

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**Comportamiento Productivo de Toretos Charoláis en Engorda
Alimentados con Dietas con Inclusión de Subproductos de
Cervecería (Masilla y Levadura)**

Por:

Hugo César Casco Galeano

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el
Título de:**

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Comportamiento Productivo de Toretos Charoláis en Engorda Alimentados con
Diets con Inclusión de Subproductos de Cervecería (Masilla y Levadura)

POR

Hugo César Casco Galeano

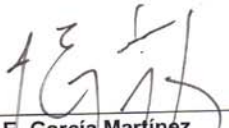
TESIS

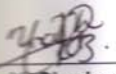
Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:

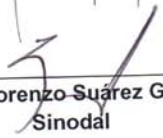
ING. AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

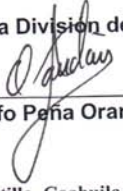

PhD. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Presidente del Jurado


Dr. José E. García Martínez
Sinodal


Dra. Ana V. Charles Rodríguez
Sinodal


MC Ing. Lorenzo Suárez García
Sinodal

El Coordinador de la División de Ciencia Animal


Ing. Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre de 2009

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

“Sin importar que tan urbana sea nuestra vida, nuestros cuerpos viven de la agricultura; nosotros venimos de la Tierra y retornaremos a ella, y es así que existimos en la agricultura tanto como existimos en nuestra propia carne” (Wendell Berry)

DEDICATORIA

A mis padres, Librada Galeano Vda. De Casco y César Casco (†), por el gran esfuerzo que hicieron para brindarme, desde mi infancia, la mejor educación y sembrar en mí el ímpetu por el trabajo y así no claudicar en mis ideales.

A mis hermanos, Blás A. Casco Galeano y María Eva Casco de González, por ser el pilar sobre los cuales me he sostenido para llevar a cabo esta travesía, por haberme acompañado siempre en la distancia.

A mi familia; tíos, primos, sobrinos, cuñados. Por el invaluable apoyo que siempre me han brindado.

A mis maestros de los Departamentos de Recursos Naturales Renovables, Producción Animal, Nutrición y Alimentos; que con ahínco y esmero me han inculcado las bases del conocimiento para sobrellevar con éxito la vida profesional.

A TODOS USTEDES GRACIAS

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por la vida, por las bendiciones diarias, por darme la gracia de poder concluir con éxito una carrera profesional al lado de excelentes personas.

A mi Alma Mater:

Por darme la oportunidad de formar parte de ella, por los amigos que en ella encontré en mis compañeros y maestros.

A la Secretaría de Relaciones Exteriores de México

Esta tesis corresponde a los estudios realizados con una beca otorgada por la SRE a través de la Dirección General de Asuntos Culturales y Educativos en el marco del Programa de Cooperación Educativa y Cultural del gobierno de México a nacionales de la República del Paraguay.

Al Ph.D. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez:

Por sus consejos, por sus incansables “échale ganas”, así como por su valiosa ayuda y asesoría en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. José Eduardo García Martínez:

Por su tiempo, enseñanzas, consejos y asesoría en la realización del presente trabajo de investigación, por su valiosa amistad.

A la Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Por su invalorable contribución en la revisión de la tesis, por su tiempo y apoyo.

Al MC Lorenzo García Suárez

Por su colaboración en la revisión del presente trabajo, por la amistad recíproca.

A los técnicos de laboratorio

❖ **TLQ Laura Maricela Lara – Producción Animal**

❖ **TLQ Carlos Arévalo Sanmiguel – Nutrición y Alimentos**

❖ **TLQ Guillermina Reyna – Ciencias Básicas**

Por el valioso apoyo brindado durante las labores desarrolladas en los laboratorios de Producción Animal y Nutrición.

A mis amigos

Con afecto a Daniel A. Martínez G., Paola A. Álvarez O., Orbelio G. Mazariegos E, Diana Duresti D., Cecilia G. Salas., Ruth Herrera, Julio C. Jasso R., Sayn N. Juárez A., Leonel Narcia C., Nemias E. Roblero R., Ma. Del Carmen García W., Cecilia Salas G.; por haberme dado un lugar en sus vidas, por los buenos recuerdos que dejan en la mía.

A mis compatriotas

Armando A. Becvort A., Juan A. Llamas R., Ricardo E. Villalba L., Carlos Yegros D., Gilberto D. Romero L., Víctor L. Basabe R., Rosalino Sanabria M., Osvaldo A. Turlan M., Nancy C. Amarilla M., Guillermina Macchi Leite; por haberme apoyado siempre en las buenas y en las malas, por su grandiosa amistad.

Al MC Carlos Rojas Peña y Familia

A su esposa, Cuquis; sus hijos Karen, Karina y Carlos; por haberme abierto las puertas de su hogar, por su amistad y apoyo.

A la Lic. Martha Elena Ochoa Balderas

Por el apoyo que me ha brindado siempre, desde el primer día de mi estancia en México, por su invaluable amistad.

A la Generación CVI de la carrera IAZ

A todos, gracias por su amistad, por todos los momentos que hemos vivido juntos.

A la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma

Por brindarme la oportunidad de haber trabajado en tan valioso proyecto.

INDICE

1. Introducción	1
Hipótesis	3
Objetivos	3
2. Revisión de Literatura	4
Duración de las pruebas de comportamiento	4
Factores que intervienen en las pruebas de comportamiento	5
Efectos del clima en los sistemas de engorda intensiva	5
Consumo de agua	6
Factores del sistema	6
Lectura de comederos	7
Características de importancia económica en una prueba de comportamiento	8
Peso al destete	9
Incrementos diarios de peso	9
Conversión alimenticia	10
Eficiencia de utilización de alimentos en vacunos	10
Peso compensatorio	11
Relación entre el sistema de alimentación y el rendimiento	11
Tendencias históricas	12
Programas de ceba final	13
Procedimientos y normas recomendadas para cualquier tipo de pruebas para prospectos a sementales	13
Normas y procedimientos para programas de alimentación completa en estaciones centrales de prueba	14

La raza Charoláis	15
Origen	15
Características físicas	15
Características funcionales	15
Distribución	16
El ganado Charoláis como productor de carne	16
Subproductos de cervecería en la alimentación de ganado bovino	24
Masilla	24
Levadura	25
Efecto de la adición de <i>S. cerevisiae</i> en la fermentación ru- -minal	28
Mecanismos de acción de <i>S. cerevisiae</i> para incremento de la digestibilidad en el rumen	29
Levadura activa	30
Levadura inactiva	31
Levadura inactiva enriquecida	31
Uso de los desechos de cervecería en la nutrición animal	32
3. Materiales y métodos	43
Descripción del área de estudio	43
Animales utilizados en la prueba	43
Prueba de comportamiento	45
Etapas de adaptación	45
Etapas de evaluación	45
Primera fase	47
Segunda fase	48
Tercera fase	49
Muestreo de las dietas utilizadas para el análisis	50
Colección de muestras	50
Análisis estadístico	51

4. Resultados y Discusión	52
Consumo diario	53
Ganancia diaria de peso	56
Conversión alimenticia	61
Consumo en base al porcentaje del peso vivo	63
5. Conclusiones	64
6. Recomendaciones	65
7. Literatura citada	66
8. Apéndice	76
A. Resultados del análisis proximal	
B. Análisis estadístico	
C. Resultados por fase	

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Tendencia histórica de los programas de engorda	12
Cuadro 2.2. Información nutrimental de la levadura	27
Cuadro 3.1. Tratamientos con los porcentajes de levadura y masilla	46
Cuadro 3.2. Fórmulas utilizadas en la primera fase de la prueba de comportamiento	47
Cuadro 3.3. Fórmulas utilizadas en la segunda fase de la prueba de comportamiento	48
Cuadro 3.4. Fórmulas utilizadas en la tercera fase de la prueba de comportamiento	49
Cuadro 4.1. Valores promedio de las variables de medida, CD (consumo diario), GDP (ganancia diaria de peso), CA (conversión alimenticia) y C%PV (consumo en porcentaje al peso vivo)	52
Cuadro 4.2. Medias de la variable consumo diario	53
Cuadro 4.3. Medias de la variable ganancia diaria de Peso	56
Cuadro 4.4. Medias de la variable conversión alimenticia	61
Cuadro 4.5. Medias de la variable consumo en base al porcentaje del peso vivo	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Lectura de comederos	8
Figura 3.1. Corrales individuales	44
Figura 3.2. Zona de comederos de los corrales	44
Figura 4.1. Encharcamiento en corraletas	58

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en México ha sido una de las actividades económicas más antiguas, la cual ha sido una fuente de ingresos de gran importancia en el país, el ganadero mexicano a través del paso del tiempo ha tratado de ir mejorando la eficiencia y alimentación del ganado, implementando nuevas formas para aumentar el peso de los animales con menor cantidad de alimento.

Para el productor es de gran importancia que sus animales incrementen rápidamente de peso en los diferentes períodos de la vida del animal.

La práctica de engorda intensiva de becerros comúnmente llamada engorda en corral es una de estas empresas, en que sus propietarios tratan de sacar el mejor beneficio posible reduciendo sus costos de producción. Se ha estudiado y actualmente se sigue investigando cual es la mejor forma de alimentar a los animales y que estos a su vez aprovechen al máximo los alimentos que se les proporcionan.

Muchos son los factores que afectan el crecimiento de ganado para carne en corral, pudiéndose mencionar la raza, peso inicial, edad inicial, sexo, lugar de procedencia, edad de la madre, edad del toro y duración del período de engorda (Brown *et al.*, 1991; Liu y Makarechian, 1993; Brandt, 1994).

En las diferentes regiones del país donde existen importantes explotaciones de engorda de ganado, a través del tiempo han venido modificando las dietas que dieron origen a la industria de engorda y que se basaron en el manejo de los subproductos agrícolas e industriales. Gracias a la investigación han surgido numerosas opciones con el fin de mejorar la eficiencia alimenticia de los animales y con ello tratar de abaratar los costos de producción.

Una alternativa para disminuir el costo de la suplementación del ganado es la utilización de subproductos de cervecería. Existen varios subproductos derivados de la fabricación de cerveza (grano húmedo, cascarilla y levadura líquida) que pueden utilizarse en la alimentación de novillos de engorda y de vacas productoras de leche.

Partiendo de esta premisa surge el presente trabajo de investigación, que tiene como objetivo principal evaluar el comportamiento productivo (consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia) de toretes de la raza Charoláis en engorda alimentados con una dieta con diferentes niveles de inclusión de masilla (cebadilla) y levadura líquida inactiva.

Palabras clave: Levadura, masilla, consumo, ganancia de peso, conversión, ganado Charoláis.

HIPÓTESIS

H₀

La inclusión de subproductos de cervecería en la dieta proporcionada a los animales de engorda mejora el comportamiento productivo.

H₁

La inclusión de subproductos de cervecería en la dieta proporcionada a los animales de engorda no mejora el comportamiento productivo.

Objetivos

- ✓ Analizar la viabilidad de sustituir ingredientes convencionales en una dieta de engorda por subproductos de la industria cervecera (masilla y levadura)
- ✓ Estudiar el efecto de los subproductos de cervecería en el comportamiento productivo de los animales en estudio
- ✓ Definir nuevas líneas de investigación con relación a los subproductos de cervecería

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La rentabilidad del sistema extensivo de bovinos productores de carne depende, entre otras cosas, del peso alcanzado por los becerros al momento de su comercialización. Así, para el productor es importante el potencial genético que posean las crías para ganar peso hasta el destete. El acceso a sementales con alto potencial genético, a través de la inseminación artificial o mediante su compra, puede estar limitado para muchos productores comerciales.

La expresión del potencial genético durante la prueba está condicionada por la edad y la procedencia de los toretes sometidos a la prueba (Ortega *et al*, 2006).

Una prueba de comportamiento consiste en la evaluación de un animal en base a su mérito propio bajo condiciones específicas, en la cual los animales pueden ser comparados dentro de edades determinadas, durante un período fijo, entre pesos específicos o por combinación de estos elementos; por ejemplo desde una edad deseada hasta un peso tope (Preston y Willis, 1983).

Duración de las Pruebas de Comportamiento

En el Reino Unido las pruebas de comportamiento se inician por lo regular al destete, y la tendencia es terminarla cuando los becerros tienen 400 días de edad. Por otra parte en los Estados Unidos la pruebas empiezan con becerros recién destetados y culminan después de un tiempo determinado, por lo general 140, 196 ó 240 días (Preston y Willis, 1983).

Las recomendaciones hechas por la Beef Improvement Federation (BIF, 1986), se basaban en evaluar el promedio de ganancia diaria durante un

periodo de 140 días. Sin embargo, esta recomendación estuvo basada en información obtenida a principios de 1960. Recientemente el Comité Central de la Estación de Pruebas de la Beef Improvement Federation recomienda que la duración mínima de la prueba sea de 112 días (BIF, 1990).

Factores que Intervienen en las Pruebas de Comportamiento

Self (1972), citado por Ortega *et al*, 2006; señala que otros factores que intervienen en los centros de prueba son la facilidad de adaptación, la dieta y el clima, los cuales son únicos para cada centro. Además, la GP (Ganancia de Peso) de alguna forma está determinada por el sistema de manejo de cada centro de prueba. El que cada productor realice la prueba de comportamiento en su rancho y el agrupar a los toretes de acuerdo a su tipo de crecimiento puede permitir la comparación más justa del potencial genético para la GP.

Efecto del clima en los sistemas de engorda intensiva

Episodios de altas temperaturas ambientales, junto con alta humedad relativa, radiación solar, y bajas velocidades del viento puede disminuir el rendimiento de los sistemas de cebadero (Hahn, 1994, 1995, Hubbard *et al.*, 1999; Mader *et al.*, 1999).

Otros factores que afectan el desempeño productivo del ganado son la lluvia, la que disminuye temporalmente el consumo de alimento en un 10 a 30%; y el barro, el que disminuye el consumo de alimento en un rango de 5 a 30% según la profundidad del mismo (NRC 1981). Bond *et al* en 1970 reportaron que el barro reduce la ganancia diaria de peso de los animales en un 25 a 37% y que incrementa la cantidad de alimento requerido por kilo de peso ganado en un 20 a 33%.

Alterar el tiempo y/o cantidad de alimento, se ha demostrado que es beneficioso en la reducción de estrés térmico (Brosh *et al.*, 1998).

Consumo de agua

Aún cuando la oferta de agua sea continua, contar con bebederos con adecuada accesibilidad y disponibilidad de agua es importante, dado que los animales tienden a beber en grupo asociado a otras actividades como alimentación u ordeño. El patrón de consumo de agua está muy relacionado al patrón de consumo de alimento, mostrando claramente momentos de mayor consumo a lo largo del día. Durante los períodos de mayor consumo de agua, los efectos de dominancia social determinan que, si el espacio y/o la disponibilidad de agua no es abundante, animales más sumisos no accedan a la fuente, retirándose para volver más tarde e incrementando el tiempo dedicado a esta actividad, o bien, reduciendo el consumo diario. Ha sido registrada una reducción del 7% y 9% en el consumo de agua y materia seca, respectivamente (Beretta y Bruni, 1998).

El consumo de agua se encuentra relacionado con la ingesta de alimento en los rumiantes. Utley *et al* en 1970 realizaron un experimento en el que utilizaron seis novillos vacunos Angus de aproximadamente 250 kg cada animal de peso promedio, los cuales tenían libre acceso a consumo de agua en un 100%, 80% y 60% (15.5 L, 12.4 L, 9.2 L); observándose un consumo de alimento por cada tratamiento de 6.2 kg/día, 5.9 kg/día, 4.8 kg/día respectivamente correlacionando el consumo de agua con el consumo de alimento.

Factores del sistema

Una vez formulada la dieta, los puntos clave para ajustar son: la carga del mezclador, el tiempo de mezclado (según sistema, con sinfines o sinfines y paletas) y la lectura de los comederos. La carga del mezclador y el tiempo de mezclado son indispensables para lograr que todos los bocados tengan la misma composición, y evitar, como a sucedido en casos extremos, intoxicaciones de animales por excesos de urea o de monensina que se

entregaron mas concentrados en una parte del comedero, esto causado tanto por falta como por exceso de mezclado. El tiempo de mezclado se estima tomando muestras de la dieta desde la descarga del mezclador a diferentes intervalos de tiempo. Estas muestras son luego analizadas en el laboratorio para conocer el contenido de nutrientes, y se compara estos resultados contra lo formulado (López, 2008).

Racionar consiste en suministrar el alimento en cantidades medidas y en determinados momentos del día. Por lo general se recomienda racionar dos veces al día en días normales, incrementándose a 3 veces en días de lluvia. El horario en que racionamos es de fundamental importancia, los cambios son una de las principales causas de acidosis y por consecuencia hay grandes pérdidas de conversión (López, 2008).

Lectura de comederos

Para asistir correctamente a cada corral, entregando alimento de tal manera que no sobre ni falte, según categoría y peso, se debe realizar lo que se denomina LECTURA DE COMEDEROS; la cual consiste en recorrer los comederos todos los días, en el mismo horario, por lo general antes del racionamiento principal, y registrar que cantidad de alimento queda, por medio de un puntaje. El puntaje que más se usa es una escala de 0 a 5 donde 0 es comedero vacío y 5 comedero lleno como recién racionado. El puntaje ideal a manejar es 1 (uno), un puñado de alimento por metro de comedero, migajas (López, 2008).



Figura 2.1. Lectura de comederos
a) Lectura de grado 0 (cero) b) Lectura de grado 1 (uno)

Cuando la lectura es 0, comedero vacío y seco, se debe aumentar, siempre pequeñas cantidades entre 5 y 10% de la materia seca, y en lectura grado 2 se debe esperar dos días, para determinar la causa, que podría radicar en variaciones climáticas, movimiento de animales o acidosis, de mantenerse así se deberá bajar en la misma proporción (López, 2008).

Características de Importancia Económica en Una Prueba de Comportamiento

Dentro de la prueba de comportamiento las características que se evalúan son los incrementos diarios de peso, la eficiencia alimenticia, el peso por día de edad y el peso ajustado al año de edad (Preston y Willis, 1983).

Se incluyen además otras características de importancia económica como lo son la circunferencia escrotal, área pélvica, evaluación de semen, conformación (calificación en pié), talla (frame score) y área del ojo de la chuleta (BIF, 1990). Esto con el propósito de obtener el máximo de información en cada uno de los animales evaluados.

Peso al destete

El peso al destete de las crías de bovino de carne, es una característica importante para los productores comerciales de becerros al destete (Woodward *et al.*, 1989).

El peso al destete es una característica determinada por el peso al nacer y los incrementos diarios de peso alcanzados por la cría del nacimiento al destete (Roberson *et al.*, 1986).

El peso al destete de una cría ha sido utilizado como un indicador del potencial de crecimiento de un individuo, la habilidad materna de su madre, para estudiar el valor genético de los sementales y para evaluaciones genéticas (Henderson y Quaas, 1986).

Incrementos Diarios de Peso

La velocidad de crecimiento y eficiencia de ganancia para ganado vacuno de carne son de importancia económica primaria para la industria de la carne. La velocidad de crecimiento tiene un efecto directo sobre la utilidad neta y esta correlacionada positivamente con la eficiencia de ganancia, peso y valor de reventa del producto. La eficiencia de ganancia tiene un efecto directo sobre los costos de producción y utilidad neta. El ganado vacuno con más rápida velocidad de crecimiento requiere de menor alimento por unidad de ganancia, primeramente porque ellos requieren menos días y menos alimento para mantenerse en un peso constante (BIF, 1990).

Aparte de la abundancia y la buena clase de la ración, influyen otros factores en la rapidez y economía de los aumentos de pesos logrados durante el período de engorde.

Los animales poco vigorosos aumentan de peso en forma lenta y antieconómica. Los animales jóvenes delgados o de poco tamaño para su edad, por escasez de la alimentación anterior, pueden aumentar su peso

vivo en forma rápida y económica si se les suministra una ración de engorde abundante. Desde luego, estos animales necesitarán más tiempo para llegar a las deseadas condiciones de mercado que los animales que se encuentran en mejor estado de carne al iniciar el engorde (Morrison, 1977).

Conversión Alimenticia

La eficiencia de la conversión alimenticia es expresada como los kilogramos de alimento requeridos para obtener un kilogramo de peso vivo; esto es difícil de medir. La mayoría de las pruebas no proporcionan datos para reportar la conversión alimenticia individual porque esto requiere de una alimentación individual o equipo electrónico costoso (DiMarco, 2006).

Eficiencia de utilización del alimento en vacunos

El tema de la eficiencia de conversión ha sido objeto de intensa investigación y ha ocupado la atención de importantes congresos durante los últimos 50 años. Recientemente, en un Congreso llevado a cabo en Australia en el año 2004, bajo el nombre: Mejorando la eficiencia de utilización del alimento por animales, se abordó el tópico desde distintos puntos de vistas. Del análisis se desprende que no está dicha la última palabra en el tema, debido a que en la conversión de alimento a producto inciden diferentes variables. Por ejemplo hay bastante información sobre el efecto del alimento, de la formulación de la ración, del suministro de alimento y del manejo del animal que permite implementar estrategias para controlar la conversión dentro de los límites inherentes a la biología intrínseca del animal. No obstante es escaso el conocimiento en cuanto lo que se puede avanzar en eficiencia desde adentro del animal, es decir, controlando los distintos procesos metabólicos claves que controlan la eficiencia (DiMarco, 2006).

Peso Compensatorio

La cuestión del grado de ganancia de peso compensatorio sigue siendo objeto de debate en la literatura científica.

Moran y Holmes (1978), llegaron a la conclusión de que el tiempo y el grado de restricción, el tamaño en la realimentación, y la raza como factor biológico; afectan a la ganancia de peso compensatorio.

Coleman y Evans (1986) sugieren que la mayor parte de la compensación se debe al hecho de que los animales están sometidos a un menor grado de restricción, fisiológicamente son menos maduros y, por tanto, están en la porción de ascenso de la curva de crecimiento y la mayor parte de la madurez de peso no se obtiene durante la realimentación.

Relación entre el sistema de alimentación y el rendimiento

La interacción entre el sistema de alimentación, edad, sexo y madurez del animal no ha sido dilucidada. Klosterman y Parker (1976), observaron que había interacciones definidas entre el tipo de ganado y el sistema de alimentación, sus datos sugieren que dietas con un menor nivel de energía en diferentes sistemas son mejor utilizados por animales de maduración temprana tipos, estos corresponden a aquellos que, en promedio, engordan a pesos menores que otros animales.

Crickenberger *et al.* (1978), sin embargo, no encontraron ninguna interacción coherente entre el sistema de alimentación y el tipo de ganado.

Tendencias Históricas

Los hechos históricos suelen ocurrir siempre en ciclos que se repiten. Durante la década de 1960, la corriente que había favorecido la crianza de animales pequeños de rápida maduración desde 1940 a 1960, cambió en beneficio de los animales más pesados, largos y altos, como los que existían antes de 1930. Tal vez la diferencia principal entre los animales más grandes engordados hoy y los de hace 50 años sea la importancia otorgada al ritmo o velocidad de crecimiento (precocidad) para llegar a ese mayor peso. En vez de alimentar a los novillos durante dos, tres y quizá cuatro años, como se hacía anteriormente, ahora, entre los 12 y 18 meses se pueden lograr pesos comparables.

El cuadro 2.1 presenta la información hasta 1970 sobre los pesos de entrada de los novillos, período de engorde, aumento diario promedio y cantidad de alimento necesario por kilo de aumento de peso (Dyer y O'Mary, 1975).

Cuadro 2.1. Tendencia histórica de los programas de engorda

Período	Duración Prueba (días)	Promedio			
		Peso Inicial, kg	Aumento diario, kg	Efic. Aliment., kg	Peso Final, kg
1889 - 1895	103.3	407.5	1.03	542.5	513.9
1896 - 1905	116.1	389.6	1.05	511.6	511.6
1906 - 1915	128.6	406.1	1.11	549.3	548.9
1916 - 1925	125.2	342.7	1.06	551.2	475.3
1926 - 1935	148.0	317.1	1.14	430.8	486.2
1936 - 1945	151.0	285.6	1.04	436.7	442.6
1946 - 1955	122.2	316.9	1.06	453.5	446.7
1956 - 1962	126.1	339.4	1.19	418.1	488.9
Promedio	127.6	350.6	1.08	486.7	489.4

Fuente: O'Mary, 1963.

Programas de Ceba Final

La fase de finalización puede ser tan breve como 60 días o cubrir todo el periodo posterior al destete. En la mayoría de los casos, se alimenta a los animales para obtener índices de ganancia de peso máximos durante este periodo y hasta un punto final de gordura determinado. Los índices de ganancia esperados son de alrededor de 1.3 kg/día o más, según el tipo de ganado, condición, clima (BIF, 2002).

Los programas de alimentación han variado con el tiempo y pueden variar mucho entre localidades, dependiendo de la disponibilidad y precio de los alimentos.

Procedimiento y normas recomendadas para cualquier tipo de pruebas para prospectos a sementales (BIF, 2002)

- 1.** Los becerros al momento de iniciar la prueba deben de tener entre 180 y 270 días de edad.
- 2.** Los grupos de prueba deben de tener un rango máximo de edad de 90 días.
- 3.** Las relaciones o porcentajes para una medida deben calcularse solo para grupos de contemporáneos de la misma raza.
- 4.** Los consignatarios deben pertenecer a su respectiva asociación de criadores.
- 5.** Los becerros deben de completar la fase de destete con su grupo de contemporáneos.
- 6.** Los animales de una estación de prueba para poder ser ofrecidos como reproductores deben ser evaluados fenotípica y estructuralmente por personal capacitado. De la misma manera deben de cumplir con los valores mínimos aceptados para la prueba.
- 7.** Los programas nutricionales empleados en el desarrollo de animales en una estación de prueba deben de proveer los niveles adecuados de

contenido proteico y energético que permitan obtener la máxima expresión genética.

8. Se recomienda probar grupos grandes de animales en lugar de grupos pequeños o individuos, ya que de esta manera se permite obtener más información tanto para los criadores como para los compradores.

Normas y procedimientos para programas de alimentación completa en Estaciones Centrales de Prueba (BIF, 2002)

1. Todo animal sometido a prueba requiere pasar por un período mínimo de 21 días de adaptación de alimento y manejo antes de iniciar una prueba.
2. El período mínimo de una prueba debe de ser de 112 días o 16 semanas.
3. La ración usada en la prueba debe contener entre el 60% y 70% de TND (total de nutrientes digestibles) como base tal como se ofrece y ser suministrada a libre acceso.

La raza Charoláis

Origen

Origen La raza Charoláis tuvo su origen en las regiones Centro Oeste y Suroeste de Francia, en las antiguas provincias francesas de Charolles y de Niemen. No se conoce el ganado que dio origen a esta raza (Toccagni, 1977).

Características físicas

Los animales Charoláis poseen un color blanco o blanco cremoso; el pelo puede ser corto en verano, se espesa y se alarga durante las épocas de frío. La mayoría de los terneros nacen con cuernos, aunque muchos criadores los extirpan cuando los terneros son jóvenes.

Una de las características más destacables consiste en la musculatura sumamente desarrollada que se encuentra en las extremidades y sobre el lomo de los mejores representantes de la raza (Toccagni, 1977).

Características funcionales

El ganado Charoláis es de gran tamaño: los toros adultos pesan 900 a 1250 kg y las vacas de 560 a 950 kg. La piel presenta pigmentación apreciable; el pelo es corto en verano y largo en invierno.

Pruebas de comportamiento reportan que los novillos en engorda tienen un aumento de peso diario de 1.58kg, una conversión alimenticia de primera: 1kg x 7.26 kg, de alimento, área de ribeye de 82.6 cm cuadrados (Toccagni, 1977).

Distribución

En México se le localiza en el Norte y Noreste: Chihuahua, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas, aunque hay numerosos criadores distribuidos en el altiplano. Su distribución mundial es amplia, se le encuentra en parte de Francia, Canadá, E.U.A., unos pocos hatos en Centroamérica, así como en Argentina.

La asociación en México se localiza en Guadalupe, Nuevo León y cuenta con cerca de 200 socios (Toccagni, 1977).

El ganado Charoláis como productor de carne

En investigaciones realizadas por Barber y Almquist (1975) donde se estudio el crecimiento y la eficiencia alimenticia en 22 toros Charoláis de 265 a 550 días de edad, reportaron una ganancia diaria promedio y una eficiencia alimenticia durante una prueba de 285 días de 1.35 ± 0.03 y 8.09 ± 0.16 kg respectivamente.

Harvey *et al* (1975), encontraron que 5 meses de diferencia en destete resultó en una alta velocidad de crecimiento postdestete para becerros con destete tardío en comparación con sus contemporáneos de destete precoz.

Brown *et al.*, y Joandet y Cartwright, citados por Bailon *et al.* (1977), mencionan que las máximas tasas de crecimiento en el ganado de carne se presentan a un tercio del peso adulto, y si se toma en cuenta que el peso a la madurez de los toros Charoláis es de aproximadamente 1100 kg, los animales de esta raza sometidos a una prueba de comportamiento deben alcanzar su mayor tasa de crecimiento a los 367 kg.

Bernal en 1983 realizó una prueba de comportamiento, en la que utilizó doce animales de los cuales cinco eran de raza pura Charoláis y los restantes encastados de Charoláis, con una edad promedio de 11 meses y 271.75 kg de peso. La dieta utilizada fue con una proporción concentrado:forraje de 80:20; el concentrado estuvo compuesto por grano de sorgo en un 45%, pasta de soya en un 25% y melaza en un 10%. Esta investigación reporta una ganancia diaria promedio de 1.56 kg/día, y la conversión alimenticia fue de 6.85; valores mayores reportados por Willis y Preston, 1986; quienes reportaron 1.20 kg/día de aumento y una conversión alimenticia de 5.17 en 27 animales de la raza Charoláis sometidos a prueba de comportamiento desde los 90 días de edad hasta los 400 kg de peso, para consumo diario reporta un valor promedio de 10.62 kg/día.

Brown *et al.* (1984), reportaron medidas de peso por día de edad para becerros de diferentes razas bajo prueba de comportamiento con valores de 1.089 y 1.054 kg para las razas Charoláis y Beefmaster respectivamente.

Old y Garret (1985), en un estudio donde determinaron la eficiencia de la energía del alimento para ganancia de proteína y grasa en dos razas, Hereford y Charoláis; determinaron que la raza Charoláis al final del experimento obtuvo mayores pesos y contenido de proteína pero menos grasa que los novillos de la raza Hereford.

En una investigación realizada por Rompala *et al.* (1985), utilizaron novillos de madurez tardía los cuales fueron expuestos a un crecimiento normal y otros a un crecimiento compensatorio y el efecto que esto conllevaba en el rendimiento de la engorda.

En un estudio donde se comparó a la raza Charoláis contra la raza Limousin (Dhuyvetter *et al.* 1985), como raza para una crucea terminal; se determinó que la misma era preferida sobre la raza Limousin por lograr becerros más

pesados al destete, mayor ganancia de pesos post-destete y un mayor peso al sacrificio.

Maciel (1986), evaluó el comportamiento de becerras Charoláis en corral de engorda, por un período de 96 días, con un peso promedio inicial de 292.8 kg y una edad de 15 meses, obtuvo incrementos de peso diarios de 1.040 kg por animal con una conversión alimenticia de 8.6:1 con raciones conteniendo diferentes niveles de residuo de candelilla como fuente de forraje.

Torres en 1986; realizó una prueba de comportamiento que tuvo una duración de 92 días. Para la prueba utilizó 36 animales, 17 machos y 19 hembras, todos de la raza Charoláis, con una edad y peso promedio de 7 meses y 226.3 kg respectivamente. Los animales fueron alimentados a libre acceso en dos tomas al día. La dieta de los animales fue a base de concentrado y forraje en una relación 80:20 inicialmente que luego fue cambiado a una relación de 75:25 debido a que se observó una preferencia sobre el forraje al concentrado. La dieta contaba con un aporte de 14.93% de proteína y 2.65 Mcal por kilogramo de alimento. Según los resultados obtenidos en este proyecto; la edad y el peso al inicio de la prueba influyeron negativamente sobre la conversión alimenticia indicando que los animales con mayor peso y edad al inicio de la prueba tuvieron las mejores conversiones de alimento. El consumo de alimento también se vio afectado por la edad y el peso inicial en forma positiva, encontrándose que los animales con mayor peso y edad inicial fueron los que consumieron una mayor cantidad de alimento por día. En términos generales la ganancia de peso en los machos fue de 0.798 kg/día y en las hembras de 0.731 kg/día. La ganancia en la prueba se vio influenciada por la ganancia pre-destete, el peso al destete, el consumo de alimento y negativamente por la conversión alimenticia. De todos estos factores tal vez los que más influyeron sobre la ganancia diaria de peso fueron la conversión alimenticia y el consumo de

alimento, ya que éstos fueron alterados como consecuencia de los cambios realizados en la alimentación durante la prueba, ya que en cada cambio el consumo voluntario se altera y este repercute en la conversión alimenticia perjudicándose las ganancias en la prueba. El autor también reporta que un 3.24% de la variación en la ganancia de peso se debió a la ganancia pre-destete, mientras el peso al destete causó el 15.21% de la variación y a la edad al destete le correspondió el 25% de la variación en la ganancia en la prueba, coincidiendo con lo reportado por Brinks *et al.*, (1962); y Reynolds *et al.*, (1964), citados por Preston y Willis, (1983), que encontraron efectos similares de la ganancia pre-destete sobre la ganancia postdestete (2.89% y 4.0%, respectivamente). Respecto al peso al destete, Carter y Kincaid, (1959); reportados por Preston y Willis, (1983); reportan un efecto similar (10.24%) sobre la ganancia en la prueba.

Torres, (1986); también reporta un consumo de 8.280 kg/día para los machos y 8.213 kg/día para las hembras, para esta variable obtuvo un CV del 17.23% como consecuencia de los cambios alimenticios y por las diferencias de edad y peso de los animales lo cual altera sus requerimientos. El consumo de alimento se vio afectado por la edad al destete, la edad inicial y final en la prueba, por el peso al destete y al inicio de la prueba. Para el factor CV, al finalizar la prueba de comportamiento, reporta 10.053 kg en machos y 10.647 kg en hembras, siendo muy altos en comparación con los reportados por Preston y Willis, (1983) y Bernal, (1983); siendo estos de 6.5 y 6.85 kg respectivamente; sin embargo para este factor obtuvo una variabilidad del 16%, reportando que la misma fue causada por el peso y edad al inicio de la prueba, así como por la ganancia de peso durante la prueba.

En un estudio realizado para conocer el efecto de la fecha de destete sobre el comportamiento postdestete en becerros Angus y Charoláis, así también como la velocidad de crecimiento durante la prueba en corral, consumo de alimento y eficiencia, se observó que la diferencia en el consumo de alimento entre diferentes fechas al destete fue altamente significativo (8.8 kg/día para el destete precoz y 9.6 kg/día en el destete tardío). Los becerros destetados tardíamente (32 días después) pesaron 33 kg más al final de la prueba en corral (Kubisch, 1987).

Butle – Hogg *et al* (1981, citado por Kubisch, 1987) reportaron consumos de materia seca de 7.16 kg y 7.08 kg/día en becerros Angus y Charoláis respectivamente destetados a los 11 meses de edad comparados a 6.70 y 6.85 kg/día para becerros destetados a los 7 meses de edad.

En un estudio realizado con los objetivos de estimar, mediante pruebas de comportamiento, la capacidad genética para desarrollo pos-destete de toretes Charoláis y Brangus y comparar estas dos razas de ganado de carne en cuanto a ganancia diaria de peso y conversión alimenticia pos-destete. Se evaluaron 30 toretes, de los cuales 15 fueron de la raza Charoláis y 15 de la Brangus, bajo un sistema de confinamiento en corrales de engorda y con una edad inicial promedio de 8.5 meses para ambas razas. La evaluación de los animales para cada raza se realizó al concluir la prueba y se efectuó en base al índice final resultante del promedio de los índices porcentuales de la ganancia de peso relativa durante la prueba y de la ganancia de peso por día de edad, la información obtenida se utilizó para comparar el comportamiento en ganancia diaria de peso pos-destete y para conversión alimenticia entre ambas razas. Se pudo observar que la raza Brangus presentó su ganancia de peso máxima en el tercer período, la cual fue de 1.80 kg, mientras que la Charoláis la presentó 28 días mas tarde, es decir, hasta el cuarto período y fue de 1.90 kg. Esto se debió a que la raza Brangus, por ser de talla mas pequeña que la Charoláis, estabilizó su

desarrollo mas temprano y la mejor ganancia diaria promedio individual durante la prueba la presentó la raza Charoláis con 1.82 kg, mientras que en la Brangus fue de 1.60 kg., por lo que respecta a ganancia diaria promedio por día de edad, la raza Charoláis presentó 1.20 kg., y la Brangus 1.18 kg, lo que se pudo deber a que la raza Charoláis, por ser de talla mas grande que la Brangus, presenta mayor velocidad de desarrollo (Moreno *et al.* 1989).

En un reporte de trabajos realizados en un promedio de 9 años en la Universidad de Arkansas (Chewning y Brown, 1990), se evaluó la ganancia diaria promedio y la conversión alimenticia en becerros postdestete de diferentes razas y bajo una prueba de comportamiento en un corral con una duración de 140 días, se obtuvieron los siguientes resultados, los toros Charoláis tuvieron la más alta ($p < 0.05$) ganancia (1.51 ± 0.01 kg/día), una conversión alimenticia de 7.30 y un consumo por día de 10.83 kg. La raza Angus obtuvo la ganancia más baja (1.27 ± 0.01 kg/día), una conversión alimenticia de 7.81 y un consumo por día de 9.82 kg.

Glimp (1973, citado por Guzmán, 1992) encontró que la velocidad de de ganancia postdestete fue más alta en becerros destetados a los 168 días de edad que en aquellos destetados cerca de 56 y 112 días de edad.

Monreal (1993), menciona que el peso y edad inicial son parámetros a considerar en las pruebas de comportamiento, ya que estos influyen sobre la GP (Ganancia de Peso) alcanzada durante la prueba.

García *et al.* (1993), reportaron que en prueba de comportamiento, toretes de raza Charoláis con una edad promedio de 8 meses y peso inicial de 213 kg, obtuvieron incrementos diarios de peso de 1.640 kg con una conversión alimenticia de 5.7:1, con un período de alimentación de 112 días utilizando dos dietas diferentes de 14.3% y 12.2% de proteína cruda.

Mandell *et al.*, 1996; estudiaron el efecto sobre el crecimiento corporal y el rendimiento de la canal al modificar la cantidad y calidad de la proteína en la dieta. Para tal efecto utilizaron 108 novillos de la raza Charoláis con un peso y edad promedio de 374 kg y 274 días respectivamente, alimentados con dietas de alta humedad (aproximadamente 81%) y ensilado de alfalfa (aproximadamente 15%) que contenía entre 12 y 14% de proteína cruda. La ganancia diaria de peso aumento significativamente por la alimentación de 14 vs 12% de proteína cruda, 1.34 kg/día vs 1.46 kg/día.

Prado, (1996); estudió la eficiencia productiva de distintas razas bovinas, Hereford, Angus, Limousin, Simmental y Charoláis, en un proceso de engorda de 207 días. La dieta utilizada fue a base de silo de maíz, grano de maíz, suplemento proteico y mineral. Los parámetros de eficiencia utilizados, al comparar las razas, fueron básicamente dos; los gramos de ganancia de peso y los gramos de carne vendible por cada megacaloría consumida. El promedio de ganancia de peso en el período de 207 días fue de 278 kg, con un rango de 263 para Limousin a 300 en el Simmental. A su vez la mayor tasa de ganancia diaria de peso lo obtuvieron las razas Simmental y el Charoláis, quedando más rezagado el Hereford, Angus y Limousin en ese mismo orden. Las razas Simmental y Charoláis que presentaron mejores ganancias diarias de peso, tendieron a ser más eficientes en ganancia de peso vivo al hacer una engorda hasta un peso constante (de los 310 a los 540 kg), ya que se demoraron menos días para alcanzar el peso de sacrificio con lo cual baja la energía utilizada para mantención.

En un estudio de comparación entre razas, se encontró una superioridad de la raza Charoláis al compararla con la raza Beefmaster. Se usaron 27 becerros de la raza Charoláis (11 machos y 16 hembras), y 17 de la raza Beefmaster (9 machos y 8 hembras); para comparar raza, sexo, fuente de proteína. Los machos tuvieron ganancias de peso similares cuando las dietas de crecimiento incluían soya, pero los aumentos de peso de los

machos Charoláis fueron superiores cuando la dieta contenía harinolina. El análisis de la variable bidimensional (ganancia de peso (kg/día), rendimiento de la canal), indicó superioridad de los Charoláis respecto a los Beefmaster. Se concluyó que la raza Charoláis y los machos tuvieron la mejor respuesta en producción; que la mayor concentración de proteína sobrepasante de la harinolina solo se manifestó en el rendimiento de las canales y en la ganancia de peso de los machos Charoláis (López *et al.* 2002).

Si los toretes entran a la prueba a una edad mayor, el comportamiento será del tipo cuadrático negativo o positivo, aunque este último comportamiento puede ocurrir en animales que entran demasiado jóvenes a la prueba. En cuanto al peso inicial, aquellos toretes con mayor peso mostraron un crecimiento cuadrático negativo y aquellos con un peso menor un crecimiento cuadrático positivo. Puede ser que los toretes en este último grupo hayan sido sometidos antes de la prueba a condiciones adversas que limitaron su crecimiento, o como lo comenta López (2005), son toretes que tuvieron problemas con el manejo y la dieta durante la prueba.

En estudios realizados en el estado de Chihuahua, se reportaron tres diferentes comportamientos para la GP durante la prueba. La mayoría de los toretes (126) mostraron un crecimiento lineal y el resto mostró un crecimiento cuadrático, nueve un crecimiento cuadrático negativo y sólo dos un crecimiento cuadrático positivo. El crecimiento lineal indica que un torete en promedio incrementó su peso de la misma forma durante la prueba. La edad y peso inicial promedio (DE) para este grupo de toretes fueron 295 d (30 d) y 256 kg (35 kg), respectivamente. En cambio, cuando el crecimiento es cuadrático negativo, existe una ganancia de peso mayor en los primeros periodos de la prueba y en los periodos posteriores el torete reduce su ganancia promedio. En promedio, la edad y peso inicial para este grupo fueron 364 días (± 37 días) y 322 kg (± 60 kg) respectivamente. Por el contrario, un torete con crecimiento cuadrático positivo muestra mayores

ganancias en los periodos al final de la prueba. Aunque sólo dos toretes mostraron este comportamiento, la edad y peso inicial promedio de este grupo fueron 331 d (87 d) y 211 kg (27 kg) respectivamente. La ganancia promedio de peso durante la prueba para los tres grupos fue 157 kg (28 kg), 173 kg (23 kg) y 109 kg (36 kg), respectivamente (Ortega *et al*, 2006).

Subproductos de Cervecería en la Alimentación de Ganado Bovino

El elevado costo de los ingredientes proteicos y energéticos impide la utilización generalizada de suplementos en el ganado bovino, lo que repercute en bajos niveles de producción de carne por animal y por hectárea. Una alternativa para disminuir el costo de la suplementación del ganado es la utilización de subproductos de cervecería. Existen varios subproductos derivados de la fabricación de cerveza (grano húmedo ó masilla, cascarilla y crema final y levadura) que pueden utilizarse en la alimentación de novillos de engorda y de vacas productoras de leche.

Masilla

Subproducto de la industria cervecera resultante del proceso de prensado y filtración del mosto obtenido tras la sacarificación del grano de cereal (cebada, básicamente) malteado. Es un producto húmedo cuyo contenido en materia seca es de un 20-25%. No se observan diferencias significativas en la composición química correlacionadas con el contenido de materia seca, aunque éste es variable. En el mercado recibe otros nombres como el de cebadilla de cerveza ó masilla, y es el término equivalente a lo que el mundo anglosajón conoce como “wet brewers grains”, (Calsamiglia 2004).

El bagazo de cerveza es un subproducto rico en proteína, siendo su contenido proteico medio de un 24-26% sobre materia seca. El extracto etéreo representa un 6%. Es un subproducto rico también en fibra, con un contenido en FND del 44% y en FAD del 20%, aunque se trata de un fibra

muy poco efectiva (18%). El contenido en lignina es de un 5% y el de cenizas de un 7%. En el residuo mineral destaca el contenido en P (6 g/kg), siendo más bajo (3 g/kg) el contenido en Ca. El contenido en energía metabolizable de este subproducto es de 2.86 Mcal/kg. La degradabilidad efectiva de la proteína es baja (50%), siendo la velocidad de degradación de un 7 %/h. Se trata de un alimento de elevado contenido proteico, siendo ésta una proteína que escapa, en buena parte, de la degradación ruminal (Calsamiglia, 2004).

Levadura

La levadura se obtiene cuando se separa del mosto fermentado y se elimina el sabor amargo a través de varios lavados con álcali diluido y la crema final se deseca, muele y empaqueta. La crema final o lechada, es el subproducto que aún no ha sido desecado y en su estado líquido puede ser utilizado en la alimentación de ganado. Esta crema final de levadura (lechada o licor de cerveza) aumenta el consumo de alimento y la producción de leche, y se le atribuye un valor nutritivo similar a la pasta de soya en las dietas para ganado productor de leche. Sin embargo, la limitante para la incorporación de la crema final en las dietas de ganado lechero es su bajo contenido de materia seca. Otra limitante importante es el costo que debe pagarse por el flete para trasladarla a la explotación, razón por la cual los ranchos que se localizan cerca de las plantas productoras de cerveza son las más beneficiadas con la utilización de estos subproductos.

Las levaduras se han administrado a los animales en el alimento durante más de 100 años, ya sea en la forma de una masa fermentada producida en el rancho, subproductos de levaduras de cervecería o destilería, o productos comerciales elaborados a base de levaduras específicamente para la alimentación animal. Aun cuando esta práctica de utilizar las levaduras en los alimentos pecuarios ha existido durante mucho tiempo, todavía no hay

mucha difusión o existe confusión en la industria para utilizarlas. Pero por donde se observe el uso de levaduras tiene grandes beneficios, ya que la levadura en sí, proporciona vitaminas del complejo B, minerales, es una buena fuente de proteína y de aminoácidos. Aproximadamente el 40% del peso de la levadura seca consiste en proteína. La calidad de la proteína de la levadura es excelente, tratándose de una proteína de origen vegetal, y su calidad es equivalente a la soya, pues ambas son ricas en lisina (García, 2007).

Las levaduras son hongos microscópicos, es decir, organismos unicelulares del reino vegetal, que suelen medir de 5 a 10 micras, se consideran como organismos facultativos anaeróbicos, lo cual significa que pueden sobrevivir y crecer con o sin oxígeno. Estimulan la actividad bacteriana en el rumen, incrementando en el número total de bacterias principalmente en las celulolíticas que pueden ser recuperadas del rumen, lo que podría parecer como una de las más consistentemente reportadas respuestas a la adición de levadura (García, 2007). Sin embargo, el efecto que tienen las levaduras sobre el comportamiento del pH y la desaparición de los productos finales de la digestión han mostrado un comportamiento errático, lo cual se ha atribuido en gran parte a las diferencias en tipo, condiciones de cultivo y concentración de células usadas (Martin y Nisbet, 1992; Offer, 1990).

La levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) es generalmente aceptada como una alternativa de alimentación para el ganado debido a su alto valor nutritivo (Cuadro 2.2) y relativamente baja toxicidad (Carter y Phillips, 1944; Bhattacharjee, 1970).

Pequeñas cantidades de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) son en general toleradas en la dieta, pero el consumo de grandes cantidades ha dado lugar a trastornos digestivos (Carter y Phillips, 1944)

El uso de este organismo eucariota sigue siendo limitado a pequeñas cantidades en dietas de ganado como una fuente de vitaminas y como factor de crecimiento identificados para estimular el consumo y la digestión ruminal (Beeson y Perry, 1952; Legendre et al., 1955; Wiedmeier y Arambel, 1985) o como un adyuvante microbiano para la reducción de estrés (Phillips y VonTungeln, 1984).

Estudios también han examinado la levadura de su potencial como suplemento proteico para el ganado a causa de su alto contenido de proteína cruda (Grieve, 1979).

Cuadro 2.2. Información nutrimental de la levadura *S. cerevisiae*

Características Químicas y Nutritivas Sobre Materia Seca	
Materia Seca	15%
Energía Bruta	4.623 Kcal/Kg.
Energía Digestible	3.795 Kcal/Kg.
Energía Metabolizable	3.392 Kcal/Kg
Grasa Bruta	1.90%
Fibra Bruta	3.00%
Azúcares	7.40%
Proteína cruda	88%
Proteína Bruta	47.00%
Calcio	0.15%
Fósforo Total	1.50%
Fósforo Disponible	0.97%
Proteína Degradable	24.44%
Proteína de paso	22.56%
Fibra Neutro Detergente	7%
C.N.F.	42%
U.F.L	1%

Fuente: NRC, 1981.

Efectos de la Adición de *S. cerevisiae* en la Fermentación Ruminal

Investigaciones en dietas con la inclusión de *S. cerevisiae* realizadas por Harris y Lobo (1988), Williams (1989) y Mutsvangwa *et al.* (1992), utilizando forrajes en el ganado, tuvieron incrementos en el consumo de alimento; sin embargo, Drennan y Moloney (1993) no encontraron efecto sobre el consumo de alimento.

En otros estudios llevados a cabo por Greive (1979), Adams *et al.* (1981), Fallon y Harle (1987) y Mutsvangwa *et al.* (1992) se observó un incremento en la ganancia de peso y conversión alimenticia; no obstante, Drennan y Moloney (1993), no indicaron incrementos en ganancia de peso ni en la conversión alimenticia.

Las investigaciones de Teh *et al.* (1987), Wiedmeier *et al.* (1987), Harrison *et al.* (1987) y Williams (1988), mostraron cambios en la concentración de ácidos grasos volátiles; por otra parte, en los estudios de Chademana y Offer (1990) y Arcos *et al.* (2000) no registraron cambios en ácidos grasos volátiles.

Harrison *et al.* (1988), observaron cambios en pH ruminal y en la concentración de amoníaco; sin embargo Adams *et al.* (1981) y Wiedmeier *et al.* (1987) mencionan que este efecto no fue consistente.

Mecanismos de acción de *S. Cerevisiae* para incremento de digestibilidad en el rumen

Dawson (1987), Dilley (1988), Williams (1989) y Dawson (1993), propusieron que posiblemente los mecanismos de acción de las levaduras que aumentan la digestibilidad pueden atribuirse a lo siguiente:

- 1) Cambio en la flora bacteriana por competencia y estimulación del crecimiento, por medio del aumento de la actividad celulolítica y alteración de la síntesis microbiana
- 2) Modulación del ambiente ruminal evitando fluctuaciones en el pH ruminal
- 3) Reducción de la actividad de las bacterias metanogénicas
- 4) Optimización de la absorción de minerales
- 5) Son fuente de nutrientes y productos esenciales como aminoácidos, vitaminas y enzimas
- 6) Incremento en metabolitos como ácidos grasos volátiles a causa de una mayor actividad bacteriana
- 7) Disminución de la concentración del nitrógeno amoniacal
- 8) Modifican el perfil de aminoácidos en el flujo duodenal
- 9) Incrementan la proteína sobrepasante
- 10) Incrementan el consumo voluntario de los animales
- 11) Disminuyen la concentración de ácido láctico
- 12) Incrementan la degradabilidad de la fibra.

Las características de *S. cerevisiae* permiten eliminar el oxígeno del ambiente ruminal, con lo que se facilita el crecimiento de bacterias anaeróbicas estrictas, es decir de bacterias celulolíticas (Rose 1987); (Semptey y DeVisscher 1991); (McLeod *et al.* 1991); que promueven la degradación de la pared celular (Fallon y Harle 1987); (Wiedmeier *et al.* 1987); (Galloway *et al.* 1991 y Dawson 1992); y estimulan el crecimiento de bacterias que utilizan lactato y digieren celulosa (Callaway y Martín 1997); por lo tanto, incrementan la digestibilidad de la dieta, así como la relación acético-propiónico (Plata y Mendoza 1993).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, puede tener 3 variantes, es decir, que sea:

Levadura Activa:

Levadura viable con un conteo de 10 mil a 20 mil millones de células vivas por gramo, esta levadura se utiliza principalmente como probiótico, algunas de sus funciones son:

- ✓ Promotor de crecimiento
- ✓ Mejores animales.
- ✓ Aumenta la producción de leche materna.
- ✓ Mayor ganancia de peso.
- ✓ Conversión alimenticia a mayor velocidad.
- ✓ Reduce el exceso de amoníaco.
- ✓ Acción estimulante de la inmunidad.
- ✓ Mejora la asimilación de nutrientes.
- ✓ Corrige el balance de la población microbiana (García 2007).

Levadura Inactiva

Esta levadura, tiene casi nula viabilidad, prácticamente 1.0×10^2 células vivas por gramo. El hecho de hacerse inactiva es para aprovechar otras bondades cuando es fermentada a pH bajo, como es el ser apetecible por ciertas especies que no toleran fácilmente consumir alimentos de origen vegetal (Felinos, Caninos, entre otros) (García 2007).

- ✓ Cuando ha sido fermentada a pH bajo es un excelente potenciador de sabor.
- ✓ Fuente natural rica en proteínas
- ✓ Mejora la palatabilidad del alimento.
- ✓ Una fuente natural de vitaminas del complejo B.
- ✓ Buen equilibrio de aminoácidos esenciales, con niveles altos de lisina.
- ✓ Es un buen complemento del alimento balanceado
- ✓ Aumenta la calidad cuando se mezcla en la fabricación de Pellets, que induce las siguientes ventajas:
 - Reduce la pérdida de alimento.
 - Reduce la pérdida de energía por animales.
 - Aumenta la digestibilidad de los nutrientes (García 2007).

Levadura Inactiva Enriquecida

En esta levadura lo que se trata de aprovechar principalmente, es que está enriquecida orgánicamente con algún micro mineral, lo que se traduce, en una mejor biodisponibilidad de éste, hay una mejor retención del micro mineral orgánico que el inorgánico, además que hay una menor posibilidad de intoxicación, siempre y cuando se aplique a las dosis recomendadas. En estas levaduras podemos encontrar las enriquecidas con selenio, cromo, hierro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno, etc (García 2007).

Uso de los Desechos de Cervecería en la Nutrición Animal

Los desechos de cervecería constituyen un importante subproducto de la industria cervecera. El principal uso de este material ha sido como la alimentación del ganado bovino, especialmente el ganado lechero, alimentados principalmente con granos deshidratados que resultan de la producción cervecera; (Harris, Asplund y Crampton, 1968).

El uso y el valor de los granos secos cerveceras (GSC), ha sido revisado recientemente (Brooks, 1971). El valor nutritivo de GSC se ha publicado (N.R.C., 1971). La energía neta valores GSC que se muestran son de EN_m 1.42 y EN_g 0,83 kcal/g de materia seca (MS), como se ha indicado, estos valores no se han determinado en forma experimental.

Estudios reportan valores para la energía digestible y metabolizable en dietas en las que se incluyeron GSC (Johnson, Thompson y Clark, 1972); cuando los valores se extrapolan a 100% GSC, indica para energía digestible y metabolizable valores de 3.14 y 2.46 kcal/g MS, respectivamente, los valores que reporta N.R.C. (1971) son 2.92 y 2.40 kcal/g MS, respectivamente.

Hatch *et al*, (1972); estudiaron el efecto del uso de granos de destilería, maíz y granos desecados de cervecería con levadura en raciones que contenían urea, en el comportamiento productivo de novillos de la raza Hereford; y determinaron que la inclusión en un 5% de los granos de destilería en la dieta semi-purificada utilizada resultó en un aumento significativo en la retención de nitrógeno ($P < 0.05$). También hubo una disminución de amoníaco en el rumen ($P < .10$) y en las concentraciones de urea plasmática ($P < .05$). Estos resultados apuntan a un aumento de utilización de urea y la conversión de ella en proteína por los animales.

Preston *et al* en 1973; evaluaron 40 novillos alimentados con dietas que incluían diferentes niveles de GSC (granos secos de cervecería); los mismos obtuvieron ganancias de pesos significativos ($P < 0.005$) en comparación con los novillos que no recibieron en su alimentación dietas con inclusión de GSC.

Los desechos de cervecería se refieren a los residuos de los granos utilizados en el proceso de elaboración de cerveza. Los desechos de cervecería desecados contienen alrededor de un 30% proteína bruta y se han utilizado con éxito para la alimentación del ganado bovino (Hatch *et al.*, 1972; Preston *et al.* 1973; Porter y Conrad, 1975; Merchen *et al.* 1979).

Lara (1976); llevó a cabo un experimento en el Campo Agropecuario Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL. Para el experimento utilizó 24 becerros de la raza Holstein, de los cuales 21 eran puros y 3 cruzados con razas cebuinas; con una edad promedio de 3 a 9 meses de edad y un peso promedio de 108.33 kg. Los mismos fueron alimentados durante 112 días (4 periodos de 28 días), con los siguientes tratamientos:

T1: 15 kg de residuo de cervecería (masilla), 1kg de concentrado con 14% de proteína y forraje a libre acceso

T2: 11.7 kg de residuo de cervecería (masilla), 1kg de concentrado con 14% de proteína y forraje a libre acceso

T3: 8.3 kg de residuo de cervecería (masilla), 1kg de concentrado con 14% de proteína y forraje a libre acceso

T4: 5.0 kg de residuo de cervecería (masilla), 1kg de concentrado con 14% de proteína y forraje a libre acceso

Durante la primera etapa de este proyecto, 28 días, se obtuvieron GDP para el T1: 0.39 kg, T2: 0.315 kg, T3: -0.060 kg, T4: 0.183 kg. Lo que respecta a la segunda etapa de este experimento se obtuvieron GDP para el T1: 0.799

kg, T2: 0.667 kg, T3: 0.671 kg, T4: 0.660 kg, los aumentos de los tratamientos 2, 3 y 4 son similares sobresaliendo el tratamiento 1 al igual que en la primera etapa. El tratamiento 3 que en la primera etapa reportó pérdidas en peso de los animales durante esta etapa mostro un comportamiento similar a los tratamientos 2 y 4, el autor atribuye esto a los aumentos de peso compensatorio. En la tercera etapa reporta aumento de peso diarios para el T1: 0.580 kg, T2: 0.466 kg, T3: 0.207 kg, T4: 0.121 kg; comparando esta etapa con la segunda, se registró una disminución en la GDP debido a que hubo un cambio en la alimentación (forraje) aunado al mal tiempo que prevaleció en esos días. En la cuarta etapa se obtuvieron GDP para el T1: 0.928 kg, T2: 0.839 kg, T3: 0.883 kg, T4: 0.811 kg.

Crickenberger y Johnson (1982), realizaron un estudio para evaluar el efecto de los granos húmedos de cervecería (GHC) en la dieta de novillas de la raza Angus. Para el efecto utilizaron 36 animales con una edad y peso promedio de 10 meses de 201 kg respectivamente, asignados en 9 corrales de en grupos de 4 animales en cada corral. El periodo de evaluación duró 112 días, durante los cuales las novillas recibieron los siguientes tratamientos:

T1: Ensilado de maíz sin suplemento proteico, 6.7% PC.

T2: Ensilado de maíz adicionado con 33.8% de GHC en base a MS, 14.6% PC.

T3: 62.2% (BMS) de GHC, 10.8% (BMS) de maíz y 26.1% (BMS) de heno fresco; 22.1% PC.

Al final del periodo de evaluación, 112 días, la GDP fue mayor ($P < 0.05$) en los animales del T2 quienes obtuvieron ganancias diarias de peso de 0.730 kg/día, sobre el T1 donde se reporta una GDP de 0.500 kg/día y el T3 donde se reportan 0.560 kg/día de GDP. En cuanto al consumo diario reportan un consumo similar entre el T1 y T2, 35% más ($P < 0.05$) que el T3

y una conversión alimenticia de 9.52:1 para el T1, 6.34:1 para el T2 y 6.13:1 para el T3 ($P < 0.05$).

Monje *et al.*, (1992); llevaron a cabo un ensayo bajo condiciones de corral utilizando raciones con alto contenido de malta húmeda, subproducto de la industria cervecera. Utilizaron diez novillos de 2 años y 10 novillos de 1 año, fueron divididos en cuatro grupos de cinco animales cada uno, según categoría y peso. Los animales se alojaron en corrales grupales imponiéndose los siguientes tratamientos (raciones expresadas en MS): **T1**: Novillos con acceso a una ración compuesta por 50% de malta húmeda; 20% de afrecho de arroz; 10% de heno de moha (*Setaria itálica*) y 20% de grano de sorgo. **T2**: Novillos con una ración compuesta por 50% de malta húmeda; 30% de afrecho de arroz y 20% de grano de sorgo. **T3**: Novillitos con igual ración a **T1**. **T4**: Novillitos con igual ración a T2. La experiencia tuvo una duración de 62 días y durante este período los animales fueron manejados exclusivamente a corral. Los datos de ganancia de peso fueron analizados estadísticamente según diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2 x 2 de los tratamientos.

Los resultados obtenidos para consumo fueron 11.7 para los novillos de 2 años y 6.5 para los novillos de 1 año. En cuanto a ganancia de peso se obtuvieron los siguientes resultados, T1=1.22 kg/día, T2=0.92kg/día, T3=1.25kg/día, T4=1.91kg/día. El análisis de los datos no detectó interacción significativa (categoría x ración) ($p > 0.05$).

Garciarena *et al.* (1992), en un ensayo realizado para determinar el efecto de la suplementación con malta húmeda sobre el ambiente ruminal y la dinámica de digestión utilizaron 3 novillos de la raza Hereford fistulados; con un peso de 170, 220 y 296 kg respectivamente. Los mismos fueron alimentados con raciones de 0, 30 y 60% de malta húmeda complementada con heno picado durante tres periodos experimentales de 20 días cada uno.

El consumo individual fue de 4,277 kg, 4,887 kg y 5,497 kg de MS/día para los tratamientos T0, T30 y T60 respectivamente. Se registró una leve tendencia ($P = 0,23$) a aumentar con mayores niveles de malta húmeda.

Hofer *et al.* (1992), evaluó el efecto de la malta húmeda en la dieta de terneros destetados precozmente en condiciones de confinamiento. Para el estudio utilizó diez terneros de la raza Hereford, con una edad y peso promedios de 4 meses y 121 kg respectivamente, divididos al azar en dos grupos de cinco animales. Fueron alimentados con dos tratamientos durante setenta días con frecuencia quincenal en el que se evaluó la ganancia diaria de peso.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

T1: 50% de malta húmeda, 30% de salvado de arroz y 20% de grano de sorgo;

T2: 50% de malta húmeda, 20% de salvado de arroz, 20% de grano de sorgo y 10% de heno de moha (*Setaria itálica*).

Los valores de ganancia de peso no difirieron entre tratamientos ($p=0.273$). En términos productivos, ambas raciones posibilitaron lograr sostenidos incrementos de peso, exhibiendo además favorables relaciones de eficiencia. Al respecto, los registros promedios de consumo voluntario fueron similares en ambos tratamientos (datos grupales, no analizados estadísticamente), del orden del 4,2 kg MS/animal/día, resultando relaciones de conversión de 5,47:1 y 4,74:1 para T1 y T2, respectivamente.

Existen varios reportes (Williams *et al.*, 1994), donde no se observaba respuesta en consumo; ganancia y conversión (Mir y Mir, 1994).

Zaragoza *et al.*, (2001); llevaron a cabo un estudio en el que evaluaron el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y monensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas Holstein. Para el

estudio utilizaron 27 vaquillas de la raza Holstein, en corraletas individuales, con un peso y edad promedios de 180 kg y 10 meses respectivamente; distribuidos de acuerdo a un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3x3, en tratamientos que consistieron en niveles de proteína dietaria (12, 14 y 16%) y aditivos (ninguno, 10 g/día de *Saccharomyces cerevisiae* y 30 ppm de monensina monosódica). El ensayo tuvo una duración de 190 días, de los cuales 15 correspondieron a la etapa de adaptación y 175 días se destinaron a la medición en los cambios de consumo y peso. En el estudio no se detectó interacción entre los niveles de proteína y la combinación de aditivos en ninguna de las variables de respuesta. El nivel de proteína mostró una respuesta cuadrática ($P < 0.01$) en el consumo de MS, mostrando un menor consumo con el nivel intermedio de proteína, sin mostrar efecto en otras variables.

Para el T1 (ningún aditivo) reportaron una ganancia diaria de 0.906 kg/día, un consumo de 10.51 kg/día y una conversión de 11.73:1; mientras para el T2 (10g/día de *Saccharomyces cerevisiae*) reportan una ganancia diaria de peso de 0.958 kg/día, un consumo de 9.89 kg/día y una conversión de 10.44:1. Para el T3 (30 ppm de monensina monosódica) presentó una ganancia diaria de 0.972 kg/día, un consumo de 10.31 kg/día y una conversión de 10.72/día.

En otros ensayos, se ha estudiado la conclusión de grano húmedo de cervecería (GHC) y la crema final de levadura (CFL) en dietas integrales conteniendo 55 a 60 por ciento de forraje y 6 por ciento de pollinaza. Se ha encontrado que el uso de 30 por ciento de GHC y 6 por ciento de CFL permite ganancias de peso de 700 a 850 gramos por día. Debe señalarse por el valor nutritivo del GHC disminuye a medida que los novillos alcanzan el peso al mercado, debido a la falta de energía en la dieta. Para subsanar esta falta de energía, se debe añadir 20 por ciento de sorgo o 20 por ciento de melaza paulatinamente (10 por ciento durante tres días, 15 por ciento

los siguientes tres días hasta alcanzar 20 por ciento a los siete días de iniciada la inclusión de melaza). La adición de melaza o sorgo debe hacerse durante la última fase de la engorda, disminuyendo el forraje y cuando los animales tienen un peso de 390 a 410 kg. Con la adición de melaza pueden esperarse ganancias diarias de peso de 1.0 a 1.15 kg. y con la adición de sorgo hasta de 1.3 kg (Sedagro, 2003).

Johnson y Rops (2005), desarrollaron un experimento en el que estudiaron el efecto de la fuente de energía y el uso de levadura Biosaf® (*Saccharomyces cerevisiae*) en la etapa de recepción de novillos recién destetados. Para llevar a cabo el estudio utilizaron 154 novillos de la raza Angus recién destetados con un peso promedio de 200 kg, la prueba tuvo una duración de 35 días, alimentados con dos fuentes de energía, maíz y cáscara de soya, en base a tratamientos con (10g/a/d) o sin levadura.

Los tratamientos usados durante la prueba fueron los siguientes:

T1: 36.86% de maíz roado, 32.3% de heno, 15.9% de heno de alfalfa, 3% de melaza de caña, 3% de harina de soya 44%PC, 7.14% de un suplemento (43.93% de maíz molido, 35.65% de harina de soya 44%PC, 1.8% de grasa, 2.55% de KCl, 7% de sal, 0.57% de vitaminas), 1.8% de antibióticos, sin adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

T2: 36.86% de maíz roado, 32.3% de heno, 15.9% de heno de alfalfa, 3% de melaza de caña, 3% de harina de soya 44%PC, 7.14% de un suplemento (43.93% de maíz molido, 35.65% de harina de soya 44%PC, 1.8% de grasa, 2.55% de KCl, 7% de sal, 0.57% de vitaminas), 1.8% de antibióticos, con adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

T3: 39.86% de cáscara de soya, 32.3% de heno, 15.9% de heno de alfalfa, 3% de melaza de caña, 7.14% de un suplemento (43.93% de maíz molido, 35.65% de harina de soya 44%PC, 1.8% de grasa, 2.55% de KCl, 7% de

sal, 0.57% de vitaminas), 1.8% de antibióticos, sin adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

T4: 39.86% de cáscara de soya, 32.3% de heno, 15.9% de heno de alfalfa, 3% de melaza de caña, 7.14% de un suplemento (43.93% de maíz molido, 35.65% de harina de soya 44%PC, 1.8% de grasa, 2.55% de KCl, 7% de sal, 0.57% de vitaminas), 1.8% de antibióticos, con adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

Para el T1 se reportó una ganancia diaria de peso de 2.36 kg/día, un consumo de 12.5 kg/día y una conversión de 5.4:1, para el T2 una ganancia diaria de peso de 2.43 kg/día, un consumo de 12.3 kg/día y una conversión de 5.14:1; para el T3 una ganancia diaria de peso de 2.14 kg/día, un consumo de 12.4 kg/día y una conversión de 5.73:1, y para el T4 una ganancia diaria de peso de 2.25 kg/día, un consumo de 12.5 kg/día y una conversión de 5.45:1. Concluyeron que tanto la fuente de energía (maíz ó cáscara de soya) ni la adición de levadura no tienen un efecto significativo ($P>0.1$) sobre el rendimiento de la engorda durante los 35 días del periodo de recepción. Es posible que los beneficios de Biosaf en el rendimiento de corrales de engorde no se manifiesten en un período de 35 días.

Homm (2007), llevó a cabo un estudio en el que utilizó 240 novillos de diferentes razas, con un peso inicial de 304.5 kg $\pm$ 39.5 kg, separados en 6 corrales por tratamiento y por cada corral 6 animales, distribuidos en base al peso inicial y al color de piel. Fueron alimentados durante 56, 84, 112, 140 y 196 días en base a granos secos de destilería asignados en forma aleatoria. Una semana antes de ser sometidos los animales a la dieta de finalización fueron alimentados con una dieta de adaptación. Entre otros factores evaluó el consumo diario, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia. La dieta de finalización estaba compuesta por 25% de granos secos de destilería, 57% de granos húmedos de maíz, 8% de ensilado de

maíz, 8.57% de maíz molido, 0.5% de urea y 0.93% de una mezcla de vitaminas y minerales. En el transcurso de la prueba reporta los siguientes resultados: A los 56 días, una ganancia diaria de peso de 1.506 kg/día, un consumo diario de 8.27 kg/día y una conversión de 5.491:1 A los 84 días, una ganancia diaria de peso de 1.461 kg/día, un consumo diario de 8.28 kg/día y una conversión de 5.667:1 A los 112 días, una ganancia diaria de peso de 1.541 kg/día, un consumo diario de 8.88 kg/día y una conversión de 5.762:1

A los 140 días, una ganancia diaria de peso de 1.588 kg/día, un consumo diario de 9.00 kg/día y una conversión de 5.667:1

A los 196 días, una ganancia diaria de peso de 1.611 kg/día, un consumo diario de 9.65 kg/día y una conversión de 5.990:1

Hernández *et al.*, 2007; en un ensayo estudiaron el efecto de la suplementación con monenesina o *Saccharomyces cerevisiae* sobre parámetros productivos e hidroelectrolíticos en terneros en fase de crecimiento. El estudio tuvo una duración de 63 días, correspondientes al período de crecimiento. Utilizaron un lote de 42 terneros de raza azul Belga que tras el período de adaptación fueron divididos en tres lotes: 1) grupo control (C, n = 10 no suplementados); 2) grupo monensina (MON, n=16, 30 mg/kg MS) y 3) grupo levadura (*Saccharomyces cerevisiae*, cepa NCYC SC-47, SACC, n=16, 500mg/kg MS). Los animales fueron alimentados con una dieta rica en grano (cebada y maíz, con un porcentaje de proteína cruda de 16.5% -MS-), característica de los sistemas de cebo en esta fase del crecimiento. El grano estaba molido (no pelletizado).

T1 (sin aditivos): GDP=1.74kg/día, Consumo=6.1kg/día, Conversión= 3.5:1

T2 (monensina): GDP=1.74kg/día, Consumo=6.4kg/día, Conversión=3.7:1

T3 (levadura): GDP=1.64 kg/día, Consumo=6.1 kg/día, Conversión=3.7:1

En ninguno de los casos se observan diferencias significativas ($P>0.05$), para la levadura incluso se observa un rendimiento menor al T1-Control, atribuyéndose este hecho al tipo de dieta y a la cepa elegida.

Homm *et al.*, (2008); llevaron a cabo una prueba en la que utilizaron 200 novillas, cruza Angus x Simmental, con un peso promedio de 287.8 kg +/- 34.5 kg. Asignados en forma aleatoria en cuatro tratamientos con 0, 15, 30 y 45% de granos húmedos de cervecería (GHC). La prueba de alimentación duró 160 días. Los tratamientos utilizados fueron:

- 1) Dieta control contenía 15% de maíz ensilado, 75% de granos húmedos enteros de maíz y 10% de un balanceado, balanceado con un 13% de PC
- 2) 15% GHC, 15% de maíz ensilado, 60% de granos húmedos enteros de maíz y 10% de un balanceado
- 3) 30% GHC, 15% de maíz ensilado, 45% de granos húmedos enteros de maíz y 10% de un balanceado
- 4) 45% GHC, 15% de maíz ensilado, 30% de granos húmedos enteros de maíz y 10% de un balanceado
- 5) Al finalizar la prueba de comportamiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el T1 para el factor GDP se obtuvo 1.32 kg/día, para CD 8.02 kg/día y para CA 1:6.076.

Para el T2 para el factor GDP se obtuvo 1.40 kg/día, para CD 8.39 kg/día y para CA 1:5.993.

Para el T3 para el factor GDP se obtuvo 1.37 kg/día, para CD 8.26 kg/día y para CA 1:6.029.

Para el T4 para el factor GDP se obtuvo 1.31 kg/día, para CD 7.96 kg/día y para CA 1:6.076.

Para peso inicial y conversión alimenticia no encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos. Para los factores consumo de materia seca, aumento diario de peso y peso final encontraron diferencias significativas ($P<0.02$). Además observaron que para los tratamientos 2 y 3 hubo un mayor consumo, crecimiento más rápido; reportaron un peso final mayor para los tratamientos 1 y 4. Concluyeron que las dietas con diferentes niveles de reemplazo de grano de maíz por GHC reportan un comportamiento similar a la dieta testigo.

3. MATERIALES y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en los corrales de alimentación y evaluación de sementales propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizados sobre la carretera Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a ocho kilómetros de la ciudad. Las coordenadas geográficas que ocupan son 25° 22' 00" latitud Norte y 101° 01' 00" longitud Oeste a 1742 msnm.

El tipo de clima es BS1 hwx (e`) según Coppen modificado por García (1973), correspondiente a un clima muy seco, cálido extremoso, con lluvias escasas todo el año. La precipitación media anual es de 298.5 mm y la temperatura media anual es de 14.8°C (Agrometeorología, 1983).

Animales utilizados en la prueba

Para la realización de la investigación se utilizaron 18 toretes de la raza Charoláis, con un peso y edad promedio de 311 kg y 7 meses de edad respectivamente, distribuidos al azar en 18 corraletas individuales de 24 metros cuadrados (3 de ancho x 8 de largo), correspondiendo 3 animales por tratamiento, en un total de 6 tratamientos.

Para el T1 el peso promedio fue de 330 kg $\pm$ 21.378 kg, para el T2 fue de 289 kg $\pm$ 14.933 kg, para el T3 fue de 312 kg $\pm$ 35.042 kg, para el T4 fue de 315 kg $\pm$ 52.849 kg, para el T5 fue de 296 kg $\pm$ 44.508 kg y para el T6 fue de 324.333 kg $\pm$ 8.021 kg.

Los corrales donde fueron alojados los animales están contruidos de tubo galvanizado con un techo de lámina en la parte frontal, en la zona de los comederos.



Figura 3.1: Corrales individuales de Engorda (UAAAN)

Las corraletas cuentan con comederos fijos y bebederos automáticos, ambos de cemento; se dividen en dos áreas, donde están los comederos es de cemento a lo largo en todas las corraletas y el resto de suelo pedregoso (Figura 3.1).



Figura 3.2: Zona de comederos de los corrales

Para el manejo de los becerros para realizar las diferentes actividades se cuenta con pasillos tipo embudo (shute o trampa), prensa y bascula con capacidad de 2000 kg.

Prueba de Comportamiento

Etapas de Adaptación

Esta etapa tuvo una duración de 30 días, empezando el 23 de mayo, finalizando el 23 de junio, fecha en la que se dio inicio al proyecto.

En esta etapa a los animales se les ofreció el alimento o dieta dos veces al día, utilizando el sistema am:pm; el primer servicio a las 8:00 a.m. y el segundo a las 5:00 p.m. Esta etapa es de importancia ya que es necesario adaptar a los animales a las dietas a las cuales iban a ser sometidos durante la etapa de evaluación, así como hacer los ajustes necesarios en cuanto a consumo, coordinación de horarios y elaboración de una agenda de actividades.

Etapas de evaluación

Esta etapa tuvo una duración de 96 días, contando desde el inicio el 23 de junio de 2008 hasta su finalización el 26 de septiembre de 2008. Durante la misma se realizó la evaluación de la ganancia diaria de peso, consumo diario y la conversión alimenticia.

En cuanto a la cantidad suministrada, la misma estuvo determinada por la formulación realizada con el software Taurus, en cada fase se hacían los ajustes mediante la lectura de comederos.

La preparación del alimento se realizaba una vez por semana, en promedio se preparaban 1.5 toneladas por semana debido a la dificultad para el almacenamiento, que por la alta humedad de los ingredientes experimentales (levadura y masilla) en un corto tiempo de almacenaje presentaba proliferación microbiana, principalmente hongos. Esto considerando que existían varios niveles de levadura y masilla en el alimento ofrecido (Cuadro 3.1), que hacían variar el nivel de humedad para cada tratamiento; la masilla cuenta con un 78% de humedad en base tal

como se ofrece y la levadura un 85% de humedad en base tal como se ofrece (NRC, 1996).

Cuadro 3.1. Tratamientos con los porcentajes de masilla y levadura.

Tratamiento	Porcentaje de Masilla	Porcentaje de Levadura
1 (Testigo)	0%	0%
2	10%	0%
3	20%	0%
4	0%	10%
5	10%	10%
6	20%	10%

La prueba de comportamiento se dividió en 3 fases:

1ª Fase

Esta etapa tuvo una duración de 37 días, desde el 23 de junio al 29 de julio de 2008. La relación forraje:concentrado utilizada en las fórmulas fue de 30:70. En el cuadro 3.2 se pueden observar las formulas utilizadas en esta fase.

Cuadro 3.2: Fórmulas utilizadas en la primera fase de la prueba de comportamiento

INGREDIENTES	T1 %	T2 %	T3%	T4 %	T5 %	T6 %
Maíz (grano quebrado)	49.75	46.00	30.15	43.96	39.62	23.17
Heno de Avena	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Harinolina	8.52	4.04	0.00	5.63	0.95	0.00
Grasa Animal	5.50	5.50	5.53	5.04	5.04	5.92
Fosfato Monodicalcico	2.81	1.21	0.04	2.19	0.25	0.00
Carbonato de Calcio	1.22	1.04	1.45	1.03	1.31	1.35
Bicarbonato de Sodio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Megamín 3	0.71	0.71	0.72	0.65	0.65	0.66
Sal Común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Semilla de Algodón	0.00	0.00	10.61	0.00	0.69	7.40
Masilla	0.00	10.00	20.00	0.00	10.00	20.00
Levadura	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

2ª Fase

Esta etapa tuvo una duración de 28 días, desde el 30 de julio al 26 de agosto de 2008. La relación forraje:concentrado utilizada en las fórmulas fue de 20:80. En el cuadro 3.3 se pueden observar las formulas utilizadas en esta fase.

Cuadro 3.3: Fórmulas utilizadas en la segunda fase de la prueba de comportamiento

INGREDIENTES	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %	T5 %	T6 %
Maíz (grano quebrado)	60.13	57.15	46.63	58.98	47.65	36.38
Heno de avena	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Harinolina	7.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grasa animal	3.66	4.41	5.53	3.11	4.53	5.92
Fosfato monodicalcico	3.23	3.31	3.15	3.12	2.97	2.82
Carbonato de Ca	3.22	3.18	2.75	2.90	2.95	2.99
Bicarbonato de sodio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Megamín 3	0.43	0.44	0.44	0.39	0.41	0.39
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Semilla de algodón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Masilla	0.00	10.00	20.00	0.00	10.00	20.00
Levadura	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

3ª Fase

Esta etapa tuvo una duración de 31 días, desde el 27 de agosto al 26 de septiembre de 2008. La relación forraje:concentrado utilizada en las fórmulas para esta etapa fue de 15:85. En el cuadro 3.4 se pueden observar las formulas utilizadas en esta fase.

Cuadro 3.4: Fórmulas utilizadas en la tercera fase de la prueba de comportamiento

INGREDIENTES	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %	T5 %	T6 %
Maíz (grano quebrado)	65.15	61.26	50.61	61.15	51.77	40.49
Heno de avena	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Harinolina	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grasa animal	3.54	4.37	5.53	3.28	4.48	5.87
Fosfato monodicalcico	3.21	3.26	3.11	3.00	2.92	2.77
Carbonato de Ca	3.23	3.20	2.85	2.95	2.97	3.01
Bicarbonato de sodio	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Megamín 3	0.38	0.40	0.41	0.36	0.37	0.35
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Semilla de algodón	0.00	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00
Masilla	0.00	10.00	20.00	0.00	10.00	20.00
Levadura	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
Total:	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Muestreo de las dietas utilizadas para el análisis bromatológico

Independientemente del análisis a ser realizado, se requiere de un muestreo adecuado. Los resultados arrojados por cualquier método o análisis no serán mejores que la calidad de la muestra tomada. Un buen análisis en una mala muestra carece de utilidad (AOAC, 1990).

Colección de muestras

En forma periódica, cuando se preparaban las diferentes raciones; se realizó una toma de muestras del alimento preparado, por cada tratamiento y repetición para su posterior análisis bromatológico por el método de Wendee (AOAC, 1990; descrito por Castellanos *et al*, 1990); en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Alimentos, y de Producción Animal.

En el análisis bromatológico se determinó:

1. Materia seca parcial
2. Materia seca total
3. Cenizas
4. Proteína cruda
5. Fibra cruda
6. Fibra Detergente Ácido (FDA)
7. Fibra Detergente Neutro (FDN)

Por cada fase de la prueba de comportamiento se analizaron 18 muestras (6 tratamientos x 3 repeticiones), en total se analizaron por las tres fases 54 muestras por triplicado.

Análisis Estadístico

Antes del análisis de los resultados se realizó un análisis de covarianza a través del programa SAS (Statistical Analysis System), utilizando como covariable el peso inicial de los animales y así determinar el efecto de la variable concomitante en las variables de medida, y poder realizar el ajuste de los datos. El resultado del análisis determinó que el peso inicial tuvo un efecto sobre las variables consumo diario (CD) y consumo diario en base al porcentaje del peso vivo (C%PV), los datos se ajustaron de acuerdo a la siguiente formula:

$$\hat{Y}_i = \bar{Y}_i - \beta(\bar{X}_i - \bar{X}_{..})$$

Para el análisis de los resultados se utilizó un paquete de diseños experimentales de la UANL a través de un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB (2x3); donde el factor A: 2 niveles de levadura y el factor B: 3 niveles de masilla. Para la comparación de medias se utilizó el método DMS (diferencia de medias significativas) (Ostle 1977), para las variables:

1. Ganancia diaria de peso
2. Consumo alimenticio
3. Conversión alimenticia
4. Eficiencia alimenticia
5. Consumo en base al % de peso vivo (PV)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio obtenidos para las distintas variables de respuesta en base a materia seca se muestran en el cuadro 4.1

Cuadro 4.1. Valores promedio de las variables de medida CD (consumo diario), GDP (ganancia diaria de peso), CA (conversión alimenticia) y C%PV (consumo en porcentaje al peso vivo).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Peso Inicial (kg)	330.00	289.00	312.00	315.00	296.00	324.333
Peso Final (kg)	487.67	467.67	480.33	474.33	469.67	498.33
Ganancia Total de Peso (kg)	157.67	178.67	168.33	159.33	173.67	174.00
Ganancia Diaria de Peso (kg)	1.64	1.86	1.75	1.66	1.81	1.81
Consumo Diario de Alimento (kg)	10.37	11.26	11.43	11.67	12.36	13.73
Consumo de alimento (% del peso vivo)	3.37	3.62	3.71	3.79	4.16	4.39
Conversión Alimenticia (kg de alimento/kg de ganancia de peso)	6.61:1	6.00:1	6.63:1	7.06:1	6.80:1	7.64:1

Consumo Diario (CD)

La información obtenida de las cantidades totales del consumo diario promedio en base a materia seca se muestra en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Medias de la variable CD (consumo diario) durante la prueba de comportamiento, registrados en toretes Charoláis alimentados con subproductos de cervecería

Levadura	Masilla			$\bar{X}$ Levadura
	0	10	20	
0	10.3653a	11.2637a	11.4327a	11.0206b
10	11.6667a	12.3607a	13.7320a	12.5864a
$\bar{X}$ Masilla	11.0160c	11.8122b	12.5823a	11.8035

Medias con la misma literal son no significativas ($P > 0.05$)

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos para el factor A (levadura), se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las mismas; observándose un mayor consumo en los tratamientos con 10% de levadura. Beeson y Perry (1952), Legendre *et al.* (1955), Wiedmeier y Arambel (1985) reportaron que el uso de este organismo eucariota sigue siendo limitada a pequeñas cantidades en dietas de ganado como una fuente de vitaminas y como factor de crecimiento identificados para estimular el consumo y la digestión ruminal. Investigaciones en dietas con la inclusión de *S. cerevisiae* realizadas por Harris y Lobo (1988), Williams (1989) y Mutsvangwa *et al.* (1992), utilizando forrajes en el ganado, obtuvieron incrementos en el consumo de alimento. Dawson (1993) reportó que el uso de levadura *S. cerevisiae* en dietas incrementa los niveles de consumo del animal, contrario a lo reportado por Johnson y Rops (2005), quienes desarrollaron un experimento en el que estudiaron el efecto de la fuente de energía y el uso de levadura Biosaf® (*Saccharomyces cerevisiae*)

en la etapa de recepción de novillos recién destetados concluyendo que tanto la fuente de energía (maíz ó cáscara de soya) ni la adición de levadura no tienen un efecto significativo ($P>0.1$) sobre el rendimiento de la engorda durante los 35 días del periodo de recepción; al igual que Zaragoza *et al* 2001; quienes llevaron a cabo un estudio en el que evaluaron el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y monensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas Holstein, donde no se detectó interacción entre los niveles de proteína y la combinación de aditivos en ninguna de las variables de respuesta.

En la comparación de medias del factor B (masilla) se observaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los tratamientos, observándose un mayor consumo en el nivel 3 (20%). Garcarena *et al* 1992 reportó que el aumentar los niveles de malta húmeda se registra una leve tendencia en el aumento de los consumos.

En términos generales durante la prueba de comportamiento se obtuvo un consumo diario promedio de 11.803 kg/animal; comparando este valor con los reportados por diferentes investigadores, se encuentra dentro de los parámetros normales. En una prueba de comportamiento en un corral con una duración de 140 días (Chewning y Brown, 1990) reportaron un consumo por día de 10.83 kg. Bernal, en 1983; realizó una prueba de comportamiento, para la misma utilizó doce animales de los cuales cinco son de raza pura Charoláis y los restantes son encastados de Charoláis, con una edad promedio de 11 meses y 271.75 kg de peso; la dieta utilizada fue con una proporción forraje:concentrado de 20:80; para consumo diario reporta un valor promedio de 10.62 kg/día.

Monje *et al* (1992), llevaron a cabo un ensayo bajo condiciones de corral utilizando raciones con alto contenido de malta húmeda, subproducto de la industria cervecera, para el efecto utilizaron diez novillos de 2 años y 10

novillos de 1 año la prueba duró 62 días. Los resultados obtenidos fueron para consumo 11.7 kg/día para los novillos de 2 años y 6.5 kg/día para los novillos de 1 año.

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

La información obtenida de los valores para GDP promedio en base a materia seca se muestra en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Medias de la variable GDP (ganancia diaria de peso) durante la prueba de comportamiento, registrados en toretes Charoláis alimentados con subproductos de cervecería

Levadura	Masilla			$\bar{X}$ Levadura
	0	10	20	
0	1.6427a	1.8610a	1.7537a	1.7524a
10	1.6600a	1.8093a	1.8123a	1.7606a
$\bar{X}$ Masilla	1.6513a	1.8352a	1.7830a	1.7565

Medias con la misma literal son no significativas ($P > 0.05$)

A pesar de no existir diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las medias de los tratamientos para la variable de GDP, al finalizar la prueba de comportamiento se obtuvo un promedio de aumento diario de 1.703 kg/día, esto se encuentra por encima del valor reportado por Toccagni (1970) quien para la raza Charoláis reportó como característica funcional una ganancia diaria de 1.58 kg/día.

En investigaciones realizadas por Barber y Almquist (1975) donde se estudio el crecimiento y la eficiencia alimenticia en 22 toros Charoláis de 265 a 550 días de edad, reportaron una ganancia diaria promedio durante una prueba de 285 días de 1.35 kg/día $\pm$ 0.03.

En un reporte de trabajos realizados en un promedio de 9 años en la Universidad de Arkansas (Chewning y Brown, 1990), evaluaron la ganancia diaria promedio bajo una prueba de comportamiento en un corral con una duración de 140 días, donde se obtuvieron los siguientes resultados, los

toros Charoláis tuvieron la más alta ($p < 0.05$), ganancia (1.51 ± 0.01 kg/día).

En estudios realizados en el estado de Chihuahua, se reportaron tres diferentes comportamientos para la GP (Ganancia de Peso) durante la prueba que duró 112 días. La mayoría de los toretes (126) mostraron un crecimiento lineal y el resto mostró un crecimiento cuadrático, nueve un crecimiento cuadrático negativo y sólo dos un crecimiento cuadrático positivo. La ganancia promedio de peso durante la prueba fue de 1.306 kg/día (Ortega *et al* 2006).

En un estudio realizado con los objetivos de estimar, mediante pruebas de comportamiento, la capacidad genética para desarrollo pos-destete de toretes Charoláis y Brangus y comparar estas dos razas de ganado de carne en cuanto a ganancia diaria de peso y conversión alimenticia pos-destete. Se evaluaron 30 toretes, de los cuales 15 fueron de la raza Charoláis y 15 de la Brangus, bajo un sistema de confinamiento en corrales de engorda y con una edad inicial promedio de 8.5 meses para ambas razas. Se observó que la raza Brangus presentó su ganancia de peso máxima en el tercer período, la cual fue de 1.80 kg, mientras que la Charoláis la presentó 28 días mas tarde, es decir, hasta el cuarto período y fue de 1.90 kg; esto se debió a que la raza Brangus, por ser de talla mas pequeña que la Charoláis, estabilizó su desarrollo más temprano y la mejor ganancia diaria promedio individual durante la prueba, la presentó la raza Charoláis con 1.82 kg, mientras que en la Brangus fue de 1.60 kg (Moreno *et al* 1989).

Zaragoza *et al* (2001) al usar levadura *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas Holstein, reportaron una ganancia diaria de peso de 0.958 kg/día.

Johnson y Rops (2005), desarrollaron un experimento en el que estudiaron el efecto de la fuente de energía y el uso de levadura Biosaf® (*Saccharomyces cerevisiae*) reportaron una ganancia diaria de 2.43 kg/día y 2.25 kg/día en dos fuentes de energía (cáscara de soya y maíz rolado).

Homm *et al* 2008 en un estudio utilizando diferentes niveles de granos húmedos de cervecería reporta una ganancia diaria de peso de 1.40 kg/día (15%GHC), 1.37 kg/día (30%GHC) y 1.31 kg/día (45%GHC). A lo anterior, se puede agregar que durante la prueba de comportamiento se registraron algunos factores que pudieron afectar la ganancia de peso en los animales. Entre las principales causas se pueden mencionar el efecto de la época de lluvias que coincidió con la prueba de comportamiento aunado al deficiente diseño de los corrales generó el encharcamiento de los corrales, figura 4.3. Bond *et al* 1970, reportaron que el barro reduce la ganancia diaria de peso de los animales en un 25 a 37% y que incrementa la cantidad de alimento requerido por kilo de peso ganado en un 20 a 33%.



Figura 4.1. Encharcamiento en corraletas

Otros dos factores importantes a considerar son el cambio en el horario de racionamiento así como la falta de ingredientes para la elaboración de las formulas con el debido tiempo, los cambios en el racionamiento es una de las principales causas de acidosis y las consecuente perdida de conversión (López, 2008); así como el cambio de un forraje de buena calidad como la avena por uno de menor calidad (triticale). Lara (1976) reportó una disminución en la ganancia diaria de peso debido a un cambio en la alimentación (forraje) aunado al mal tiempo que prevaleció.

Sumado a estas situaciones es relevante mencionar el hecho de que los animales fueron cambiados de corral constantemente, lo que provoco que fueran sometidos a una restricción en el consumo de agua pudiendo haber provocado una disminución en el consumo diario y afectado la conversión alimenticia de los animales. Beretta y Bruni (1984), reportaron una reducción del 9% en el consumo de materia seca cuando existe una disminución en el consumo de agua.

Otra consideración importante es el peso de los animales al principio de la prueba, observándose una diferencia de peso considerable entre los animales asignados a los diferentes tratamientos a excepción de los asignados al tratamiento 6; esto es importante mencionar atendiendo a que los mismos provenían de un régimen nutricional deficiente y al ser sometidos a un régimen alimentario abundante se registran aumentos superiores a los logrados con la misma alimentación en animales que no provienen de una restricción nutricional (Bavera *et al.*, 2005), observándose así una mayor ganancia de peso durante la fase 1 de la prueba pudiéndose atribuir esto al efecto del crecimiento compensatorio.

Otro factor que suponer es la tasa de crecimiento, la importancia de mencionar esto se sustenta en lo reportado por Brown *et al*, y Joandet y Cartwright, citados por Bailon *et al* 1977, mencionan que las máximas tasas de crecimiento en el ganado de carne se presentan a un tercio del peso adulto, y si se toma en cuenta que el peso a la madurez de los toros Charoláis es de aproximadamente 1100 kg, los animales de esta raza sometidos a una prueba de comportamiento deben alcanzar su mayor tasa de crecimiento a los 367 kg, los animales alcanzaron su máxima tasa de crecimiento durante la segunda etapa de la prueba de comportamiento con un peso promedio de 409 kg; etapa en la que se registraron el periodo de lluvias, restricción de agua y cambio de forraje en la dieta.

Conversión Alimenticia (CA)

La información obtenida de los valores para CA promedio en base a materia seca se muestra en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Medias de la variable CA (conversión alimenticia) durante la prueba de comportamiento, registrados en toretes Charoláis alimentados con subproductos de cervecería

Levadura	Masilla			$\bar{X}$ Levadura
	0	10	20	
0	6.6100a	5.9967a	6.6300a	6.4122a
10	7.0567a	6.8000a	7.6367a	7.1644a
$\bar{X}$ Masilla	6.8333a	6.3983a	7.1333a	6.7883

Medias con la misma literal son no significativas ($P > 0.05$)

Al finalizar la prueba de comportamiento se obtuvo una conversión alimenticia promedio de 6.99kg de alimento por cada kg de peso vivo aumentado.

Es aspectos generales al comparar este valor con los obtenidos en diferentes estudios realizados se puede incluso estimar que los animales utilizados en la prueba fueron bastante eficientes.

En un reporte de trabajos realizados en un promedio de 9 años en la Universidad de Arkansas (Chewning y Brown, 1990), evaluaron la ganancia diaria promedio y la conversión alimenticia en becerros en la etapa postdestete de diferentes razas y bajo una prueba de comportamiento en un corral con una duración de 140 días, los toros Charoláis tuvieron una CA de 7.30 kg de alimento por cada kg de peso aumentado.

García *et al* 1993, reportaron que en prueba de comportamiento, toretes de raza Charoláis con una edad promedio de 8 meses y peso inicial de 213 kg, obtuvieron incrementos diarios de peso de 1.640 kg con una conversión

alimenticia de 5.7:1, con un período de alimentación de 112 días utilizando dos dietas diferentes de 14.3% y 12.2% de proteína cruda.

Zaragoza *et al* en el 2001 en un estudio donde utilizaron tratamientos que consistieron en niveles de proteína dietaria (12, 14 y 16%) y aditivos (ninguno, 10 g/día de *Saccharomyces cerevisiae* y 30 ppm de monensina monosódica); reportaron para el T1 una conversión de 11.73:1, para el T2 una conversión de 10.44:1 y para el T3 una conversión de 10.72:1; mientras que en otro ensayo similar llevado a cabo por Johnson y Rops (2005) utilizaron 154 novillos de la raza Angus recién destetados con un peso promedio de 200 kg, la prueba tuvo una duración de 35 días, alimentados con dos fuentes de energía, maíz y cáscara de soya, en base a tratamientos con (10g/a/d) o sin levadura, reportaron una conversión promedio de 5.43:1.

Homm *et al* (2008) llevaron a cabo una prueba en la que utilizaron 200 novillas, cruza Angus x Simmental, con un peso promedio de 287.8 kg +/- 34.5 kg. Asignados en forma aleatoria en cuatro tratamientos con 0, 15, 30 y 45% de granos húmedos de cervecería (GHC), reportan una conversión promedio de 6.044:1

Consumo en base al % del PV (C%PV) en BMS

La información obtenida de los valores para C%PV promedio en base a materia seca se muestra en el cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Medias de la variable C%PV (consumo en base al porcentaje del peso vivo) durante la prueba de comportamiento, registrados en toretes Charoláis alimentados con subproductos de cervecería

Levadura	Masilla			$\bar{X}$ Levadura
	0	10	20	
0	3.3743a	3.6233a	3.7077a	3.5684b
10	3.7953a	4.0523a	4.3943a	4.0807a
$\bar{X}$ Masilla	3.5848c	3.8378b	4.0510a	3.8246

Medias con la misma literal son no significativas ($P > 0.05$)

Al comparar las medias para la variable C%PV para el factor A (levadura) se puede observar una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, obteniéndose un mayor consumo en base al peso vivo del animal en los tratamientos con la inclusión de 10% de levadura. Esto se puede asociar el efecto de la levadura que tiende a aumentar el consumo en los animales (Dawson, 1993). En cuanto a la comparación de medias del factor B (masilla) se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos observándose un mayor consumo en el nivel 3 (20%). Garciarena *et al.* 1992 reportó que registró una leve tendencia ($P = 0,23$) al aumentar el consumo con mayores niveles de malta húmeda.

Homm *et al.*, 2008, en un estudio en el que utilizaron diferentes niveles de granos húmedos de cervecería (0,15,30 y 45%) reportaron para los factores consumo de materia seca, aumento diario de peso y peso final, encontraron diferencias significativas ($P < 0.02$), observaron que para los tratamientos 2 y 3 hubo un mayor consumo, crecimiento más rápido.

5. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis alterna, la inclusión de subproductos de cervecería en la dieta proporcionada a los animales en engorda no mejora el comportamiento productivo.

La inclusión de levadura en la dieta, obtuvo un efecto positivo sobre los niveles de consumo, así como la masilla.

En términos generales, a pesar de no observarse un efecto muy relevante sobre las variables de importancia económica como lo son el consumo diario, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia, la utilización de estos subproductos, en base a la literatura revisada y citada, podría ser beneficioso ya que se obtienen resultados similares a otras dietas con ingredientes más costosos.

6. Recomendaciones

Establecer una investigación para la utilización de mayores porcentajes de levadura y masilla en dietas para rumiantes; así como un proceso tecnológico para la extracción de humedad de la masilla y su utilización como un subproducto seco.

Establecer una investigación similar a la realizada donde se pueda evaluar la calidad cárnica de los animales alimentados con los subproductos de cervecería.

7. LITERATURA CITADA

- Adams, D.C., M.L. Galyean, H.E. Kiesling, J.D. Wallacace, 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(3):780-789.
- Agrometeorología, 1983, Diagnostico Climático para la Zona de Influencia Inmediata de la UAAAN, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México, pp. 616.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Assoc. Anal. Chemists. USA.
- Arcos-García J.L., F.A. Castrejón, G.D. Mendoza, E.P. Pérez-Gavavilán. 2000 Effect of two comercial yeast cultures with *Sacharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. *Livestock production science, Holanda.* 63:153-157.
- Bailon, G. 1977. Aspectos genéticos-fisiológicos del crecimiento del Ganado de carne en trópico. *ALPA.* 12:57-65.
- Barber, K.A. and J.O Almquist. 1975. Growth and feed efficiency and their relationship to puberal traits of charoláis bull. *J. Anim. Sci.* 40: 288 – 301.
- Bavera G., O. Bocco, H. Beguet, A. Petryna. Crecimiento y Desarrollo Compensatorios. Cursos de Producción Bovina de Carne. Fac.Agron.Vet. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Córdoba, Argentina.
- Beretta V., M. Bruni. 1998. Manejo de agua de bebida en sistemas lecheros y ganaderos. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Río Negro, Uruguay.
- Bernal, H.B. 1983. Prueba de Comportamiento de Becerros Charoláis. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía - UANL. Marín, Nuevo León. pp. 6, 17-20, 26-29
- BIF. 1986. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. Beef Improvement Federation. North Carolina State University. Raleigh, NC, USA. pp. 90.
- BIF. 1990. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. Beef Improvement Federation. North Carolina State University. Raleigh, NC, USA. pp. 85.

- BIF. 2002. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs. Beef Improvement Federation. North Carolina State University. Raleigh, NC, USA. pp. 20.
- Blas, C., G. González., A. Argamenteria. 1987. Nutrición y Alimentación del Ganado. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Bond T.E., W.N. Garrett, R.L. Givens, S.R. Morrisson. 1970. Comparative effects of mud, wind and rain on beef cattle performance. Paper N° 70-406. Annual Meeting, American Society of Agricultural Engineers (ASAE).
- Brandt, R.T. 1994. Manejando el crecimiento del ganado en corral de engorda. pp: 250 – 262. In: Seminario Internacional Sobre Ganadería Intensiva Estabulada en México. Ralston Purina Internacional. Monterrey, N.L., México.
- Brooks, J.W. 1971. Brewers grains-nutrient composition. Proc. 26th Ann. Texas Nutr. Conf. Texas A & M University, College Station. Texas, USA.
- Brosh, A., Y. Aharoni, A.A. Degen, D. Wright, and B. Young. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. J. Anim. Sci. 76:2671–2677. USA.
- Brown, C.J., C. Luecker, C. Melton, W.T. Wallace, C. Bittle, R. Parham, R.S. Honca, and M.L. Ray. 1967. An analysis of 4 years of cooperative beef bull testing at central testing stations in Arkansas. J. Anim. Sci. 26:201 (Abstr.). USA.
- Brown, A.H., J.D. Simpson, C.J. Brown. 1984. Trends in performance traits of bull. Arkansas Cooperative beef Bull Test, 1962 through 1982. Bull, 894. Arkansas Agr. Exp. Station. Fayetteville, Arkansas, USA. pp. 17.
- Calsamiglia, S., A. Bach y A. Ferret. 2004. Subproductos Húmedos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, España. 28 pp.
- Callawaawaaway, E.S., S.A. Martín. 1997. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. J. Dairy Sci. 80:2035-2044.

- Chademana, I., N.W. Offer. 1990. The effect of dietary inclusion of yeast culture on digestion in the sheep. *Anim. Prod.* 50:483-489.
- Chewning, J.J., A.H. Brown, Z.B. Johnson, C.J. Brown. 1990. Breed means for average daily gain, feed conversion and intake of beef bulls during postweaning feedlot performance tests. *J. Anim. Sci.* 68: 1550 – 1504.USA.
- Coleman, S. W., and B. C. Evans. 1986. Effect of nutrition, age and size on compensatory growth in two breeds of steers. *J. Anim. Sci.* 63:1968.USA.
- Crickenberger, R.G., D.G. Fox and W.T. Magee. 1978. Effect of cattle size and protein level on the utilization of high corn silage or high grain rations. *J. Anim. Sci.* 46:1748. USA.
- Crickenberger, R.G., B.H. Johnson. 1982. Effect of Feeding Wet Brewers Grains to Beef Heifers on Wintering Performance, Serum Selenium and Reproductive Performance. *J. Anim. Sci.* 54:18-22. North Caroline, USA.
- Dawson, K.A. 1993. Current and future role of yeast culture in animal production: A Review of Research over the last Seven Years. In: E. Lyons Ed. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium*. Nicholasville, KY, USA. pp. 269-291.
- Dawson, K.A. 1992. Current and future role of yeast culture in animal production: A review of research over the last Seven Years. In: E. Lyons Ed. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium*. Nicholasville, KY, USA. pp. 269-291.
- Dawson, K.A., K.E. Newman. 1987. Fermentation in rumen stimulating continuous cultures receiving probiotic supplements. *J.Anim.Sci.* 66(suppl.1):500.
- Dildey, D. 1988. Getting paid for milk quality: Improving milk composition, Alltech's fourth symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, K.Y., USA. pp. 45-65.
- Di Marco, O. 2006. Eficiencia de la Utilización del Alimento en Vacunos. *Revista Visión Rural*, N° 61. Bs. As, Argentina.

- Drenan, M.J., A.P. Moloney. 1993. Effect of yeast culture on growth of beef cattle fed on grass silage plus barley- based concentrates. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 32(2):125-132.
- Dhuyvetter, J.M., R.R. Frahm, D.M Marshall. 1985. Comparison of Charolais and Limousin as Terminal Cross Sire Breeds. *J. Anim. Sci.* 60:935-941. USA.
- Dyer, I.A. y C.C. O'Mary. 1975. Engorde a Corral. Ed. Hemisferio Sur. Bs. As, Argentina. pp. 136 – 137.
- Fallon, R.J. and F. Harle. 1987. The effect of yeast culture inclusion in the concentrate diet on calf performance. *J. Dairy Sci.* 70:2051-2062.
- Gallowaway, D.L., A.L. Goetschch, W. Sun, L.A. Forester Jr. 1991. Effect of addition of sodium bicarbonate salt, *Aspergillus oryzae* culture extract, niacin, lysine or phenylalanine to ground corn-based supplements on feed intake and digestion by Holstein steers consuming Bermuda grass (*Cynodon dactylon*) hay. *Animal Feed Sci. and Technology*. 32:261-273.
- García, E.R., T.R. López. 1993. Prueba de Comportamiento de Toretos Alimentados en Corral. Seminario: Nutrición de Rumiantes. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 78 – 87.
- García, E. 1994. Comportamiento de cabras criollas en crecimiento alimentados con dietas a base de Harinolina / Sorgo o Harinolina / Cebada suplementadas con vitaminas del complejo B. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- García, R. S. 2007. Artículo Técnico: Las Levaduras para la Alimentación de los porcinos (*Saccharomyces Cerevisiae*). Engormix, México.
- Garciaarena, A.C., C.C Hofer, A.R. Monje, M. Gomez. 1992. Efecto de la Suplementación con Malta Húmeda Sobre el Ambiente Ruminal y la Dinámica de Digestión. INTA. Concepción, Uruguay.
- Greive, D.G. 1979. Feed intake and growth of cattle fed liquid brewer's yeast. *Can. J. Anim. Sci.* 59:89.
- Guzman, S.M.A. 1992. Prueba de comportamiento en Toretos de Diferentes Grupos Raciales Prospectos a Sementales. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 10 – 12.
- Hahn, G. L. 1994. Environmental requirements of farm animals. In *Handbook of Agricultural Meteorology*. J. F.Griffiths. Ed. Oxford Univ. Press, New York, USA. Pages 220–235.

- Hahn, G. L. 1995. Environmental influences on feed intake and performance of feedlot cattle. In Proc. Intake by Feedlot Cattle Symp. F. N. Owens. Ed. Oklahoma State Univ, Stillwater. Pages 207–225.
- Harris, L.E., J.M. Asplund and E.W. Crampton. 1968. An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. Utah Agr. Exp. Sta. Bull. USA. pp 479.
- Harris, B. and R. Lobo. 1988. Feeding yeast culture to lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 70(suppl. 1):276.
- Harrison, G.A., R.W. Hemken, K.A. Dawawson, R.J. Harmon, K.E. Newman, M.C. Morehead. 1987 Yeast culture supplements in diets of lactating cows. J. Dairy Sci. 70(suppl. 1):218.
- Harvey, R.W., J.C. Burns, T.N. Blumer and A.C. Linnerud. 1975. Influence of Early Weaning on Calf and Pasture Productivity. J. Anim. Sci. 41: 740 – 746.USA.
- Hatch, C. F., T. W. Perry, M. T. Mohler and W. M. Beeson, 1972. Effect of corn distillers solubles and brewers dried grains with yeast in urea-containing rations on steer performance. J. Anim. Sci. 34: 326. USA.
- Henderson, L.E. and R.L Quaas. 1976. Multiple trait evaluation using relatives records. J.Anim.Sci. 24:652. USA.
- Hernández J., C. Castillo, P. Vázquez, V. Pereira, R. Vecillas, M. López alonso y J.L. Benedito. 2007. Efectos de la suplementación con monensina o *saccharomyces cerevisiae* sobre parametros productivos e hidroelectroliticos en terneros en fase de crecimiento. Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Hoffer C.C., A.R. Monje, A.D. Garciarena. 1992. Evaluación de la Malta Húmeda en la Dieta de Terneros Destetados Precozmente en Condiciones de Confinamiento. INTA. Concepción Uruguay.
- Homm J.W. 2007. Effects of nutrition and management on feed efficiency, carcass value, and profitability in feedlot cattle. Thesis PhD of Animal Science. University of Illinois. Illinois, USA.
- Homm J.W., L.L Berger, T.G Nash. 2008. Determining the Corn Replacement Value of Wet Brewers Grain for Feedlot Heifers. Department of Animal Science. University of Illinois. Professional Animal Scientist. .24:47-51.

- Hubbard, K.G., D.E. Stooksbury, G.L. Hahn, and T.L. Mader. 1999. A climatological perspective on feedlot cattle performance and mortality related to the temperature-humidity index. J. Prod. Agric. 12:650–653. USA.
- Johnson, R., G.B. Thompson and J.L. Clark. 1972. Dried brewers grains energy values for cattle. J. Anim. Sci. 35:268. (Abstr.). USA.
- Johnson B. J. and B. D. Rops. 2005. The Effects of Energy Source and Yeast (Biosaf Sc47) on Feedlot Performance During the Receiving Period. Animal and Range Sciences Department, and Plant Science Department. South Dakota State University.
- Klosterman, E. W. and C. F. Parker. 1976. Effect of size, breed and sex upon feed efficiency in beef cattle. Ohio Agr. Res. Bull. USA. pp.1008.
- Lara, S.R. 1976. Cuatro niveles de residuo de cervecería (masilla) en la engorda de becerros Holstein. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía – UANL. Marín, Nuevo León. pp. 9-13, 21-33.
- Liu, M.F., M. Makarechian, 1993. Factors influencing growth performance of beef bulls in a test station. J. Anim. Sci. 71:1123 – 1127. USA.
- López, D´S.A. 2008. Engorde de Bovinos en Feedlot: En Búsqueda de Alternativas para Aumentar Rentabilidad. Producir XXI. Bs.As., Argentina. 16(196):36-43.
- López, R.M.C. 2005. Evaluación de la ganancia de peso, características reproductivas y de la canal en toretes de diferentes razas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- López, T.R., B.M. Mellado, O.J. Acosta. 2002. Crecimiento y Características de la Canal de Bovinos Charoláis y Beefmaster Alimentados con Dos Fuentes de Proteína y Dos Niveles de Grasa Sobrepasante. Revista Técnica Pecuaria. DF, México. 40(3):291-298.
- Maciel, D.J. 1986. Alimentación de becerras Charoláis en corral con raciones conteniendo diferentes niveles de residuos de candelilla (*Euphorbia antisiphilituca*) como fuente de forraje. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. pp. 58.

- Mandell, I.B., J.W. Wilton, J.G. Buchanan-Smith y R. Spratt. 1996. Dietary Crude Protein, Slaughter Endpoint and Sire Effects on Growth Performance and Carcass Composition in Charolais Steers. Department of Animal & Poultry Science, University of Guelph Ralston Purina Canada, Inc. Ontario, Canadá.
- Martin, S.A. and D.J. Nisbet. 1992. Effect of directed microbial fermentation. J.Dairy.Sci. 75:1736
- Mcleod, K.R., K.J. Karry, K.A. Dawawson, G.E. Mitchchell Jr. 1991. Influence of yeast culture and monensin on ruminal metabolic end products and feedlot performance, In:T.P. Lyons Ed. Biotechnology in the feed Industry. Alltech's Technical Publications. Nicholasville, Ky.,USA.
- Mendoza, S. 1994. Diseño y Construcción de una Sembradora de Maíz Tesis Licenciatura.UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Merchen, N., T. Hanson and T. Klopfenstein. 1979. Ruminal bypass of brewers dried grains protein. J. Anim. Sci. 49:192. USA.
- Mir Z., P.S. Mir. 1994. Effects of addition of live yeast (*saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets on feed digestibility and in situ degradability. J Anim Sci. (72):537-545.
- Monje, A.R., A.D. Garciarena, C.C. Hofer. 1992. Engorde a Corral de Novillos y Novillitos con Raciones de Alto Contenido de Malta Húmeda. INTA. Concepción, Uruguay.
- Monreal, A.E. 1993. Caracterización del crecimiento testicular, relación con la calidad seminal y factores de ajuste a 400 días de edad en toretes Brangus. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Moran, J.B., N. Holmes. 1978. The application of compensatory growth in gradcereal beef production systems in the United Kingdom. World Rev. Anim. Prod. 14:65
- Moreno, R., C. Ortega, M. Molina. 1989. Evaluación de Dos Razas en el Desarrollo Post-destete de Toretos en el Sistema de Confinamiento. Sonora, México.
<http://www.patrocipes.org.mx/patrocipes/invpec/genetica/G89005.html>

- Morrison, F.B. 1977. Compendio de la Alimentación del Ganado. Ed. Hispano – Americana. México, D.F. pp. 136 – 137.
- Mutsvavangwagwagwa, T., I.E. Edwawards, J.H. Topppps, 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. 55:35-40.
- National Research Council (NRC). 1971. Arias of Nutritional Data on United States and Canadian Feeds. National Academy of Sciences. Washington D.C, USA.
- National Research Council (NRC). 1981. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. National Academy Press. Washington D.C, USA.
- Offer, N.W. 1990. Maximizing fiber digestion in the rumen: the role of yeast culture. In Biotechnology in the Feed Industry ed T.P.Lyons. Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky, USA. pp. 79.
- Ortega, G.J.A., P.J.A Cuervo, G.A Anchondo, P.E.M. Aguilar, G.F.A. Núñez, D.D. Domínguez, V.G. Villalobos. 2006. Caracterización del crecimiento de toretes Charoláis en pruebas de comportamiento. In: XXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. Memorias. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Plata, P.F., M.G. Mendoza, Barcena-Gama, M.S. González. 1994. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on neutral detergent fiber degestion in steer fed oat straw based diets. Anim. Feed Sci. and Technol.49:203-210.
- Porter, R.M. and H.R. Conrad. 1975. Comparative nutritive value of wet and dried brewers grains for dairy cattle. J. Dairy Sci. 58:747. USA.
- Prado, D.R. 1996. Revista de Extensión Tecnovet. Año 2 N°3. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Preston, R.L. and A.L. Moxon. 1973. Response of growing-finishing steers to injected selenium. Ohio Agr. Res. Dev. Center Beef Day Rep. USA. pp 25.
- Preston, R.L., R.D. Vance, and V.R. Cahill. 1973. Energy Evaluation of Brewers Grains for Growing and Finishing Cattle. J. Anim. Sci. 37:174-178. USA.

- Preston, T.R. y M.B. Willis. 1983. Producción Intensiva de Carne. Edit. Diana. México, D.F. pp. 161-192.
- Preston, T.R. y M.B. Willis. 1986. Producción Intensiva de Carne. Edit. Diana. México, D.F. pp. 175.
- Roberson, R.L, J.O. Sanders and Cartwright. 1986. Direct and maternal genetic effects on preweaning characters of Brahman, Hereford and Brahman-Hereford crossbreed cattle. *J.Anim.Sci.* 63:438-446.USA
- Rose, A.H. 1987. A Yeast culture a microorganism for all especies a theoretical look at its mode of action. Proceedings. Alltech's third annual symposium. Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, Kentucky, USA.
- Semptey, F., A. Devisschcher. 1991. A french approach to optimizing rumen utilization of forage. In: T. P. Lyons Eds. Biotechnology in the Feed Industry. Alltech's Technical Publications. Nicholasville, Ky.,USA.
- Teh, T.H., T. Sahahlu, E.N. Escobabar, J.L. Cushawhawhaw. 1987 Effect of live yeast and sodium bicarbonate on lactating goats. *J. Dairy Sci.* 70. Suppl. 1: 200. (Abstr.).
- Tejada, H.I. 1992. Control de Calidad y Análisis de Alimentos Para Animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal. DF, México.
- Toccagni, H. 1977. Bovinos Charoláis. Ed. Albatros. Bs. As, Argentina. pp. 7 – 13.
- Torres, E.H. 1986. Prueba de Comportamiento de Becerros Charoláis. Tesis Licenciatura. Facultad de Agronomía – UANL. Marín, Nuevo León. pp. 17-30.
- Utle P. R., N. W. Bradley and J. A. Boling. Effect of Restricted Water Intake on Feed Intake, Nutrient Digestibility and Nitrogen Metabolism in Steers. *J Anim Sci* 1970. 31:130-135.
- Wiedmeier, R.D., M.J. Arambel and J.L. Welters. 1987. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 70: 2063 –2068.
- Williams, A.G., G.S. Coleman. 1988. The rumen protozoa. In: P.N. Hobson (Ed). The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Applied Sci. London and New York. pp 77-128.
- Williams, P.E.V. 1989. The mode of action of yeast culture ruminants diets: review of the effect on rumen fermentation patterns. In: T.P. Lyons

Eds. Alltech's 5th Annual symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, K.Y.,USA.

Williams P.E.V, C.A.G Tait, G.M. Innes, C.J. Newbold. 1994. Effects of inclusion of yeast culture (*saccharomyces cerevisiae*) in the diet of dairy cows on milk yield and forege degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. J Anim Sci (69):3016-3022.

Willis, M.B., y T.R. Preston. 1986. The performance of different breeds of beef cattle in Cuba. Anim. Prod. 10:77. USA.

Woodward, B.W., E.J. Pollak and R.L. Quaas. 1989. Adjusting weaning weights of Simental beef calves and age-constant basis. J.Anim.Sci. 64:20-27.USA.

Zaragoza H.C., O.J. Ayala y M.G.D. Mendoza. 2001. Uso de *saccharomyces cerevisiae* y monensina sódica en raciones con distinto nivel de proteína para vaquillas Holstein. INIFAP. Revista Técnica Pecuaria. México, México. pp. 207 – 214.

8. APÉNDICE

A. Resultados del análisis proximal

Fase 1

Cuadro 8.1. Resultados del análisis proximal realizado a las muestras de las dietas utilizadas en la prueba de comportamiento

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
% MST	93	92	92	93	93	93
% Humedad	7	8	8	7	7	7
% MO	89	90	90	89	90	91
% Cenizas	11	10	10	11	10	9
% PC	10	8	8	9	9	12
% FC	10	9	7	9	13	13
% FDA	14	13	9	12	18	16
% FDN	20	20	14	19	27	32

Valores en %

Fase 2

Cuadro 8.2. Resultados del análisis proximal realizado a las muestras de las dietas utilizadas en la prueba de comportamiento

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
% MST	89	90	91	90	91	91
% Humedad	11	10	9	10	9	9
% MO	89	89	88	89	88	87
% Cenizas	11	11	12	11	12	13
% PC	9	8	11	8	8	8
% FC	7	7	8	6	7	7
% FDA	8	9	10	8	9	10
% FDN	21	23	25	22	23	25

Valores en %

Fase 3

Cuadro 8.3. Resultados del análisis proximal realizado a las muestras de las dietas utilizadas en la prueba de comportamiento

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
% MST	92	91	88	91	92	92
% Humedad	8	9	12	9	8	8
% MO	88	82	88	90	88	88
% Cenizas	12	18	12	10	12	12
% PC	7	6	8	7	8	7
% FC	6	7	8	7	7	9
% FDA	8	6	9	8	8	9
% FDN	18	14	23	21	22	24

Valores en %

B. Análisis Estadístico

Análisis de covarianza

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	2	1 2
B	3	1 2 3
REP	3	1 2 3

Dependent Variable: **Consumo Diario**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	20.87121526	3.47853588	17.75	<.0001
Error	11	2.15608324	0.19600757		
Corrected Total	17	23.02729850			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CD Mean
0.906368	3.750815	0.442727	11.80350

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	11.20380006	11.20380006	57.16	<.0001
B	2	7.21914233	3.60957117	18.42	0.0003
A*B	2	1.52598878	0.76299439	3.89	0.0527
PI	1	0.92228409	0.92228409	4.71	0.0529

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	11.02717738	11.02717738	56.26	<.0001
B	2	7.33538784	3.66769392	18.71	0.0003
A*B	2	1.22624309	0.61312154	3.13	0.0840
PI	1	0.92228409	0.92228409	4.71	0.0529

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	11.16051700 B	1.26232267	8.84	<.0001
A 1	-2.29936533 B	0.36452905	-6.31	<.0001
A 2	0.00000000 B	.	.	.
B 1	-2.06583502 B	0.36323157	-5.69	0.0001
B 2	-1.37141584 B	0.37727131	-3.64	0.0039
B 3	0.00000000 B	.	.	.
A*B 1 1	0.99835018 B	0.52172472	1.91	0.0820
A*B 1 2	1.20190573 B	0.51162157	2.35	0.0385
A*B 1 3	0.00000000 B	.	.	.
A*B 2 1	0.00000000 B	.	.	.
A*B 2 2	0.00000000 B	.	.	.
A*B 2 3	0.00000000 B	.	.	.
PI	0.00826768	0.00381143	2.17	0.0529

Dependent Variable: **Ganancia diaria de peso (GDP)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.11933077	0.01988846	0.34	0.9004
Error	11	0.63984373	0.05816761		
Corrected Total	17	0.75917450			

R-Square
0.157185

Coeff Var
13.73069

Root MSE
0.241180

GDP Mean
1.756500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.00029606	0.00029606	0.01	0.9444
B	2	0.10770433	0.05385217	0.93	0.4250
A*B	2	0.00932144	0.00466072	0.08	0.9235
PI	1	0.00200894	0.00200894	0.03	0.8560

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	0.00033791	0.00033791	0.01	0.9406
B	2	0.08555290	0.04277645	0.74	0.5015
A*B	2	0.00948413	0.00474207	0.08	0.9223
PI	1	0.00200894	0.00200894	0.03	0.8560

Parameter		Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept		1.937481867 B	0.68766129	2.82	0.0167
A	1	-0.063425655 B	0.19858038	-0.32	0.7554
A	2	0.000000000 B	.	.	.
B	1	-0.155934730 B	0.19787357	-0.79	0.4473
B	2	-0.013932811 B	0.20552184	-0.07	0.9472
B	3	0.000000000 B	.	.	.
A*B	1 1	0.051880281 B	0.28421410	0.18	0.8585
A*B	1 2	0.112391274 B	0.27871032	0.40	0.6945
A*B	1 3	0.000000000 B	.	.	.
A*B	2 1	0.000000000 B	.	.	.
A*B	2 2	0.000000000 B	.	.	.
A*B	2 3	0.000000000 B	.	.	.
PI		-0.000385864	0.00207631	-0.19	0.8560

Dependent Variable: Conversi3n alimenticiaCA)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4.93668496	0.82278083	1.32	0.3267
Error	11	6.86781104	0.62434646		
Corrected Total	17	11.80449600			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CA Mean
0.418204	11.63991	0.790156	6.788333

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	2.54176089	2.54176089	4.07	0.0687
B	2	1.61665600	0.80832800	1.29	0.3127
A*B	2	0.24597911	0.12298956	0.20	0.8240
PI	1	0.53228896	0.53228896	0.85	0.3756

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	2.47904003	2.47904003	3.97	0.0717
B	2	0.87628638	0.43814319	0.70	0.5166
A*B	2	0.11283540	0.05641770	0.09	0.9143
PI	1	0.53228896	0.53228896	0.85	0.3756

Parameter		Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept		5.600214240 B	2.25292528	2.49	0.0303
A	1	-0.935201706 B	0.65059174	-1.44	0.1784
A	2	0.000000000 B	.	.	.
B	1	-0.523044534 B	0.64827607	-0.81	0.4369
B	2	-0.660039956 B	0.67333344	-0.98	0.3480
B	3	0.000000000 B	.	.	.
A*B	1 1	0.395654232 B	0.93114609	0.42	0.6791
A*B	1 2	0.182501639 B	0.91311454	0.20	0.8452
A*B	1 3	0.000000000 B	.	.	.
A*B	2 1	0.000000000 B	.	.	.
A*B	2 2	0.000000000 B	.	.	.
A*B	2 3	0.000000000 B	.	.	.
PI		0.006280943	0.00680243	0.92	0.3756

Dependent Variable: **Consumo en porcentaje al peso vivo(C%PV)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	3.52412366	0.58735394	20.32	<.0001
Error	11	0.31793284	0.02890299		
Corrected Total	17	3.84205650			

R-Square
0.917249

Coeff Var
4.445255

Root MSE
0.170009

CPV Mean
3.824500

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	1.11651606	1.11651606	38.63	<.0001
B	2	1.10719033	0.55359517	19.15	0.0003
A*B	2	0.04209744	0.02104872	0.73	0.5046
PI	1	1.25831983	1.25831983	43.54	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	1.17910518	1.17910518	40.80	<.0001
B	2	0.64890405	0.32445202	11.23	0.0022
A*B	2	0.06734886	0.03367443	1.17	0.3476
PI	1	1.25831983	1.25831983	43.54	<.0001

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	7.398118682 B	0.48473604	15.26	<.0001
A 1	-0.686770871 B	0.13998035	-4.91	0.0005
A 2	0.000000000 B	.	.	.
B 1	-0.599132912 B	0.13948211	-4.30	0.0013
B 2	-0.341951101 B	0.14487342	-2.36	0.0378
B 3	0.000000000 B	.	.	.
A*B 1 1	0.266294003 B	0.20034400	1.33	0.2107
A*B 1 2	0.257837854 B	0.19646436	1.31	0.2161
A*B 1 3	0.000000000 B	.	.	.
A*B 2 1	0.000000000 B	.	.	.
A*B 2 2	0.000000000 B	.	.	.
A*B 2 3	0.000000000 B	.	.	.
PI	-0.009657098	0.00146360	-6.60	<.0001

The MEANS Procedure

Variable	Mean	Minimum	Maximum
A	1.5000000	1.0000000	2.0000000
B	2.0000000	1.0000000	3.0000000
REP	2.0000000	1.0000000	3.0000000
PI	311.0555556	252.0000000	374.0000000
CD	11.8035000	10.0660000	14.5120000
GDP	1.7565000	1.3130000	2.0940000
CA	6.7883333	5.2420000	7.9160000
CPV	3.8245000	3.1010000	4.9060000

Diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB

TABLA DE DATOS

VARIABLE: Consumo Diario

		REPETICIONES		
A	B	1	2	3
1	1	10.4250	10.6210	10.0500
1	2	10.9940	11.0820	11.7150
1	3	11.0210	11.6570	11.6200
2	1	11.1780	11.9970	11.8250
2	2	12.1130	12.8510	12.1180
2	3	13.1660	13.6910	14.3390

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	11.033936	11.033936	61.3923	0.000
FACTOR B	2	7.360596	3.680298	20.4770	0.000
INTERACCION	2	1.241699	0.620850	3.4544	0.064
ERROR	12	2.156738	0.179728		
TOTAL	17	21.792969			

C.V. = 3.59%

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	11.020556
2	12.586445

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIA
1	11.016000
2	11.812167
3	12.582334

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR A	FACTOR B			MEDIA
	1	2	3	
1	10.3653	11.2637	11.4327	11.0206
2	11.6667	12.3607	13.7320	12.5864
MEDIA	11.0160	11.8122	12.5823	11.8035

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

 TRATAMIENTO MEDIA

2 12.5864 A
 1 11.0206 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.4355

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

 TRATAMIENTO MEDIA

3 12.5823 A
 2 11.8122 B
 1 11.0160 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.5333

TABLA DE DATOS**VARIABLE: Ganancia Diaria de Peso**

A	B	REPETICIONES		
		1	2	3
1	1	1.5210	2.0940	1.3130
1	2	1.5940	1.9580	2.0310
1	3	1.6880	2.0420	1.5310
2	1	1.6150	1.7500	1.6150
2	2	1.7710	1.9900	1.6670
2	3	1.8230	1.7810	1.8330

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	0.000294	0.000294	0.0055	0.940
FACTOR B	2	0.107708	0.053854	1.0069	0.396
INTERACCION	2	0.009327	0.004663	0.0872	0.917
ERROR	12	0.641846	0.053487		
TOTAL	17	0.759174			

C.V. = 13.17%

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	1.752445
2	1.760556

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIA
1	1.651333
2	1.835167
3	1.783000

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR A	FACTOR B			MEDIA
	1	2	3	
1	1.6427	1.8610	1.7537	1.7524
2	1.6600	1.8093	1.8123	1.7606
MEDIA	1.6513	1.8352	1.7830	1.7565

Comparación de medias

NO SE HACE LA COMPARACION DE MEDIAS PORQUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS NIVELS DE LOS FACTORES A Y B NI EN LA INTERACCION AxB.

TABLA DE DATOS**VARIABLE: Conversión Alimenticia**

A	B	REPETICIONES		
		1	2	3
1	1	6.9200	5.2400	7.6700
1	2	6.7000	5.5700	5.7200
1	3	6.7000	5.5900	7.6000
2	1	6.7200	6.8000	7.6500
2	2	6.7700	6.2100	7.4200
2	3	7.2400	7.7500	7.9200

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	2.546265	2.546265	4.1334	0.062
FACTOR B	2	1.638916	0.819458	1.3302	0.301
INTERACCION	2	0.241150	0.120575	0.1957	0.826
ERROR	12	7.392334	0.616028		
TOTAL	17	11.818665			

C.V. = 11.56%

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	6.412222
2	7.164444

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIA
1	6.833333
2	6.398333
3	7.133333

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR A	FACTOR B			MEDIA
	1	2	3	
1	6.6100	5.9967	6.6300	6.4122
2	7.0567	6.8000	7.6367	7.1644
MEDIA	6.8333	6.3983	7.1333	6.7883

Nota: NO SE HACE LA COMPARACION DE MEDIAS PORQUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS NIVELES DE LOS FACTORES A Y B NI EN LA INTERACCION AxB.

TABLA DE DATOS**VARIABLE: Consumo en base al % de PV en BMS**

A	B	REPETICIONES		
		1	2	3
1	1	3.3730	3.5150	3.2350
1	2	3.5460	3.5560	3.7680
1	3	3.6060	3.7800	3.7370
2	1	3.6140	3.8630	3.9090
2	2	3.9060	4.3360	3.9150
2	3	4.2270	4.3830	4.5730

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	1.180725	1.180725	44.5182	0.000
FACTOR B	2	0.653564	0.326782	12.3210	0.002
INTERACCION	2	0.068451	0.034225	1.2904	0.311
ERROR	12	0.318268	0.026522		
TOTAL	17	2.221008			

C.V. = 4.26%

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR A

FACTOR A	MEDIA
1	3.568444
2	4.080667

TABLA DE MEDIAS DEL FACTOR B

FACTOR B	MEDIA
1	3.584833
2	3.837833
3	4.051000

TABLA DE MEDIAS DE TRATAMIENTOS AB

FACTOR A	FACTOR B			MEDIA
	1	2	3	
1	3.3743	3.6233	3.7077	3.5684
2	3.7953	4.0523	4.3943	4.0807
MEDIA	3.5848	3.8378	4.0510	3.8246

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR A

TRATAMIENTO	MEDIA
2	4.0807 A
1	3.5684 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.1673

COMPARACION DE MEDIAS DEL FACTOR B

TRATAMIENTO	MEDIA
3	4.0510 A
2	3.8378 B
1	3.5848 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.2049

C. Resultados por cada fase

Cuadro 8.4. Resultados obtenidos para la fase 1 para las variables de medida consumo diario (CD), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y consumo en base al porcentaje del peso vivo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Consumo de alimento (kg/día)	11.233	11.116	11.311	11.375	11.963	14.697
Ganancia de peso (kg/día)	2.378	2.820	2.703	2.694	2.631	2.685
Conversión alimenticia (kg de alimento/kg de ganancia)	4.781	3.942	4.243	4.256	4.550	5.555
Consumo de alimento (% del peso vivo)	3.41	3.85	3.65	3.64	4.12	4.53

Cuadro 8.5. Resultados obtenidos para la fase 2 para las variables de medida consumo diario (CD), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y consumo en base al porcentaje del peso vivo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Consumo de alimento (kg/día)	10.140	11.644	11.208	11.616	11.978	12.543
Ganancia de peso (kg/día)	1.381	1.143	0.440	0.762	1.417	1.298
Conversión alimenticia (kg de alimento/kg de ganancia)	7.367	11.080	26.930	22.110	8.801	10.316
Consumo de alimento (% del peso vivo)	2.42	2.96	2.73	2.82	3.07	2.96

Cuadro 8.6. Resultados obtenidos para la fase 3 para las variables de medida consumo diario (CD), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y consumo en base al porcentaje del peso vivo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Consumo de alimento (kg/día)	10.193	10.484	11.803	12.107	12.768	14.286
Ganancia de peso (kg/día)	1.484	1.366	1.806	1.237	1.183	1.237
Conversión alimenticia (kg de alimento/kg de ganancia)	7.204	8.169	6.712	9.985	11.109	11.771
Consumo de alimento (% del peso vivo)	2.24	2.47	2.79	2.88	2.84	3.18