovina | H | 5 a 9 años | 7.56 ± 0.5 | 3.4 | 0.85 | 1.08 | 2.16 |
| Ovina | - | 122 días | 5.81 | 2.96 | 1.10 | 0.45 | 1.30 |
| Caprina | MH | 7 a 9 meses | 6.25 | 3.95 | 0.42 | 1.24 | 0.97 |
| Equina | - | - | 6.72 | 2.6 | 2.63 | 0.81 | 0.68 |
| Porcina | - | 5 a 6 meses | 7.40 | 3.4 | 1.50 | 1.10 | 1.40 |

Cuadro 5. Valores normales de proteínas del plasma a concentraciones absolutas(Coles, 1968)

La interpretación de las variaciones en las proteínas del plasma depende de factores fisiológicos, patológicos o inducidos que pueden causarlas.

Las alteraciones en las proteínas totales del plasma con toda frecuencia se deben al descenso de la albumina, muchas veces acompañado de hiperglobulinemia. Sin embargo, la coexistencia de la misma no es factor suficiente para asegurar que las concentraciones proteínicas totales sean resultado de la hipoproteinemia (Coles, 1968).

Se define como hiperproteinemia a la concentración elevada de alguna o de todas las fracciones proteicas del plasma. El aumento de las proteínas plasmáticas es relativo, cuando el incremento se debe a una hemoconcentración provocada por una

deshidratación; o absoluto, sí aumentan las proteínas plasmáticas totales por incremento de las síntesis de globulinas. Esta elevación de las globulinas en general se observa, en estados de defensa contra agentes infecciosos, en procesos inflamatorios crónicos, en patologías inmuno mediadas como la artritis reumatoidea o el Lupus eritematoso sistémico, o como resultado de una vacunación (Ettinger, 1992).

La hipoproteinemia se observa como la consecuencia de patologías que provocan pérdida de proteínas, por ejemplo hemorragias severas, nefropatías o enteropatías. También se observa hipoproteinemia por disminución en la síntesis de las proteínas plasmáticas, como en el caso de algunas hepatopatías, donde se observa disminución en la concentración de albúminas o en la neoplasia linfoide donde las que se encuentran disminuidas son las globulinas (Ettinger, 1992).

La hipoproteinemia se relaciona con mucha frecuencia con las deficiencias dietéticas o la defectuosa absorción de los constituyentes alimenticios en algún lugar del tubo digestivo (Coles, 1968). La disminución o el descenso de las proteínas totales del plasma son originadas por la pérdida excesiva de las mismas, quemaduras, secreción de heridas, enfermedades renales, proteinuria y aumento de la desintegración proteínica necesaria para la glucogénesis (Coles, 1968).

La deshidratación hace que todas las fracciones de proteínas aumenten dando lugar a la hiperproteinemia. La deshidratación puede ser resultado del descenso en el consumo o aumento de la pérdida de líquidos causado por patologías en el animal, como ejemplo, acidosis diabética, diarrea grave o deshidratación por exposición a altas temperaturas según (Borque de Larrea *et al.*, 1998).

Si el valor de las proteínas totales estuviera fuera del rango normal para la especie, se deben realizar más exámenes para identificar la fracción involucrada en el aumento o disminución de este parámetro para luego identificar la proteína cuyo valor esta alterado. Esto se logra mediante la realización de un proteinograma electroforético.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción Del Área De Estudio

El trabajo de campo de esta investigación se llevo a cabo en las instalaciones de los corrales de evaluación de Sementales y Laboratorio de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), las cuales se localizan en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a ocho kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, sobre la carretera Saltillo – Concepción del Oro – Zacatecas a un lado del rastro TIF.

Las coordenadas geográficas son 22°22' latitud norte y 101°01' de longitud oeste, con una altura promedio de 1742 msnm. Su tipo climático es BWhwx' (e') (muy seco, cálido, lluvias escasas todo el año, extremoso), la precipitación media anual es de 298.5 mm. La temperatura media anual es de 14.8 °C con una máxima promedio anual de 21.3 °C y una mínima promedio anual de 11.9 °C (Mendoza, 1983)

3.2. Materiales

Se utilizaron 18 toretes de la raza Charoláis provenientes del Rancho Los Ángeles, con un peso vivo promedio de 240 kg o 7 meses de edad al arribar a los corrales, con un periodo de adaptación a la dieta de 25 días y con un peso vivo promedio de 311 kg al inicio de la prueba, los cuales fueron alojados en corrales individuales acondicionados con comederos circulares y bebederos automáticos. Los corrales cuentan con un área de cemento junto y a lo largo de los comederos, mismos que están protegidos con un techo de lámina, el resto de cada corral es de suelo terroso.

Se contó con una bodega para el almacenamiento del alimento a ofrecer durante la investigación, además de que durante la primera etapa de la prueba sirvió como espacio para la elaboración del mismo, durante las 2 etapas siguientes se utilizo la

planta de alimentos de la UAAAN donde se mezcló y preparó el alimento, usando finalmente un carrito mezclador de tipo horizontal.

Los ingredientes utilizados durante las tres etapas que comprendió el proyecto de investigación fueron; pacas de avena, maíz molido, cebo, semilla de algodón, harinolina, canola, salvadillo y los ingredientes a estudiar que fueron masilla y levadura de cerveza, ambos subproductos cerveceros fueron surtidos por la Cervecería Cuauhtémoc – Moctezuma ubicada en la Ciudad de Monterrey.

Para la elaboración del suplemento mineral se usó sal común, fosfato monocalcico, carbonato de calcio, bicarbonato de sodio y optimin 3.

3.3. Tratamientos Y Factores

Los animales se distribuyeron al azar en 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, los niveles de subproductos fueron los siguientes:

- **Tratamiento 1 (testigo):** dieta regular (0 % de masilla y 0 % de levadura).
- **Tratamiento 2:** dieta regular con 10 % de masilla y 0% de levadura en la ración.
- **Tratamiento 3:** dieta regular con 20% de masilla y 0% de levadura en la ración.
- **Tratamiento 4:** dieta regular con 0 % de masilla y 10% de levadura en la ración.
- **Tratamiento 5:** dieta regular con 10 % de masilla y 10 % de levadura en la ración.
- **Tratamiento 6:** dieta regular con 20 % de masilla y 10 % de levadura en la ración.

O bien como se muestra a continuación:

Cuadro 6. Niveles de los diferentes subproductos utilizados en los tratamientos.

| SUBPRODUCTO | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|
| Masilla (%) | 0 | 10 | 20 | 0 | 10 | 20 |
| Levadura (%) | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 |

En cada etapa los niveles de subproductos de cervecería en la dieta eran los mismos, lo único que diferenciaba cada etapa, era que la cantidad de forraje en la dieta con relación al concentrado iba disminuyendo, es decir a manera que avanzaba la prueba, los niveles de forraje disminuían.

Cuadro 7. Proporción de Forraje - Concentrado por etapa

| ETAPA | % FORRAJE | % CONCENTRADO | TOTAL EN MEZCLA (%) |
|-----------------------|--------------|------------------|---------------------------|
| 1 ^{ER} ETAPA | 30 | 70 | 100 |
| 2 ^{DA} ETAPA | 20 | 80 | 100 |
| 3 ^{ER} ETAPA | 15 | 85 | 100 |

3.4. Etapas De Prueba

La prueba tuvo una duración de 120 días comprendidos del 31 de mayo al 27 de septiembre. En toda la etapa se usaron tres formulas de alimentación que se dividieron entre los 120 días, en las tres fases se cambio la relación forraje – concentrado.

En la primera fase se utilizo la misma fórmula para la etapa de adaptación la cual correspondía a una relación Forraje - Concentrado de 30:70, la cual sigue como se muestra a continuación

3.5. Dietas

Cuadro 8.1 Fórmula para la primer etapa

Relación Forraje : Concentrado (30:70)

| INGREDIENTES | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) | T6 (%) |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Maíz (grano) | 49.748 | 45.996 | 30.152 | 43.96 | 39.619 | 23.173 |

| | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| quebrado) | | | | | | |
| Avena (pacas) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Harinolina | 8.516 | 4.043 | - | 5.631 | 0.946 | - |
| Grasa animal | 5.497 | 5.498 | 5.526 | 5.037 | 5.039 | 5.918 |
| Fosfato monodicalcico | 2.807 | 1.206 | 0.040 | 2.194 | 0.245 | - |
| Carbonato de calcio | 1.217 | 1.044 | 1.454 | 1.027 | 1.307 | 1.351 |
| Bicarbonato de sodio | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Megamin 3 | 0.711 | 0.712 | 0.715 | 0.652 | 0.652 | 0.657 |
| Sal común | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Semilla de algodón | - | - | 10.61 | - | 0.692 | 7.401 |
| Masilla | 0 | 10 | 20 | - | 10 | 20 |
| Levadura | 0 | - | - | 10 | 10 | 10 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Cuadro 8.2. Formula de la segunda etapa

Relación Forraje : Concentrado (20:80)

| INGREDIENTES | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) | T6 (%) |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Maíz (grano quebrado) | 60.134 | 57.149 | 43.632 | 58.983 | 47.654 | 36.384 |
| Avena (pacas) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Harinolina | 7.831 | - | - | - | - | - |
| Grasa animal | 3.656 | 4.413 | 5.528 | 3.111 | 4.526 | 5.919 |
| Fosfato monodicalcico | 3.232 | 3.312 | 3.152 | 3.115 | 2.968 | 2.82 |
| Carbonato de calcio | 3.218 | 3.183 | 2.75 | 2.903 | 2.946 | 2.988 |
| Bicarbonato de sodio | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Megamin 3 | 0.428 | 0.442 | 0.437 | 0.388 | 0.407 | 0.390 |
| Sal común | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Masilla | - | 10 | 20 | - | 10 | 20 |
| Levadura | - | - | - | 10 | 10 | 10 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Cuadro 8.3. Formula de la tercer etapa

Relación Forraje : Concentrado (85:15)

| INGREDIENTES | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) | T4 (%) | T5 (%) | T6 (%) |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Maíz (grano quebrado) | 65.147 | 61.262 | 50.61 | 61.148 | 51.773 | 40.494 |
| Avena (pacas) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Harinolina | 6.997 | - | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Grasa animal | 3.536 | 4.367 | 5.532 | 3.28 | 4.477 | 5.874 |
| Fosfato monodicalcico | 3.207 | 3.264 | 3.106 | 3.004 | 2.919 | 2.771 |
| Carbonato de calcio | 3.229 | 3.202 | 2.846 | 2.945 | 2.965 | 3.008 |
| Bicarbonato de sodio | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Megamin 3 | 0.384 | 0.405 | 0.406 | 2.123 | 0.366 | 0.353 |
| Sal común | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Masilla | - | 10 | 20 | - | 10 | 20 |
| Levadura | - | - | - | 10 | 10 | 10 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

3.6. Metodología

Para la determinación de los metabolitos sanguíneos (glucosa, colesterol, urea, proteínas totales y creatinina), se obtuvieron tres juegos de muestras de sangre, las cuales se obtuvieron en tres fechas diferentes correspondiendo al término de cada etapa de alimentación, al final de cada etapa se obtenían muestras a través de la vena de la cola, mismas que eran inmediatamente centrifugadas a 3200 RPM, durante 20 minutos, con la finalidad de extraer el suero sanguíneo, el cual inmediatamente fue congelado a una temperatura de menos de 0 °C para su posterior evaluación, se utilizó el mismo procedimiento para las 2 siguientes etapas de la investigación. Para cada muestra se utilizaron técnicas recomendadas por los laboratorios *RANDOX*, Y *WIENER LAB.*, quienes proveían los reactivos. Estas técnicas se describen a continuación:

3.6.1. Urea

Se utilizó el Método Ureasa – Berthelot modificado, cuyo principio químico se basa en que el salicilato y el hipoclorito del reactivo reaccionaran con los iones amonio para formar un complejo verde químicamente conocido como (2,2 dicarboxilindofenol).

Una vez identificados los reactivos, se pipetearon en tubos de ensayo de la siguiente manera:

Cuadro 9.1. Reactivos en la determinación de Urea

| | Reactivo Blanco | Patrón | Muestra |
|-------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| Patrón | --- | 10 µl | --- |
| Muestra | --- | --- | 10 µl |
| Reactivo trabajo | 1000 µl | 1000 µl | 1000 µl |

| | Reactivo Blanco | Patrón | Muestra |
|---------------------------|------------------------|---------------|----------------|
| Hipoclorito Sódico | 200 µl | 200 µl | 200 µl |

Se leyó la concentración de la muestra en un espectrofotómetro a 510 nm o bien en un fotolorímetro con filtro verde (500 a 520 nm) con una muestra estándar a determinada concentración, dando como resultado los mg/dL presentes en las muestras.

3.6.2. Creatinina

Se utilizo el Método Colorimétrico Cinético o de Punto Final sin Desproteinizacion de Creatinina en Suero y Orina cuyo principio se basa en la reacción de la muestra con el ácido pícrico en medio alcalino dando un complejo color rojo que se cuantifica mediante lectura fotométrica, la cual se basa en la determinación de la creatinina a partir de la adición de ácido al medio (muestra), destruyendo el picrato de creatinina, pero no el color rojo formado por los cromógenos no creatinina. Por lo tanto la diferencia entre la lectura fotométrica antes y después del agregado de acido, permitió la cuantificación de la creatinina en forma específica.

En la técnica cinética, los cromógenos no creatinina, reaccionan dentro de los primeros 30 segundos de iniciada la reacción, que se comporta como cinética de primer orden para le creatinina. De manera que entre los 30 segundos y los 5 minutos

posteriores al inicio de la reacción, el incremento de color se debe exclusivamente a la creatinina.

Procedimiento

En tubos colorímetros marcados con B (Blanco), S (Estándar) y D (Desconocido), se colocaron:

Cuadro 9.2. Reactivos determinación de Creatinina

| | Reactivo Blanco | Patrón (S) | Muestra (B) |
|----------------------------|------------------------|-------------------|--------------------|
| Agua destilada | 0.1 ml | --- | --- |
| Estándar | --- | 0.1 ml | --- |
| Muestra | --- | --- | 0.1 ml |
| Reactivo de trabajo | 1 ml | 1 ml | 1 ml |

Se leyó la concentración de la muestra en un espectrofotómetro a 510 nm o bien en un fotocolorímetro con filtro verde (500 a 520 nm) con una muestra estándar a determinada concentración, dando como resultado los mg/dL presentes en las muestras.

El color resultante de la reacción es estable durante 6 horas por lo que la lectura se efectuó en ese lapso.

3.6.3. Proteínas totales

Para la determinación de proteínas totales, se utilizó el Método de Biuret, cuyo principio se basa en que en medio alcalino, los iones cúpricos, interaccionan con los enlaces peptídico de las proteínas formando un complejo coloreado.

Procedimiento

Se pipeteo en tubos fotocolorímetros lo siguiente:

Cuadro 9.3. Reactivos determinación de Proteínas totales

| | Reactivo Blanco | Patrón (S) | Muestra (M) |
|-----------------------|------------------------|-------------------|--------------------|
| Agua destilada | 20 μ l | --- | --- |
| Patrón | --- | 20 μ l | --- |
| Suero o plasma | --- | --- | 20 μ l |
| Solución 1 | 1 ml | 1 ml | 1 ml |

Se leyó la concentración de la muestra en un espectrofotómetro a 510 nm o bien en un fotocolorímetro con filtro verde (500 a 520 nm) con una muestra estándar a determinada concentración, dando como resultado los mg/dL presentes en las muestras.

3.6.4. Colesterol

Para la determinación de los niveles de colesterol en el suero sanguíneo se utilizo el Método Enzimático de Punto Final, cuyo principio consisten en determinar el colesterol después de hidrólisis enzimática y oxidación. El indicador quinoneimina se forma a partir de peróxido de hidrógeno y 4 – aminoantipirina en presencia de fenol y peroxidasa.

Procedimiento

Cuadro 9.4. Reactivos determinación de Colesterol

| | Reactivo Blanco (μl) | Patrón (μl) | Muestra (μl) |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Agua destilada | 10 μl | --- | --- |
| Patrón | --- | 10 μl | --- |
| Suero o plasma | --- | --- | 10 μl |
| Reactivo | 1000 μl | 1000 μl | 1000 μl |

Se leyó la concentración de la muestra en un espectrofotómetro a 510 nm o bien en un fotocolorímetro con filtro verde (500 a 520 nm) con una muestra estándar a determinada concentración, dando como resultado los mg/dL presentes en las muestras.

3.6.5. Glucosa

Los niveles de glucosa en la sangre se determinaron por el **Método GOD – PAP**, cuyo principio establece que la glucosa se determina después de una oxidación enzimática en presencia de glucosa oxidasa. El peróxido de hidrogeno formado reacciona, catalizado por la peroxidasa, con fenol y 4 – aminofenazona para formar un indicador de quinoneimina rojo – violeta.

Procedimiento

Cuadro 9.5. Reactivos determinación de Glucosa

| | Macro | | Semi micro | |
|----------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | Muestra (μl) | Reactivo Blanco (μl) | Muestra (μl) | Reactivo Blanco |
| Muestra | 10 μl | --- | 100 μl | --- |
| Reactivo | 1000 μl | 2000 μl | 1000 μl | 1000 μl |

Se leyó la concentración de la muestra en un espectrofotómetro a 510 nm o bien en un fotocolorímetro con filtro verde (500 a 520 nm) con una muestra estándar a determinada concentración, dando como resultado los mg/dL presentes en las muestras.

3.7. Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados en la determinación de metabolitos sanguíneos como Proteínas totales, Creatinina, Colesterol, Glucosa y Urea, en Toretas de la raza Charoláis alimentados con subproductos de cervecería, se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con igual número de repeticiones por tratamiento (Rodríguez del Ángel, 1992)

Dicho tratamiento requirió que se asignaran al azar los tratamientos a unidades experimentales, los cuales requerían que dichos tratamientos fueran aplicados a unidades experimentales homogéneas, proporcionándonos un máximo número de grados de libertad para la estimación del error experimental.

Se aplicó el siguiente modelo estadístico lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$I = 1, 2, 3, \dots$, tratamientos

$J = 1, 2, 3, \dots$, repeticiones

Donde:

Y_{ij} = Variable aleatoria observable del i – esimo tratamiento con la j – esima repetición.

μ = Media general.

T_i = Efecto de i – esimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante conocer el papel que cada metabolito sanguíneo representa en las funciones fisiológicas y nutricionales del animal, lo cual implica el hecho de que cada uno de estos estará determinando un punto esencial en el objetivo final de una engorda bovina, que es la producción de carne de una manera rápida, eficiente y a un menor costo, razón por la cual el analizar y discutir los datos de cualquier investigación es un eslabón importante en la comprensión integra de los procesos que se tendrán que implementar para lograr el objetivo.

4.1. Glucosa

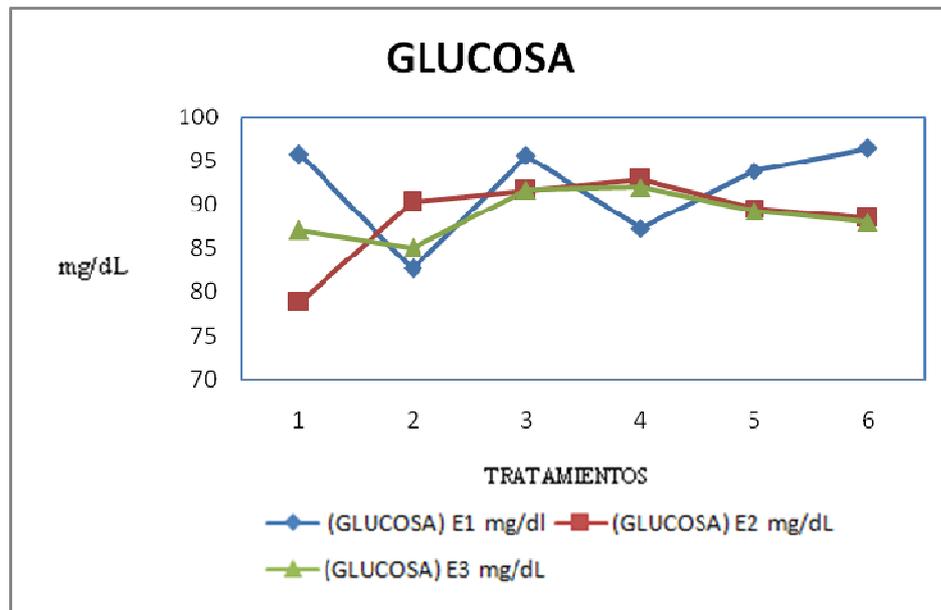
Al ser analizados estadísticamente los valores de glucosa en el suero sanguíneo, no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre los diferentes tratamientos de la diferentes etapas de la investigación, cuyos valores en medias se muestran a continuación.

CUADRO 10.1. Comparación de medias de glucosa

| TRATAMIENTOS | 1 ^{er} Etapa | 2 ^{da} Etapa | 3 ^{er} Etapa |
|--------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | MEDIAS (GLUCOSA) mg/Dl | MEDIAS (GLUCOSA) mg/Dl | MEDIAS (GLUCOSA) mg/dL |
| 1 | 95.76 ± 6.96 | 78.83 ± 30.53 | 87.06 ± 0.67 |
| 2 | 82.63 ± 2.58 | 90.33 ± 8.26 | 85.03 ± 3.01 |
| 3 | 95.56 ± 5.47 | 91.59 ± 6.82 | 91.70 ± 4.07 |
| 4 | 87.26 ± 3.04 | 92.86 ± 4.04 | 91.96 ± 4.65 |
| 5 | 93.83 ± 11.12 | 89.53 ± 2.44 | 89.26 ± 1.17 |
| 6 | 96.43 ± 6.07 | 88.46 ± 1.31 | 87.96 ± 0.75 |

En la grafica 1 se puede observar que la mayoría de los tratamientos en las diferentes etapas de la investigación se encontraron muy estrechos entre sí, al menos los tratamientos 2, 3, 4, 5, y 6 mostraron esta tendencia, la cual se mantuvo entre los

valores de 82.6 y 96.4 mg/dL, hay que recordar que estos tratamientos ya incluían los subproductos de cervecería.



Grafica 1. Valores de glucosa de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas (mg/dl).

El tratamiento 1 o testigo (0% de masilla y 0% de levadura) tuvo una mayor variación en sus diferentes etapas, principalmente en la segunda donde se obtuvo el valor más bajo, sin embargo no se alejaba mucho de la tendencia de los demás tratamientos, ya que sus valores permanecían dentro del rango establecido por los demás, encontrándose valores entre 78.83 y 95.7 mg/dL.

Por lo tanto si se considera la cantidad porcentual de grano, forraje y subproductos de cervecería que fueron ofrecidos en la dieta se puede tomar en cuenta que entre sus características más importantes está el hecho de que se considera una dieta altamente energética con lo que se podrían justificar los altos valores de glucosa en el suero sanguíneo del animal.

Como lo menciona Church (2002), en rumiantes y otras especies que poseen grandes poblaciones microbianas en el conducto gastrointestinal, la fermentación anaerobia de los carbohidratos que se encuentran en porciones fibrosas de las plantas como ejemplo la masilla de cerveza que es rica en celulosa, liberara altos niveles de energía en forma de ácidos grasos volátiles, según lo muestra la figura 1 del capítulo metabolismo energético, citada por McDonald (1999), la cual hace referencia a la conversión de los carbohidratos a ácido pirúvico en el rumen y como este da origen a los diferentes ácidos grasos volátiles según se muestra en la figura 2 mencionada en el mismo capítulo de metabolismo energético citada por McDonald (1999).

Brown (1999), al evaluar los efectos de la glucosa ruminal en el consumo de materia seca en ovejas encontró que estas, al ser alimentadas bajo una dieta basada en un 90 % de concentrado con una representativa adición de glucosa en la dieta provocaron respuestas positivas ($P < 0.10$) en algunos metabolitos de la sangre como glucosa, creatinina, urea, entre otros.

Por lo tanto si se toma en cuenta el hecho de que la glucosa es la principal fuente de energía y esta va a estar influenciada por la alimentación que reciba el animal, los niveles de glucosa estarán en función de las grandes cantidades de almidón ofrecidas por los granos en la dieta, sin embargo la celulosa es otra fuente principal de carbono y energía en la dieta del rumiantes, donde a través de la liberación de AGV's se incrementaran los rangos séricos de glucosa, provocando que los niveles del resto de los metabolitos sanguíneos (urea, creatinina, colesterol y proteínas totales) aumenten, debido a que la glucosa es la principal precursora de la mayoría de las funciones vitales del organismo, por lo tanto si a esto se agrega que se tendrán todos los recursos nutricionales como fisiológicos para llevarse a cabo, entonces los niveles altos obtenidos en esta prueba serán proyecciones séricas normales.

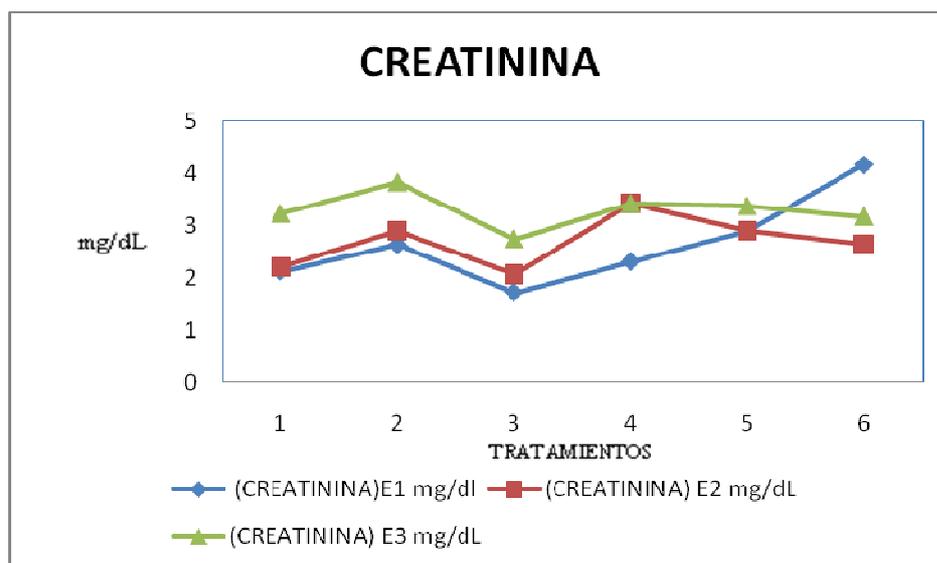
4.2. Creatinina

En lo que se refirió a los valores de creatinina en el suero sanguíneo, no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los diferentes tratamientos en las diferentes etapas. Las medias se muestran a continuación.

Cuadro 10.2. Comparación de medias de creatinina (mg/dl).

| TRATAMIENTOS | 1 ^{er} Etapa | 2 ^{da} Etapa | 3 ^{er} Etapa |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | MEDIAS (CREATININA) mg/Dl | MEDIAS (CREATININA) mg/Dl | MEDIAS (CREATININA) mg/Dl |
| 1 | 2.12 ± 0.17 | 2.21 ± 0.97 | 3.23 ± 0.60 |
| 2 | 2.62 ± 0.87 | 2.90 ± 0.76 | 3.83 ± 0.44 |
| 3 | 1.71 ± 0.21 | 2.06 ± 0.34 | 2.74 ± 0.56 |
| 4 | 2.30 ± 0.34 | 3.42 ± 0.33 | 3.42 ± 0.52 |
| 5 | 2.90 ± 0.65 | 2.90 ± 0.59 | 3.37 ± 0.22 |
| 6 | 4.17 ± 3.23 | 2.63 ± 0.89 | 3.17 ± 0.37 |

No obstante, los valores de creatinina obtenidos sobrepasan los rangos normales mencionados en el manual de Merck (2000), los cuales van de .6 a 1.8 mg/dL, se puede observar en la grafica 2 que cada tratamiento en cada etapa sigue un patrón muy similar, en el tratamiento 3 de la primer etapa, se muestra el valor más bajo el cual es de 1.71 mg/dL, mientras que en el tratamiento 6 de la misma etapa se muestra el valor más alto el cual es de 4.17mg/dL.



Grafica 2. Valores de creatinina de los diferentes tratamientos en las diferentes etapas (mg/dl).

Si se toman en cuenta los valores obtenidos de glucosa en la discusión anterior, donde los resultados, ofrecían un panorama muy explícito sobre los altos niveles energéticos que constituía la dieta ofrecida a los animales durante la investigación, con el fin de entender mejor los valores de creatinina mostrados en el cuadro 10.2 y la grafica 2 se puede hacer referencia a lo que dice McDonald (1999) al explicar que la fijación de energía en forma de ATP es un fenómeno transitorio, de modo que la energía producida por encima de las necesidades inmediatas, se almacena en forma más duradera en compuestos como la fosfocreatina del musculo, que se forma a partir de la creatina si hay un exceso de ATP.

Beitz (2004), menciona que el desdoblamiento de la fosfocreatina eventualmente crea creatinina, la cual se considera un producto de desecho que es excretado por la orina y que según Coles (1968) las concentraciones de creatinina en la sangre se relacionan con la formación y eliminación de esta por la orina, aunado al hecho de que la concentración de creatinina en la sangre es considerada una media de la masa muscular según Istasse *et al.*, (1990), Dinning, Gallup y Briggs (1949) entonces se puede

explicar que altos valores de glucosa en la sangre equivalen a altos valores de energía, y por lo tanto altos valores de energía resultarían en la adición de grandes cantidades de fosfocreatina en el músculo para dar como resultado final los altos valores de creatinina que se encontraron en la presente investigación.

4.3. Urea

Los valores de urea en el suero sanguíneo no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$) entre los tratamientos en las tres etapas.

Cuadro 10.3. Concentración de urea (mg/dl).

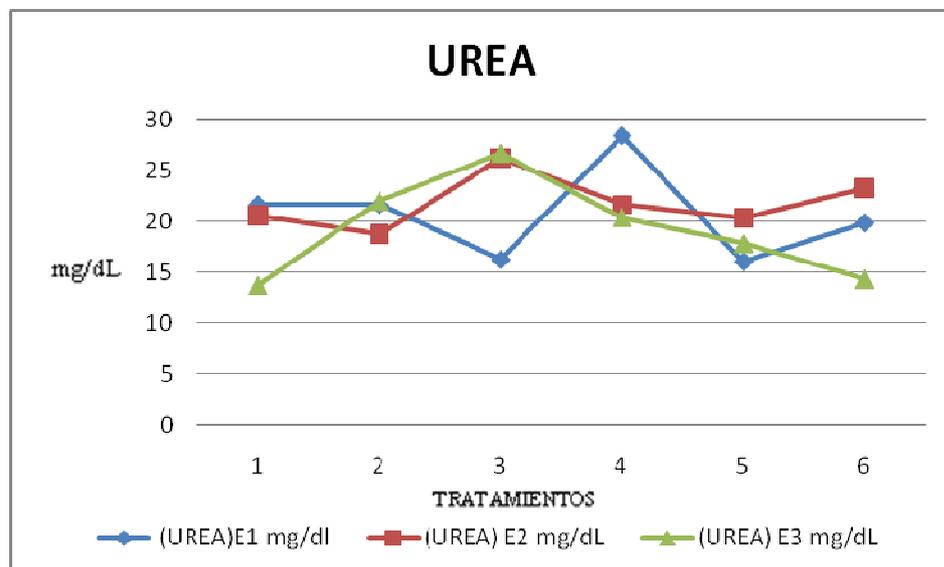
| TRATAMIENTOS | 1 ^{er} Etapa | 2 ^{da} Etapa | 3 ^{er} Etapa |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | MEDIAS (UREA) mg/Dl | MEDIAS (UREA) mg/Dl | MEDIAS (UREA) mg/dL |
| 1 | 21.66 ± 4.77 | 20.56 ± 9.45 | 13.73 ± 0.57 |
| 2 | 21.63 ± 8.93 | 18.73 ± 9.45 | 22.00 ± 9.44 |
| 3 | 16.26 ± 5.10 | 26.19 ± 3.27 | 26.69 ± 5.17 |
| 4 | 28.40 ± 5.57 | 21.63 ± 8.24 | 20.40 ± 9.27 |
| 5 | 16.06 ± 2.01 | 20.33 ± 7.78 | 17.83 ± 1.03 |
| 6 | 19.86 ± 5.92 | 23.23 ± 7.93 | 14.33 ± 3.89 |

Las medias obtenidas en cuanto a los valores de urea en plasma sanguíneo, se encuentran dentro del rango normal de 7.8 a 24.6 mg/dL reportados por Merck (1991), a excepción de unos cuantos tratamientos en diferentes etapas de la investigación que sobrepasan los rangos establecidos, sin embargo dichos datos, estadísticamente no son significativos.

No obstante, los valores que se manifiestan durante la primera etapa de la investigación, hacen referencia al efecto que causó el tratamiento 4 (0% masilla y 10% levadura) en los niveles de urea en la sangre con respecto al resto de los tratamientos, y pueden ser explicados por el efecto que menciona Mir y Mir (1994) quien encontró que en dietas altas en grano adicionadas con cultivos de levadura incrementaban la digestibilidad de materia seca y proteína cruda, por lo tanto si la

adición de cultivos de levadura según lo mencionado por Russell and Wilson (1996) provocaba efectos positivos en la estabilización del pH ruminal, el cual, juega un papel muy importante en la regulación del ecosistema microbiano, entonces las bacterias celulolíticas quienes son microorganismos muy sensibles a un pH bajo se verían favorecidas con estos efectos, maximizando su rendimiento y actividad dentro del rumen.

Por lo tanto si la degradación de la proteína ruminal es afectada por los niveles de pH y la población predominante de especies microbianas, entonces un pH adecuado provocado por la adición de levadura a la dieta incrementara la actividad y eficiencia de las bacterias celulolíticas, es decir cuando el consumo de proteína degradable es alto y la eficiencia de los microorganismos para aprovecharlos es adecuada, el nivel de amonio en el rumen aumenta y sobrepasa la cantidad que pueden utilizar las bacterias; cuando existe exceso de amonio, este pasa al hígado a través de la sangre, donde es transformado y eliminado, trayendo como consecuencia un incremento de los niveles de urea en la sangre según lo mencionado por (Arias, 1999).



Grafica 3. Valores de urea entre los diferentes tratamientos en las diferentes etapas (mg/dl).

Esta respuesta coincide con lo señalado por Hess *et al.*, (1999) quienes indicaron que uno de los factores que determinan los niveles de urea en la sangre es la dieta que se le suministra al animal y el grado de degradabilidad de la proteína a nivel ruminal. Asimismo, sugieren que el contenido de urea en sangre es un buen indicador del estado de nutrición de los animales y sirve como herramienta para ajustar el suministro de proteína y energía en la dieta de vacas en sistemas de doble propósito en pastoreo.

Gleghorn *et al.*, (2004) encontraron que en dietas con 11.5% y 13% de proteína cruda ofrecida al ganado resultaba en niveles de (Nitrógeno ureico en suero) SUN inferiores a las dietas ofrecidas con un 14.5% de Proteína cruda (PC), esta tendencia continuo mostrándose conforme aumentaban los niveles de proteína en la dieta, es decir a mayores niveles de PC mayores eran los niveles de SUN.

Así mismo (Bunting *et al.*, 1987; Thomson *et al.*, 1995; Huntington *et al.*, 2001) demostraron que el incremento en las concentraciones de PC en la dieta generalmente han mostrado incrementos en las concentraciones de nitrógeno ureico en la sangre.

Cole *et al.*, (2003) en previas investigaciones sugirieron que grandes concentraciones de SUN aproximadamente de 8 mg/dL eran indicadores de un excesivo consumo de nitrógeno o un excesivo gasto del mismo, coincidiendo con los valores obtenidos en esta investigación, no obstante, hay que recordar que los niveles de proteína en la dieta ofrecida eran lo suficientemente abundantes como para ofrecer estos resultados, además de que las condiciones ruminales provocadas por la levadura ayudaron en la eficiencia del metabolismo del nitrógeno.

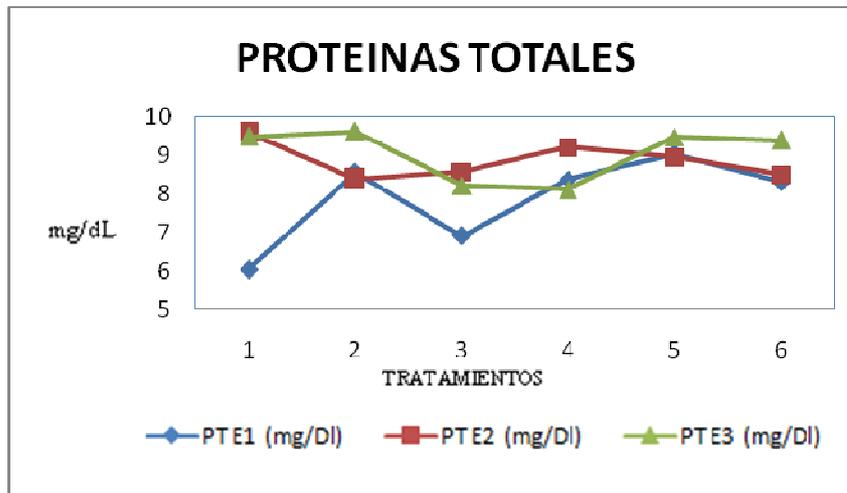
4.4. Proteínas Totales

Para los valores de proteínas totales en el suero sanguíneo de los toretes, se encontró que, al ser evaluados estadísticamente, estos no eran significativamente diferentes ($P>0.05$) entre los tratamientos de la prueba, estos resultados fueron los mismos para el resto de las pruebas durante la investigación.

Cuadro 10.4. Comparación de medias de las proteínas totales en suero sanguíneo de toretes alimentados con subproductos de cervecería (mg/dl).

| TRATAMIENTOS | 1 ^{er} Etapa | 2 ^{da} Etapa | 3 ^{er} Etapa |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | MEDIAS (PROT. TOTAL) mg/dL | MEDIAS (PROT. TOTAL) mg/Dl | MEDIAS (PROT. TOTAL) mg/dL |
| 1 | 6.04 ± 1.81 | 9.57 ± 0.30 | 9.47 ± 0.62 |
| 2 | 8.54 ± 1.67 | 8.38 ± 0.79 | 9.60 ± 0.09 |
| 3 | 6.90 ± 2.58 | 8.56 ± 0.38 | 8.21 ± 1.46 |
| 4 | 8.37 ± 2.16 | 9.20 ± 1.04 | 8.10 ± 1.18 |
| 5 | 9.03 ± 0.27 | 8.94 ± 0.88 | 9.46 ± 0.10 |
| 6 | 8.30 ± 2.39 | 8.50 ± 1.03 | 9.38 ± 0.49 |

Los valores encontrados mostraron ser superiores a los rangos establecidos para animales adultos según el manual de Merck (2000), encontrándose el valor más bajo en el tratamiento 1 de la primer etapa de la investigación en donde se alcanzó un nivel de 6.09 mg/dL, no así en los demás tratamientos de cada etapa, en donde los valores de proteínas totales en la sangre permanecieron muy constantes entre sí.



Grafica 4. Proteínas totales en suero sanguíneo de toretes alimentados con subproductos de cervecería (mg/dl).

Estos resultados coinciden con lo que establece Stufflebeam *et al.*, (1969) quien encontró que en novillos alimentados con altos valores de energía, los valores de proteínas plasmáticas en sangre se incrementaban al recibir este tipo de dietas.

Russell (1992) menciona que el proveer la adecuada cantidad de proteína degradable en la alimentación causa una síntesis máxima de proteína cruda de origen ruminal, la cual va a depender fuertemente de la digestión de carbohidratos en el rumen, así que los requerimientos para proteína degradable deberán ser mejores con dietas altas en granos, tal y como se llevo a cabo en el presente estudio, donde los valores de grano siempre permanecieron altos.

De tal modo que los nutrientes resultantes del proceso de degradación ruminal van a ser abundantes, esto adicionado a que una vez que han sido absorbidos al torrente sanguíneo, jugaran un papel importante en la formación de las proteínas plasmáticas, volviendo más eficiente la distribución de los nutrientes al cuerpo, ya que según lo mencionado por Reece y Swenson (2004) entre las funciones de las proteínas del suero esta el transporte de sustancias importantes para el organismo como

nutrientes, hormonas bilirrubinas, enzimas, ácidos grasos, calcio, metales y fármacos. Además de ser de gran importancia en el transporte de colesterol (desde los tejidos periféricos al hígado) y de vitaminas liposolubles (Ettinger, 1992).

4.5. Colesterol

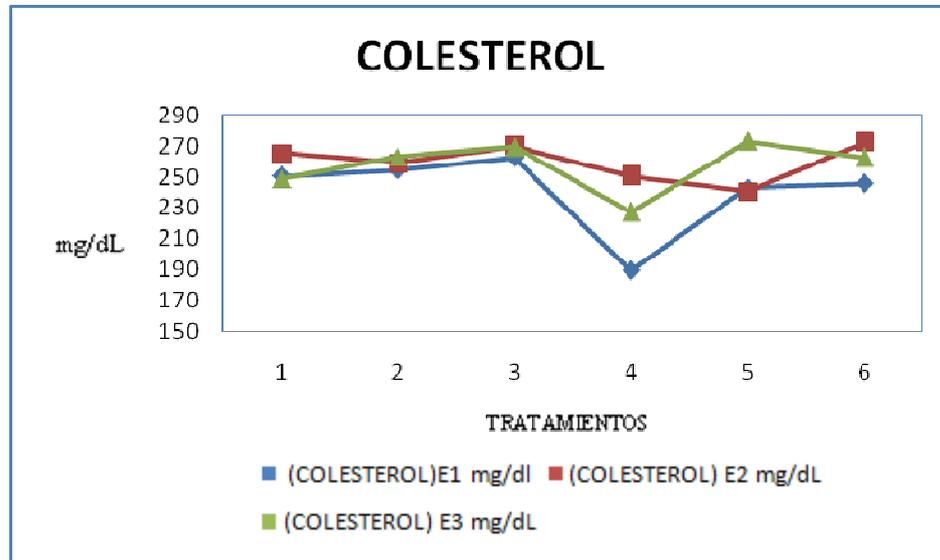
Para los valores de colesterol determinados en el plasma sanguíneo, al analizarse estadísticamente, se encontró que durante la primer etapa de la prueba los valores de colesterol del tratamiento 4 (el cual contenía 0 % de masilla y 10% de lavadura) si eran significativos ($P>0.05$) con respecto al resto de los tratamientos en esta prueba, mostrándose los valores a continuación.

Cuadro 10.5. Comparación de medias de colesterol de toretes alimentados con subproductos de cervecería (mg/dl).

| TRATAMIENTOS | 1 ^{er} Etapa | 2 ^{da} Etapa | 3 ^{er} Etapa |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | MEDIAS (COLESTEROL) mg/dL | MEDIAS (COLESTEROL) mg/dL | MEDIAS (COLESTEROL) mg/dL |
| 1 | 250.73 ± 13.74 ^A | 265.43 ± 41.89 | 248.63 ± 13.25 |
| 2 | 254.63 ± 11.34 ^A | 259.16 ± 40.11 | 263.03 ± 7.30 |
| 3 | 262.76 ± 17.07 ^A | 269.80 ± 18.84 | 269.23 ± 35.40 |
| 4 | 189.56 ± 55.12 ^B | 250.73 ± 32.37 | 227.33 ± 28.26 |
| 5 | 242.93 ± 11.75 ^A | 240.50 ± 41.53 | 272.86 ± 25.06 |
| 6 | 245.73 ± 10.08 ^A | 272.39 ± 18.40 | 262.69 ± 34.72 |

Entre las características principales de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) está que posee una cantidad considerable de ácidos grasos insaturados que ayudan a controlar el colesterol según lo encontrado en investigaciones recientes realizadas por **Markmann (2004)** con lo que se explica la razón por la cual los valores de colesterol en el tratamiento cuatro (0 % de masilla y 10% de lavadura) de

las tres diferentes etapas de la investigación seguían la misma tendencia la cual mostraba una disminución entre ellos.



Grafica 5. Colesterol en suero sanguíneo de toretes alimentados con subproductos de cervecería (mg/dl).

Sin embargo en la mayoría de las etapas de la prueba, los valores de colesterol en la sangre estuvieron por arriba de los valores mencionados por Coless (1968), lo cual coincide con lo dicho por Rafalowski y Park, 1982; Talavera *et al.*, 1985; O' Kelly, 1987, de que una dieta alta en grasa causa marcadas elevaciones en las concentraciones de colesterol en el plasma en ganado bovino, mismo que coincide con la adicción de grasa animal en las dietas ofrecidas a los animales durante la prueba.

Así mismo estas concentraciones de colesterol en el plasma se podrían encontrar altamente incrementadas por efecto del consumo de ácidos grasos en la dieta y la entrada de aceites dentro del rumen, los cuales a su vez incrementaban los valores de fosfolípidos en el plasma sanguíneo según O' Kelly and Robinson (1968). Durante la prueba, los niveles de forraje aunado a la cantidad de grano y otros ingredientes utilizados fueron fuentes principales de celulosa que originarían AGV's según lo

mencionado por McDonald (1999) y los granos como fuentes de ácidos grasos al interior del rumen respectivamente.

Sin olvidar que dietas altas en concentrados ofrecen valores significativos de aceites a los tejidos intramusculares, siendo común encontrar animales con altos niveles de colesterol y grasas saturadas (Peter, 1996), esto se puede comparar con los niveles de concentrado que se estuvieron manejando durante la prueba, es decir, el nivel mínimo de concentrado ofrecido fue del 70 % en la primer etapa, incrementándose a un 80 y 85 % en la segunda y tercer etapa respectivamente.

5. CONCLUSIONES

Considerando las variables relacionadas a los niveles de metabolitos (creatinina, colesterol, glucosa, proteínas totales y urea) en toretes Charoláis alimentados con subproductos de cervecería (masilla y levadura) evaluadas en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- La adición de subproductos de cervecería (masilla y levadura) en las dietas ofrecidas a ganado de carne, no provocaron cambios en los niveles de glucosa, creatinina, urea y proteínas totales.
- La adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) provoco cambios en la disminución de los niveles de colesterol de los animales que estuvieron siendo alimentados con una dieta a base de 70% concentrado y 30% forraje y un 10% de la dieta total a base de levadura, reacción provocada por el efecto que causan sus niveles de ácidos grasos insaturados en el control de los niveles de colesterol.
- A pesar de que estadísticamente los niveles de subproductos de cervecería en la dieta sobre los niveles de metabolitos (urea, glucosa, creatinina y proteínas totales) no fueron significativos ($P > 0.05$), numéricamente si mostraban incrementos sobre los testigos, por lo que se recomienda llevar a cabo futuras investigaciones donde se evalúen diferentes niveles de estos subproductos en las dietas ofrecidas a un mayor número de animales en estudio.

PALABRAS CLAVE

METABOLITOS, SANGRE, TORETES, SUBPRODUCTOS, CERVECERIA

6. RESUMEN

La industria ganadera cada día requiere de productos de alta calidad que puedan satisfacer los requerimientos del mercado, aunado, a que se busca volver económicamente factible toda engorda, es decir maximizar los beneficios, minimizando los costos, es por eso que últimamente se ha profundizado en la utilización de subproductos de origen industrial, como lo son los resultantes de la elaboración de cerveza, los cuales por su alto valor nutritivo han sido una opción muy prometedora en la búsqueda de la reducción de los altos costos que la alimentación representa en toda explotación animal.

Se utilizaron 18 toretes de la raza Charoláis, los cuales se distribuyeron al azar en 6 tratamientos con tres repeticiones cada uno, en donde los niveles de subproductos por cada tratamiento variaban entre sí. El tratamiento 1 o testigo (0% masilla – 0% levadura), tratamiento 2 (10 % masilla – 0% levadura), tratamiento 3 (20% masilla – 0% levadura), tratamiento 4 (0% masilla – 10% levadura), tratamiento 5 (10% masilla – 10% levadura) y tratamiento 6 (20% masilla – 10% levadura), la investigación se dividió en cuatro etapas, cada etapa con diferente proporción de concentrado – forraje, como se menciona a continuación; etapa de adaptación y primer etapa (70 - 30), segunda etapa (80 - 20) y tercer etapa (85 - 15) con los mismos porcentajes de masilla y levadura.

Para la determinación de los niveles de metabolitos en la sangre, se muestreo al final de cada etapa, obteniéndose las muestras de sangre de la vena principal de la cola, inmediatamente después de extraída se centrifugo a 3200 rpm durante 20 minutos, el suero obtenido se congelo a una temperatura menor a 0° C, para su determinación en laboratorio se utilizaron las técnicas recomendadas por los laboratorios RANDOX y WIENER, el modelo estadístico que se utilizo para la evaluación de los metabolitos sanguíneos fue el de diseño completamente al azar.

La utilización de subproductos cerveceros en dietas ofrecidas a ganado de carne no representan efectos estadísticos ($P < 0.05$) en los niveles de urea, creatinina,

glucosa y proteínas totales, sin embargo en cuanto a los niveles de colesterol, la adición de levadura presento resultados estadísticamente representativos ($P>0.05\%$) en las concentraciones de colesterol, donde inhibió considerablemente los niveles de este metabolito con respecto a los demás tratamientos en una proporción de dieta de 30 % forraje – 70 % concentrado, donde la cantidad de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizada fue del 10% de la dieta total.

7. LITERATURA CITADA

- Adams, D. C., M. L. Gaylean, H. E. Kiesling, J. D. Wallace and M. D. Finker. 1981. Influence of viable Yeast Culture, Sodium Bicarbonate and Monensin on Liquid Dilution Rate, Rumen Fermentation and Feedlot Performance of Growing Steers and Digestibility in Lambs. *J. Anim. Sci.* 53: 780 – 789.
- AGROBIT. Software de Gestión Agropecuaria. Estructura de la glándula mamaria. Consultado en: <http://www.agrobit.com.ar>. 23 de febrero del 2009.
- Arambel, M. J and Kent, B.A. 1990. Effect of yeast culture on nutrient digestibility and milk yield response in early to mid lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 1560 – 1563
- Arias, J.; Nesti de A. A. 1999 Importancia de los niveles de nitrógeno ureico en leche y sangre en el ganado lechero. *Rev. Fac. Agron. LUZ.* 16: 553-561.
- Bach, A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Consultado en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2001CAPV.pdf>. 34 de enero de 2001.
- Bailey, J. G. 2004. Muscle Physiology. In: Dukes' Physiology of Domestic Animals (12th Ed.). Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Beitz, D. C. 2004. Protein and Amino Acid Metabolism. In: Dukes' Physiology of Domestic Animals (12th Ed.). Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Borque de Larrea L, González de Buitrago J. M. 1998. Proteínas del plasma sanguíneo. En González de Buitrago JM, Arilla E, Rodríguez-Segade M, Sánchez A (eds.): *Bioquímica Clínica*, 1^a Ed. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana (Madrid, España), pp. 191 – 204.
- Boyd, E. M. 1942. Species variation in normal plasma lipids estimated by oxidative micromethods. *J. Biol. Chem.*, 143:13.
- Bradley, T.S. 1969. Fisiología animal. Ediciones Omega, S.A., Casanova, 220 – Barcelona. Pp 271 – 272.
- Brock, F. M., C. W. Forsberg, and J. G. Buchanan-Smith. 1982. Proteolytic activity of rumen microorganisms and effects of proteinase inhibitors. *Appl. Environ. Microbiol.* 44:561–569.
- Brown, M. S., D. M. Hallford, M. L. Galyean, C. R. Krehbiel and G. Duff. 1999. Effect of ruminal infusion on dry matter intake, urinary nitrogen composition, and serum metabolite and hormone profiles in ewes. *J. Anim. Sci.* 77: 3068 – 3076

- Bunting, L. D., J. A. Boling, C. T. MacKown, and R. B. Muntifering. 1987. Effect of dietary protein level on nitrogen metabolism in lambs: Studies using ¹⁵N-nitrogen. *J. Anim. Sci.* 64:855–867.
- Church, D.C., W.G. Pond, and K.R. Pond. 2002. *Nutrición y Alimentación de Animales*. 2^{da} edición. Uteha Wiley. México. Pp. 87 – 104
- Coffin, D.L. 1953. *Veterinary Clinical Pathology*, Comstock Publishing Co., Ithaca, Nueva York.
- Cole, N. A., L. W. Greene, F. T. McCollum, T. Montgomery, and K. McBride. 2003. Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base balance, and nitrogen excretion of steers. *J. Anim. Sci.* 81:2660–2668.
- Craig, W. M., G. A. Broderick, and D. B. Ricker. 1987. Quantification of microorganisms associated with the particulate phase of ruminal ingesta. *J. Nutr.* 117:56–62.
- DeGroot, T. and J. H. Aafjes. 1960. On the constancy of creatinine excretion in the urine of the dairy cow. *Brit. Vet. j.* 116:409
- Dinning, J. S., W. D. Gallup and H. M. Briggs. 1949. Excretion of creatinine and creatine by beef steers. *J. Biol. Chem.* 177:157.
- Erasmus, L.J. and P. M. Botha. 1992. Effect of Yeast Culture Supplement on Production, Rumen Fermentation and Duodenal Nitrogen Flow in Daily Cows. *J. Dairy Sci.* 75: 3056 – 3065.
- Findlay, J. D. and W. R. Beakley. 1954. *Environmental physiology of farm animals. Progress in the Physiology of Farm Animals, Vol. 1.* J. Hammond, ed., Butterworth Scientific Publications, London, England.
- Friedemann, T. E., V. M. Kimey. G. H. Berryman, C. R. Henderson and J. B. Younans. 1948. The effect of dietary restriction of B-complex vitamins and protein on the excretion of creatinine by human subjects. *J. Nutr.* 35:117.
- Gleghorn, J. F., N. A. Elam, M. L. Galyean, G. C. Duff, N. A. Cole and J. D. Rivera. 2004. Effects of crude protein concentration and degradability on performance, carcass characteristics, and serum urea nitrogen concentrations in finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 82: 2705 – 2717.
- Grimaud, P., D. Richard, A. Kanwe, C. Durier y M Doreau. 1998. Effect of under nutrition and refeeding on digestion in *Bos Taurus* and *Bos indicus* in a tropical environment. *J. Anim. Sci.* 67: 49.

- Hammond, A.C. 1997. Update on bun and mun as a guide for protein supplementation in cattle. University of Florida. Consultado en: <http://www.dps.ufl.edu/pub/frns1997.pdf>. marzo del 1997.
- Hess, H.D.; Flores, H.; Lascano, C.E.; Baquero, L.A.; Becerra, A.; Ramos, J. 1999. Fuentes de variación en la composición de la leche y niveles de urea en sangre y leche en vacas en sistemas de doble propósito en el trópico bajo de Colombia. *Past. Trop.* 21(1):33-42, 1999.
- Hunter, A. 1922. The physiology of creatine and creatinine. *Physiol. Rev.* 2:586.
- Huntington, G., M. Poore, B. Hopkins, and J. Spears. 2001. Effect of ruminal protein degradability on growth and N metabolism in growing beef steers. *J. Anim. Sci.* 79:533–541.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2008. Evaluación de la composición química de los principales subproductos de cervecería. (on line). Consultado en <http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/bolleta/quimica.pdf> el 12 de Marzo de 2009.
- Istasse, L., C. Van Eenaeme, A. Gabriel, A. Clinquart, G. Maghuin - Rogister, and J. M. Bienfait. 1990. The relationship between carcass characteristics, plasma hormones and metabolites in young fattening bulls. *Vet. Res. Commun.* 14:19.
- Kaneko, J. J., J. W. Harvey y M. L. Bruss. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals.* Fifth edition. San Diego California. ed. Academic press. P. 901.
- Kim-Hyeon, S.* 1996. Brewers grain, Wet brewers grain and Brewer's yeast. Animal Feed Resources Information System. (on line). Consulting in <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AFRIS/Data/468.HTM> in March 12th, 2009.
- Koenig K. M., K. A. Beauchemin and L. M. Rode. 2003. Effect on grain processing and silage on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in beef cattle fed barley – based diets. *J. Anim. Sci.* 81: 1057 – 1067
- Kritchevsky, D.: *Cholesterol*, Jhon Wiley and Sons, Inc., New York, 1958, p.279.
- Lascano, C. E., P. Avila, G. Ramírez, y M. C. Amézquita. 1997. Fuentes de variación en la producción y composición de la leche de vacas en un sistema de pastoreo secuencial. p. 3-14. En C. E. Lascano y F. Holman (ed.) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- López, G. 1991. Brewers grain, Wet brewers grain and Brewer's yeast. Animal Feed Resources Information System. (on line). Consulting in <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AFRIS/Data/468.HTM> in March 12th, 2009.

- McDonald, P., R. A. Edwards, J.F.D. Greengalgh, C. A. Morgan. 1995. Animal Nutrition, 5^a ed., Longman, Nueva York. págs. 345 – 358
- Markmann, C. 2004. La levadura de cerveza. (on line). Consultado en http://www.alimentariaonline.com/desplegar_notas.asp?did=150 el 12 de Marzo del 2009.
- Mendoza – Martínez, Plata Pérez, R. Espinoza – Cervantes y A. Lara – Bueno. 2008. Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. 24 (1): 75 – 87
- Medicina natural. 2008. Levadura de cerveza. (on line). Consultado en http://ar.geocities.com/florales_natural/remedios-levadura-cerveza.htm el 12 de Marzo de 2009.
- Merck Co., Inc. 1991. The Merck veterinary Manual. Seventh edition. Fraser, C. M. Editor. Rahway, N. J., U. S. A. P. 969.
- Mir, Z., and P. S. Mir. 1994. Effect of Addition of Live Yeast *Saccharomyces cerevisiae* on Growth and Carcass Quality of Steers Feed High – Forage or High – Grain Diets on Feed Digestibility and in situ Degradability. J. Anim. Sci. 72: 537 – 545.
- Mohebbi – Fani, M., S. Nazifi, S. S. Shekarforoush and M. Rahimi. 2006. Effect of Monensin on serum lipoproteins, tryglicerides, cholesterol and total lipids of periparturient dairy cows. Tropical Animal Health and Production. 30: (1) 7 – 17
- Morris, B. and Courtice, F.C. 1955. The protein and lipid composition of the plasma of different animal species determined by zone electrophoresis and chemical analysis. Quart. J. Exp. Phisiol., 40: 127.
- Mutsvangwa, T., I. E. Edwards, J. H. Topps, and G.F.M. Paterson. 1992. The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. Anim. Prod. 55:35.
- Park, K. K., L. J. Krysl, B. A. McCracken, M. B. Judkins y D. W. Holcombe. 1994. Steers grazing intermediate wheatgrass at various stages of maturity: Effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, and serum hormones and metabolites. J. Anim. Sci. 72:478.
- Parker, A. J., G. P. Hamlin, C. J. Coleman, and L. A. Fitzpatrick. 2003. Quantitative analysis of acid-base balance in *Bos indicus* steers subjected to transportation of long duration. J. Anim Sci. 81:1434-1439.
- Peter, K., B. S and Canfield, M. S. 1996. The effect of growth type of carcass traits, meat attributes and chemical composition of beef cattle. Ph D Thesis. Sul Ross State. West Texas A & M.

- Phillips, W. A., and D. L. VonTungeln. 1985. The effect of yeast culture on the post stress performance of feeder calves. *Nutr. Rep. Int.* 32:287.
- Prins, R. A., D. L. van Rheenen, and A. T. van Klooster. 1983. Characterization of microbial proteolytic enzymes in the rumen. *A. van Leeuwenhoek* 49:585–595.
- Radostits, O.M., Clive, C.G, Douglas, C.B and Kenneth, W.H. 2002. *Medicina Veterinaria*. McGraw – Hill. Interamericana. Vol. 2. México, D.F. pp. 1685 – 1687
- Ramírez, A., M. E. Ortega., S. González., C. Becerril y J. Ayala. 2003. Efecto de la suplementación con dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae* en el comportamiento de becerras en crecimiento. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*. Tomo 37. Vol. 2. Pp. 131 – 138.
- Reece, W. O., and M. J. Swenson. 2004. *The Composition and Functions of Blood*. In: *Dukes' Physiology of Domestic Animals (12th Ed.)*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Research Animal Resources (RAR). 2000. Reference values for laboratory animals. University of Minnesota. (On line). Consultado en: [http://www. Ahc.umn.edu/rar/refvalues.html](http://www.Ahc.umn.edu/rar/refvalues.html). 13 de Abril de 2000.
- Rodríguez del Ángel, J. M. 1992. *Métodos de Investigación Pecuaria*. Editorial trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp. 38 – 45
- Roberts, A. J., R. A. Nugent, J. Klindt y T. G. Jenkins. 1997. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and reseption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. *J. Anim. Sci.* 75(7):1909.
- Rodríguez, S. J. 2008. Las propiedades de la levadura de cerveza. Universidad Autónoma de Yucatan. (online). Consultado en <http://www.prowinner.com.mx/noticias/verarticulo.php?IdArticulo=58> el 12 de marzo de 2009.
- Rook, J.A.F and P.C. Thomas. 1983. *Nutritional Physiology of Farm Animals*. Longman edition. London and New York. Pp. 115 – 122 Vizcarra, J. A., R. P.
- Russell, J. B., J. D. O'Conner, D. G. Fox, P. J. Van Soest, and C. J. Sniffen. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70:3551–3561.
- Sanchez, P. E. 2008. Hez de malta : en busca de su valor agregado. Instituto nacional de tecnología industrial. No. 63. (on line). Consultado en <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc63/inti6.php> el 12 de Marzo de 2009.

- Smith, T. 2003. Wet Brewers Grains in Total Mixed Rations. Agriculture Technician Institute. St. John's, N.L.
- Spronk, L. I. 2005. Using serum chemistry profiles to predict beef tenderness for the purpose of on line instrument grading. MS Thesis South Dakota State University
- Stufflebeam, C. E., J. E. Blakely, J. F. Lasley, G. B. Thompson and D. T. Mayer. 1969. Effect of energy intake upon the levels of certain blood components in young beef heifers. J. Anim. Sci. 29:992.
- Thomson, D. U., R. L. Preston, and S. J. Bartle. 1995. Influence of protein source and level on the performance, plasma urea nitrogen and carcass characteristics of finishing beef steers. J. Anim. Sci. 73(Suppl. 1):257. (Abstr.)
- Trueta, S. R: 2005. Análisis de la situación Ganadera Bovina productora de carne en México, periodo 1990 – 2001. Revista Entorno Ganadero. 11: 23 - 28
- Webster, A.J.F., 1976. The influence of the climatic environment on metabolism in cattle. In principles of Cattle Production. (Ed. H. Swan and W.H. Broster). Pp. 103 – 120. Butterworth, London.
- West. 1991. Brewers grain, Wet brewers grain and Brewer's yeast. Animal Feed Resources Information System. (on line). Consulting in <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AFRIS/Data/468.HTM> in March 12th, 2009.
- Wetteman, J. C. Spitzer, y D. G. Morrison. 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentration of glucose, insulin and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. J Anim. Sci. 76:927-936.
- Williams, P.E., C. A. Tait, G. M. Innes, and C. J. New bold. 1994. Effects of inclusion of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae* Plus Growth Medium) in the Diet of Dairy Cows on Milk Yield and Forage Degradation and Fermentation Patterns on the rumen on Steers. J. Anim. Sci. 69: 3016 – 3022.
- Willis, M.B. 1982. Producción intensiva de carne. Ed. Diana, México, D.F.

8. APÉNDICE

ANVA 1 (GLUCOSA PRIMER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 480.062500 | 96.012497 | 2.2604 | 0.115 |
| ERROR | 12 | 509.703125 | 42.475262 | | |
| TOTAL | 17 | 989.765625 | | | |

C.V = 7.09%

ANVA 2 (GLUCOSA SEGUNDA ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-------------|------------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 379.4375 | 75.887497 | 0.4252 | 0.823 |
| ERROR | 12 | 2141.906250 | 178.492188 | | |
| TOTAL | 17 | 2521.343750 | | | |

C.V = 15.08 %

ANVA 3 (GLUCOSA TERCER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 109.593750 | 21.918751 | 2.6485 | 0.077 |
| ERROR | 12 | 99.312500 | 8.276042 | | |
| TOTAL | 17 | 208.906250 | | | |

C.V = 3.24 %

ANVA 4 (UREA PRIMER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 308.692383 | 61.738476 | 1.8646 | 0.174 |
| ERROR | 12 | 397.333496 | 33.111126 | | |
| TOTAL | 17 | 706.025879 | | | |

C.V = 27.87 %

ANVA 5 (UREA SEGUNDA ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 103.552734 | 20.710546 | 0.3267 | 0.887 |
| ERROR | 12 | 760.792969 | 63.399414 | | |
| TOTAL | 17 | 864.345703 | | | |

C.V = 36.55 %

ANVA 6 (UREA TERCER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 362.879883 | 72.575974 | 1.9945 | 0.152 |
| ERROR | 12 | 436.659668 | 36.388306 | | |
| TOTAL | 17 | 799.539551 | | | |

C.V = 31.47 %

ANVA 7 (PROTEINA TOTAL PRIMER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 19.569946 | 3.913989 | 1.0136 | 0.452 |
| ERROR | 12 | 46.336182 | 3.861348 | | |
| TOTAL | 17 | 65.906128 | | | |

C.V = 24.98 %

ANVA 8 (PROTEINA TOTAL SEGUNDA ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 3.232300 | 0.646460 | 1.0277 | 0.445 |
| ERROR | 12 | 7.548706 | 0.629059 | | |
| TOTAL | 17 | 10.781006 | | | |

C.V = 8.95 %

ANVA 9 (PROTEINA TOTAL TERCER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 7.120972 | 1.424194 | 2.0580 | 0.142 |
| ERROR | 12 | 8.304199 | 0.692017 | | |
| TOTAL | 17 | 15.425171 | | | |

C.V = 9.20 %

ANVA 10 (CREATININA PRIMER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|-----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 10.967133 | 2.193427 | 1.1170 | 0.402 |
| ERROR | 12 | 23.563187 | 1.963599 | | |
| TOTAL | 17 | 43.530319 | | | |

C.V = 53.03 %

ANVA 11 (CREATININA SEGUNDA ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 3.747482 | 0.749496 | 1.5626 | 0.243 |
| ERROR | 12 | 5.755920 | 0.479660 | | |
| TOTAL | 17 | 9.503403 | | | |

C.V = 25.75 %

ANVA 12 (CREATININA TERCER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|----------|----------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 0.971680 | 0.194336 | 0.8829 | 0.522 |
| ERROR | 12 | 2.641403 | 0.220117 | | |
| TOTAL | 17 | 3.613083 | | | |

C.V = 14.57 %

ANVA 13 (COLESTEROL PRIMER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|--------------|-------------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 10277.687500 | 2055.537598 | 3.1728 | 0.047 |
| ERROR | 12 | 7774.250000 | 647.854187 | | |
| TOTAL | 17 | 18051.937500 | | | |

C.V = 10.56 %

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA | | |
|-------------|----------|---|---|
| 3 | 262.7667 | A | |
| 2 | 254.6333 | A | |
| 1 | 250.7333 | A | |
| 6 | 245.7333 | A | |
| 5 | 242.9333 | A | |
| 4 | 189.5667 | | B |

Nivel de significancia = 0.05 %

ANVA 14 (COLESTEROL SEGUNDA ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|-------------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 2236.5000 | 447.299988 | 0.3929 | 0.845 |
| ERROR | 12 | 13660.8750 | 1138.406250 | | |
| TOTAL | 17 | 15897.375 | | | |

C.V = 12.99 %

ANVA 15 (COLESTEROL TERCER ETAPA)

| FV | GL | SC | CM | F | P>F |
|--------------|----|------------|------------|--------|-------|
| TRATAMIENTOS | 5 | 4259.50000 | 851.900024 | 1.2425 | 0.349 |
| ERROR | 12 | 8227.62500 | 685.635437 | | |
| TOTAL | 17 | 12487.1250 | | | |

C.V = 10.18 %