



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN SUPLEMENTADO
CON CULTIVOS DE LEVADURAS VS. EL USO DE UN β -AGONISTA EN
BOVINOS PARA CARNE FINALIZADOS EN CONFINAMIENTO**

**TESIS QUE PRESENTAN PARA OBTENER GRADO DE INGENIERO
AGRONOMO ZOOTECNISTA:**

HUAZO ELIZALDE RAYMUNDO

MURGA CARRILLO JESÚS MERCED

BAJO LA DIRECCION:

PROFESOR INVESTIGADOR DE RUMIANTES

MC: HERMILO SUÁREZ DOMÍNGUEZ

Chapingo, México; Junio de 2008.

INTRODUCCION:

El crecimiento poblacional demanda cada vez una mayor producción de alimentos de origen animal, entre ellos la carne de bovino, tanto en calidad como cantidad. A su vez, ello exige la mejora de los métodos de producción, la introducción de nuevas tecnologías, el aprovechamiento y eficiencia en el uso de nuevas fuentes de alimento y la continua intensificación de la producción agropecuaria de manera sustentable, con procesos de calidad y en compatibilidad con la salud humana.

En México, el estudio y aplicación de algunos aditivos alimenticios y promotores de crecimiento es amplio; sin embargo, otros se han estudiado de manera limitada o nula, o bien, de otros se desconocen las funciones y reacciones que se puedan provocar (Aguayo y Carreño, 2006).

Inicialmente, los β -agonistas se utilizaron para el tratamiento de afecciones respiratorias. Posteriormente se descubrió que con dosis mayores a las terapéuticas se favorecía la síntesis de proteína y disminuía la de grasa, en ganado bovino, ovino, porcino y aves. Sin embargo, la utilización de estos compuestos en el ganado provoca acumulación residual en algunos tejidos comestibles, lo que puede provocar intoxicaciones a las personas que los consuman. Por esta razón, se prohibió el uso de algunos β -agonistas (como clenbuterol, salbutamol, bromobuterol, etc.) como aditivos en producción animal, a excepción de zilpaterol y ractopamina (Aguayo y Carreño, 2006).

La demanda de productos que no generan residuos tóxicos, ha dado como resultado el uso de probióticos microbianos en la engorda de bovinos. Se destaca principalmente a las levaduras a base de *Saccharomyces cerevisiae*, en combinación con ciertos minerales, como Se, Cr, Cu, Co, Mo, Mn y Zn.

Por lo expuesto, el objetivo de este estudio consistió en evaluar el efecto de la combinación probiótico – β -agonista (clorhidrato de zilpaterol) vs. el uso de dos probióticos, uno a base de levaduras y otro de levaduras enriquecidas con minerales orgánicos en la finalización de bovinos para carne.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS:

El presente estudio se propuso evaluar el comportamiento productivo (explicado en términos de la ganancia de peso, consumo de alimento, y conversión alimenticia) de bovinos en finalización en dos fórmulas comerciales basadas en distintos promotores de crecimiento.

Como hipótesis se planteó que la combinación entre un cultivo de levaduras y una mezcla de minerales orgánicos provocará mejor respuesta productiva en el ganado, en comparación con una fórmula que contiene un cultivo de levaduras y una sustancia β -agonista.

MATERIALES Y MÉTODOS:

LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en los corrales de engorda ADDTUL, ubicada en Xalapa, Veracruz.

ANIMALES Y MANEJO

Los animales utilizados fueron producto del cruzamiento entre las razas Cebú, Charolais, Pardo Suizo Europeo y Limousin, en diferentes proporciones. Se formaron seis grupos y tres por cada tratamiento experimental. El primer tratamiento (**T1**) consistió en adicionar un cultivo de levaduras (Ganadero Plus®), y levaduras enriquecidas con minerales orgánicos (Beef-8-Ways®). El segundo tratamiento (**T2**) consistió en suplementar con un cultivo de levaduras (Procreatin 7®) más un β -agonista (Zilmax®). Más información en relación con los tratamientos experimentales se muestra en los cuadros 2 y 3.

La fase de campo duró 96 ± 4 días. Se utilizaron las mismas dietas para cada tratamiento. El plan de manejo alimentario comprendió las etapas de recepción, desarrollo, adaptación y finalización, cada una con una duración de 20, 20, 21 y 35 días, respectivamente.

El manejo profiláctico fue el mismo para todos los grupos experimentales. Consistió en la aplicación de una vacuna (5 ml de Ultravac 7/somubac®) para prevención de clostridiasis. Además, se aplicó una dosis de vacuna (2 ml de One Shot®) para la prevención de la pasterelosis neumónica y una dosis de vacuna (2 ml de Bovi Shield 4®) contra rinotraqueitis infecciosa bovina, diarrea viral bovina, parainfluenza 3 y virus respiratorio sincitial bovino, Lab. Pfizer). También se aplicó una dosis de vitaminas (3 ml de Seba ADE, Lab Pisa Agropecuaria), se desparasitó (Ectosin MP, ivermectina Lab Pisa Agropecuaria, y Trodax®, nitroxinil Lab Merial), y se aplicó un implante con una composición de 140 mg de acetato de trenbolona, 24 mg de estradiol y 29 mg de tartrato de tilosina (Component TE-S-Tylan, Elanco) a todos los animales.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales.

Producto	Tratamiento 1	Tratamiento 2
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS		
Beef-8-Ways® (Biotecap S.A. de C.V.)	1 kg ton ⁻¹ durante toda la engorda	-----
Ganadero Plus® (Biotecap S.A. de C.V.)	1.5 kg ton ⁻¹ primeros 45 días 1 kg ton ⁻¹ posterior a los 45 días	-----
Zimax® (Intervet)	-----	0.125 kg ton ⁻¹ los últimos 32 días de la engorda
Procreatin 7® (Lesaffre)	-----	2 kg ton ⁻¹ durante toda la engorda

Cuadro 2. Promedios de número de animales, PVI y PVF por repetición.

Tratamientos	Tratamiento 1			Tratamiento 2		
Corral	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Número de Animales	70	85	101	68	85	85
Peso Vivo Inicial (kg)	354.44	370.26	292.93	373.91	348.78	268.16
Peso Vivo Inicial (kg)	335.3			327.6		
Peso Vivo Final (kg)	514.86	531.52	506.13	518.18	488.79	477.13

ALIMENTACIÓN

Los animales se sometieron a una dieta de recepción durante 20 días. La cantidad de alimento ofrecido estuvo en función del consumo promedio, y se ajustó aumentando o disminuyendo la cantidad en 5% respecto a la cantidad ofrecida el día anterior, según fuera el caso.

La alimentación fue proporcionada dos veces al día (7:00 y 15:30 horas) ofreciendo el 60% en la mañana y el resto en la tarde. Antes del ofrecimiento del alimento en las mañanas se hizo la lectura de comederos para determinar la cantidad de alimento a ofrecer en ese día; en caso de un excedente alto en el comedero, el alimento se retiraba, pesaba y contabilizaba. En los anexos 1 a 8 se muestran las dietas experimentales.

VARIABLES DE RESPUESTA

Se consideraron 4 variables de respuesta. Tres correspondieron a los resultados técnicos y una al análisis económico.

El consumo de alimento se determinó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado; y se expresó en kg de MS animal⁻¹ por día y total. Cada kg de alimento contenía 89% de MS. Los datos se analizaron durante todo el experimento.

La ganancia diaria de peso se determinó mediante la diferencia entre el peso vivo final y el peso vivo inicial dividida por la cantidad de días transcurridos durante la fase experimental; esta variable se reporta en kilogramos de PV animal⁻¹ d⁻¹.

La conversión alimenticia expresa los kg de alimento consumidos por el animal para aumentar en un kg el peso corporal. Se calculó al dividir al consumo de alimento entre la ganancia total de peso durante la fase experimental.

La relación beneficio a costo se obtuvo al dividir los ingresos obtenidos por la venta de los productos generados durante el experimento, entre los costos realizados durante la fase experimental. Se expresó en términos absolutos. Como elementos de la estructura de los costos se consideraron el costo del torete (peso de torete por costo por kilogramo), la alimentación (consumo de alimento en kilogramos por costo por kilogramo de alimento), los medicamentos, el manejo de recepción, el beta agonista y los probióticos.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y MODELO ESTADÍSTICO

Los animales se distribuyeron completamente al azar en cada tratamiento. El experimento constó de una sola fase, con 2 tratamientos y 3 repeticiones cada uno. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (GLM; SAS, 1999), y la comparación de promedios mediante la prueba de Tukey. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_{pi} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable respuesta correspondiente al i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = Media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_{pi} = Coeficiente de la covariable asociada al PVI.

ϵ_{ij} = Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados del presente estudio incluyen el análisis del consumo de alimento (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), y la comparación económica entre los tratamientos.

En el cuadro 3 se puede ver que todas las variables del comportamiento productivo del ganado mostraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) atribuibles a los tratamientos experimentales.

Cuadro 3. Medias de las variables obtenidas en los tratamientos.

Variables	T1	T2
Consumo de alimento (kg / d)	11.54 ^a	10.70 ^b
Consumo Total (kg)	1,109 ^a	1,026 ^b
Ganancia diaria (kg)	1.90 ^a	1.73 ^b
Ganancia total (kg / animal)	181.7 ^a	165.7 ^b
Peso Vivo Final (PVF; kg)	516.9 ^a	493.0 ^b
Conversión alimenticia	6.11 ^a	6.21 ^b
Duración del proceso (d)	96 ^a	95 ^a

Medias con diferente letra en cada fila son diferentes ($P < 0.05$)

En términos del consumo de alimento las diferencias entre tratamientos fueron de 0.84 kg animal⁻¹ d⁻¹. En términos relativos, esas diferencias fueron equivalentes a 7.6%. Esto quiere decir que la incorporación de levaduras (T1) provocó un mayor consumo. Este efecto fue observado también por Aguirre y Bravo (1995) y por Franco y Hernández (1996), quienes encontraron resultados similares en condiciones parecidas a las de este estudio.

En términos prácticos, las diferencias en el consumo son cercanas a 81 kg de alimento por cada bovino finalizado. Este aspecto recobra importancia en la relación beneficio costos que se describe más adelante.

Para entender mejor las diferencias entre tratamientos, en la figura 1 se muestra el consumo diario de alimento, donde se observa una diferencia de 0.83 kg animal⁻¹ d⁻¹.

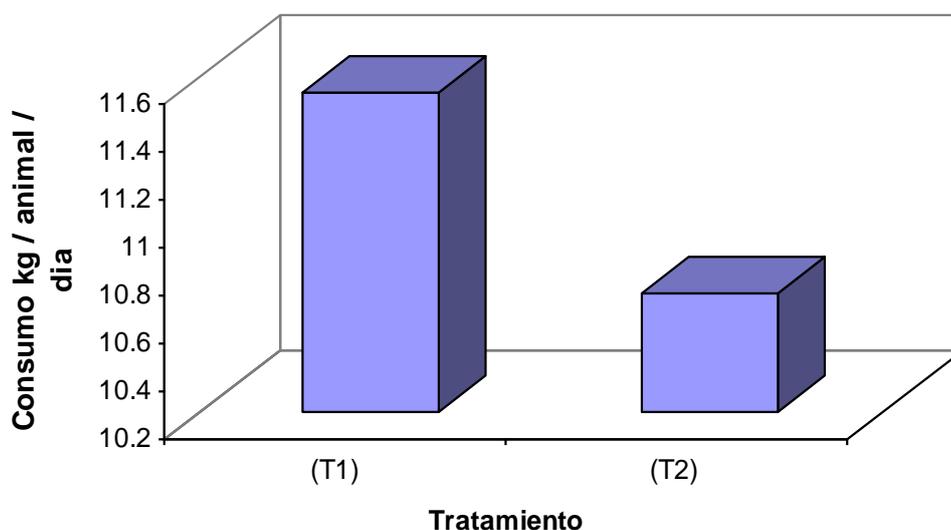


Figura 1. Efecto de los cultivos de levaduras y clorhidrato de zilpaterol en el consumo diario de alimento durante el periodo de engorda de bovinos para carne en confinamiento.

Esto quiere decir que los cultivos de levaduras (T1) favorecieron un mayor consumo de alimento al inicio del periodo de engorda, prolongándose este efecto hasta el final de la misma.

El incremento en el consumo cuando se adiciona *Saccharomyces cerevisiae*, se ha relacionado con una mejor eficiencia para degradar la materia seca y sus componentes, debido posiblemente a una mayor masa microbiana ruminal, propiciada por un pH más adecuado para las bacterias ruminales; además, se supone que se provoca un incremento en la tasa de pasaje, dando lugar a un mayor consumo de alimento (Franco y Hernández, 1996).

Propician condiciones de mayor anaerobiosis, con lo que se ve estimulado el desarrollo de microorganismos anaeróbicos estrictos que optimizan el proceso de absorción de minerales especialmente Zn, K, Cu; también producen antibióticos y previenen la síntesis de toxinas, actúa como saborizante natural repercutiendo en el aumento en el consumo de alimento (Hoyos, 1990).

La reducción del consumo de alimento en los animales asignados a la dieta con el β -agonista (T2) podría deberse a que el clorhidrato de zilpaterol actúa directamente sobre el metabolismo del tejido muscular y del tejido adiposo, con lo cual se modifica la eficiencia en la utilización de nutrientes ingeridos (Boletín Veterinario de Intervet, 2005).

Resultados similares fueron observados por Aguirre y Bravo (1995), al probar el efecto de tres cultivos de levaduras comerciales (Yea-sacc, Rumencell y Procreatin 7), similares a los del T1 de este experimento, encontraron que Procreatin 7 favoreció la mayor ganancia diaria de peso (1.74 kg/animal/día), mientras que la menor se dio con Rumencell y testigo ambas con un promedio de 1.29. Los investigadores mencionados observaron que el mayor efecto se provocó durante las primeras semanas del proceso de finalización, y que el efecto sobre el consumo se va reduciendo con el paso de las semanas, un efecto similar se observó en el presente estudio.

El estímulo sobre el consumo de alimento encontrado en este estudio, por efecto del probiótico, concuerda también con lo señalado por otros autores. Por ejemplo, en vacas lecheras Erasmus (1992) y Wholt *et al.* (1991) reportaron incrementos en el consumo de alimento al adicionar *Saccharomyces cerevisiae*; lo mismo que Denegan *et al.* (1992) al adicionar *Aspergillus oryzae*. Asimismo, Adams *et al.* (1981) observaron un incremento en el consumo de 10 a 15% en becerros alimentados con una dieta basada en 50% de concentrado. Además, Jordan y Johnston (1990) encontraron un mayor consumo de alimento en borregos alimentados con dietas a base de grano de maíz y heno de alfalfa con la adición de *Saccharomyces cerevisiae*. También, Franco y Hernández (1996) observaron que la utilización de *Saccharomyces cerevisiae*, en la engorda de toretes Holstein, ocasionó un consumo de alimento superior en 11% respecto al testigo.

Debido al efecto que se provoca sobre la respuesta productiva, Bonaldi (1986), Apligen (1990) y Spedding (1991) señalan que en ganado de engorda se logra mayor consumo si se utiliza *Saccharomyces cerevisiae* o *Lactobacillus acidophilus*.

Por otro lado, los datos obtenidos concuerdan con lo que reportaron Torres y Verdiguél (2007), quienes observaron una disminución de 18% en el consumo de animales tratados con 1.25 mg de clorhidrato de zilpaterol respecto a los animales testigo.

Al parecer, el efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre el consumo de alimento depende de la dosis suministrada al ganado. Por ejemplo, Garza (1998) observó que la dosis de 0.15 mg kg de PV⁻¹ día⁻¹ en la finalización de toretes y vaquillas no provocó efecto sobre el consumo de alimento, en comparación con el testigo. De la misma manera, Plascencia *et al.* (1998) observaron que la adición de 6 ppm de clorhidrato de zilpaterol en dietas para la finalización de toretes Cebú x Charolais x Angus no ocasionó efecto sobre el consumo de alimento.

Sin embargo, Aguayo y Carreño (2006) encontraron una diferencia positiva de 4.24% en el consumo de alimento por efecto de la adición de probiótico a una dieta comercial para bovinos de engorda. De igual forma compararon zilpaterol y ractopamina en una dieta comercial con la adición o no de un probiótico, sin encontrar diferencias entre tratamientos.

Por tanto, se puede proponer que la adición de cultivos bacterianos, como los que se utilizaron en el presente experimento, ocasiona incremento en el consumo de alimento; y que, por el contrario, la adición de cloruro de zilpaterol causa reducciones en el consumo del mismo. En el primer caso, el consumo se incrementa por causa del mejoramiento de las condiciones del medio ruminal; en tanto que, en el segundo caso, la reducción en el consumo se explica ya que el clorhidrato de zilpaterol ejerce su efecto principalmente sobre el metabolismo del tejido muscular y adiposo.

En términos de la ganancia diaria de peso, las diferencias entre tratamientos fueron de 170 g animal⁻¹ d⁻¹. En términos relativos, esas diferencias fueron

equivalentes a 8.9%. Las diferencias se explican por la adición de cultivos microbianos, ya que mejora el consumo y, por lo tanto, la ganancia de peso. Un efecto similar también fue observado por Aguirre y Bravo (1995) y Franco y Hernández (1996), en condiciones similares a las del presente estudio.

En términos prácticos, las diferencias en la ganancia de peso son cercanas a 16 kg de peso vivo por animal finalizado. Como en el caso del consumo de alimento, este aspecto cobra importancia en la relación beneficio costo que se describe más adelante.

Para entender mejor las diferencias entre tratamientos, en la Figura 2 se muestran las ganancias de peso. Como se puede observar, existe una diferencia de $0.17 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

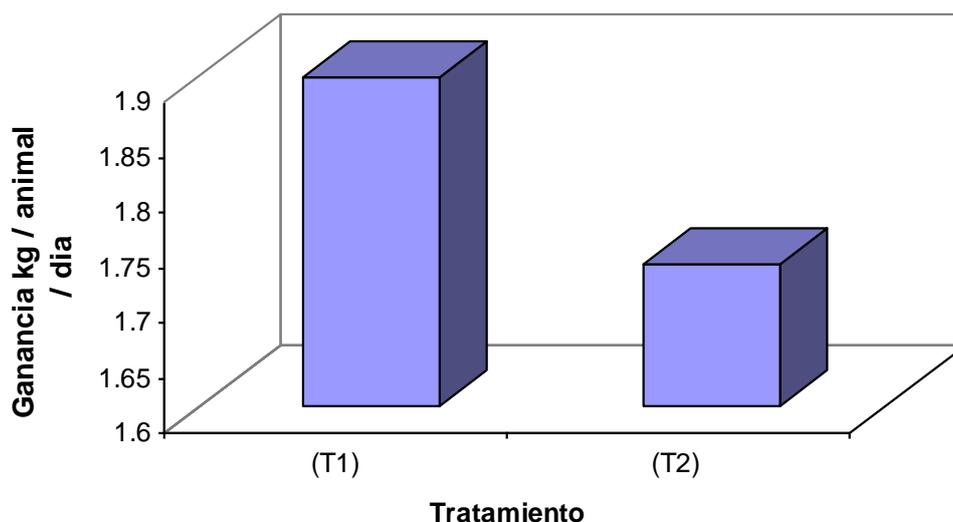


Figura 2. Efecto de los cultivos de levaduras y clorhidrato de zilpaterol en la ganancia diaria de peso durante el periodo de engorda de bovinos para carne en confinamiento.

Se puede observar que los cultivos de levaduras (T1) favorecieron una mayor ganancia de peso desde el inicio hasta el final de la engorda.

La disminución en ganancia del T2 pudo deberse a que hubo una menor población de microorganismos ruminales responsables de la degradación del almidón y CHO's solubles (Franco y Hernández, 1996). Esto puede explicarse

por la diferencia en concentración de *Saccharomyces cerevisiae* (ufc g⁻¹). Por otra parte la menor ganancia obedece directamente al menor consumo mostrado durante todo el periodo de duración del tratamiento.

Resultados similares fueron observados por Aguirre y Bravo (1995) al probar tres probióticos similares a los del T1; no obstante, en aquel estudio las diferencias en la ganancia diaria de peso fueron mayores en 26% respecto al testigo (los valores más alto y más bajo fueron 1.74 y 1.29 kg animal⁻¹ día⁻¹).

El incremento sobre la ganancia de peso encontrado en este estudio, por efecto del cultivo de levaduras concuerda también por lo señalado por otros autores. Por ejemplo, Drennan (1990), al adicionar cultivo de levaduras en dietas basadas en ensilado de maíz se encontró que los animales concluyeron el ciclo de engorda con 15 kg más de peso vivo respecto a los testigo. Asimismo, Fox (1993) mencionó que la incorporación de probiótico a la dieta de ganado puede reducir el efecto depresivo de la tensión asociada con prácticas de producción intensiva. Por ejemplo, ganado transportado grandes distancias y que ingresen a la engorda bajo condiciones desfavorables de tensión y cambios en el manejo, alimentación, etc. presenta una ganancia de peso 13.3% superior cuando recibe un probiótico en la dieta que cuando no lo recibe. De igual forma, Franco y Hernández (1996), quienes utilizaron un probiótico a base de *Saccharomyces cerevisiae* en engorda de toretes Holstein, encontraron que la ganancia diaria de peso para la dieta con probiótico fue superior en 14% en comparación con la dieta testigo.

Sin embargo, los datos reportados por Delgadillo *et al.* (1989), son diferentes a los logrados en este estudio, ya que no encontraron efecto de la adición de un cultivo de levaduras a la dieta de toretes criollos, sobre la ganancia de peso. Sin embargo, anotan una posible tendencia hacia una mayor ganancia de peso cuando el nivel de levadura en dieta fue de 0.15% o superior.

Un efecto contrario fue reportado por Torres y Verdiguél (2007), quienes observaron 15% y 62% en la mejora de la ganancia de peso en animales que recibieron zilpaterol y ractopamina respectivamente, en comparación con los animales testigo. De igual forma, ellos observaron ganancias diarias de peso superiores al testigo en 1.11, 1.04, y 0.7 kg para los tratamientos acetato de

Trenbolona-Zilpaterol, Zeranol-Zilpaterol y Zeranol-Ractopamina, respectivamente.

Al parecer, el efecto del clorhidrato de zilpaterol sobre la ganancia de peso depende de la dosis suministrada. Por ejemplo, Plascencia et al. (1999) observaron que la adición de 60 mg de zilpaterol $\text{animal}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ en dietas para finalización de toretes Cebú x Charolais x Angus ocasionó mejoras del 28% en la ganancia diaria de peso. De forma similar, Garza (1998) utilizando una dosis de 0.15 mg $\text{kg pv}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ reportó ganancias de peso superiores en 22% en toretes en finalización.

Por tanto, se puede proponer que la adición de cultivos microbianos, como los utilizados en el presente experimento, ocasiona incremento en la ganancia de peso; y que, por el contrario, el efecto de clorhidrato de Zilpaterol sobre la ganancia de peso dependerá de la dosis adicionada. Del primer caso, la ganancia se incrementa por una mejor eficiencia para degradar la materia seca y sus componentes, propiciada por el mejor pH ruminal, para las bacterias ruminales; además se provoca un incremento en la tasa de pasaje, dando lugar a un mayor consumo de alimento y, por tanto, a una mejor ganancia de peso. En tanto que, en el segundo caso, la reducción en la ganancia de peso posiblemente se explica debido a que las dietas altas en carbohidratos solubles provocan que la flora ruminal cambie paulatinamente, restringiendo el desarrollo de microorganismos celulolíticos que degradan fibra, con lo que se provoca que las ganancias de peso se reduzcan.

Por otro lado, el efecto derivado de la administración de elementos minerales, en las dietas de finalización del ganado para carne, se explica de la siguiente manera. Los minerales son nutrientes esenciales para todos los animales e intervienen en la eficiencia de su producción; juegan un papel determinante en la producción, pues aunque no proporcionan energía ni proteína, son importantes para la utilización de estas y para la biosíntesis de nutrientes esenciales. Desempeñan múltiples funciones fisiológicas, catalíticas de importancia bioquímica, ya que actúan en el metabolismo y en la salud animal. Como constituyentes óseos y dentales, dan rigidez a las diversas estructuras del esqueleto. Asimismo, forman parte de las proteínas y lípidos que

componen los músculos, órganos, células sanguíneas y otros tejidos suaves del cuerpo representando del 4 al 6% del peso de los animales vertebrados (Arroyo, 1995).

Por tanto, la mayor ganancia encontrada en el T1 puede estar influida por la adición de minerales orgánicos. Resultados favorables fueron reportados por Boyazoglu, (2005) al suplementar con 0.3 g de Se ton⁻¹, 0.3 g de Cr ton⁻¹ y 0.3 g de Se ton⁻¹ más 0.3 g de Cr ton⁻¹. El investigador mencionado encontró una diferencia relativa de 6.26% debida al tratamiento que contenía Se y Cr. De igual forma, un resumen de 22 pruebas realizadas a toretes y vaquillas muestran que la administración en el alimento de 360 mg de Zn adicionales por día, en forma de metionina de Zn o reemplazando 360 mg de Zn inorgánico con metionina de Zn, aumentó la ganancia diaria de peso en aproximadamente 3.26% (Technical Bulletin Zinpro, 1992). El desempeño de ganado en crecimiento, principalmente bajo condiciones de estrés, mejoró cuando se administró en alimento una combinación de metionina de Zn, metionina de Mn, Cu, lisina y glucoheptonato de cobalto; en este caso, la ganancia diaria de peso aumentó en 8.73% (Technical Bulletin Zinpro, 1992).

Por tanto se puede proponer que la adición de minerales orgánicos y cultivo de levaduras causó un efecto aditivo en la ganancia de peso; por otra parte, el efecto puede estar influenciado también por el uso de un anabólico a base de acetato de trenbolona combinado con 17 β -estradiol, puesto que Estrada *et al.* (1997), encontraron un incremento de 17 y 18% en la ganancia diaria de peso al usar anabólicos a base de acetato de trenbolona y 17 β -estradiol, respectivamente.

En cuanto a la conversión alimenticia (CA) se observan diferencias entre tratamientos de 0.10 unidades; en términos relativos, esas diferencias son equivalentes a 1.6%. Las diferencias se pueden observar en la figura 3.

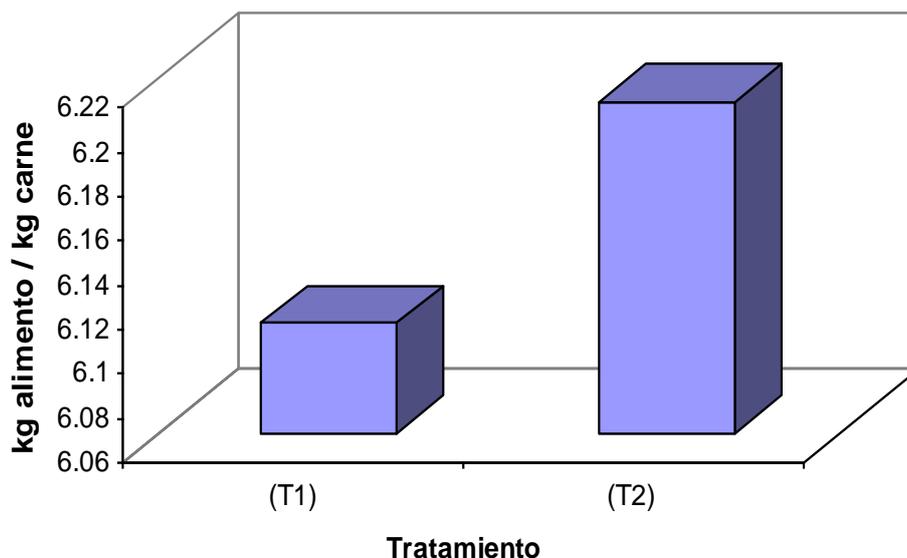


Figura 3. Efecto de los cultivos de levaduras y clorhidrato de zilpaterol en la conversión alimenticia durante el periodo de engorda de bovinos para carne en confinamiento.

Se observa que los componentes del T1 favorecieron una mejor conversión alimenticia.

La mejora en la conversión alimenticia cuando se adiciona cultivo de levaduras, está relacionada con el mayor consumo de alimento, pero a su vez con la mayor ganancia de peso. El aumento en la conversión alimenticia en el T2 se debió a un menor consumo y a una respuesta menos favorable en cuanto a ganancia diaria de peso para ese tratamiento.

Estos datos concuerdan parcialmente con los resultados observados por Aguayo y Carreño (2006), quienes observaron 12% de reducción en la CA por efecto de la adición de cultivo microbiano, respecto al testigo. De manera similar, Apligen (1990) declara que al adicionar cultivo de levadura, a razón de $10 \text{ g cab}^{-1} \text{ d}^{-1}$, se mejora la conversión alimentaria en un 13.8%. De igual forma, Drennan (1990) adicionó 10 gr de cultivo de levadura a toros de 8 meses de edad, y encontró una mejora de 7% en la CA principalmente en el primero y segundo meses del periodo experimental.

Por el contrario, Edwards *et al.* (1991) encontraron un efecto negativo al adicionar un probiótico a una dieta ofrecida a toretes. Al parecer, los cultivos de

levaduras tienden a mejorar poco la conversión alimenticia, como lo demostraron Franco y Hernandez (1996) al evaluar en toretes Holstein el rendimiento debido al uso de un probiótico, un ionóforo y su combinación, ya que no encontró diferencias significativas atribuibles a los tratamientos. De manera similar, Aguirre y Bravo (1995) evaluaron tres probióticos comerciales en toros, sin que encontraran variación entre tratamientos, ni en el periodo global de finalización ni en alguna fase del proceso.

Otros estudios realizados en torno al uso de zilpaterol también demuestran efecto contrario a los datos obtenidos en este estudio. Por ejemplo, Aguayo y Carreño (2006) reportan que en animales tratados con $60 \text{ mg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ de clorhidrato de zilpaterol y $400 \text{ mg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ de clorhidrato de ractopamina, durante los últimos 30 días de la engorda, se observó una disminución en la conversión alimenticia de 1.48% y 13.9% respecto al testigo, respectivamente. De forma contraria, Garza (1998) evaluó el efecto del zilpaterol y observó una mejora de 12.8% en la conversión alimenticia cuando se utilizó una dosis de $125 \text{ g de zilpaterol ton}^{-1}$ en toretes y vaquillas en finalización. De manera similar Barajas *et al.* (1998) reportan mejoras en la conversión alimenticia del 28% con la suplementación de zilpaterol. Asimismo, Torres y Verdiguél (2006), al utilizar β -agonistas observaron que la conversión alimenticia tendió a mejorarse en un 50% cuando se utilizó zilpaterol y en un 38% con la utilización de ractopamina, en comparación a los animales testigo, respectivamente. Por otra parte, con la combinación de un anabólico, los investigadores mencionados observaron promedios de 4.33, 4.80, 4.41 y 4.36 por efecto de la adición de Zeranol-Zilpaterol, Zeranol-Ractopamina, Acetato de trenbolona-Zilpaterol y Acetato de trembolona-Ractopamina, respectivamente.

Por tanto, se puede proponer que la adición de cultivos de levaduras, como los utilizados en el T1 de la presente investigación, ocasiona una mejora en la conversión alimenticia; y que, por el contrario, la adición de zilpaterol causa aumento en la conversión alimenticia.

La mejora en la conversión alimenticia atribuible al efecto del T1 puede estar influenciada también por la adición de elementos minerales. De acuerdo al Technical Bulletin Zinpro (1992), al administrar 360 mg de metionina de Zn, se

mejora la conversión alimenticia en un promedio de 4.05%. Cuando se administró en el alimento una combinación de metionina de Zn, metionina de Mn, Cu, lisina y glucoheptonato de cobalto, se obtuvo una mejora en la conversión alimenticia de 9.72% (Technical Bulletin Zinpro, 1992).

Se puede suponer que la combinación de cultivos bacterianos y elementos minerales, como los usados en el T1 mejoran la conversión alimenticia, la diferencia no tan marcada entre tratamientos se explica de acuerdo a varios autores (Torres y Verdiguél, 2007; Garza, 1998; Aguayo y Carreño, 2006) quienes mencionan que existe una mejora en conversión alimenticia con el uso de clorhidrato de zilpaterol en comparación con un testigo.

CONCLUSIONES:

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

1. Que la adición de una mezcla entre cultivos de levaduras y levaduras mineralizadas del tratamiento T1 mejoró el consumo de alimento en aproximadamente 7.6%, la ganancia diaria de peso en 8.9% y la conversión alimenticia en 1.6% respecto al T2.
2. En cuanto a la relación beneficio / costo económico al utilizar el tratamiento (T1) a base de cultivos microbianos se obtuvo la mejor respuesta, puesto que se obtienen mejores utilidades (\$321.47).
3. El uso de los productos del tratamiento T1 parecen ser una alternativa para la producción rentable de bovinos para carne.
4. La estrecha diferencia numérica encontrada en las variables medidas pudo deberse al gran número de animales utilizados en cada tratamiento, ya que un mayor número de unidades experimentales permite una menor variación.
5. Es posible que la utilización de cultivos de levaduras y minerales orgánicos incremente posteriormente, debido a que estas sustancia

son totalmente seguras para el animal y el consumidor, además será requerida mas investigación para evaluar las sustancias alimentarias alternativas, de las que hay limitada información disponible, para identificar las condiciones optimas para su uso.

RECOMENDACIONES

Con los datos obtenidos en esta investigación se recomienda: Usar cultivos de levaduras mineralizadas en la finalización de bovinos para carne en confinamiento, conjuntamente con el uso de un anabólico a base de acetato de trenbolona. Esto con la finalidad de reproducir los parámetros obtenidos.

BIBLIOGRAFIA:

- Adams, D. C., M. L. Galyean, H. E. Kiesling, J. D. Wallace and M. D. Finkner. 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. *Journal Animal Science*. 53:780.
- Aguayo, G. R. y Carreño, A. A. 2006. Efecto del zilpaterol o ractopamina en el comportamiento productivo y económico en toretes en finalización. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Aguirre, M. M. A. y Bravo, P. F. J. 1995. Finalización de toros expuestos a una dieta adicionada con diferentes probióticos comerciales. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Apligen. 1990. Uso de probióticos ruminales. *Boletín Anual Informativo*.
- Arroyo, G. A. 1995. Los minerales en la nutrición animal. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Barajas, C. R., Virgilio A. R., Contreras, P. G., Moneares, P. O. R. 1998. Efecto del clorhidrato de zilpaterol (Zilmax) sobre la respuesta productiva de toretes cebú finalizados en trópico escoñe: XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Querétaro.
- Boletín Veterinario de Intervet. 2005. Productividad animal. Boletín técnico de interveter, zilmax®. Parque Industrial Santiago Tianguistengo. Intervet México, S.A. De C.V.
- Bonaldi, G., L. Burato, G. Dersié, G. P. Didoné and S. Mondini. 1986. Use of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus acidophilus* in veal calves. *Obiettivi e Documenti Veterinari*. 7(1):49-53.
- Boyazoglu, P. A. 2005. The effect of selenium and chromium on stress level, growth performance, selected carcass characteristics and mineral status of feedlot cattle. University of Petroria. Luseba. South África. Pp 98-115.
- Delgadillo, S. R., C. J. Farrias, R. J. Ibarra, C. M. Ochoa y U. G. Ochoa. 1989. Comportamiento de bovinos productores de carne con diferentes niveles de levadura. En: Memoria de la XXII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Centro de Ganadería. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Edo de México. 48 p.
- Denegan, M. E., J. T. Huber, G. Alhadhrami and A. Dehneh. 1992. Influence of feeding varying levels of amafarm on performance of lactating dairy cow. *Journal Dairy Science*. 75:1616.
- Drennan, M. 1990. Effect of yea sacc on feed intake and performance of finishing bulls. In: Lions, T. P. (Ed.) *Biotechnology in the feed Industry: Proceeding of Alltech's Sixth Annual Symposium*. Pp 495.
- Edwards, I., T. Mutsavanga, J. Topps and G. Paterson. 1991. Effects of supplemental yeast culture on patterns of rumen fermentation and performance of

intensively feed bulls. Proc. Alltech's seventh annual symposium. Biotechnology in the feed industry. Nicholasville Kentucky, USA. Pp 84-123.

Erasmus, L. J., P. M. Botha and L. S. Bull. 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. Journal Dairy Science. 75:53056.

Estrada, A. A., Elisondo, S-L. Padilla, G. L., De Luna, V. D. J. y Díaz, S. H. 1997. Efecto de diferentes implantes anabólicos en novillos en pastoreo en praderas de Rye Grass anual. Memorias VI Reunión Anual Nutrición Animal. Martín, N. L. Pp 172-174.

Fox, M. S. 1993. Probióticos. En: Food-Animal Practice/Veterinary Medicine. Traducido y adaptado por Ortiz, M. V. Híbridos Pioner de México S.A. de C.V. División de Productos Microbiales. Guadalajara, Jal. México. Pp 32-67.

Franco, B. H. y Hernández, G. N. 1996. Evaluación del rendimiento productivo de novillos Holstein alimentados con dietas altas en grano adicionando probiótico o ionóforo. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Garza F. J. D. 1998. Comportamiento productivo de bovinos productores de carne en finalización, suplementados con zilmax. En resúmenes de las conferencias presentadas de zilmax en México. 68 p.

Hoyos, G. 1990. Efecto de un aditivo a base de microorganismos viable (probióticos) en la producción lechera de vacas Holstein de dos niveles de producción. En biotecnología en la industria de alimentación animal. 1(3):46.

Jordan, R. M. and L. Johnston. 1990. Effects of yeast culture on performance of lambs feed ad libitum corn plus alfalfa or corn silage. Proceedings, 62 nd annual. Sheep and lambs feed day. Biotechnology in the feed Industry. Nicholasville, Kentucky. USA. Pp. 174-193.

Plascencia, A., Torrentera, N. y Zinn A. R. 1998. Influencia de la adición de zilpaterol en dietas de finalización para novillos: comportamiento productivo y características de la canal. En: Resúmenes de las Conferencias Presentadas en el Lanzamiento de Zilmax, en México D. F. México. Pp 57-61.

Spedding, A. 1991. Effects of yea-sacc on performance of beef bulls feed cereal or silage beef diets containing monencin. Proceedings, Alltech's Seventh Annual Symposium. Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, Kentucky, USA.

Stoecker, B. J. 1990. Cromo. in present Knowledge in Nutrition. M. L. Brown, Ed. International Life Sciences Institute Nutrition Foundation Washington, D.C. USA. Pp 287-293.

Technical Bulletin Zinpro. 1992. ZINPRO Zinc Methionine and MANPRO Manganese Methionine Utilization in Cow / Calf Studies: Three Year Summary. 9202:116-119.

Torres, G. S. L. Y Verdiguél M. P. 2007. Efecto de implantar y/o suplementar con β -agonistas en la finalización de ganado bovino. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.