

---

# Uso de Levaduras en Ganado de Levante y Ceba

---

**L. Wayne Greene**

Zootecnista, North Carolina State University, USA.  
MSc. Y PhD. en Ciencia Animal,  
Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.  
Profesor, Director e Investigador del Programa de Nutrición Animal,  
Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Texas A&M, USA.  
Miembro de American Institute of Nutrition,  
American Society of Animal Science, USA.

**Estados Unidos**

## Resumen

El Centro de Investigación y Extensión Agropecuario de Texas A&M University en Amarillo está localizado en el corazón de la industria de engorde de ganado en los Estados Unidos. En un radio de 240 Km alrededor de Amarillo se engorda el 30% de los bovinos en Estados Unidos (6.84 millones de cabezas anualmente). No hay ninguna otra área en el mundo con una concentración de bovinos de engorde tan grande como el Panhandle de Texas. El crecimiento de la industria de engorde de bovinos en esta área ha sido continuo desde los 1970's hasta la fecha. Además del gran número de bovinos en los lotes de engorde en esta área, otro 1.5 millón de animales pastorea en espera de entrar al lote de engorde. Este ganado pastorea trigo, pastos anuales de verano, o pastizales nativos.

La concentración de este número de ganado en una área tan pequeña conlleva muchos problemas, principalmente de nutrición, salud, y problemas ambientales. Estos animales consumen mas de 16.7 millones de toneladas de ración totalmente mezclada y excretan mas de 3.2 millones de toneladas de estiércol seco. Además, este ganado es transportado a esta área de todas partes de Estados Unidos y México, induciéndoles un severo estrés de transporte. En consecuencia, los programas agropecuarios de Texas A&M University se enfocan en estas áreas claves. La tecnología usada actualmente para



reducir el suministro de alimento, reducir la excreción de nutrientes y mejorar la eficiencia total, incluye agentes anabólicos, aditivos, técnicas de manejo de la alimentación, y cambios en la genética animal. Sin embargo, para que la industria de engorde de bovinos de esta región permanezca competitiva, se deben hacer mejoras continuas en la eficiencia de conversión de nutrientes, y el desecho de nutrientes no utilizados de una manera no agresiva para el medio ambiente. Se deben implementar nuevas tecnologías que incrementen la habilidad de producir carne de res de una manera más nutritiva, saludable, y amigable para el medio ambiente.

La investigación realizada por nuestro laboratorio sugiere que el *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 (levadura viva;  $8.9 \times 10^9$  UFC/gramo de producto) contribuye a una mejora en la eficiencia del uso de nutrientes y la salud animal de los bovinos engordados en corral. Esta afirmación se basa en cuatro experimentos que fueron realizados por nuestro grupo de investigación. En el primer experimento se evaluaron los efectos de la suplementación de 0,5 o 20 g/cabeza/día de *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 sobre la eficiencia de producción en lote de engorde de vaquillas en un corral del sur de Texas. La levadura viva incrementó la ganancia diaria de peso (GDP) en 5.3 y 12.4% cuando fue suplementada a 5 y 20 g/cabeza/día en comparación a las vaquillas del grupo control. Las vaquillas suplementadas con 20 g/cabeza/d de levadura viva requirieron 8.8% menos alimento por unidad de ganancia en comparación a las vaquillas del grupo control.

El segundo experimento consistió de un ensayo de digestibilidad para determinar la eficiencia en el uso de nutrientes de becerros en crecimiento. Seis novillos fueron entrenados y usados en un diseño experimental de cuadrado latino 2X2. La levadura viva incrementó la retención de fósforo, lo cual puede ser extremadamente benéfico cuando se diseñan programas de alimentación para reducir la excreción de P en lotes de engorde con gran volumen de ganado. Además, se encontró que los novillos suplementados con levadura viva tuvieron un incremento de 12% en el pH de líquido ruminal. Este cambio en el pH del líquido ruminal explica las respuestas biológicas positivas cuando se suplementa *Saccharomyces cerevisiae* a rumiantes. En este estudio, la mejor utilización de P se puede explicar por una mayor actividad de la fitasa endógena en un pH más elevado en el ambiente ruminal. Las bacterias que digieren fibra estarán ciertamente más activas en un pH mas elevado del líquido ruminal. Adicionalmente, el pH más elevado del líquido ruminal resulta en una reducción de la acidosis subclínica, cuando al ganado se le cambia de dieta hacia raciones mas elevadas en el porcentaje de concentrado.

En el tercer experimento se alimentaron novillos por 140 días. El ganado fue suplementado con (0,26%) de levadura viva. La levadura viva incrementó la GDP en 34% durante los primeros 14 días del experimento. Este incremento es consecuencia de un aumento de 9% en el consumo diario de alimento (CDA) durante los mismos 14 primeros días. El incremento en CDA y GDP se puede explicar mediante una respuesta en el pH ruminal.



En el cuarto experimento se realizó una investigación del efecto de la suplementación de levadura viva en novillos en pastoreo de pastizales nativos de baja calidad nutricional. La suplementación de entre 7 y 10 g/cabeza/día de levadura viva dió como resultado un incremento de 10% en la GDP de los animales que duraron 100 días en el programa de pastoreo.

## Introducción

El tracto digestivo del rumiante funciona mediante reacciones fisiológicas complejas para digerir los ingredientes de la dieta. Estos procesos son dependientes de una relación integral entre los microorganismos del tracto digestivo, las enzimas digestivas, y las actividades metabólicas del tejido del aparato digestivo. El uso de probióticos para mejorar la función del tracto digestivo se ha incrementado debido a la aparición de nuevas tecnologías en la manufactura de dichos productos. En rumiantes, se ha documentado que debido al uso de levadura viva se mejora la eficiencia digestiva, se alteran los patrones de fermentación en el rumen y el intestino grueso, se incrementa el CDA, la producción de leche, se modifica la composición de la leche, se estimulan las bacterias que digieren fibra, se estimulan las bacterias que metabolizan ácido láctico, la digestión de fibra, el consumo de ácido láctico, factores que mejoran el comportamiento productivo de los rumiantes. Los mecanismos propuestos para esta mejora en la respuesta productiva están relacionados con la interacción entre la levadura viva suplementada con los microbios del rumen, especialmente con los microorganismos que producen y/o consumen ácido láctico. De la misma manera, existen estudios que demuestran que la levadura viva retira oxígeno del rumen, reduce las poblaciones de estreptococos y de lactobacilos, factor que mejora la eficiencia de la fermentación ruminal.

Existen más de mil cepas distintas de *Saccharomyces cerevisiae* las cuales tienen actividades probióticas diferentes que llevan a respuestas variables en la mejora de la eficiencia de producción. El objetivo de este programa de investigación fue identificar los efectos de la sepa de levadura viva Sc47 en la eficiencia de producción de ganado de engorde.

## Experimento 1: Efectos de la Suplementación con Levadura Viva sobre la Eficiencia en Producción de Ganado de Engorde

Este proyecto fue un esfuerzo conjunto entre los Centros de Investigación y Extensión Agropecuaria de Texas A&M en Amarillo y Corpus Christi, Saf Agri, y Graham Land and Cattle Company en Gonzales, Texas. La investigación fue dirigida para determinar el comportamiento productivo en lote de engorde y

las características de las canales de ganado suplementado con 3 niveles de *Saccharomyces cerevisiae*,  $8 \times 10^9$  UFC/g de producto.

**Figura 1**  
**Vaquillas alimentadas con 3 niveles de levadura viva en Graham Land and Cattle Company, Gonzales, TX**



669 vaquillas con un peso inicial de 697 lb fueron utilizadas como animales experimentales. Las vaquillas fueron adquiridas de diferentes fincas y transportadas a Graham Land and Cattle Company, Gonzales, TX donde se mantuvieron en pastoreo hasta que alcanzaron las 697 lb de peso corporal. El ganado fue dividido en tres réplicas basados en la disponibilidad ( $n=203$ ,  $241$ , y  $201$  para las replicas 1, 2, y 3 respectivamente). Las tres réplicas iniciaron la fase experimental en enero 21, febrero 28, y marzo 7, de 1997 y fueron alimentadas con las dietas experimentales por 163, 125, y 139 d, respectivamente. Dentro de cada réplica cada corral fue asignado aleatoriamente a uno de tres tratamientos, 0 (control), 5, o 20 g/cabeza/d de levadura viva Sc47. Los corrales que recibieron 5 y 20 g/animal/día contenían 75 vaquillas cada uno. Al iniciar cada réplica, las vaquillas eran pesadas, implantadas con 200 mg de propionato de testosterona y 20 mg de benzoato de estradiol, vacunadas con BRSV Vac4, desparasitadas con Ivermectina, y asignadas aleatoriamente a uno de tres corrales. Inmediatamente después de la recepción, las vaquillas recibieron la dieta base del lote de engorde (Cuadro 1) y los tratamientos experimentales eran implementados. El ganado era alimentado dos veces al día (08:30 y 15:30).

**Cuadro 1**  
**Composición de la dieta base del lote de engorde**

Ingredientes	% base húmeda
Maíz Hojueado	61.00
Desperdicio de cervecería	18.75
Cascarilla de algodón	3.25
Suplemento <sup>a</sup>	2.50
Proteína cruda	32.80
Grasa	0.70
Fibra cruda	7.50
Calcio	17.45
NaCl	13.25
Fósforo	0.10
Potasio	0.30
Salvado de arroz	10.25
Melaza	4.25

a, Ingredientes: Subproductos del procesamiento de grano, carbonato de calcio, forrajes, sal, urea, sulfato de amonio, bentonita, proteína vegetal

Los comederos eran evaluados por un individuo entrenado para determinar la cantidad de comida requerida para cada corral. La dieta base era preparada en la planta de alimentos del lote de engorde y distribuida por un camión mezclador (Figura 2).

**Figura 2**  
**Carro mezclador utilizado para alimentar vaquillas suplementadas con tres diferentes niveles de levadura viva Sc47**





El camión mezclador estaba equipado con mezcladora horizontal y báscula. Los tratamientos eran suplementados en el alimento de las 08:30. Primero se distribuía la cantidad de dieta base requerida para los corrales control. En seguida, 5lbs de premezcla de levadura viva #1 (Cuadro 2) eran añadidas al carro mezclador y mezcladas con el alimento durante 5 minutos. La mitad de la comida que estaba en el carro mezclador era distribuida en los comederos de los corrales que recibían 5g/animal/día de levadura viva. Por último, 5 lbs de premezcla de levadura viva #2 eran añadidas al camión mezclador y mezclada por 5 minutos. La comida restante en el carro mezclador era entonces distribuida en los corrales que recibieron 20g/animal/día de levadura viva. En la alimentación de las 15:30, los comederos eran evaluados y se distribuía alimento suficiente para que durara hasta la alimentación de las 08:30 del día siguiente. La suplementación de las premezclas de levadura viva #1 y #2 en el esquema de alimentación descrito proveían los niveles estipulados de levadura viva de (0, 5, o 20 g/animal/día). Los registros de CDA por corral eran llevados con precisión.

**Cuadro 2**  
**Composición de las premezclas de levadura viva #1 y #2**

Ingrediente	Premezcla	
	# 1	# 2
	%	
Maíz molido	62	45
Saccharomyces cerevisiae Sc47	33	50
Melaza	5	5

Entre los días 60 y 80 después del comienzo de cada réplica las vaquillas fueron pesadas y reimplantadas con 200 mg de propionato de testosterona y 20 mg de benzoato de estradiol. Las vaquillas en cada réplica fueron alimentadas hasta estimados visuales > 0.3 pulgadas y < 0.5 pulgadas de grasa dorsal. Cuando el promedio de los tres corrales de una réplica alcanzaba el punto de terminado visual, el ganado era vendido, pesado y transportado 143 millas a una planta de faenado en Corpus Christi, Texas para ser procesado. Todas las canales fueron sometidas a estimulación eléctrica como parte del procedimiento regular de la planta. Expertos en evaluación de canales registraron el rendimiento y la calidad de las canales de acuerdo con las normas de USDA. La distribución del ganado por réplica y tratamiento se muestra en el cuadro 3. Las fechas de iniciación, reimplante y final de cada experimento se presentan en el cuadro 4.



**Cuadro 3**  
**Distribución del ganado por réplica y tratamiento**

Réplica	Tratamiento			Total	Peso inicial, kg
	0 g/cabeza/d	5 g/cabeza/d	20 g/cabeza/d		
Primera	64	75	75	214	330
Segunda	93	75	75	243	294
Tercera	57	75	75	207	329

**Cuadro 4**  
**Fechas de inicio, reimplante y final de cada réplica**

Réplica	Inicio	Reimplante	Final	Días en lote
Primera	01/21/97	04/11/97	07/03/97	163
Segunda	02/28/97	04/30/97	07/03/97	125
Tercera	03/07/97	05/21/97	07/24/97	139

Los registros de 669 vaquillas arrojan un set de datos consistente en el cual la GDP y las características de las canales pueden ser analizados. Los registros se formatearon en un archivo de Excel. Los datos originalmente registrados para cada vaquilla incluían número de réplica, identificación individual, tratamiento experimental, peso y fecha inicial, peso y fecha de reimplante, y peso y fecha final.

El registro de CDA se llevó por corral. El comportamiento productivo individual fue calculado mediante la GDP de inicio al reimplante, del reimplante al final y del inicio al final del experimento. El CDA y la conversión alimenticia fueron calculados para los mismos períodos pero con base en cada corral. Los datos de las canales registrados fueron el peso, el área del ojo de la costilla, la grasa dorsal, la grasa del riñón, pelvis y corazón (KPH), USDA grado de calidad, USDA grado de rendimiento, marmoleo y porcentaje de rendimiento. La GDP y las características de canal fueron estadísticamente analizadas utilizando el animal como la unidad experimental. El CDA y la conversión alimenticia se analizaron estadísticamente usando el corral como unidad experimental. Algunas vaquillas dieron a luz, murieron, o presentaron signos crónicos de enfermedad y sus registros fueron excluidos de los análisis estadísticos.

Los análisis de varianza fueron llevados a cabo utilizando el procedimiento GLM de SAS. Las medias mínimas cuadráticas fueron calculadas, ya que existían números desiguales en cada subclase. A través de los análisis se determinaron las fuentes de variación de cada tratamiento para identificar diferencias



en GDP y características de canal. Las fuentes de variación usadas para analizar los efectos son presentadas en el modelo principal de análisis descriptivo y representadas por los siguientes símbolos:

- $Y_{ijkl}$  = Valor observado para la característica Y medida;  
 $\mu$  = Media general;  
 $\beta$  = Variable continua;  
 $T_i$  = Efecto del tratamiento i;  
 $R_j$  = Efecto de la réplica j;  
 $W_k$  = Peso inicial;  
 $E_l$  = Error;

Para el análisis de comportamiento productivo y características de canal a través de las réplicas se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = T_i + R_j + TR_{ij} + \beta W_k + E_l$$

Para el análisis de CDA y conversión alimenticia se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = T_i + E_k$$

### Resultados del Experimento 1

Los datos de comportamiento productivo son presentados en el Cuadro 5. Debido a problemas de salud y preñez, un total de 19 vaquillas fueron retiradas del experimento y sus registros no incluidos en los análisis estadísticos. Estas vaquillas estuvieron distribuidas de la siguiente manera: 1, 7, y 3; 0, 2, y 0; 3, 0, y 3 vaquillas retiradas del grupo control, 5g/animal/día y 20g/animal/día de levadura viva en las réplicas 1, 2, y 3 respectivamente. Las vaquillas fueron reimplantadas a los 80, 61, y 75 días y engordadas por un total de 163, 123, y 139 días respectivamente para cada réplica.



**Cuadro 5**  
**Medias mínimo cuadráticas y errores standard para comportamiento productivo de vaquillas**  
**suplementadas con diferentes niveles de levadura viva en Gonzales, Texas**

Característica	0g/animal/día	5g/animal/día	20g/animal/día	Tratamiento	Réplica	Interacción	Peso inicial
No. de cabezas	210	216	219				
Días en lote de engorda	141	141	141				
Días al reimplante	72	72	72				
Peso inicial, lb	715.73 ± 5.90 <sup>a</sup>	688.42 ± 5.63 <sup>b</sup>	695.43 ± 5.66 <sup>b</sup>	0.0027	0.0001	0.0001	
Peso al reimplante, lb	899.38 ± 3.36 <sup>a</sup>	933.70 ± 3.20 <sup>b</sup>	932.47 ± 3.21 <sup>b</sup>	0.0001	0.0620	0.0001	0.0001
Peso final, lb	1045.02 ± 5.3 <sup>a</sup>	1066.57 ± 5.14 <sup>b</sup>	1091.13 ± 5.09 <sup>c</sup>	0.0001	0.0001	0.0001	.0001
GDP, lb							
Inicio a reimplante	2.84 ± 0.05 <sup>a</sup>	3.30 ± 0.04 <sup>b</sup>	3.28 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.0001	0.0001	0.0007	0.1613
Reimplante a final	2.08 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.89 ± 0.06 <sup>b</sup>	2.27 ± 0.05 <sup>c</sup>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0055
Inicio a final	2.48 ± 0.04 <sup>a</sup>	2.61 ± 0.04 <sup>b</sup>	2.79 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.0001	0.0001	0.0001	0.0216
CDA, lb							
Inicio a reimplante	16.57 ± 0.52	17.37 ± 0.52	16.96 ± 0.52	0.5917			
Reimplante a final	16.19 ± 0.45	17.17 ± 0.45	16.69 ± 0.45	0.3646			
Inicio a final	16.49 ± 0.39	17.25 ± 0.39	16.81 ± 0.39	0.4303			
Conversión alimenticia							
Inicio a reimplante	5.97 ± 0.53	5.33 ± 0.53	5.24 ± 0.53	0.5912			
Reimplante a final	7.96 ± 0.58	9.07 ± 0.69	7.53 ± 0.58	0.2350			
Inicio a final	6.70 ± 0.35	6.64 ± 0.35	6.11 ± 0.35	0.4681			

a,b,c Medias mínimo cuadráticas en la misma línea con superíndices distintos son diferentes (P<0.05).



El Cuadro 5 muestra los datos de comportamiento productivo durante las tres réplicas. Debido al número de observaciones por tratamiento ( $n=3$ ), ni el CDA ni la conversión alimenticia fueron diferentes ( $P > 0.10$ ) cuando la levadura fue añadida en comparación al grupo control. Sin embargo, existió una reducción numérica a favor de la levadura viva para reducir la cantidad de alimento requerida por unidad de ganancia de peso. Del inicio al reimplante, las vaquillas que recibieron 5 y 20g/animal/día de levadura viva requirieron 10.7 y 12.3 menos alimento por unidad de ganancia de peso que las vaquillas del grupo control. Del reimplante al final del experimento, las vaquillas suplementadas con 5g/animal/día de levadura viva mostraron un incremento numérico del 13% en la conversión alimenticia en comparación al grupo control. Aquellas vaquillas suplementadas con 20g/animal/día de levadura viva mostraron una reducción numérica del 5% en conversión alimenticia en comparación al grupo control. Cuando se analizaron los datos del inicio al final del experimento, el grupo suplementado con 20g/animal/día de levadura viva tendió a una reducción en la cantidad de alimento requerida por unidad de ganancia de peso de 9 y 8.8% cuando se comparó con los grupos control y 5g/animal/día de levadura viva, respectivamente.

La GDP fue significativamente mejorada cuando las vaquillas fueron suplementadas con levadura viva. Durante la primera parte del experimento (inicio a reimplante), la GDP fue mayor ( $P < 0.05$ ) en 16 y 15.5% cuando se suplementaron 5 y 20g/animal/día de levadura viva en comparación al grupo control. Sin embargo, durante el segundo período del experimento (reimplante a final) las vaquillas que recibieron 5g/animal/día de levadura viva ganaron menos peso ( $P < 0.05$ ) que las vaquillas del grupo control. Las vaquillas del grupo de 20g/animal/día de levadura viva tuvieron una GDP mayor ( $P < 0.05$ ) que las vaquillas del grupo control. Estos datos sugieren que una suplementación de 5g/animal/día de levadura viva es igual a un nivel de 20g/animal/día de levadura viva en el período de recepción, pero sólo 20g/animal/día de levadura viva serán efectivos para mejorar la ganancia diaria de peso si el engorde de ganado se prolonga más de 80 días. Cuando los datos fueron analizados desde el inicio hasta el final del experimento, suplementar con 5 o 20g/animal/día de levadura viva incremento en 5.24 y 12.5% la ganancia diaria de peso en comparación al grupo control, respectivamente.

Este incremento en la GDP representa un incentivo económico para el productor pecuario. Al momento del procesado en este experimento el ganado costaba US\$0.64 por lb de peso vivo. Como resultado, el ganado que fue suplementado con 5 y 20g/animal/día de levadura viva valía \$11.73 y \$43.71 USD más por cabeza que los del grupo control. Esta cantidad de dinero significa un retorno sobre inversión apreciable cuando se usa levadura viva en un programa de alimentación de lote de engorde.

Las características de canal son presentadas en el Cuadro 6 evaluado a través de las réplicas el peso del canal fue mayor ( $P < 0.10$ ) para las vaquillas suplementadas con 20g/animal/día de levadura viva en



comparación a las suplementadas con 0 o 5g/animal/día de levadura viva. Todas las demás características de canal fueron analizadas utilizando el peso de canal como covariable. Suplementar con 20g/animal/día de levadura viva incremento ( $P < .10$ ) la cobertura de grasa dorsal en .04 pulgadas en comparación a los grupos suplementados con 0 o 5g/animal/día de levadura viva pero la grasa de riñón-pelvis-corazón disminuyó ( $P < .05$ ) cuando se suplementaron 5 o 20g/animal/día de levadura viva en comparación a los controles. El desarrollo óseo no fue afectado ( $P > .10$ ) por el tratamiento pero la coloración de la carne se vio mejorada ( $P < .05$ ) a medida que se incremento el nivel de suplementación de levadura viva. El marmoleo y el grado de calidad USDA fue mejor ( $P < .05$ ) para las vaquillas suplementadas con 5g/animal/día de levadura viva en comparación a los otros dos grupos. No se encontró ninguna otra diferencia en las características de canal evaluadas.

**Cuadro 6**  
**Medias mínimo cuadráticas y errores standard para características de canal de vaquillas suplementadas con diferentes niveles de levadura viva en Gonzales, Texas**

Característica	0g/animal/día	5g/animal/día	20g/animal/día	Tratamiento	Réplica	Interacción	Peso canal
Días en lote de engorda	141	141	141				
Peso de canal, lb	679.92 ± 5.14 <sup>a</sup>	680.18 ± 4.95 <sup>a</sup>	693.45 ± 4.93 <sup>b</sup>	0.0894	0.0001	0.0001	
Grasa dorsal, pulgadas	0.48 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.49 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.0549	0.0001	0.1359	0.0001
Area de Ribeye, pulgada <sup>2</sup>	13.65 ± 0.11	13.48 ± 0.10	13.75 ± 0.10	0.1708	0.0001	0.8672	0.0001
Grasa riñón-pelvis-corazón	2.17 ± 0.03 <sup>d</sup>	2.07 ± 0.03 <sup>e</sup>	2.03 ± 0.03 <sup>e</sup>	0.0036	0.0039	0.0001	0.0001
Desarrollo óseo	172.19 ± 2.63	174.87 ± 2.53	177.71 ± 2.53	0.3189	0.2179	0.0296	0.0178
Coloración	162.49 ± 0.74 <sup>d</sup>	159.87 ± 0.71 <sup>d</sup>	156.58 ± 0.71 <sup>e</sup>	.0001	0.0001	0.0001	0.0162
Madurez	167.34 ± 1.44	167.40 ± 1.38	167.14 ± 1.39	0.9910	0.3294	0.0720	0.1241
Marmoleo	401.60 ± 5.15 <sup>d</sup>	423.54 ± 4.96 <sup>e</sup>	408.60 ± 4.96 <sup>d</sup>	0.0073	0.0001	0.0001	0.0002
Calidad USDA	674.79 ± 3.24 <sup>d</sup>	687.63 ± 3.12 <sup>e</sup>	679.67 ± 3.12 <sup>d</sup>	0.0156	0.0001	0.0001	0.0001
Rendimiento USDA	2.35 ± 0.07	2.41 ± 0.06	2.42 ± 0.06	0.6994	0.0001	0.4604	0.0001
Cortes en anaquel, %	51.36 ± 0.15	51.20 ± 0.14	51.19 ± 0.14	0.6688	0.0001	0.4903	0.0001

<sup>a,b</sup> Medias mínimo cuadráticas en la misma línea con superíndices distintos son diferentes ( $P < .10$ )

<sup>d,e</sup> Medias mínimo cuadráticas en la misma línea con superíndices distintos son diferentes ( $P < .05$ ).



## Experimento 2: Evaluación de Digestibilidad para Determinar la Eficiencia en el Uso de Nutrientes de Becerros en Crecimiento Suplementados con Levadura Viva.

Previo al inicio del experimento, 8 novillos de genética similar, fueron removidos de un pastizal nativo de baja calidad localizado en el Centro de Investigación y Extensión de Texas A&M University-USDA en Bushland, Texas. Los novillos fueron llevados a un lote de engorde experimental localizado en el mismo centro, entrenados para usar jaulas metabólicas y gradualmente adaptados a una dieta de finalización de lote de engorde (Cuadros 7 y 8). El diseño experimental fue un factorial replicado 2X2 en cuadrado latino.

**Cuadro 7**  
**Composición de la dieta de lote de engorde**

Ingredientes	% base húmeda
Maíz rolado	79.5
Maíz molido	5
Cascarilla de algodón	10.0
Suplemento proteico-mineral	10.0
Cottonseed meal	74.54
Carbonato de calcio	10.39
Urea	5.52
Salvado de arroz	5.0
Sal	2.30
Sulfato de amonio	0.92
Fosfato mono-dicalcico	0.79
Monensina <sup>a</sup>	0.14
Sulfato de hierro <sup>b</sup>	0.07
Sulfato de zinc	0.05
Vitamina E <sup>c</sup>	0.05
Sulfato de Manganeso	0.05
Tilosina <sup>d</sup>	0.04
Sulfato de cobre	0.03
Selenio <sup>e</sup>	0.01
Sulfato de cobalto	0.0004
Vitamina A&D <sup>f</sup>	0.007
EDD <sup>g</sup>	0.004

- a 254 mg Monensina/kg
- b 21% Fierro
- c 264.600 UI/kg
- d 82 mg Tilosina/kg
- e Selenito de sodio (.06% Selenium)
- f 264.6/26.46 UI/kg, respectivamente
- g IIO g/kg



**Cuadro 8**  
**Composición química de las dietas**

Componentes	% levadura viva en la dieta			
	0		0.26	
	MS	húmeda	MS	MS
Humedad, %	13.40	13.50		
Materia seca, %	86.60	86.50		
Proteína cruda, %	12.20	14.10	13.10	15.20
FDA, %	10.30	11.90	8.60	9.90
FDN, %	15.20	17.60	15.10	17.40
TDN, %	64.00	74.00	65.00	75.00
NE <sub>m</sub> , Mcal/kg	1.59	1.83	1.61	1.85
NE <sub>g</sub> , Mcal/kg	1.04	1.19	1.06	1.21
Ca, %	0.82	0.95	1.08	1.25
P, %	0.34	0.39	0.35	0.41
Mg, %	0.16	0.18	0.16	0.19
K, %	0.55	0.63	0.55	0.64
Na, %	0.13	0.15	0.17	0.20
Azufre, %	0.14	0.16	0.15	0.17
Fe, ppm	223.00	258.00	160.00	185.00
Zn, ppm	40.00	46.00	66.00	76.00
Cu, ppm	19.00	22.00	21.00	24.00
Mn, ppm	25.00	29.00	40.00	46.00
Mb, ppm	1.10	1.30	1.10	1.30

El 4 de mayo de 1998, seis novillos (peso inicial= 355.7 kg) del grupo inicial fueron seleccionados de acuerdo con su dosilidad y peso y fueron aleatoriamente asignados a los tratamientos experimentales (n=3; 0 y .26% g/animal/día de levadura viva). Las dietas experimentales fueron implementadas a partir de esta fecha. Los novillos estuvieron alojados en dos corrales por un período de 21 días de adaptación a la dieta. Se ofrecieron 11.4 kg/animal/día de la dieta experimental. Las dietas fueron mezcladas como en el experimento 1. Se prepararon cantidades suficientes de dieta para durar cada período experimental y así evitar variaciones en el contenido nutricional de la dieta debido al mezclado diario.

**Cuadro 9**  
**Composición de las premezclas #1 y #2**

Ingrediente	Premezcla	
	# 1	# 2
	%	
Maíz molido	87	48
Levadura viva	13	52

Al terminar el período de adaptación de la dieta, los novillos fueron colocados en jaulas metabólicas y alimentados con 9.8 kg/animal/día para tener la seguridad de que se consumía todo el alimento. Una vez en las jaulas metabólicas se impusieron 7 días de período de adaptación a la jaula y 7 días de período de recolección de muestras (Figura 3). El alimento fue ofrecido una vez al día a las 08:00. El consumo de minerales, la excreción (fecal y urinaria), adsorción aparente, y retención fueron evaluadas. Las heces y orina eran recolectadas diariamente a las 08:00. Las heces eran pesadas y muestras del 10% del total húmedo eran congeladas para analizarlas posteriormente. Los recipientes de recolección de orina eran acidificados diariamente con 30 ml de HCl 30 % y el total de orina diario era registrado. 10% del total de la orina diaria era congelada para su posterior análisis. El quinto día del período de recolección, los desechos de alimento eran recolectados y pesados. 10% de este desecho fue congelado para análisis posterior. La dieta, desechos, y las muestras fecales fueron enviados al laboratorio DHI Forage Testing Laboratory en Cornell University, Ithaca, NY, para análisis químicos. Las muestras de orina se analizaron mediante Espectroscopia Plasmática Inducida en el laboratorio del Centro de Investigación y Extensión Agropecuaria de Texas A&M University en Amarillo, Texas. Los minerales evaluados fueron Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Cu, y Mn. El último día del período de recolección, una muestra de líquido ruminal fue recolectada por rumenocentesis 2 horas después de la alimentación. Al final de primer período de recolección, las dietas fueron invertidas y los procedimientos se repitieron para un segundo período.

**Figura 3**  
**Novillos en jaulas metabólicas alimentados con dos niveles de levadura viva**





## Resultados del Experimento

Los registros que se alejaron  $\pm 2$  desviaciones standard de la media fueron considerados anormales y se les retiro del análisis estadístico final. Los resultados de digestibilidad de materia seca, proteína cruda, FDA y FDN son presentados en el Cuadro 10.

**Cuadro 10**  
**Consumo, excreción y digestibilidad de MS, PC, FDA y FDN de novillos alimentados con levadura viva**

Elemento	Levadura viva en la dieta			P	
	0	26	SE	% Levadura	Período
Materia seca					
Consumo kg/d	7.04	7.36	0.34	.5157	.5639
Excreción Fecal kg/d	1.48	1.64	0.16	.4940	.5178
Digestión					
kg/d	5.56	5.72	0.24	.6438	.2242
%	79.18	77.78	1.61	.5533	.2336
Proteína cruda					
Consumo kg/d	988.51	1073.44	40.90	.1760	.6843
Excreción Fecal kg/d	251.45	268.83	24.19	.6236	.3153
Digestión					
kg/d	737.06	804.61	25.52	.0941	.1271
%	74.77	75.05	1.68	.9075	.1294
FDA					
Consumo kg/d	793.21	835.31	33.38	.3957	.8164
Excreción Fecal kg/d	461.96	533.52	47.39	.3135	.2701
Digestión					
kg/d	331.25	301.79	39.04	.6066	.1374
%	41.95	36.25	4.86	.4286	.1638
FDN					
Consumo kg/d	1353.32	1267.04	59.36	.3308	.9207
Excreción Fecal kg/d	660.46	763.21	87.62	.4284	.4675
Digestión					
kg/d	692.86	503.83	90.58	.1741	.5217
%	50.87	39.97	6.22	.2462	.3985



No se encontraron diferencias significativas para los parámetros analizados de MS, FDA y FDN. Cuando la digestibilidad de PC fue evaluada en g/d, el grupo de novillos que recibió levadura viva tuvo un incremento ( $P < .10$ ) de 67.6g/d de PC en comparación al grupo control. Los resultados para consumo, excreción, adsorción aparente y retención de macrominerales están presentados en los cuadros 11 y 12. El consumo de calcio tendió ( $P = .1021$ ) a ser mayor para los novillos que recibieron levadura. La suplementación de levadura viva incrementó ( $P < .05$ ) la adsorción aparente de Ca cuando fue medida en g/d o en % del consumo de Ca. De la misma manera la retención de Ca se incrementó en 7.97 g/d cuando la levadura viva fue suplementada. No hubo diferencias significativas ( $P > .10$ ) en la adsorción aparente de P. Sin embargo, la retención aparente de P como % de consumo de P se incrementó ( $P < .10$ ) 15 unidades porcentuales con la suplementación de levadura viva. La suplementación de levadura viva incrementó la adsorción aparente de Na si se medía como g/d o como % de consumo de Na. Consumo, excreción, adsorción aparente y retención de los microminerales son presentadas en el Cuadro 13. La suplementación de levadura viva redujo ( $P < .10$ ) la excreción de Fe en 14%. El consumo de Mn fue mayor para el grupo de novillos suplementados con levadura (332 vs 247 mg/d). Así mismo, la suplementación de levadura viva incrementó ( $P < .05$ ) la adsorción aparente de Mn en 77 mg/d y la retención del mismo en la misma cantidad. Finalmente, y muy importante destacar, es que los novillos suplementados con levadura viva tuvieron un pH del líquido ruminal más elevado ( $P < .05$ ) que los del grupo control (6.47 vs 5.78).

La suplementación de levadura viva tuvo un efecto positivo en la eficiencia de utilización de Ca y P en novillos de engorda alimentados en corral y puede ser de gran utilidad para reducir los problemas de contaminación por excreción de P en operaciones de alimentación de bovinos de engorda a gran escala. Además, el incremento en el pH del líquido ruminal es una gran herramienta para reducir los problemas de acidosis en animales alimentados con dietas elevadas en concentrado cuando se suplementan con levadura viva.



**Cuadro 11**  
**Consumo, excreción, absorción aparente y retención de N, Ca, P, y Mg**  
**en novillos suplementados con levadura viva**

Ítem	Levadura viva en la dieta			P	
	0	.26	SE	% Levadura	Período
<b>N</b>					
Consumo g/d	157.85	171.75	7.30	.2157	.6952
Excreción, g/d					
Fecal	40.39	43.01	4.32	.6794	.3571
Urinaria	56.00	65.52	4.04	.1345	.5855
Adsorción aparente					
g/d	117.46	128.74	4.54	.1178	.1524
% de consumo	74.00	75.05	1.87	.8987	.1672
Retención					
g/d	61.46	63.22	5.67	.8317	.1330
% de consumo	38.97	36.76	2.88	.6022	.1381
% de adsorción	51.98	48.83	3.51	.5433	.2230
<b>Ca</b>					
Consumo g/d	55.24	63.51	3.21	.1021	.1297
Excreción, g/d					
Fecal	34.55	35.02	1.98	.8708	.2010
Urinaria	0.60	0.44	0.16	.4932	.3889
Adsorción aparente					
g/d	20.68	28.49	2.06	.0254	.2338
% de consumo	36.81	45.00	2.24	.0297	.7093
Retención					
g/d	20.08	28.05	2.10	.0249	.2663
% de consumo	35.71	44.33	2.38	.0307	.7602
% de adsorción	96.90	98.43	0.78	.2002	.8708
<b>P</b>					
Consumo g/d	22.58	25.01	1.09	.1545	.8569
Excreción, g/d					
Fecal	6.22	7.11	1.02	.5510	.6929
Urinaria	7.60	5.77	0.79	.1413	.7998
Adsorción aparente					
g/d	16.36	17.90	1.04	.3264	.8428
% de consumo	72.30	72.01	3.67	.9566	.7231

**Cuadro 11**  
**Consumo, excreción, absorción aparente y retención de N, Ca, P, y Mg en novillos suplementados con levadura viva (Continuación)**

Ítem	Levadura viva en la dieta			P	
	0	.26	SE	% Levadura	Período
Retención					
g/d	8.76	12.13	1.24	.0913	.7432
% de consumo	38.57	48.87	5.15	.1953	.7391
% de adsorción	52.58	67.69	4.84	.0584	.7837
Mg					
Consumo g/d	12.48	12.74	0.55	.7434	.4769
Excreción, g/d					
Fecal	5.86	6.45	0.61	.5110	.5102
Urinaria	2.34	2.06	0.43	.6542	.5344
Adsorción aparente					
g/d	6.62	6.29	0.31	.4658	.0243
% de consumo	53.36	49.74	3.31	.4590	.2004
Retención					
g/d	4.28	4.23	0.47	.9457	.2720
% de consumo	34.35	33.59	3.82	.8916	.4381
% de adsorción	64.10	67.85	6.20	.6787	.9567

**Cuadro 12**  
**Consumo, excreción, adsorción aparente y retención de K y Na de novillos suplementados con levadura viva**

Ítem	% Levadura viva en la dieta			P	
	0	0.26	SE	% Levadura	Período
K					
Consumo g/d	41.24	41.89	1.72	.7995	.6637
Excreción, g/d					
Fecal	4.69	5.56	0.05	.2219	.2101
Urinaria	27.37	25.55	2.48	.6221	.2343
Adsorción aparente					
g/d	36.55	36.33	1.44	.9175	.9176
% de consumo	88.72	56.74	0.82	.1344	.1646



**Cuadro 12**  
**Consumo, excreción, adsorción aparente y retención de K y Na de novillos suplementados con levadura viva (continuación)**

Ítem	% Levadura viva en la dieta			P	
	0	0.26	SE	% Levadura	Período
Retención					
g/d	9.18	10.78	2.49	.6659	.2170
% de consumo	22.13	25.65	6.06	.6950	.2720
% de adsorción	24.83	29.63	6.76	.6325	.2362
Na					
Consumo g/d	11.34	13.21	0.50	.0300	.7652
Excreción, g/d					
Fecal	2.94	2.48	0.41	.4462	.1550
Urinaria	7.28	6.40	0.81	.4651	.0951
Adsorción aparente					
g/d	8.40	10.74	0.34	.0013	.1944
% de consumo	74.35	81.51	2.69	.0964	.1081
Retención					
g/d	1.12	4.34	0.64	.0074	.0133
% de consumo	9.88	33.70	6.09	.0245	.0232
% de adsorción	11.90	40.85	7.75	.0297	.0309

**Cuadro 13**  
**Consumo, excreción, adsorción aparente y retención Fe, Zn, Cu, y Mn, de novillos suplementados con levadura viva**

Elemento	% Levadura viva en			P	
	0	0.26	SE	% Levadura viva	Período
Fe					
Consumo g/d	1520	1370	80	.2147	.2212
Excreción, g/d					
Fecal	1120	960	60	.0782	.1215
Urinaria	6	5	1	.6379	.0343
Adsorción aparente					
g/d	430	410	10	.8894	.7809
% de consumo	26.01	29.21	5.39	.6852	.9104
Retención					
g/d	420	360	110	.7091	.9479
% de consumo	25.42	27.04	5.84	.8488	.7223
% de adsorción	97.54	98.38	0.72	.4315	.1478



**Cuadro 13**  
**Consumo, excreción, adsorción aparente y retención Fe, Zn, Cu, y Mn, de novillos suplementados con levadura viva (continuación)**

Elemento	% Levadura viva en			R	
	0	0.26	SE	% Levadura viva	Período
Zn					
Consumo g/d	488	530	36	.4282	.2554
Excreción, g/d					
Fecal	319	355	27	.3705	.2827
Urinaria	10	9	2	.7257	.7691
Adsorción aparente g/d	169	174	19	.8428	.5364
% de consumo	34.16	33.47	2.65	.8579	.8079
Retención g/d	159	166	19	.8122	.5529
% de consumo	32.26	31.93	2.86	.9364	.8360
% de adsorción	94.33	94.68	1.32	.8548	.9828
Cu					
Consumo g/d	114	111	6	.7346	.0394
Excreción, g/d					
Fecal	66	72	5	.4225	.1268
Urinaria	0.6	0.8	0.08	.2021	.4642
Adsorción aparente g/d	48	39	2	.0307	.0001
% de consumo	39.64	35.26	2.81	.2990	.0005
Retención g/d	47	38	2	.0295	.0001
% de consumo	39.05	34.54	2.86	.2945	.0005
% de adsorción	98.07	97.71	0.43	.5650	.0179
Mn					
Consumo g/d	247	332	10	.0002	.0325
Excreción, g/d					
Fecal	177	186	13	.6348	.1015
Urinaria	0.6	1.3	0.4	.2720	.2551
Adsorción aparente g/d	70	147	9	.0002	.7968
% de consumo	27.97	44.61	3.38	.0069	.6626
Retención g/d	69	146	9	.0002	.7564
% de consumo	27.73	44.22	3.40	.0075	.6999
% de adsorción	99.17	99.06	0.32	.8179	.2571