

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**



Comportamiento Productivo de Cerdos en la Etapa de Engorda – Finalización Suplementados con Levadura de Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

Por:

EDUARDO NABOR ROSAS ARÉVALO

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, saltillo Coahuila, México

Octubre de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Comportamiento Productivo de Cerdos en la Etapa de Engorda – Finalización Suplementados con Levadura de Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

Por:

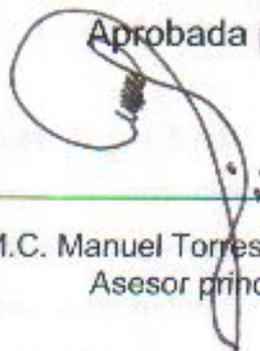
EDUARDO NABOR ROSAS ARÉVALO

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



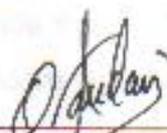
M.C. Manuel Torres Hernández
Asesor principal



Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Asesor



M.C. Lorenzo Suárez García
Asesor
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2008

COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Comportamiento Productivo de Cerdos en la Etapa de
Engorda – Finalización Suplementados con Levadura de
Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

Por:

EDUARDO NABOR ROSAS ARÉVALO

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

M.C. Manuel Torres Hernández
Asesor principal

Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez
Asesor

M.C. Lorenzo Suárez García
Asesor

Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2008

DEDICATORIAS

A **Dios** por darme la oportunidad de seguir en el camino, realizar mis objetivos y metas, por cuidar de mí y de mis seres queridos.

A mi Madre **Imelda Arévalo Anguiano** por haber sido tú, la que sin importar las dificultades de la vida, luchó por hacerme un hombre de bien. Por que siempre has estado a mi lado en lo bueno y en lo adverso, y que sin esperar nada a cambio te has sacrificado para el beneficio de tus hijos, además por que me comprendiste al haber elegido mi camino que te causaron muchas noches de desvelo y varias despedidas que has tenido que soportar para que se cumplieran mis sueños. Te quiero mucho Mamá y gracias por confiar en mí.

A mi Padre **Eduardo Rosas Montoya**, este logro también es tuyo por que tu siempre has querido sentirte orgulloso de mí. Además por que me enseñaste que la vida es dura pero muy sabia. Y que te has sacrificado para darnos a mí y a mis hermanos la mejor herencia que puede haber: el estudiar. Por todo esto, hoy te digo: esto no es el final sino el inicio de una vida de triunfos. Muchas gracias Papá te quiero mucho.

A mis hermanos **Anais y Miguel Ángel Rosas Arévalo** a ustedes que siempre creyeron en mí y que me apoyaron incondicionalmente, por sus sacrificios que hicieron para que pudiera terminar mi carrera profesional. Y que siempre están presentes en todo lo que hago, con quienes he compartido muchas alegrías, tristezas y grandes momentos. Los quiero mucho.

A mi tía **Nancy Rosas Aldana** mi segunda madre, tú que me diste la oportunidad de culminar mis estudios y todo lo que logre en ese camino te lo debo a ti. Por las noches de desvelo y angustias que te cause y por haberme recibido en tu casa sin esperar nada a cambio y tratarme como uno más de tus hijos. Gracia por el apoyo incondicional y por confiar en mí, te quiero mucho.

A mis Abuelos Paternos

Eduardo Rosas Montcuquiol y Felicitas Aldana Aldana (†)

A mis abuelos Maternos

Frumencio Arévalo Torres (†) y Jovita Anguiano Rodríguez

A mi Familia **Díaz Rosas**

José Luis Díaz, Nancy Rosas, Nancy Díaz Rosas, Karina Díaz Rosas, Agustín Díaz Rosas y Josefina Estefanía Díaz Rosas. Gracias por todo el apoyo que me brindaron durante mi carrera y durante el tiempo que viví con ustedes. Muchas gracias a todos.

A mis tías **Analinne Rosas, Susana Rosas, Leticia Tinoco** y A mis tíos **Guillermo Rosas, Carlos Chuzeville, Gustavo Miranda, Santiago y Germán Rosas** por el apoyo incondicional recibido en todos los aspectos y en todo momento, por depositar su confianza en mi y por siempre motivarme a seguir adelante. Muchas gracias a todos.

A mi Familia **Polanco Chuzeville**

Alfonso Polanco, Martha Chuzeville, Julia S. Polanco Chuzeville, Augusto D. Polanco Chuzeville y Maria L. Polanco Chuzeville gracias por brindarme su sincera amistad en todo momento, por lo cual para mi son mas que amigos, son como mis padres y hermanos.

A todos mis primos

Susi, Kathy, Memo, Mara, Gustavo por ser la alegría de la casa, siempre los llevare presentes y que este esfuerzo sirva como ejemplo para que alcancen sus metas y sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mi “**ALMA TERRA MATER**” por haberme cobijado en su seno y darme la oportunidad de formarme como profesional, con la que siempre estaré agradecido y poniendo en alto su nombre.

Al **M.C. Manuel Torres Hernández** por brindarme en todo momento su mas sincera amistad y apoyo como asesor principal, además por su valioso tiempo que invirtió en la revisión de este trabajo, así como por sus enseñanzas y por la gran confianza que tuvo hacia mí.

Al **Ph. D. Jesús M. Fuentes Rodríguez** por apoyarme en la revisión y culminación de este trabajo y por su valioso tiempo que me dedico, así como por sus enseñanzas y confianza hacia mí.

Al **M.C. Lorenzo Suárez García Gracias** por su excelente asesoría, por todas sus enseñanzas y su atenta amabilidad que me brindo durante mi carrera profesional y por el desinteresado apoyo brindado en la realización de este trabajo.

A mis amigas **Vicky, Rosita, Carmen, Cecy, Roció y Saloome**, a mis amigos **Ing. Enrique, Cuate, Omar, Winer, Boti, Agustín y Toño**. Gracias por el apoyo y la amistad brindada dentro y fuera de la universidad, se los agradezco y les deseo lo mejor.

Al **Personal de la Granja Porcina** Sr. Patricio Recio, Javier Rodríguez, Paulo Rangel y Rogelio Álvarez.

A la **Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma** por facilitar el material experimental y por el apoyo brindado durante la investigación. Y a todas aquellas personas que de alguna forma me han ayudado en las diversas etapas de mi vida.

ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
RESUMEN	V
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Justificación.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
Los aditivos promotores del crecimiento de los animales.....	5
Promotores de crecimiento.....	6
Antibióticos promotores de crecimiento (APC).....	7
Los antibióticos promotores del crecimiento (APC) Situación actual....	8
Implicaciones de la prohibición del uso de APC.....	8
Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento.....	9
Probióticos.....	11
Definición de Probióticos.....	11
Características de los probióticos.....	12
Efecto de los Probióticos.....	13
Prebióticos.....	13
Definición de prebióticos.....	13
Ácidos orgánicos.....	15
Enzimas.....	15
Extractos Vegetales.....	16
Las levaduras de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) usadas en la alimentación de cerdos.....	19
Efectos benéficos de las levaduras en los animales.....	21
Variantes de levaduras de cerveza utilizadas en la Alimentación de cerdos.....	22
Levadura activa.....	22
Levadura Inactiva.....	22
Levadura Inactiva Enriquecida.....	23

Características nutritivas de la levadura de cerveza húmeda (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	24
Utilización de levaduras de cerveza en la producción porcina.....	25
Alimentación de cerdos en finalización con levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	28
Características de la canal.....	30
Peso de la canal.....	30
Rendimiento en canal.....	31
Longitud de la canal.....	31
Área del ojo de la chuleta.....	32
Espesor de la grasa dorsal.....	32
III. MATERIALES Y METODOS.....	33
Localización.....	33
Descripción del área experimental.....	33
Animales experimentales.....	34
Material experimental.....	35
Alimento.....	36
Procedimiento experimental.....	38
Diseño experimental.....	39
Variables medidas	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Ganancia Total de Peso (GTP).....	43
Ganancia Diaria de Peso (GDP).....	44
Conversión Alimenticia (CA).....	46
Consumo de Alimento.....	47
Características de la Canal.....	52
Peso de la canal caliente.....	52
Rendimiento en canal.....	54
Longitud de la canal.....	54
Área del ojo de la chuleta.....	55
Espesor de la grasa dorsal.....	56
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. LITERATURA CITADA.....	65
VII. LITERATURA DE INTERNET.....	68
VIII. APÉNDICE.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Categorías de aditivos que pueden utilizarse en la Unión Europea...	6
2. Ventajas e inconvenientes de algunos posibles sustitutos de los antibióticos como promotores del crecimiento (APC).....	18
3. Clasificación taxonómica de la levadura de cerveza.....	20
4. Características nutritivas de la levadura de cerveza húmeda.....	24
5. Aminoácidos y Vitaminas presentes en la levadura de cerveza húmeda.....	25
6. Ganancia diaria de peso (G.D.P), consumo de alimento y conversión alimenticia (C.A) de cerdos suplementados con un probiótico (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	29
7. Condiciones climáticas del 11 al 30 de Junio y del 1 al 16 de julio de 2008. Estación Meteorológica de la UAAAN.....	34
8. Análisis bromatológico de la levadura húmeda usada en el experimento.....	35
9. Aminoácidos y Vitaminas presentes en la levadura de cerveza húmeda usada en el experimento.....	36
10. Porcentaje de los ingredientes utilizados en la dieta de finalización elaborada en la planta de alimentos de la UAAAN.....	37
11. Análisis bromatológico del alimento ofrecido, Laboratorio de Nutrición animal, UAAAN.....	37
12. Proporciones promedio de levadura aplicada a cada tratamiento.....	38
13. Ganancia Total de Peso (GTP), Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia (CA) en cerdos en la etapa de finalización, suplementados con levadura de cerveza.....	45
14. Características de la canal, Peso de la Canal Caliente, Rendimiento en Canal, Longitud de la Canal, Área del Ojo de la Chuleta y Espesor de la Grasa Dorsal en cerdos en la etapa de finalización, suplementados con levadura de cerveza.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ciclo biológico de <u><i>Saccharomyces cerevisiae</i></u>	20
2. Ganancia Total de Peso de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (Kg).....	48
3. Ganancia Diaria de Peso de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (Kg).....	49
4. Conversión Alimenticia de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (Kg. alimento/Kg.de ganancia).....	50
5. Consumo de Alimento de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (Kg).....	51
6. Peso de la canal caliente de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (Kg).....	58
7. Rendimiento en canal de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (%).....	59
8. Longitud de la canal de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (cm).....	60
9. Área del ojo de la chuleta de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (cm ²).....	61
10. Espesor de la grasa dorsal de cerdos en finalización suplementados con levadura de cerveza (cm).....	62

Comportamiento Productivo de Cerdos en la Etapa de Engorda – Finalización Suplementados con Levadura de Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se utilizaron 36 cerdos en etapa de Engorda- finalización similares en edad (hembras y machos castrados) con diferente grado de hibridación entre las razas Landrace, Yorkshire, Hampshire y Duroc, con un peso inicial promedio de 69.51 Kg; los cuales fueron alimentados con una dieta a base de maíz-soya, suplementada con levadura de cerveza húmeda (*Saccharomyces cerevisiae*) ofrecida en el agua de bebida en proporciones de T1 0, T2 10, T3 15 y T4 20%.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y la calidad de la canal, medidos a través de la ganancia de peso, conversión alimenticia y características de la canal. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 9 repeticiones por tratamiento (considerando a cada animal como unidad experimental).

En cuanto al comportamiento productivo, el resultado de las variables medidas fue el siguiente: Ganancia Total de Peso, 30.533 T1, 32.311 T2, 32.322 T3 y 31.355 T4 Kg.($P \geq 0.05$) y para la Ganancia Diaria de Peso los valores fueron, 0.872 T1, 0.923 T2, 0.923 T3 y 0.895 T4 Kg. ($P \geq 0.05$). Para la variable Conversión Alimenticia se

encontraron valores medios de 3.748 T1, 3.786 T2, 3.763 T3 y 3.432 T4 Kg/Kg de ganancia y para Consumo de Alimento, 3.233, 3.452, 3.437, y 3.036 kg/día para los respectivos tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

En lo que concierne a las características de la canal, los resultados fueron los siguientes: Peso de la Canal Caliente, 64.75, 71.50, 68.00, y 68.50 Kg. para los tratamientos T1, T2, T3, y T4 respectivamente. Para rendimiento en canal, los valores obtenidos fueron 74.42 T1, 74.45 T2, 73.50 T3, y 74.43 T4 %, y para Longitud de la Canal, los valores encontrados fueron de 90.25 T1, 90.50 T2, 88.00 T3, y 93.75 T4 cm. Área del Ojo de la chuleta, 26.50 T1, 27.50 T2, 27.50 T3, y 27.50 T4 cm². El espesor de grasa dorsal (P₂) presentó valores de 1.05 T1, 1.70 T2, 1.85 T3, y 1.80 T4 cm.

En ninguna de las variables analizadas se detectó diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, se observó que los tratamientos T2 y T3 superaron numéricamente (32.311 y 32.322 Kg) al testigo y el T4 (30.533 y 31.355 Kg) en GTP; el comportamiento de GDP fue similar, siendo superiores los tratamientos T2 y T3 (0.923 Kg) al testigo y al T4 (0.872 y 0.895 Kg). En cuanto a la conversión alimenticia el tratamiento T4 (3.432 Kg) mostró mejorar esta variable, respecto a los demás, 3.748 T1, 3.786 T2 y 3.763 T3 Kg de alimento por cada kilogramo de peso vivo ganado. Por lo tanto, se concluye, que dado las características bromatológicas de la levadura de cerveza húmeda, que muestra un bajo contenido de sólidos totales y proteína cruda, pero que es rica en vitaminas del complejo B, es un subproducto que responde bien como un aditivo promotor de

crecimiento, al propiciar ganancias de peso mejores que en los animales que no fueron suplementados. Sin embargo, es necesario llevar a cabo más trabajos con mayor número de animales para constatar los efectos que tiene este subproducto derivado de la elaboración de la cerveza sobre el comportamiento productivo de los cerdos en las diferentes etapas de su vida productiva, incluyendo los aspectos reproductivos.

INTRODUCCIÓN

La nutrición porcina es una ciencia en evolución permanente, lo demuestran la enorme cantidad de trabajos científicos que se publican cada año y el gran número de investigadores que en diferentes universidades, empresas y otros centros de investigación repartidos por todo el mundo están desarrollando líneas de investigación relacionadas con la nutrición y alimentación del cerdo. Como consecuencia de sus trabajos, en estos últimos años se están produciendo avances importantes en los sistemas de evaluación nutricional de materias primas, en la estimación y el conocimiento de los requerimientos de los animales, en la tecnología de fabricación de ingredientes, y en el tipo de materias primas y aditivos que se utilizan en las dietas (Borja y Mendel, 1998).

El cerdo es una especie que necesita de alimentos de alto valor biológico para manifestar su capacidad de producción (ganancia de peso, conversión alimenticia) y excelentes características de la canal (Peso, longitud, rendimiento), sin embargo, dado que los ingredientes tradicionales utilizados en la alimentación de los porcinos están cada día menos accesibles para el productor debido a su elevado costo, se hace necesario buscar alternativas de alimentación que permitan reducir dichos costos para ampliar el margen de utilidad y de esta manera permanecer en el mercado porcino.

Dentro de estas opciones se puede considerar el uso de aditivos que estimulen el crecimiento, desarrollo y producción de los animales sin menoscabo de la calidad de la carne derivada del uso de esta tecnología. Los aditivos disponibles para cerdos

caen dentro de cinco clasificaciones¹) drogas animales las cuales incluyen: antibióticos, quimioterapéuticos y antihelmínticos, 2) minerales promotores de crecimiento, 3) enzimas, 4) ácidos orgánicos y, 5) probióticos y prebióticos (Dritz *et al.*, 1997). Dentro de estas últimas sustancias que ayudan a que el animal muestre mejor comportamiento productivo, se encuentra la levadura de cerveza (***Saccharomyces cerevisiae***), subproducto derivado de la elaboración de la cerveza a través del proceso de fermentación.

La levadura de cerveza han sido utilizada en la alimentación animal durante más de 100 años, ya sea en forma húmeda, seca, subproductos de levaduras de cervecería o destilería, o productos comerciales elaborados a base de levadura específicamente para la alimentación animal. Aun cuando esta práctica de utilizar las levaduras en la alimentación animal ha existido durante mucho tiempo atrás, todavía no hay mucha difusión en la industria alimenticia animal para utilizarlas.

El uso de levadura tiene grandes beneficios, ya que la levadura, proporciona vitaminas del complejo B, minerales y es una buena fuente de proteína de alto valor biológico y una digestibilidad mayor al 85%. Aproximadamente el 40% del peso de la levadura seca consiste en proteína. La calidad de la proteína de la levadura es excelente, es equivalente a la soya, pues ambas son ricas en lisina (García, 2004).

Objetivo general.

Evaluar la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) como alternativa para la alimentación de cerdos.

Objetivos específicos.

Evaluar el comportamiento productivo de animales alimentados con levadura de cerveza húmeda a través de la Ganancia Total de peso (G.T.P), Ganancia Diaria de peso (G.D.P) y Conversión Alimenticia (C.A).

Evaluar las características de la canal de animales alimentados con levadura de cerveza húmeda a través de su peso, longitud, rendimiento, espesor de la grasa dorsal y el área del ojo de la chuleta.

Justificación.

La disponibilidad de fuentes alternativas de promotores del crecimiento (probióticos y/o prebióticos) como la levadura de cerveza, permitirá la supresión de otras fuentes menos recomendables, como los antibióticos, para incrementar la utilización eficiente de los alimentos por los animales y de esta manera lograr mejores ganancias de peso y características de la canal.

Hipótesis.

Ho. No hay diferencia entre los animales alimentados con levadura de cerveza y el testigo.

Ha. Los animales alimentados con levadura de cerveza responden mejor a través de su comportamiento productivo y produce una canal de mejores características.

REVISIÓN DE LITERATURA

Los aditivos promotores del crecimiento de los animales.

Los aditivos son usados rutinariamente en la alimentación animal con tres fines fundamentales: mejorar el sabor u otras características de las materias primas, alimentos o productos animales, prevenir ciertas enfermedades, y aumentar la eficiencia de producción de los animales.

El rango de aditivos utilizados con estos fines es muy amplio (Cuadro. 1), ya que bajo este término se incluyen sustancias tan diversas como algunos suplementos (vitaminas, provitaminas, minerales, etc.), sustancias auxiliares (antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc.), antibióticos (coccidiostáticos) y agentes promotores del crecimiento (probióticos, prebióticos, enzimas, etc.). Dentro del grupo de los aditivos antibióticos están aquellos que se utilizan como promotores del crecimiento de los animales (APC), y que también son denominados "modificadores digestivos"(Carro y Ranilla, 2002).

El grupo de mas reciente incorporación a la lista de compuestos farmacológicamente activos que se utilizan en producción animal para mejorar la retención de compuestos nitrogenados, son los llamados "repartidores de energía". Son agentes químicos que actúan, específicamente, a nivel de los receptores adrenérgicos celulares, derivando los nutrientes y la energía procedentes de los alimentos y de la

lipólisis hacia la síntesis proteica y muscular (Hanrahan *et al.*, 1986; Citado por Vidal, 2006).

Cuadro.1. Categorías de aditivos que pueden utilizarse en la Unión Europea

- Antibióticos
- Sustancias antioxidantes
- Sustancias aromáticas y saborizantes
- Coccidiostáticos
- Emulsionantes, estabilizantes, espesantes y gelificantes
- Colorantes incluidos los pigmentos
- Conservantes
- Vitaminas, provitaminas y otras sustancias de efecto análogo químicamente bien definidas
- Oligoelementos
- Agentes ligantes, antiaglomerantes y coagulantes
- Reguladores de la acidez
- Enzimas
- Microorganismos

(Fuente: Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación, 2000).

Promotores de crecimiento.

Sustancias distintas de los nutrientes de la ración que aumentan el ritmo de crecimiento y mejora el índice de conversión de los animales sanos y correctamente alimentados. Por ello el término de promotor de crecimiento se puede aplicar a más de un tipo de sustancia usada en producción animal.

Los promotores de crecimiento pueden ser los siguientes: antibióticos, probióticos, prebiótico, ácidos orgánicos, enzimas, extractos vegetales, hormonas, nucleótidos, vitaminas y minerales (Vidal, 2006).

El uso de sustancias promotoras de crecimiento en la producción animal, no es del todo reciente, ya que su utilización se remonta al año de 1949, cuando se tuvieron los primeros experimentos en cerdos y aves (Tepperman, 1975), así el hombre ha recurrido a la utilización de antibióticos, hormonas y otras sustancias químicas y algunos subproductos de origen vegetal con el fin de lograr mejor aprovechamiento de los nutrientes, mejor calidad de la canal, mejor conversión alimenticia, mayores incrementos de peso y por consecuencia reducir el periodo de finalización de los animales.

Antibióticos promotores de crecimiento (APC).

Los antibióticos promotores de crecimiento (APC) son algunos de los aditivos más utilizados en la producción animal. Provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traduce en aumento de la eficiencia de la utilización de los alimentos y en mejora significativa de la ganancia de peso.

Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica.

Los APC también producen modificaciones en el tracto digestivo, que suelen ir acompañadas de cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos), reducciones en el ritmo de tránsito de la digestión, aumentos en la absorción de algunos nutrientes (p.e. vitaminas) y reducciones en la producción de

amoníaco, aminas tóxicas y α -toxinas (Rosen, 1995; Citado por Carro y Ranilla, 2002).

En resumen, la utilización de APC reduce la incidencia de enfermedades en el ganado, mejora la digestión y utilización de los alimentos, y reduce la cantidad de gases y excretas producidas por los animales. Todo ello se traduce en beneficios tanto para el consumidor, a través de una reducción del precio de los productos animales, como para el medio ambiente (Piva y Rossi, 1999).

Los antibióticos promotores del crecimiento (APC) Situación actual.

Según un estudio de la Federación Europea para la Salud Animal, en 1999 los animales de granja de la Unión Europea consumieron 4,700 toneladas de antibióticos, cifra que representó el 35 % del total de antibióticos utilizados. De estos antibióticos, 786 toneladas (un 6 % del total) se utilizaron como aditivos promotores del crecimiento. Sin embargo, la cantidad de APC disminuyó más de un 50 % desde 1997, año en el que se consumieron 1,600 toneladas (15 % del total) (Carro y Ranilla, 2002).

Implicaciones de la prohibición del uso de APC

La prohibición total del uso de APC puede tener repercusiones sobre la salud de los animales y de los consumidores, así como sobre el medio ambiente. Asimismo, esta prohibición tendrá importantes implicaciones económicas en el sector zootécnico.

Debido a la actividad antimicrobiana de los APC, algunos investigadores han sugerido que la supresión de estas sustancias puede provocar un aumento de la incidencia de determinadas patologías en los animales (diarreas, acidosis, timpanismo, etc.).

Los APC tienen un efecto favorable sobre la producción de excretas y de gases, ya que reducen la producción de metano y la excreción de nitrógeno y fósforo. Se ha estimado que la supresión de su uso en la alimentación del ganado porcino, vacuno y avícola en Alemania, Francia y el Reino Unido aumentaría anualmente la emisión de nitrógeno y fósforo en 78,000 toneladas (Carro y Ranilla, 2002).

Alternativas a los aditivos antibióticos promotores del crecimiento.

De forma general, pueden considerarse dos alternativas al uso de APC: la implantación de nuevas estrategias de manejo y la utilización de otras sustancias que tengan efectos similares a los de los APC sobre los niveles productivos de los animales. Las estrategias de manejo deben ir encaminadas a reducir la incidencia de enfermedades en los animales, de forma que se evite tanto la disminución de los niveles productivos ocasionada por las mismas como el uso de antibióticos con fines terapéuticos. Estas estrategias pueden agruparse en cuatro apartados (Committee on Drug Use in Food Animals, 1999):

- a) Prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de la higiene de los animales, de la calidad de los alimentos que reciben y de las condiciones medioambientales en las que se crían.

- b) Optimizar la nutrición de los animales, de forma que se mejore su estado inmunológico y se eviten cambios bruscos en las condiciones alimenticias.

- c) Erradicar en la medida de lo posible algunas enfermedades.

- d) Seleccionar genéticamente animales resistentes a enfermedades.

En cuanto a las sustancias alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento, destacan como principales opciones los probióticos y prebióticos, los ácidos orgánicos, las enzimas y los extractos vegetales (Turner *et al.*, 2002; Doyle, 2001; Citados por Castro y Rodríguez, 2005).

Por otro lado, en la actualidad la demanda del consumidor se enfoca a productos cárnicos inocuos y de excelente calidad y que vayan acordes con la conservación del medio ambiente; razón por la cual los antibióticos y hormonas promotoras de crecimiento se han ido sustituyendo por la utilización de probióticos y prebióticos, los cuales pueden ser de cultivos de levaduras o bacterias benéficas, que mejoren la eficiencia alimenticia y proporcionen un medio ambiente adecuado para una eficiente respuesta inmunológica ante el ataque de distintos agentes patógenos (García, 2002).

Probióticos.

Definición de Probióticos.

Según la Administración de Drogas y Alimentos (F.D.A) de los Estados Unidos, el término probiótico se refiere a aquellos suplementos que se añaden a las dietas de los animales, compuestos por células vivas o sus medios de cultivo, los cuales deben necesariamente provocar los efectos positivos en el balance microbiano intestinal (Kung, 1998; Citado por García, 2002).

Carro y Ranilla (2002) mencionan que bajo el término "probiótico" se incluyen una serie de cultivos vivos de una o varias especies microbianas, que cuando son administrados como aditivos a los animales provocan efectos beneficiosos en los mismos mediante modificaciones en la población microbiana de su tracto digestivo.

Stokes (1998) señala que el concepto original del uso de probióticos fue el de reducir los efectos negativos del estrés, mediante la prevención del establecimiento de microorganismos patógenos o bien el incremento de microorganismos benéficos en la flora intestinal.

Los probióticos han sido señalados como posibles reemplazos de los antibióticos. Estos han sido definidos como microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tracto intestinal del hospedero, manteniendo y reforzando los mecanismos de defensa ante patógenos, sin perturbar las funciones fisiológicas y bioquímicas normales (Fuller, 1989).

Características de los probióticos.

- No son drogas
- No son tóxicos
- Son de origen natural
- No producen efectos adversos residuales

La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales de granja pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (***Saccharomyces cerevisiae***) y hongos (*Aspergillus oryzae*). Numerosos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en el crecimiento y/o índice de conversión de cerdos y aves similares a los obtenidos con APC (Hillman, 2001; citado por Carro y Ranilla, 2002). Sin embargo, la actividad de los probióticos es menos consistente que la de los APC, de tal forma que el mismo producto puede producir resultados variables, y existen muchos estudios en los que no se ha observado ningún efecto. Por otra parte, los efectos de los probióticos son mucho más acusados en las primeras semanas de vida de los animales, especialmente en el período posterior al destete en el caso de los mamíferos (Carro y Ranilla, 2002).

Rascón (1992) y Lyons (1991) mencionan que en trabajos donde evaluaron el efecto de promotores de crecimiento (probióticos), encontraron que la mayor eficiencia en la

utilización de alimento se presentó cuando se les adicionó probiótico en la dieta de pollos y cerdos en engorda.

Efecto de los Probióticos.

- Actúan como un nutriente adicional.
- Mejoran el consumo de alimento.
- Promueven la utilización de proteínas y grasas.
- Disminuyen el costo de alimentación.
- Mejoran la recuperación de los animales enfermos.
- Corrigen trastornos digestivos.
- Aumentan la energía en animales activos.

Prebióticos.

Definición de prebióticos.

El término "prebiótico" incluye a una serie de compuestos indigestibles por el animal, que mejoran su estado sanitario debido a que estimulan de crecimiento y/o la actividad de determinados microorganismos beneficiosos del tracto digestivo, y que además pueden impedir la adhesión de microorganismos patógenos. Las sustancias más utilizadas son los oligosacáridos, que alcanzan el tracto posterior sin ser digeridos y allí son fermentados por las bacterias intestinales. Con una cuidadosa selección de los oligosacáridos, se puede favorecer el crecimiento de las bacterias

beneficiosas. Por ejemplo, se ha observado que los fructo-oligosacáridos favorecen el crecimiento de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* en el ciego de las aves y aumentan así su ritmo de crecimiento, pero no se ha observado este efecto en los cerdos (Hillman, 2001).

El efecto de los probióticos puede ser potenciado mediante la inclusión adicional de ingredientes no digeribles de los alimentos, denominados prebióticos. Los prebióticos afectan benéficamente al huésped mediante una estimulación selectiva del crecimiento y/o la actividad de una o un limitado grupo de bacterias en el colon (Gibson y Roberfroid, 1995; Citados por Castro y Rodríguez, 2005).

En los cerdos se ha observado que la administración de manano-oligosacáridos produce mejoras en la ganancia de peso vivo similares a las observadas con algunos APC.

Los efectos de los prebióticos parecen depender del tipo de compuesto y su dosis, de la edad de los animales, de la especie animal y de las condiciones de explotación (Piva y Rossi, 1999; citado por Carro y Ranilla, 2002). Debido a que estos compuestos son sustancias totalmente seguras para el animal y el consumidor, es de esperar que su utilización se incremente en el futuro, y que continúen las investigaciones para identificar las condiciones óptimas para su uso. Por otra parte, ya que los modos de acción de los probióticos y los prebióticos no son excluyentes, ambos pueden utilizarse simultáneamente (constituyen así los denominados "simbióticos") para obtener un efecto sinérgico (Carro y Ranilla, 2002).

Ácidos orgánicos.

La utilización de acidificantes (ácidos orgánicos e inorgánicos) en la alimentación de lechones, aves y conejos permite obtener aumentos de su ritmo de crecimiento.

Los efectos de los ácidos orgánicos son más acusados en las primeras semanas de vida de los animales, cuando aún no han desarrollado totalmente su capacidad digestiva (Carro y Ranilla, 2002).

Los ácidos orgánicos mejoran el proceso digestivo en el estómago, de tal forma que disminuye el tiempo de retención del alimento y aumenta la ingestión, a la vez que se previenen los procesos diarreicos. Por otra parte, los ácidos orgánicos pueden ser absorbidos por el animal, representando así una fuente adicional de nutrientes.

Los ácidos orgánicos pueden también inhibir el crecimiento de determinados microorganismos digestivos patógenos, ya que reducen el pH del tracto digestivo (Penz, 1991), además tienen actividad bactericida y bacteriostática (Yi, 1996).

Enzimas.

Las enzimas son proteínas que catalizan diferentes reacciones bioquímicas. Los preparados enzimáticos utilizados como aditivos en la alimentación animal actúan a nivel del sistema digestivo, ejerciendo diferentes acciones como son eliminar factores antinutritivos de los alimentos, aumentar la digestibilidad de determinados nutrientes,

complementar la actividad de las enzimas endógenas de los animales y reducir la excreción de ciertos compuestos (fósforo y nitrógeno) (Errecalde, 2004).

Las principales enzimas utilizadas en la alimentación de los animales monogástricos son: β -glucanasa, xilanasa, α -amilasa, α -galactosidasa, fitasa, celulasas y proteasas. Los preparados enzimáticos resultan especialmente eficaces en el caso de las aves, en las que se han descrito mejoras de su crecimiento, entre un 2 y 6 % y del índice de conversión entre un 2 y 4 % (Lázaro *et al.*, 2003). Así como mejoras en la calidad de la canal y un aumento en la digestibilidad de nutrientes (Montesinos, 1999).

En el caso del ganado porcino, también se han descrito mejoras en la ganancia diaria de peso, si bien en todos los casos la magnitud de la respuesta depende del tipo de preparado enzimático y de los componentes de la ración que reciben los animales (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2000).

Extractos Vegetales.

En los últimos años existe un creciente interés en la utilización de productos naturales en la alimentación animal, especialmente desde la reciente prohibición de los antibióticos como promotores de crecimiento. Muchos extractos de plantas tienen la capacidad de modificar la actividad microbiana, lo cual se atribuye a una serie de metabolitos secundarios: saponinas y aceites esenciales (Cardozo *et al.*, 2005; Busquet *et al.*, 2004).

La utilización de plantas y de hierbas medicinales, o de alguno de sus componentes, se plantea actualmente como una de las alternativas más naturales a los APC. Algunas plantas (anís, tomillo, apio, pimienta, etc.) contienen aceites esenciales que les confieren propiedades aromáticas.

Tal y como se ha observado en diferentes experimentos, la utilización de estos aceites puede producir aumentos de la ganancia diaria de peso similares a los registrados con APC en cerdos y pollos (Piva y Rossi, 1999). Otras plantas, como los cítricos (naranja, pomelo, mandarina, etc.) contienen bioflavonoides que también pueden producir efectos positivos sobre los rendimientos productivos de los animales (Carro y Ranilla, 2002).

Los promotores de crecimientos son una alternativa para la producción animal y una forma de alimentación que ayuda a reducir tiempo, costo y una mejor canal. El uso de cualquier promotor de crecimiento de los antes mencionados deberá acompañarse sin duda de cambios en el manejo, alimentación, sanidad e incluso en la genética de los animales (Carro y Ranilla, 2002).

Las posibles alternativas a la utilización de los antibióticos promotores de crecimiento, ventajas e inconvenientes de su uso se observan en el cuadro 2.

Cuadro. 2 Ventajas e inconvenientes de algunos posibles sustitutos de los antibióticos como promotores del crecimiento (APC).

Aditivo	Ventajas	Inconvenientes
Probióticos	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Buena aceptación por el consumidor (siempre que no sean microorganismos modificados genéticamente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado coste - Eficacia variable - Menor eficacia que los APC - Posible transferencia de resistencias a antibióticos
Prebióticos	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Muy buena aceptación por el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados variables en las distintas especies - Menor eficacia que los APC
Ácidos orgánicos y sus sales	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Buena aceptación por el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Resultados variables en los animales rumiantes - Difícil manejo de los ácidos - Pueden afectar negativamente a la ingestión - Elevado coste - Menor eficacia que los APC
Enzimas	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Buena aceptación por el consumidor (posibles reticencias si proceden de microorganismos modificados genéticamente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo son efectivas con el sustrato adecuado - Menor eficacia que los APC - Elevado coste
Extractos vegetales	<ul style="list-style-type: none"> - Inocuos para el animal y el consumidor - Muy buena aceptación por el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de obtención caros y/o complicados - Difícil control de su procedencia - Pueden requerir altas dosis para ser efectivos - Mecanismos de acción poco conocidos

(Fuente: Committee on Drug Use in Food Animals, 1999)

Las levaduras de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) usadas en la alimentación de cerdos.

Las levaduras de cerveza se han administrado a los animales en el alimento durante más de 100 años, ya sea en la forma de una masa fermentada, 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 en la industria para utilizarlas. Pero por donde se observe, el uso de levaduras tiene grandes beneficios, ya que la levadura en si, proporciona vitaminas del complejo B, minerales, es una buena fuente de proteína. 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, 2004).

Las levaduras (Fig. 1) son hongos microscópicos, o sea organismos unicelulares del reino vegetal (Cuadro.3), 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 (García, 2003).

Cuadro. 3. Clasificación taxonómica de la levadura de cerveza

REINO:	Fungi
FILO:	Ascomycete
CLASE:	Hemiascomycetes
ORDEN:	Saccharomycetales
FAMILIA:	Saccharomycetaceae
GENERO:	Saccharomyces
ESPECIE:	S. cerevisiae

(Fuente: Hansen, 2007)

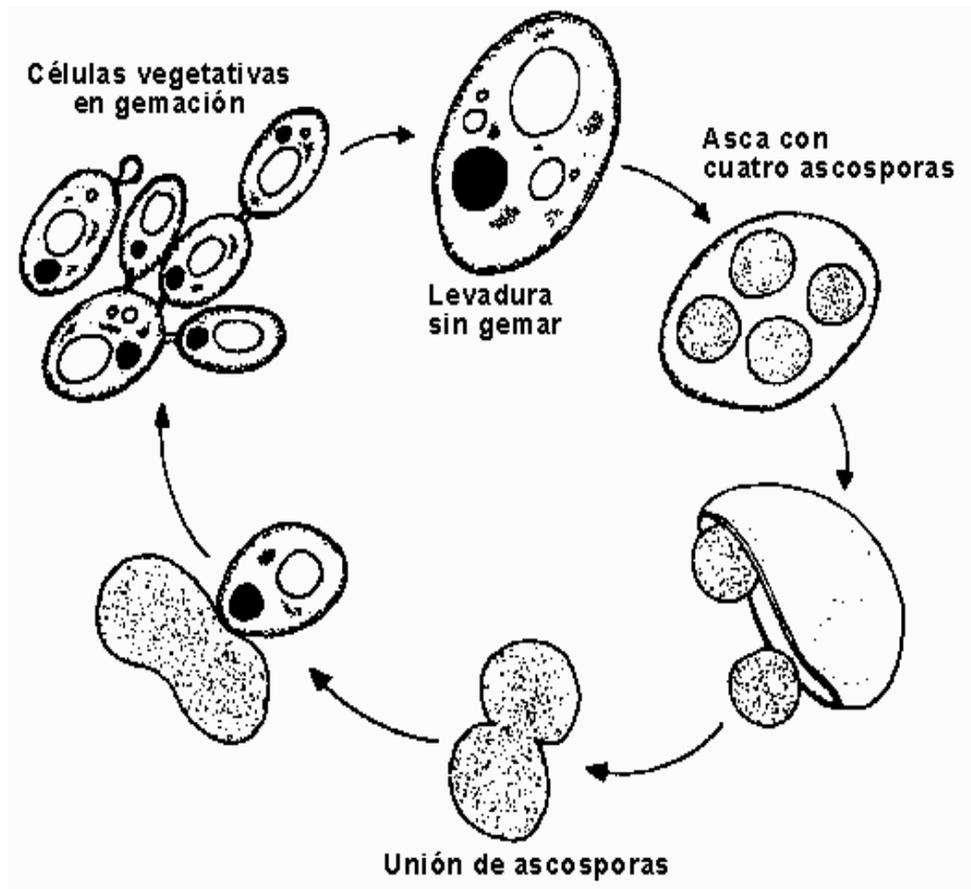


Fig. 1. Ciclo biológico de *Saccharomyces cerevisiae*.

(Fuente: García, 2004)

Efectos benéficos de las levaduras en los animales.

Las levaduras han sido usadas durante muchos años como fuente de proteína de alta calidad en las dietas para animales. Su alto contenido en vitaminas, enzimas y otros importantes Co-factores también las hacen atractivas como una ayuda digestiva con efectos positivos en animales rumiantes y monogástricos (Dawson, 1994; citado por Castro y Rodríguez, 2005). Las levaduras son incorporadas a las dietas con el propósito de mejorar la salud y sobre todo el desempeño de los animales y mejorar sus características zootécnicas.

Las levaduras benefician al hospedero en varios aspectos:

- Pueden actuar como probióticos o prebióticos (manano-oligosacáridos).
- Producción de minerales (por selección de cepas ricas en Se y Cr o por enriquecimiento del medio de cultivo con estos minerales), de vitaminas (hidrosolubles del complejo B) y de enzimas (fitasas).
- Promueven el crecimiento.
- Mejoran la eficiencia alimenticia.
- Mejoran la absorción de nutrientes mediante el control de la diferenciación y proliferación de las células epiteliales del intestino.
- Eliminan y controlan microorganismos intestinales que producen enfermedades subclínicas o clínicas.
- Estimulan la inmunidad no específica y específica en el intestino.
- Reducción del olor de las excretas.

Variantes de levaduras de cerveza utilizadas en la Alimentación de cerdos.

La levadura de cerveza para la alimentación de los cerdos *Saccharomyces cerevisiae*, puede tener 3 variantes (García, 2004), 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 en cerdos son:

- Promotor de crecimiento
- Mejores camadas.
- Aumenta la producción de leche materna.
- Mayor ganancia de peso.
- Cambio de alimentos más rápidos.
- Reduce el exceso de amoníaco en el intestino de los cerdos.
- Acción estimulante de la inmunidad.
- Mejora la asimilación de nutrientes.
- Corrige el balance de la población microbiana.

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.)
teniendo las siguientes características:

- 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 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 pérdida de alimento.
- Reduce la pérdida de energía por animales.
- Aumenta la digestibilidad de los nutrientes.

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 se pueden encontrar las enriquecidas con selenio, cromo, hierro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno, etc.

Características nutritivas de la levadura de cerveza húmeda (*Saccharomyces cerevisiae*).

La levadura de cerveza húmeda contiene aproximadamente 15% de materia seca, la cual en su mayoría está constituida de proteína (>47.0% sobre MS). Dicha proteína es de alto valor biológico por estar formada de aminoácidos esenciales (Lisina 3.60%) además contiene 3.392 Mcal/Kg de energía metabolizable y una excelente fuente de vitaminas del complejo B (Niacina, Tiamina y Riboflavina). Cuadros 4 y 5.

Cuadro. 4. Características nutritivas de la levadura de cerveza húmeda.

Sobre materia seca	
Materia seca	15.00 %
Energía bruta	4.623 Mcal/kg
Energía digestible	3.795 Mcal/kg
Energía metabolizable	3.392 Mcal/kg
Grasa bruta	1.90 %
Fibra bruta	3.00 %
Azúcares	7.40 %
Proteína bruta	47.00%
Lisina	3.60 %
Metionina	0.75 %
MET-CIS	1.30 %
Triptófano	0.59 %
Treonina	2.37 %
Calcio	0.15 %
Fosforo total	1.50 %
Fosforo disponible	0.97 %
Proteína degradable	24.44 %
Proteína By Pass	22.56 %
Fibra Detergente Neutro	7.00 %

(Fuente: Poballe, S.A. Mezclas y Subproductos para la alimentación animal, 2008)

Cuadro.5. Aminoácidos y Vitaminas presentes en la levadura de cerveza húmeda.

	Levadura Inactivada con Acido Propionico	Levadura Inactivada por calor	Levadura Activa
Aminoácidos (mg/g)			
Aspartico	2.2	1.86	2.3
Glutamico	2.75	6.63	4.26
Serina	1.54	1.54	1.03
Glicina	0.79	1	0.57
Alanina	2.72	1.98	9.78
Metionina	0.15	0.14	0.16
Valina	1.12	1.06	1.21
Fenilalanina	0.96	0.66	0.99
Leucina	1.21	1.75	0.88
Isoleucina	1.23	1.17	0.97
Lisina	6.69	7.75	8.17
Vitaminas (ppm)			
Niacina	0.5 a 2.0	ND	0.5 a 2.0
Tiamina	ND	ND	0.5 a 2.0
Riboflavina	ND	ND	0.5 a 2.0

ND: No detectable

(Fuente: Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008)

Utilización de levaduras de cerveza en la producción porcina

En la actualidad, a nivel de México y Centro América, se han estado utilizando probióticos tipo levaduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, encontrando excelentes resultados.

La incorporación de levaduras en dietas de cerdos se da principalmente en la fase de inicio, crecimiento y finalización; Komegy (1995), Citado por García (2002), señala que además de las vitaminas y enzimas y factores de crecimiento que poseen las levaduras, también se comportan como promotoras de la respuesta productiva y que

el efecto de la levadura sobre la flora intestinal puede ser de primordial importancia para promover esta respuesta. En este sentido Bertin (1997), Citado por García (2002) , encontró una mejor respuesta productiva en lechones suplementados con levaduras (***S. cerevisiae***) en cuanto a: peso al destete (7.92 kg versus 8.08 kg), peso a los 60 días (20.78 Kg versus 21.35 Kg), consumo de alimento (1.65 Kg versus 1.55 Kg).

En un estudio realizado por Cuarón (2000) en donde se suplementó a cerdos con levaduras de tipo ***Saccharomyces cerevisiae*** Sc47; para luego trasladarlos a una granja con problemas de síndrome respiratorio, encontró que la presencia de levadura en concentraciones de 3 Kg/ton de alimento pudo prevenir la pérdida de la productividad asociada a la infección; en promedio los cerdos que no recibieron SC47 ganaron 50 Kg. hasta el peso al mercado, 660 g/día y su consumo de alimento de 3.66 Kg / por Kg de peso ganado; mientras que los animales tratados ganaron 100 g/día mas y la conversión alimenticia fue mejor en un 13 %.

La levadura ***Saccharomyces cerevisiae*** Sc47 suplementada de manera permanente a lechones, aumentó su resistencia al estrés y los protegió parcialmente contra algunas de las enfermedades infectocontagiosas respiratorias y digestivas más comunes (Cuarón *et al.*, 1998).

Cuarón (1999) estudió la suplementación con levaduras vivas para mejorar el estado inmunológico de cerdos. El desempeño de los cerdos en finalización, cuando son transportados de un lugar limpio (condiciones de laboratorio con bajos niveles de

patógenos) a un área sucia (condiciones de campo con altos niveles de patógenos) se vio notablemente mejorado en animales tratados, en comparación con las bajas respuestas obtenidas en animales control, probablemente por el estrés digestivo inducido por la presencia de altas cantidades de patógenos.

En los cerdos se ha visto que el uso de las levaduras como probiótico ha tenido un efecto positivo en diversos aspectos del desarrollo del animal, participando en numerosas funciones metabólicas:

- Fomentan el equilibrio natural de la flora intestinal en los cerdos y proporcionan mejores procesos digestivos (Van Heugten *et al.*, 2003; Kornegay *et al.*, 1995).
- Estimulan el sistema inmunológico de los cerdos mejorando su resistencia a las enfermedades más comunes (O'Quinn *et al.*, 2001: Citado por Castro y Rodríguez, 2005).
- Reducen las diarreas o la severidad de éstas cuando han aparecido (Bekaert *et al.*, 1996). Todos estos factores permiten, mejorar la ganancia de peso corporal, el consumo y la conversión alimenticia. Además, se ha comprobado que los probióticos reducen el mal olor de las excretas porcinas (Russell *et al.*, 1998; Chang y Cheng, 2003: Citados por Castro y Rodríguez, 2005). En lechones neonatos se recomienda la administración de levaduras a lechones débiles, luego de la descolmillada y castración, cuando hay problemas gastrointestinales y, especialmente, al destete (Jonsson y Conway, 1992: Citados por Castro y Rodríguez, 2005).

Alimentación de cerdos en finalización con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Chiquieri *et al.*, (2006) realizaron un experimento con 40 cerdos híbridos (Landrace x Large White), machos castrados con un peso inicial de 24.98 kg PV, peso final de 83.78 kg. donde evaluaron tres tratamientos, T1 ración normal (RB), T2 ración normal mas un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*, (Pro)) como promotor de crecimiento y T3 ración normal mas probiótico junto con un prebiótico (Pre) . La prueba se dividió en dos fases Crecimiento-Desarrollo y Engorda-Finalización.

En la etapa de Crecimiento-Desarrollo, no encontró diferencias entre los tratamientos para la ganancia diaria de peso con valores de 0.750 T1, 0.790 T2 y 0.74 T3 kg/día, y para la conversión alimenticia de 2.51 T1, 2.44 T2 y 2.59 T3 kg de alimento consumido por cada kilogramo ganado de peso en pie, como tampoco para el consumo de alimento con valores de 1.88 T1, 1.93 T2 y 1.92 T3 kg/día.

Para la segunda fase, Engorda-Finalización tampoco se encontró diferencia para la ganancia diaria de peso reportando valores de 0.750 T1, 0.760 T2 y 0.74 T3 kg/día, conversión alimenticia de 2.63 T1, 2.67 T2 y 2.70 T3 Kg de alimento por cada kilogramo de peso vivo ganado, y para consumo de alimento diario de 1.98 T1, 2.03 T2 y 2.00 T3 kg/día. Al analizar los datos consolidados de las dos etapas no se encontró diferencia como se muestra en el cuadro.6.

En cuanto a las características de la canal no se encontraron diferencias entre tratamientos, reportando valores para la longitud de la canal de 93.00 T1, 93.13 T2 y

94.2 T3 cm, peso de la canal 69.10 T1, 70.40 T2 y 66.16 T3 kg, y área del ojo de la chuleta 36.40 T1, 39.50 T2 y 36.8 T3 cm².

Cuadro.6. Ganancia diaria de peso (G.D.P), consumo de alimento y conversión alimenticia (C.A) de cerdos suplementados con un probiótico (***Saccharomyces cerevisiae***).

	RB	RB+Pro	RB+Pro+Pre
G.D.P(kg)	0.75	0.78	0.74
Consumo de alimento(kg)	1.92	1.97	1.95
C.A(kg)	2.56	2.53	2.64

(Fuente: Chiquieri *et al.*, 2006).

En trabajo realizado por Rodríguez (2000), con cerdos en finalización, donde sustituyo el 0, 10, 20 y 30% de la proteína en la dieta normal, con nopal tratado con Sulfato de amonio ((NH₂)₂SO₂) y levadura de cerveza seca (***Saccharomyces cerevisiae***), encontró los siguientes resultados:

En cuanto a la Ganancia Total de peso (GTP), no se encontró diferencia significativa (P>0.05) entre los tratamientos donde las ganancias reportadas fueron de 25.57 T1, 23.83 T2, 26.16 T3, y 28.11 T4 kg. de peso vivo promedio por animal.

Para la variable Ganancia Diaria de peso (GDP), tampoco encontró diferencia estadística significativa (P>0.05) entre los tratamientos, reportando valores de 0.752 T1, 0.700 T2, 0.769 T3, y 0.826 T4 kg/día/animal.

La variable Conversión Alimenticia (CA), no mostro diferencia significativa entre los tratamientos ($P>0.05$) siendo los valores encontrados de 3.868 T1, 3.911 T2, 3.543 T3, y 2.933 T4 kg de alimento promedio consumido por cada kilogramo de peso en pie.

Características de la canal

La canal se define como el cuerpo del cerdo una vez muerto y eviscerado. Se conserva en la canal el cuero y se desechan cabeza y las partes terminales de la extremidades, así como los órganos contenidos en la cavidad torácica y abdominal (Escamilla, 1977).

Peso de la canal

King (1960) observó que el peso al sacrificio tiene efectos sobre algunas medidas de la canal en cerdos. Los cerdos más ligeros al sacrificio tuvieron una producción mayor de cortes magros, que los cerdos mas pesados.

Acevedo (1974) realizó un estudio con 50 cerdos castados y 50 hembras y encontró que para el peso de la canal los machos presentaron un peso ligeramente superior al de las hembras pero no mostraron diferencia significativa ($P>0.05$).

Rendimiento en canal

El rendimiento en canal esta influenciado primeramente por el peso del tracto digestivo, órganos internos, cabeza y el peso del animal. Se define como la relación expresada en por ciento entre el peso al sacrificio y el peso de la canal oreada o refrigerada (Escamilla, 1977).

Madero y Berruecos (1972) realizaron un estudio para comparar los rendimientos en canal en cerdos sacrificados a los 80 Kg con cerdos de 100 Kg, y encontraron un mayor rendimiento a 80 Kg ($P < 0.05$).

Longitud de la canal

Uno de los factores que se toman en cuenta para determinar la calidad de la canal es la longitud de la misma, la cual debe ser tomada desde la Symphysis del pubis al borde anterior de la primera costilla (King, 1960). La longitud de la canal depende del número de vértebras torácicas y lumbares, que en cerdos oscila entre 20 y 23. Los cerdos con un total de 20 vértebras dorsales y lumbares poseen una longitud de 77.9 cm y cuando el numero es de 23 su longitud es de 86.0 a 94.6 cm (Acevedo, 1974).

Área del ojo de la chuleta

Esta medida se toma en unidades de superficie (pulgadas o centímetros cuadrados), usando un plástico transparente en forma de rejillas (Kauffman et al., 1978; Citado por Carballo, 1996). El área del musculo debe medirse entre la decima y onceava costilla, esta medida se encuentra altamente correlacionada con el peso de cortes magros.

Espesor de la grasa dorsal

Fahey et al. (1977) Kempster y Evans, (1979), indican que las medidas de grasa tomadas sobre el musculo longissimus es aproximadamente a tres cuartos de distancia a la línea media al borde lateral del musculo, son los indicadores más precisos para medir la grasa en cerdos.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista Saltillo, Coahuila, sobre la carretera 54 Saltillo-Zacatecas, a la altura del Km. 7 al sur de la ciudad de Saltillo, su localización geográfica se encuentra en las coordenadas 25° 21' 00" Latitud Norte y 101°02' 00" Longitud Oeste, a una altura de 1743 msnm. El clima predominante de la región es de tipo Bs₀Kx' (W) (e), es decir, el mas seco de los secos, templado, con verano cálido extremo en la oscilación anual de temperaturas medias mensuales, con régimen de lluvias entre verano e invierno que acumulan 300.9 mm. de precipitación pluvial anual y una temperatura media anual de 12 °C (García, 1973).

Descripción del área experimental

La granja donde se llevó a cabo el experimento es una explotación de ciclo completo, la cual cuenta con cuatro naves, gestación, maternidad-destete, crecimiento-desarrollo y engorda-finalización.

El área específica donde se desarrolló el trabajo fue en la nave de Crecimiento-Desarrollo donde se utilizaron cuatro corrales cuya medida es de 2.5 mts de ancho por 6 mts de largo, estos cuentan con piso de cemento con un declive del 5%, cada

corral esta equipado con bebederos de chupón y comederos metálicos que tienen 6 compartimentos. El experimento se llevo a cabo en los meses de Junio y Julio (del 11 al 30 de Junio y del 1 al 16 de Julio), durante los cuales se presentaron las siguientes condiciones climáticas (Cuadros 7).

Cuadro. 7. Condiciones climáticas del 11 al 30 de Junio y del 1 al 16 de julio de 2008. Estación Meteorológica de la UAAAN.

MUNICIPIO:	Saltillo, Coahuila, México.		
DEPENDENCIA:	U.A.A.A.N		
ESTACION:	Buenavista		
LATITUD:	25°23´		
LONGITUD:	101°00´	W	ALTURA: 1743msnm
Mes:	11 al 30 de Junio	Año:	2008
TEMPERATURA:		LLUVIA	
Máxima Extrema	31.0°C	Máxima	46.8 mm
Mínima Extrema	11.0 °C	Total	84.8 mm
Media	21.9 °C	Humedad:	66.80%
Mes:	1 al 16 de Julio	Año:	2008
TEMPERATURA:		LLUVIA:	
Máxima Extrema	30.0°C	Máxima	32.0 mm
Mínima Extrema	13.0°C	Total	99.9mm
Media	18.2°C	HUMEDAD:	83.50%

Animales experimentales

Para la presente investigación se utilizaron 36 cerdos en etapa de finalización similares en edad (hembras y machos castrados) con diferentes grados de

hibridación entre las razas Landrace, Yorkshire, Hampshire y Duroc, con un peso inicial promedio de 69.51 Kg. mismo que fueron desparasitados interna y externamente previo del inicio del trabajo. Se pesaron para obtener los lotes más o menos homogéneos y se sometieron a un periodo de adaptación al producto durante 5 días.

Material experimental

Se trabajo con el derivado liquido de cerveza denominado levadura (***Saccharomyces cerevisiae***), la cual fue proporcionada semanalmente por la planta de cervecería Cuauhtémoc Moctezuma ubicada en Monterrey, N.L.

El análisis bromatológico, contenido de aminoácidos y vitaminas de la levadura húmeda utilizada en la investigación se puede apreciar en los cuadros. 8 y 9.

Cuadro. 8. Análisis bromatológico de la levadura húmeda usada en el experimento.

Determinación	Valor obtenido
Proteínas (%nx6,25)	6.25
Sólidos totales (%)	13.00
Cenizas (%)	1.37
Grasa (%)	0.01
fosforo total (mg/100g)	325
Fibra cruda (%)	0.28
Calcio (mg/100g)	30
Magnesio (mg/100g)	49

(Fuente: Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008)

Cuadro. 9. Aminoácidos y Vitaminas presentes en la levadura de cerveza húmeda usada en el experimento.

Levadura Inactivada por calor	
Aminoácidos (mg/g)	
Aspartico	1.86
Glutamico	6.63
Serina	1.54
Glicina	1.00
Alanina	1.98
Metionina	0.14
Valina	1.06
Fenilalanina	0.66
Leucina	1.75
Isoleucina	1.17
Lisina	7.75
Vitaminas (ppm)	
Niacina	ND
Tiamina	ND
Riboflavina	ND

ND: No detectable

(Fuente: Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008)

Alimento

El alimento utilizado en la investigación fue el proporcionado habitualmente en la unidad porcina para animales en etapa de finalización, elaborado en la misma Universidad; el porcentaje de los diferentes ingredientes de la dieta se pueden apreciar en el cuadro. 10, la cual fue analizada en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad, para determinar su composición nutricional (cuadro.11). El Alimento se proporcionó de forma restringida de acuerdo a la cantidad que los animales deben comer en la etapa de finalización.

Cuadro. 10. Porcentaje de los ingredientes utilizados en la dieta de finalización elaborada en la planta de alimentos de la UAAAN.

Ingredientes	% de la dieta Finalización
Maíz molido	81.5
Pasta de soya 47% PC	15.0
Grasa animal	1.0
Vit-AA-Min 35 Forte VP MID	2.5
Total	100

Vit-AA-Min 35 Forte VP MID es un producto comercial utilizado como: complemento nutricional concentrado para la elaboración de alimentos balanceado para cerdos en crecimiento y engorda. Incluye una combinación de enzimas que mejoran la digestibilidad e incrementan la energía metabolizable del alimento (β -mananasa y fitasa).

Cuadro. 11. Análisis bromatológico del alimento ofrecido, Laboratorio de Nutrición animal, UAAAN.

Nutriente	Contenido (%)
MS	94.02
PC	13.08
EE	5.41
Cenizas	4.00
FC	7.71
ELN	65.33

Procedimiento experimental

La levadura fue suministrada en el agua de bebida, para lo cual se conto con tambos de aproximadamente 60 litros de capacidad. El producto se suministro diariamente en el agua de bebida en las proporciones correspondiente a cada tratamiento y de acuerdo a la cantidad de alimento que fue ofrecido diariamente (cuadro.12) durante la etapa que tuvo una duración de 35 días, en los cuales los animales fueron pesados al inicio de la prueba con un peso promedio de 69.51 kg y posteriormente cada 8 días hasta que alcanzaron 101.20 kg de peso vivo promedio.

Cuadro. 12. Proporciones promedio de levadura aplicada a cada tratamiento.

Tratamientos	% de levadura	Alimento ofrecido (kg)	ml/levadura/animal
T1	0%	3.3	0
T2	10%	3.3	330.00
T3	15%	3.3	495.00
T4	20%	3.3	660.00

El alimento se proporcionó en forma restringida, es decir, no se les llenó el comedero si no que se dió diariamente la cantidad que deben comer los animales. Si para el día siguiente quedó alimento, se pesó este desecho y se dio alimento fresco, de tal

manera que se pudiera determinar el consumo promedio de alimento por día/semana/mes.

Diseño experimental

Se trabajó con un diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos y 9 repeticiones por tratamiento, considerando cada animal como una unidad experimental, es decir, se necesitaron 36 animales en total.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1993).

Tratamientos

T1= testigo (alimento normal)

T2= alimento restringido + 10% de levadura de cerveza

T3= alimento restringido + 15% de levadura de cerveza

T4= alimento restringido + 20% de levadura de cerveza

Variables medidas

- Ganancia total de peso GTP(Kg)
- Ganancia diaria de peso GDP(Kg)
- Consumo de alimento(Kg)
- Conversión alimenticia CA(Kg. alimento/Kg. ganancia de peso)
- Peso de la canal(Kg)
- Rendimiento en canal (%)

- Longitud de la canal(cm)
- Área del ojo de la chuleta(cm²)
- Espesor de la grasa dorsal(mm)

Ganancia total de peso:

Los cerdos se pesaron individualmente al inicio y cada 8 días y al final de la prueba.

Se calculó de acuerdo a la etapa evaluada teniendo en cuenta el peso inicial y el peso final en cada tratamiento.

$$GTP = Pf - Pi$$

Donde:

Pf: Peso final

Pi: Peso inicial

Ganancia diaria de peso:

Este valor se calculó considerando el peso total ganado y el número de días que duró el experimento.

$$GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Num. De días del experimento.}}$$

Conversión alimenticia:

La conversión alimenticia se estimó en base al alimento consumido por día sobre la ganancia de peso por día. El resultado obtenido, es la cantidad de alimento necesario, para convertir un kilogramo de ganancia de peso en pie.

$$CA = \frac{\text{Consumo promedio de alimento (kg/día)}}{\text{Incremento promedio de peso (kg/día)}}$$

Consumo de alimento:

Se llevó a cabo el registro del alimento ofrecido en toda la investigación, para la cual se pesó el alimento ofrecido y el rechazado para determinar la cantidad del alimento consumido. Aquí se estimó el consumo diario promedio por tratamiento. Esta variable no se analizó estadísticamente.

Características de la canal

Para la evaluación de la canal, se sacrificaron dos animales por tratamiento, los cuales se tomaron al azar. Se analizaron las siguientes variables.

Peso de la canal caliente:

El peso de la canal fue obtenido del animal desangrado, eviscerado, sin cabeza y sin la porción terminal de los cuatro miembros. Esta variable no se analizó estadísticamente.

Rendimiento en canal:

La evaluación de la canal se hizo al momento del sacrificio de los animales. Se calculó con la siguiente fórmula: (Pinheiro, 1973; Vieites y Basso, 1986: Citados por Carballo, 1996). Esta variable tampoco se analizó estadísticamente.

$$\text{Rendimiento en canal} = \frac{\text{peso de la canal caliente}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

Longitud de la canal:

La canal se midió con una cinta métrica desde la articulación de la primera costilla con el esternón hasta la sínfisis isquiopubiana. Esta variable no se analizó estadísticamente.

Área del ojo de la chuleta:

Esta medida se tomó a la altura de la 10^a costilla, haciendo un corte transversal de la canal, y posteriormente se dibujo el área en un acetato y se determinó el área en una malla de puntos. No se analizó estadísticamente.

Espesor de la grasa dorsal:

Esta medida se tomó en la línea media dorsal a la altura de la vertebra P₂. No se analizó estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se analizan y discuten en dos partes:

- 1) Evaluación del comportamiento productivo de los animales alimentados con levadura de cerveza húmeda a través de la ganancia total de peso (GTP), ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento y conversión alimenticia (CA).
- 2) Evaluación de las características de la canal a través del peso de la canal caliente, rendimiento en canal en porciento, longitud de la canal, área del ojo de la chuleta y espesor de la grasa dorsal. Cave aclarar que para la evaluación de la canal solamente se utilizaron dos animales escogidos al azar en cada tratamiento.

Ganancia Total de Peso (GTP).

En cuanto a ganancia total de peso (GTP) no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos (cuadro. 13). Los valores obtenidos fueron 30.533, 32.311, 32.322, 31.355 kg. para los tratamientos, T1, T2, T3, y T4 respectivamente.

En general, todos los tratamientos fueron numéricamente superiores al testigo, pudiéndose observar que la mayor ganancia total de peso fue para el T3 (Alimento

normal+15% de Levadura) con una ganancia de 32.322 kg. y la menor ganancia fue para el T1 (Testigo), con un valor de 30.533 kg (Fig. 2).

Estos resultados son ligeramente superiores a los encontrados por Rodríguez (2000) en la etapa de finalización, donde no encontró diferencia significativa ($P>0.05$) para GTP, sustituyendo parte de la proteína total de la dieta de los animales con nopal tratado con sulfato de amonio $((\text{NH}_2)_2\text{SO}_2)$ y levadura de cerveza seca reportando valores de 25.570 T1, 23.830 T2, 26.160 T3 y 28.110 T4 kg. en 34 días de investigación.

Ganancia Diaria de Peso (GDP).

En cuanto a esta variable no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$), entre tratamientos (Cuadro. 13) con valores de 0.872 T1, 0.923 T2, 0.923 T3 y 0.895 T4 Kg.

Nuevamente se observa mejor respuesta en los tratamientos suplementados con levadura aun cuando estadísticamente fueron similares entre sí. La mejor respuesta en esta variable se obtuvo nuevamente en el T3 junto con el T2, con un valor de 0.923 kg/día en ambos tratamientos, en tanto que el menor valor fue para el T1 con una ganancia de 0.872 kg/día, lo que significa una diferencia de 0.051kg/animal. La figura 3 muestra de manera objetiva el comportamiento de esta variable para cada tratamiento.

Cuadro. 13. Ganancia Total de Peso (GTP), Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo de Alimento y Conversión Alimenticia (CA) en cerdos en la etapa de finalización, suplementados con levadura de cerveza.				
Tratamientos	Ganancia Total de Peso GTP (Kg)	Ganancia Diaria de Peso GDP (Kg)	Conversión Alimenticia CA (Kg)	Consumo de* Alimento (kg)
T1	30.533 ^a	0.872 ^a	3.748 ^a	3.233
T2	32.311 ^a	0.923 ^a	3.786 ^a	3.452
T3	32.322 ^a	0.923 ^a	3.763 ^a	3.437
T4	31.355 ^a	0.895 ^a	3.432 ^a	3.036

Valores con la misma literal en la columna son estadísticamente iguales (P>0.05)

* No se analizaron estadísticamente

Estos resultados difieren ligeramente de los reportados por Rodríguez (2000) y Chiquieri (2006), en trabajos similares donde encontraron ganancias de 0.752 T1, 0.700 T2, 0.769 T3, 0.826 T4 kg y 0.750 T1, 0.760 T2 kg de aumento diario respectivamente, siendo mayores los encontrados en la presente investigación.

Conversión alimenticia (CA)

La variable conversión alimenticia (CA), no mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P>0.05$) teniendo como resultado 3.748 T1, 3.786 T2, 3.763 T3 y 3.432 T4 kg. de alimento promedio consumido por cada kilogramo de peso vivo ganado (Cuadro 13).

Entre los tratamientos del experimento el que mejor conversión alimenticia mostró fue el T4 (20% de levadura) con 3.432 kg. de alimento por cada kilogramo de peso vivo, mientras que el tratamiento menos eficiente fue el T2 (10% de levadura) con una conversión alimenticia de 3.786 kg. pero siendo muy similar a T1 y T2, si se considera que todos los tratamientos fueron manejados de la misma manera, entonces los resultados obtenidos indican que a mayor inclusión de levadura en la dieta la tendencia es hacia un menor requerimiento de alimento para lograr un kilogramo de peso vivo. Los resultados se muestran con mayor objetividad en la figura 5.

Estos resultados son similares a los reportados por Rodríguez (2000) donde la conversión alimenticia fue de 3.866 T1, 3.911 T2, 3.543 T3 y 2.933 T4 kg. de

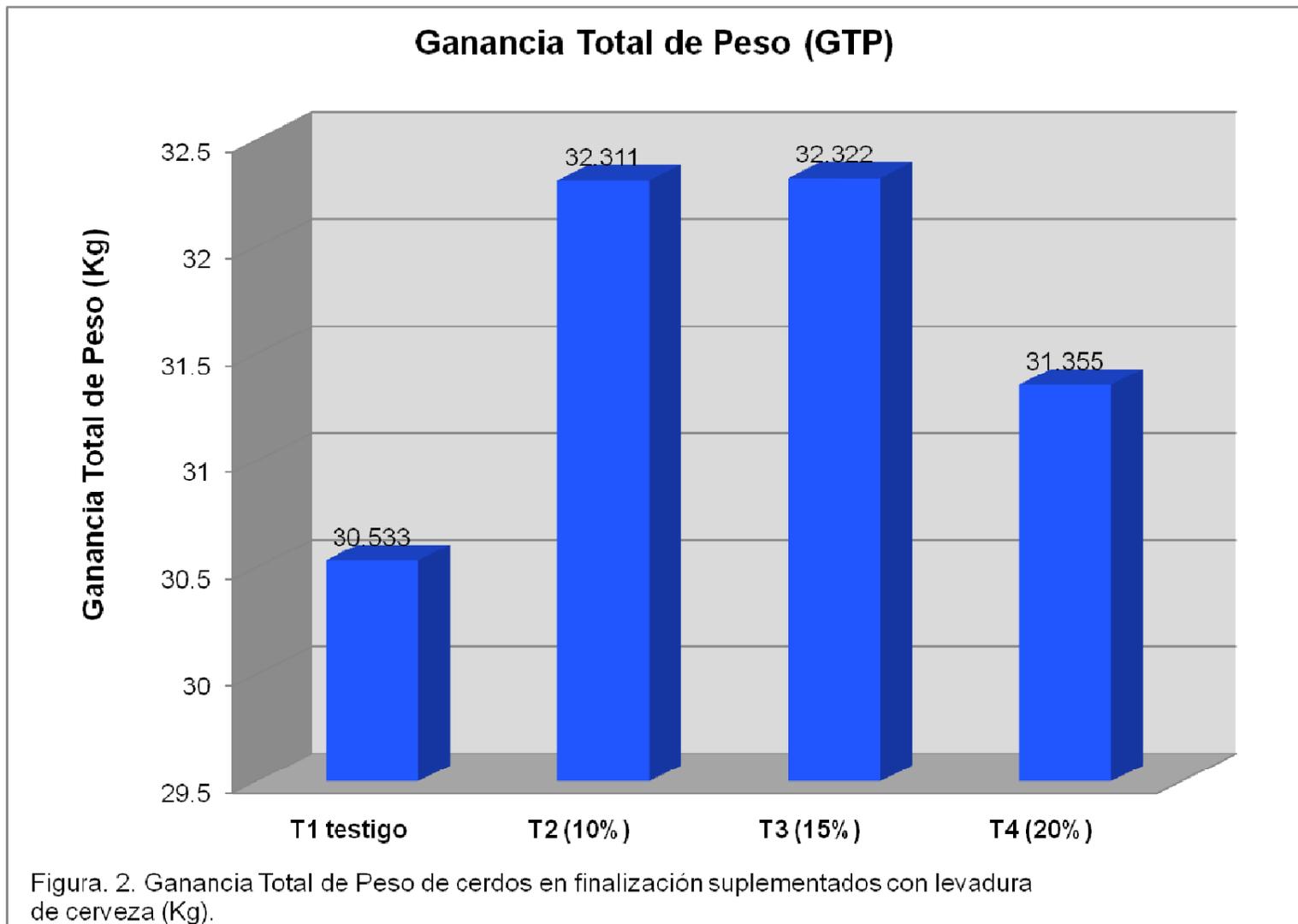
alimento consumido por cada kilogramo de peso en pie, en cuanto a el análisis estadístico, no encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos.

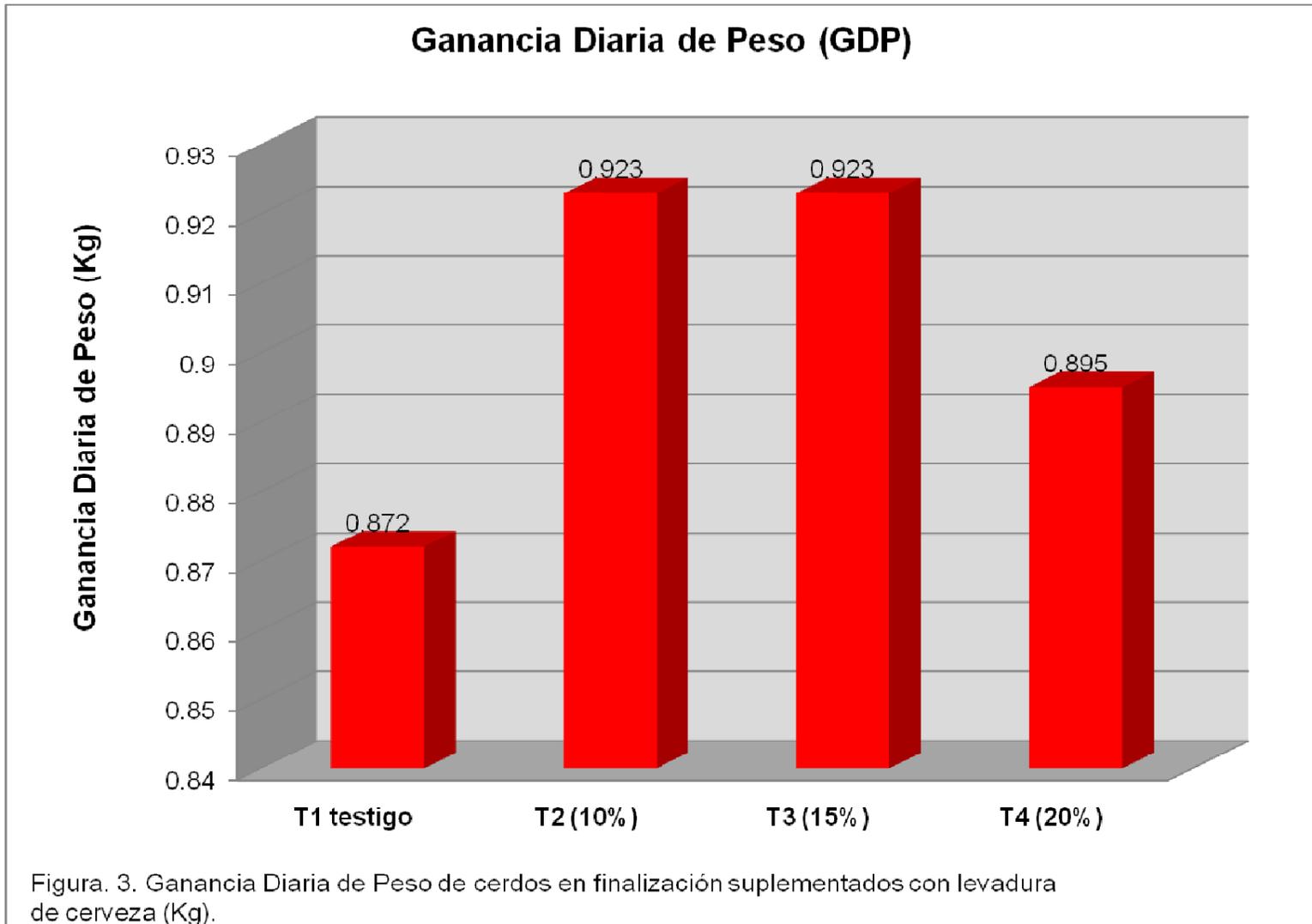
Consumo de Alimento.

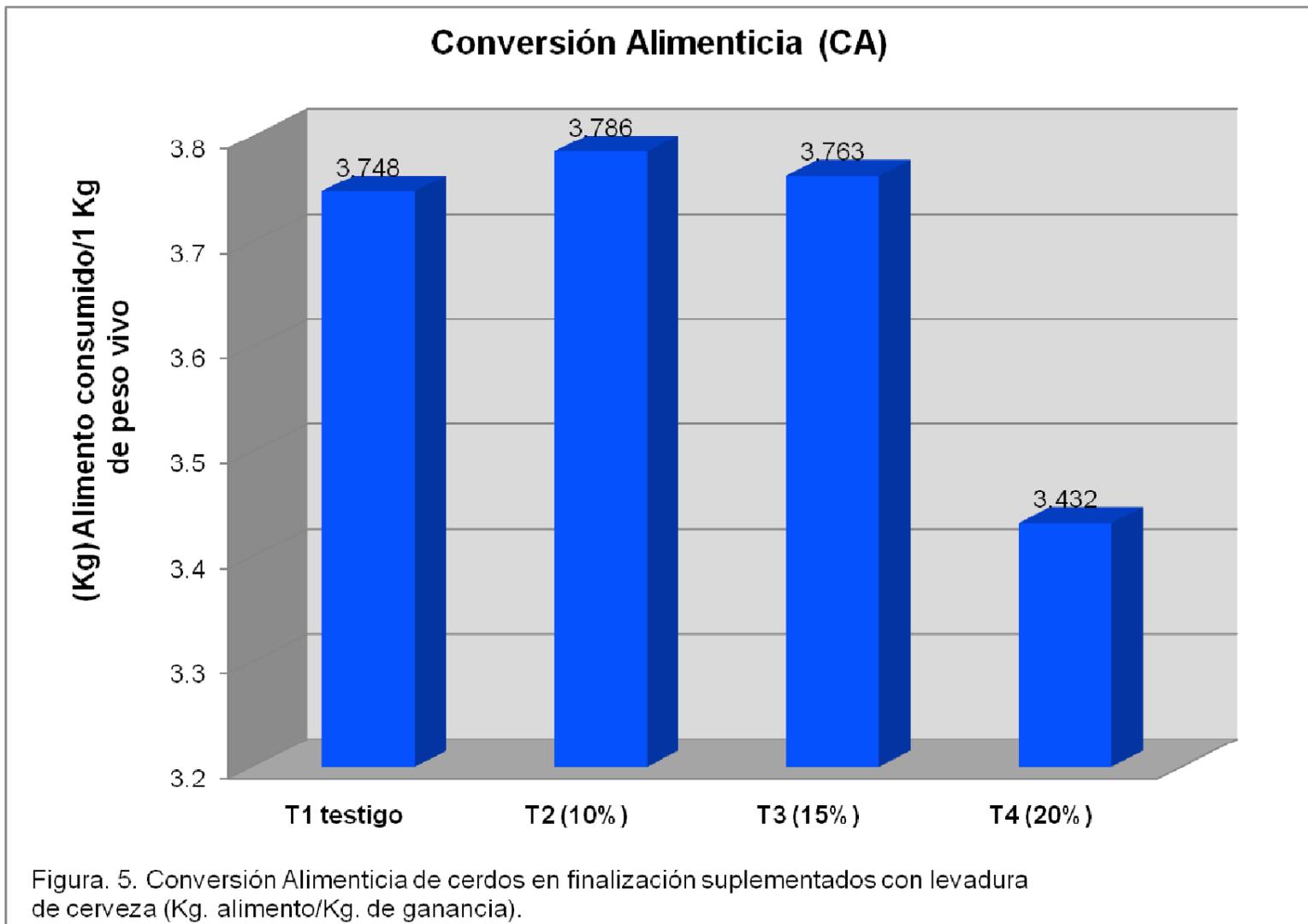
El consumo de alimento por animal no fue analizado estadísticamente, dado que los animales fueron manejados por grupo, se estimó tomando en cuenta el alimento ofrecido menos el rechazado, dividiendo esta diferencia entre los días que duró la prueba. Los animales consumieron en promedio 3.233, 3.452, 3.437, y 3.036 kg/día para los respectivos tratamientos T1, T2, T3 y T4. (Cuadro. 13).

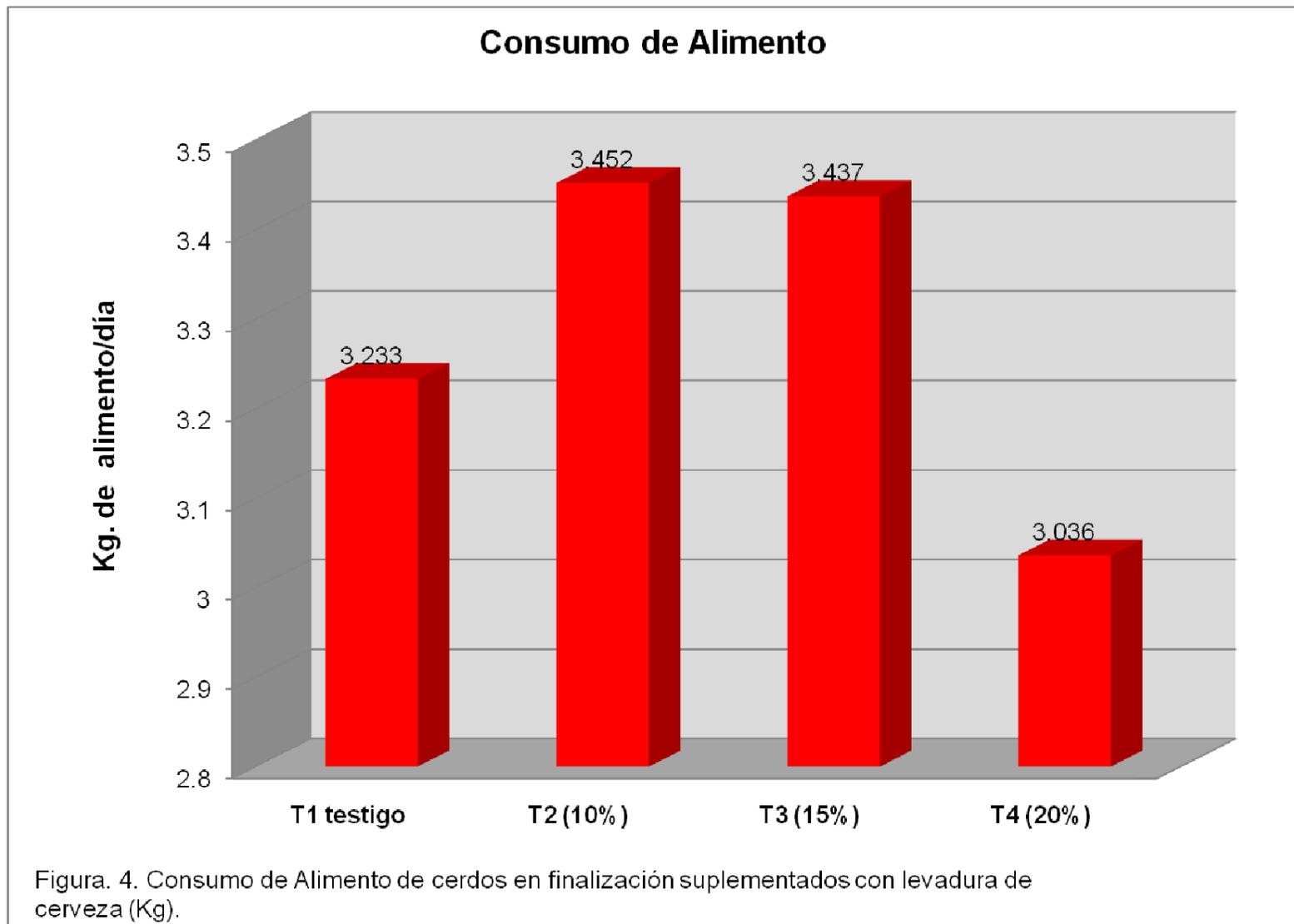
El tratamiento que mostró menor consumo fue el de mayor porcentaje de levadura T4 (20%) con un consumo promedio de alimento de 3.036 Kg. en tanto que el tratamiento con 10% de levadura alcanzo el valor más alto con 3.452 Kg, una diferencia de 0.416 kg. Es decir, resultó más eficiente en consumo de alimento el tratamiento con un suplemento de 20% de levadura.

De acuerdo al NRC (1998) la recomendación para el parámetro consumo de alimento por día para animales de 50 a 110 Kg. es de 3.110 Kg/animal. Por lo tanto el consumo de alimento para animales de esta edad no se vió incrementado ni reducido en forma significativa con los niveles de levadura de cerveza agregados, ya que los resultados obtenidos son similares al valor reportado por este consejo.









Características de la Canal

Peso de la Canal Caliente:

Los valores medios de los distintos tratamientos con levadura, en cuanto a peso de la canal se muestran en el cuadro 14. Esta variable no fue posible analizarla estadísticamente por no poderse llevar a cabo el sacrificio de todas los animales de cada tratamiento. Para analizar esta variable se sacrificaron dos animales por tratamiento y posteriormente se sacó la media de las dos mediciones, obteniendo los siguientes valores 64.75, 71.50, 68.00, y 68.50 Kg. para los tratamientos T1, T2, T3, y T4 respectivamente.

Todos los tratamientos suplementados con levadura fueron superiores al testigo; pudiéndose observar que el mayor peso en canal fue para el tratamiento T2(10%) con 71.50 Kg. y el menor peso en canal fue para el T1(testigo), con un valor de 64.75 Kg. El comportamiento de esta variable se aprecia con mayor detalle en la figura 6.

Estos resultados son similares a los reportados por Chiquieri *et al.* (2006) para peso de la canal, quien encontró valores de 69.10 T1, 70.40 T2 y 66.16 T3 Kg. en trabajo similar con levadura de cerveza, sin encontrar diferencia estadística entre los tratamientos. Carballo (1996) reportó valores de 63.10 T1, 64.56 T2, 64.10 T3, 66.66 T4, y 62.56 T5 Kg. para peso de la canal a diferentes edades de castración, resultados que son similares a los encontrados en la presente Investigación.

Cuadro. 14. Características de la canal, Peso de la Canal Caliente, Rendimiento en Canal, Longitud de la Canal, Área del Ojo de la Chuleta y Espesor de la Grasa Dorsal en cerdos en la etapa de finalización, suplementados con levadura de cerveza.

Tratamientos	Peso de la* Canal Caliente (Kg)	Rendimiento en* Canal (%)	Longitud de la* Canal (cm)	Área del Ojo* de la Chuleta (cm ²)	Espesor de la* Grasa Dorsal (cm)
T1	64.75	74.42	90.25	26.50	1.05
T2	71.50	74.45	90.50	27.50	1.70
T3	68.00	73.50	88.00	27.50	1.85
T4	68.50	74.43	93.75	27.50	1.80

* No se analizo estadísticamente

Rendimiento en Canal:

Esta variable no se analizó estadísticamente, dado que únicamente se sacrificaron dos animales por cada tratamiento. Los valores medios obtenidos para rendimiento en canal se muestran en el cuadro 14. Mismos que fueron 74.42 T1, 74.45 T2, 73.50 T3, y 74.43 T4 % de rendimiento en canal, en donde el tratamiento con mayor rendimiento fue para el T2 (10%) con un valor de 74.45 % mientras que el tratamiento que menor rendimiento mostro fue el T3 (73.50 %), en general todos los tratamientos se comportaron de manera similares entre si, como se puede apreciar con mayor detalle en la figura 7.

Estos resultados no concuerdan con los reportados por Carballo (1996) quien en su trabajo encontró valores de 67.37, 71.94, 69.55, 68.04, y 69.91 % para T1, T2, T3, T4, y T5 respectivamente. Pero trabajando con cerdos castrados a diferentes edades, lo que involucra cerdos enteros.

Longitud de la Canal:

La longitud de la canal no fue analizarla estadísticamente, por las razones mencionadas en las anteriores características de la canal. Para esta variable los valores encontrados fueron de 90.25, 90.50, 88.00, y 93.75 cm para los tratamientos T1, T2, T3, y T4 respectivamente (Cuadro 14). Observando que la mayor longitud de canal fue para el tratamiento T4 (20%de levadura) con 93.75 cm, mientras que la

menor longitud fue para T3 con el 15% de levadura (88.00 cm). La figura 8 ilustra el comportamiento de esta variable para cada tratamiento.

Estos resultados son similares a los reportados por Chiquieri *et al.*, (2006) el cual no encontró diferencias para esta variable en cerdos alimentados con una dieta adicionada con un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) como promotor de crecimiento, obteniendo medidas de 93.00 T1, 93.13 T2, y 94.20 T3 cm de longitud. Pero son diferentes a los señalados por Álvarez y Acurero (1988) donde mencionan que la longitud de la canal de un cerdo tipo carne beneficiado, con un peso vivo de 90 a 100 Kg. (200 a 220 lb.), debería estar entre 73.66 y 78.70 cm (29 a 31 pulgadas). Los resultados del experimento también difieren de los reportados por Carballo (1996) donde no encontró diferencia significativa ($P>0.05$) para la longitud de la canal (77.50 T1, 76.66 T2, 79.16 T3, 77.33 T4, y 76.00 T5 cm).

Área del Ojo de la Chuleta:

El cuadro 14 muestra los valores medios obtenidos en lo que respecta al área del ojo de la chuleta. Estos resultados no fueron analizados estadísticamente por contar con tan solo dos datos de cada tratamiento. Los valores para esta variable fueron de 26.50 T1, 27.50 T2, 27.50 T3, y 27.50 T4 cm². Observando que para esta variable todos los tratamientos suplementados con levadura fueron superiores al testigo (figura 9). Esto es, que los tratamientos T2, T3, y T4 presentaron una superficie de ojo de la chuleta de 27.50 cm² mientras que el testigo mostró un área de 26.50 cm², esto valores son similares a lo mencionado por Álvarez y Acurero (1998) que señalan que el área del ojo de la chuleta debería estar en promedio entre los 28.83

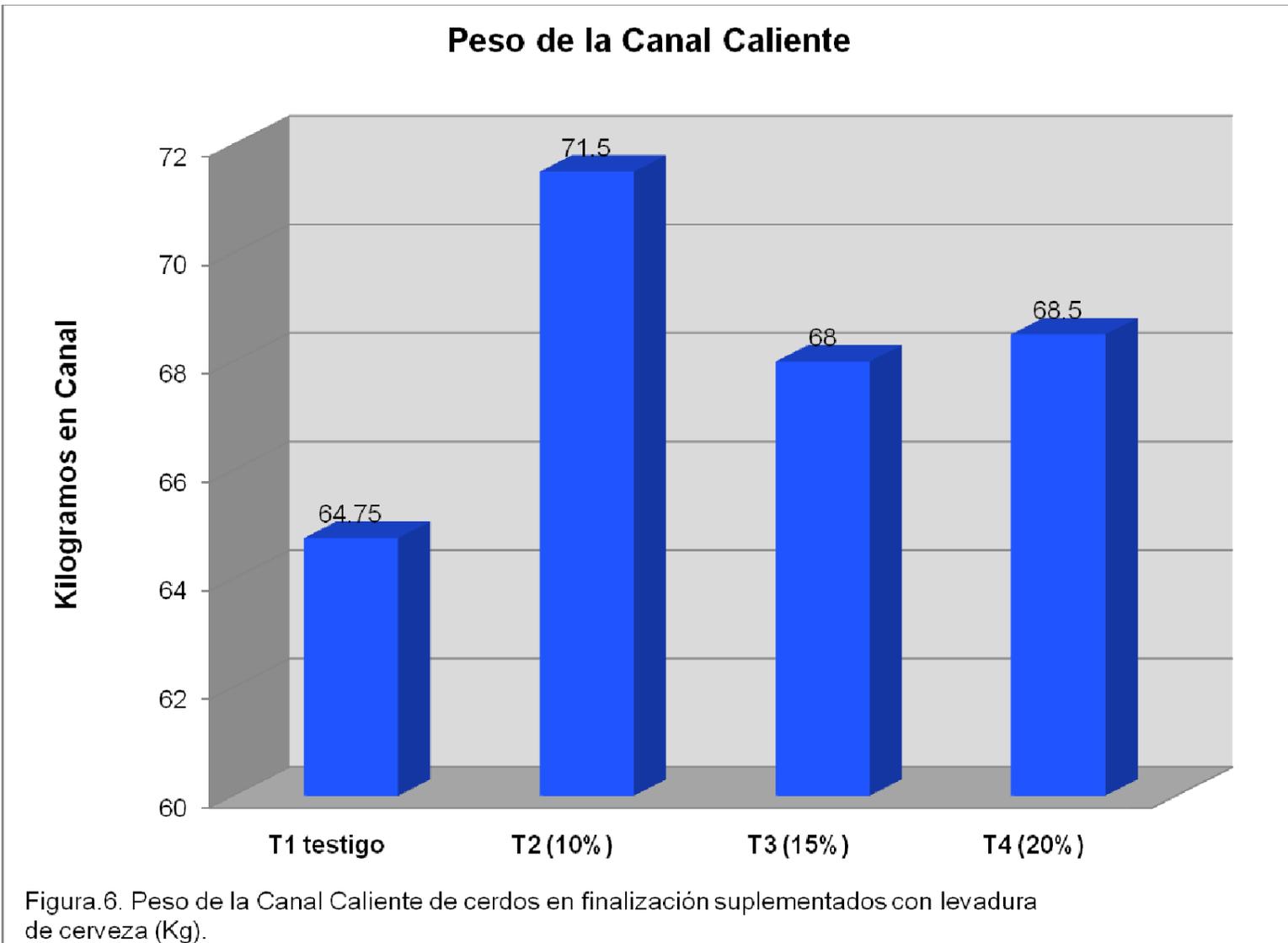
cm². Carballo (1996) también reporta valores similares en cuanto al área del ojo de la chuleta, en cerdos castrados a diferentes edades, con valores de 26.03 T1, 23.43 T2, 24.96 T3, 25.16 T4, y 26.83 T5 cm².

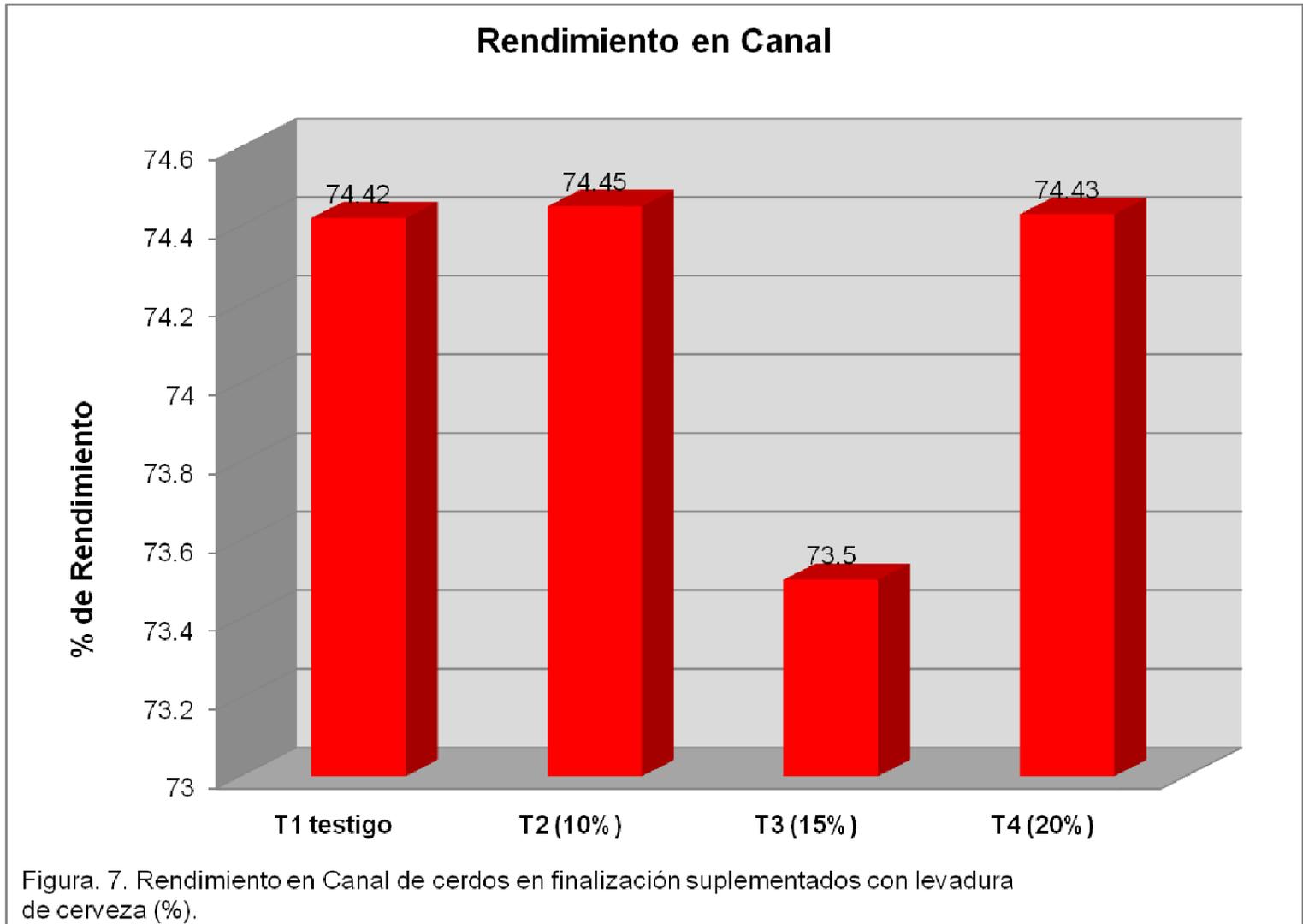
Espesor de la grasa dorsal:

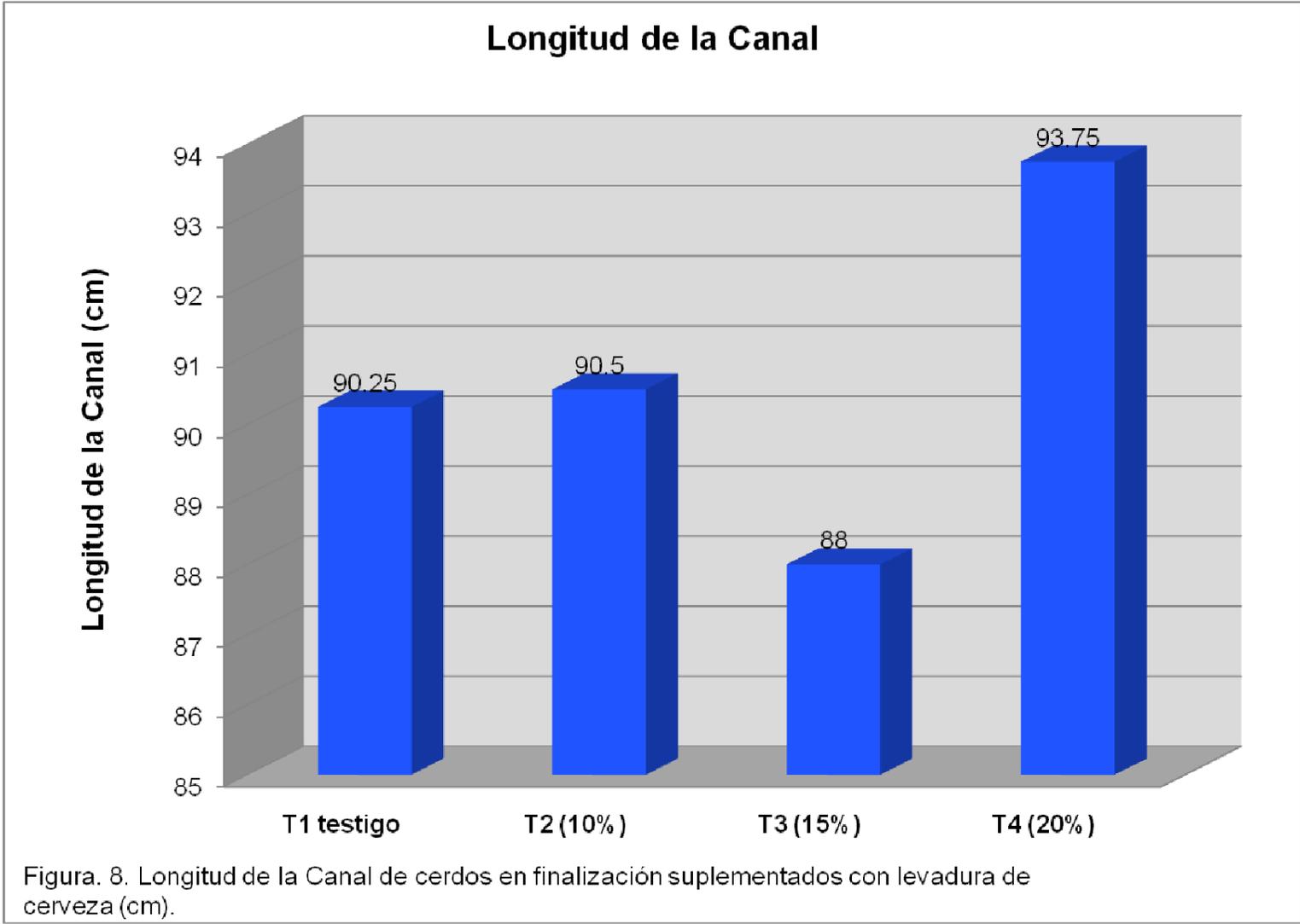
La variable espesor de grasa dorsal mostró valores de 1.05, 1.70, 1.85, y 1.80 cm para los tratamientos T1, T2, T3, T4 respectivamente (Cuadro 14). No siendo posible analizarla estadísticamente, por las razones esgrimidas en la variable anterior, sin embargo, el comportamiento de esta variable muestra que el tratamiento con mayor espesor de grasa dorsal fue para T3 (15% de levadura) con 1.85 cm, en tanto que el testigo mostró el menor espesor de grasa dorsal con 1.05 cm. Es importante hacer notar que en los tres tratamientos con levadura, el espesor de grasa del dorso fue mayor que en el testigo. El comportamiento de esta variable en cada tratamiento se observa con mayor objetividad en la figura 10.

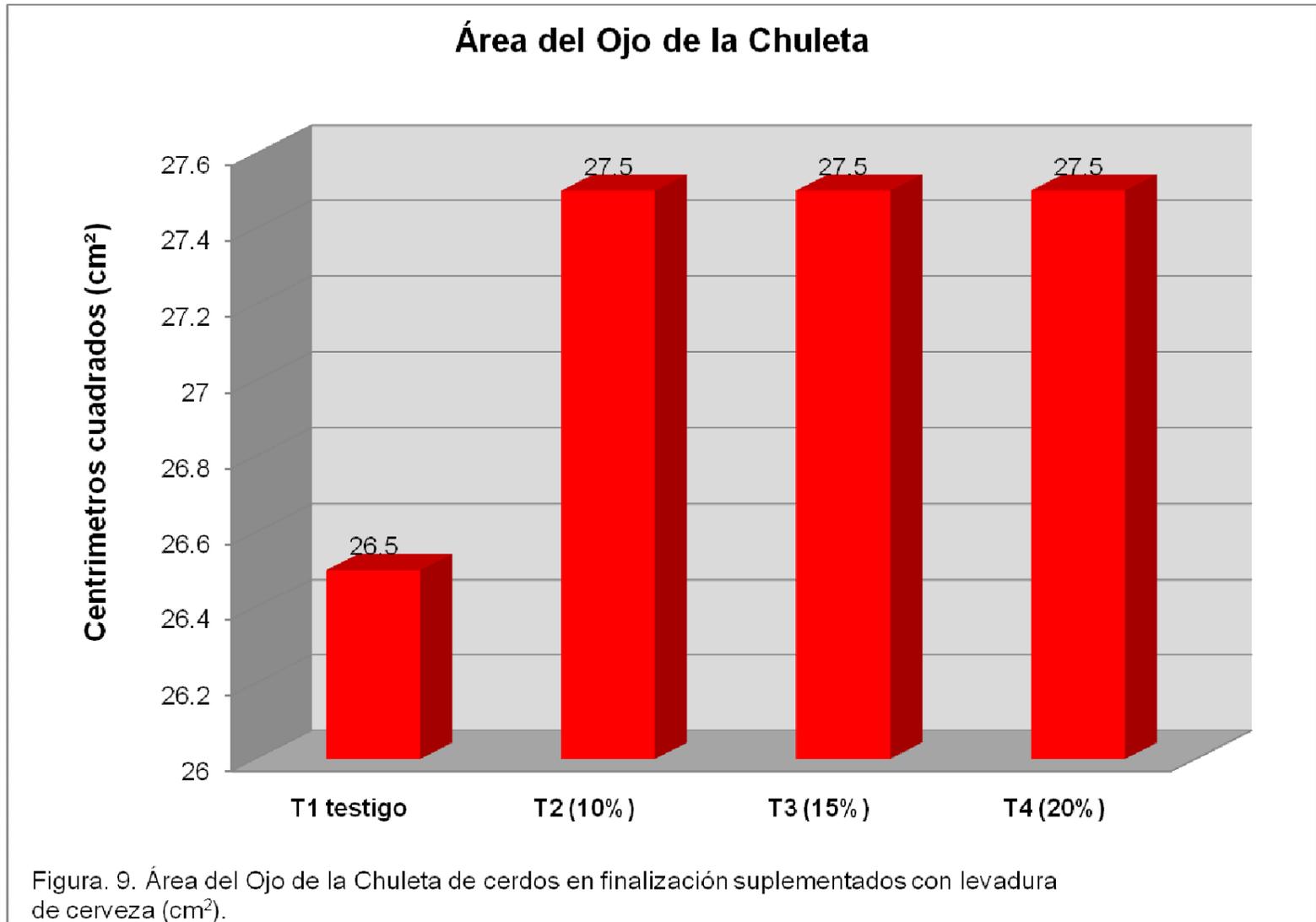
Estos valores difieren de los señalamientos de Álvarez y Acurero (1988) donde mencionan que el espesor de la grasa dorsal en canales de cerdos debe andar entre 3.50 cm de espesor. Carballo (1996) tampoco coincide con los valores de la presente investigación, reportando valores de 2.70 T1, 2.73 T2, 2.46 T3, 2.96 T4, y 3.16 T5 cm de espesor de grasa dorsal. Encontrando efecto significativo ($P < 0.05$) sobre el espesor de la grasa dorsal en las diferentes edades de castración.

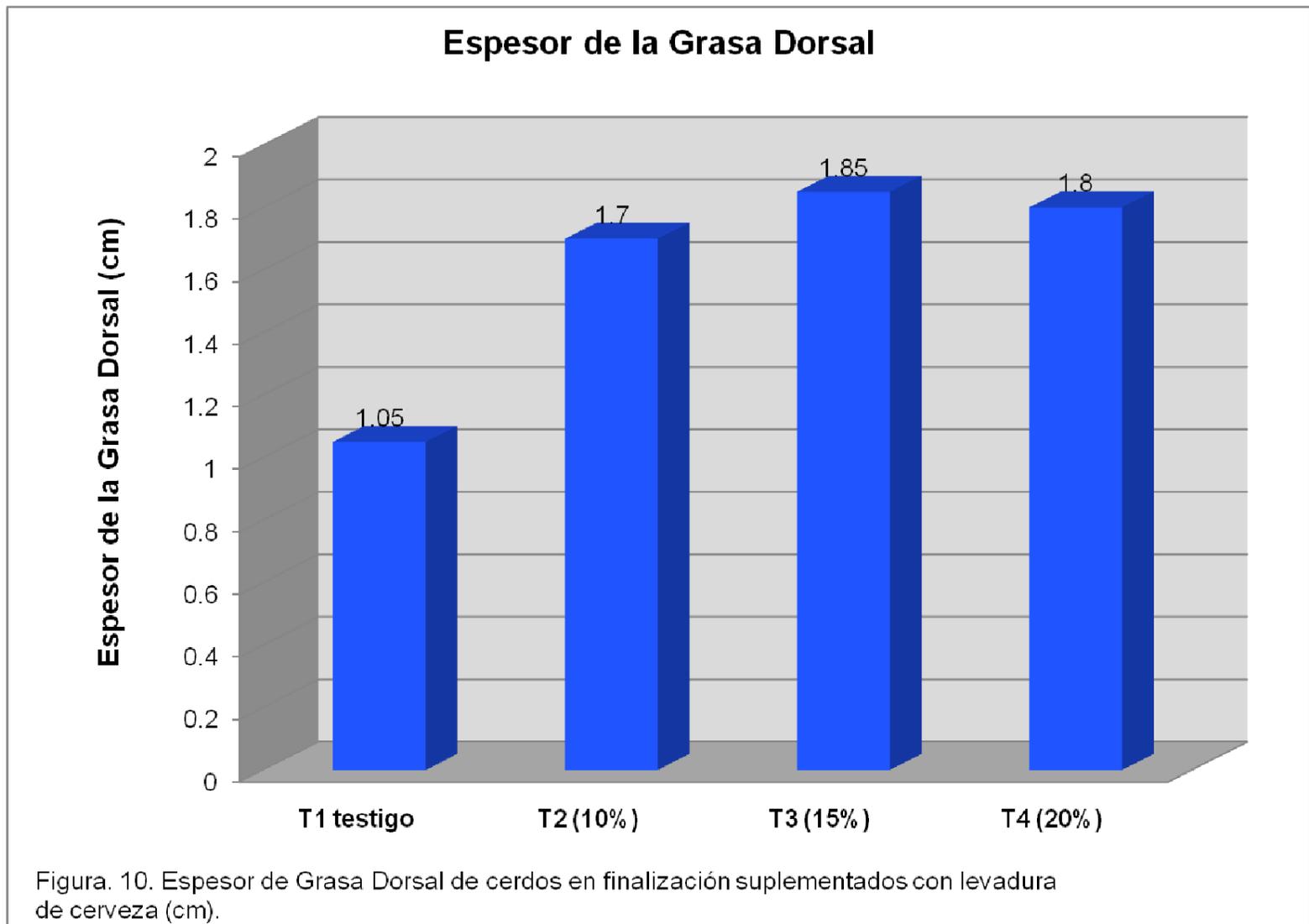
Los resultados obtenidos para grasa dorsal indican claramente que los animales producidos en la Unidad Porcina de la Universidad se ubican dentro del concepto “cerdo cárnico”, al mostrar poco rendimiento en grasa.











CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten considerar las siguientes conclusiones:

- No se encontró influencia determinante de la suplementación con levadura de cerveza húmeda (***Saccharomyces cerevisiae***) en dietas a base de maíz-soya en cerdos (hembras y machos castrados) en la etapa de engorda-finalización para la ganancia total de peso y ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y características de la canal.
- La tendencia general, en el tratamiento respecto del testigo, fue hacia un incremento en los valores de las variables analizadas, con reducción en el consumo de alimento, lo que puede ser atribuible al efecto de la levadura de cerveza como un promotor de crecimiento al ser un suplemento rico en vitaminas del complejo B y aminoácidos esenciales, particularmente LISINA.
- La utilización de levadura de cerveza húmeda (***Saccharomyces cerevisiae***) puede constituir una alternativa para la alimentación de cerdos, ya que puede ayudar a reducir el consumo de alimento y a mejorar la conversión alimenticia.

Respecto a la palatabilidad de la levadura húmeda se puede decir que es buena, al observarse una excelente aceptación por los animales a los diferentes porcentajes utilizados en el agua de bebida.

En cuanto a los problemas digestivos no se observaron diarreas en ningún animal de los tratamientos con levadura.

- Se sugiere hacer evaluaciones en las que se incluyan más animales en los tratamientos y repeticiones, para lograr evidencias claras y precisas de este alimento promotor del crecimiento en cerdos.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, J.A. 1974.** Contribución al Estudio de las Correlaciones entre Algunas Medidas de la Canal y Calidad de la Carne en Ganado Porcino Especializado. Tesis de Licenciatura. ITESM. Monterrey, Nuevo León, México. 50 p.
- Borja, E., y P. Mendel. 1998.** Avances en la Alimentación del Porcino. XIV Curso de Especialización FEDNA. España.
- Busquet, M., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Kamel. 2004.** Effects of different doses of plant extracts on rumen microbial fermentation. *J Anim. Sci.* 82 (Suppl. 1): 213 (Abstr).
- Carballo, S. 1996.** Castración de cerdos a diferentes edades y su efecto en el comportamiento productivo y características de la canal. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 52.
- Cardozo, P.W., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Kamel. 2005.** Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *J. Anim. Sci.* 82:3230-3236.
- Committee on Drug in Food Animals. 1999.** Panel on Animal Health, Food Safety, and Public Health. The Use of Drugs in Food Animals: Benefits and Risks. National Research Council (ed.). National Academy Press, Washington, D.C. USA.
- Cuarón, J.A. 2000.** La influencia de la levadura en la dieta, respuesta microbiológica antagonista. Anais do simposio sobre aditivos alternativos na nutricao animal. Campinas, Sp, Brasil. Agosto. Colegio Brasileiro de Nutricao Animal. Pp. 77-86.
- Cuarón, J.A., A. Martínez, L. Zapata, R.P. Pradal, M.O. Velázquez y J. Sierra. 1998.** Uso de levadura en la producción de cerdos. Segundo seminario Microbiología aplicada a la Nutrición Animal. México, D.F.

- Cuarón, P. 1999.** Live yeast use in growing and finishing swine. Development of a study model. In: Proc. 3rd SAF-AGRI Symposium on Biotechnology Applied to Animal Nutrition, Merida, Mexico.
- Dritz, S.S., M.D. Tokach, R.D. Goodband, y J.L. Nelssen. 1997.** Feed Additive Guidelines for Swine, MF2303. Una serie de seis. Kansas State University.
- Escamilla, A.L. 1977.** El Cerdo, su Cría y Explotación. Ed. Cecs. México.
- F.C.Q.U.A.N.L. 2008.** Análisis bromatológico de la levadura de cerveza húmeda. Monterrey, Nuevo León, México.
- Fahey, T.J., D.M. Schaefer, R.G. Kauffman, R.I. Epley, P.F. Gould, J.R. Romans, G.C. Smith and D.G. Topel. 1977.** A Comparison of Practical Methods to Estimate Pork Carcass Composition. J. Anim. Sci. 48:8. USA.
- Fuller, R. 1989.** Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66: 365-378.
- García, C.R. 2002.** Producción Porcina. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 69-76.
- García, E. 1973.** Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. Segunda Edición. Instituto de Geografía. UNAM., México, D.F.
- García, S. R. 2003.** Las levaduras en la alimentación de porcinos. Biotecap, S.A. de C.V.
- Hillman K. 2001.** Bacteriological aspects of the use of antibiotics and their alternatives in the feed of non-ruminant animals. In: Recent Advances in Animal Nutrition 2001. P.C. Garnsworthy and J. Wiseman (ed.). pp. 107-134. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Kempster, A.J. and D.G. Evans. 1979.** A Comparison of Different Predictors of Lean Content of Pigs Carcass. 1. Predictors for Use in Commercial Classification and Grading. J. Anim. Prod. 28:87. USA.

- King, J.M. 1960.** Carcass Length in the Bacon pigs. J. Anim. Sci. 19: 54. U.S.A.
- Kornegay, E. T., D. Rhein-Welker, M. D. Lindemann y C.M. Wood. 1995.** Performance and nutrient digestibility in weanling pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources. J. Anim. Sci. 73: 1381–1389.
- Lázaro, G., M. García, P. Mendel, y G.G. Mateos. 2003.** Insuficiencias de enzimas en el rendimiento y parámetros digestivos de pollos de engorda con dietas a base de centeno. Poultry Sci. Pp. 132-140.
- Lyons, T.P. 1991.** La aplicación de productos microbiales naturales en la producción porcina. En: biotecnología en la industria alimenticia animal. Ed. Setic. Apligén, México. Pp. 46-76
- Madero, L.C. y M.J. Berruecos. 1972.** Comparación de los rendimientos en canal entre dos diferentes pesos de finalización en cerdos para abasto. Tec. Pec. en México. 21:17.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2000.** Aditivos en la Alimentación Animal (Compendio reglamentario). MAPA, Madrid, España.
- Montesinos, S.S. 1999.** Comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados con dietas a base de sorgo y soya, suplementadas con enzimas y rendimiento en canal y sus partes. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- NRC. 1998.** Nutrient Requirements of Swine. Tenth Revised Edition. National Academy Press. Washington. D.C. 212 p.
- Olivares, S. 1993.** Paquetes de diseños experimentales F.A.U.A.N.L. versión 2.4. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México.
- Penz, M. 1991.** Hipótesis que justifica el uso de ácidos orgánicos en las dietas para aves y cerdos. Avicultura profesional 9(1): 46-51.

- Piva G. and F. Rossi. 1999.** Future prospects for the non-therapeutic use of antibiotics. In: Recent Progress in Animal Production Science. 1. Proceedings of the A.S.P.A. XII Congress. G. Piva, G. Bertoni, F. Masoero, P. Bani and L. Calamari (ed.). pp. 279-317. Piacenza, Italy.
- Rascón, B.F. 1992.** Efecto de un promotor de crecimiento (Probiótico) sobre el comportamiento productivo y calidad de la canal y carne de pollo en engorda. Tesis de Licenciatura. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Rodríguez, K. 2000.** Efecto del Nopal *Opuntia ficus indica* ANTV-6 tratado con Sulfato de Amonio ((NH₂)₂SO₂) y Levadura en diferentes concentraciones como Suplemento Proteico en la Producción de Carne de Cerdo Comercial. Tesis Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P 62.
- Tepperman, J. 1975.** Fisiología metabólica y endocrina. 3ª Edición. Editorial Intercontinental. P.p. 14 México.
- Van Heugten, E., D.W. Funderburke y K.L. Dorton. 2003.** Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. J. Anim. Sci. 81: 1004–1012.
- Vidal, C. 2006.** Evaluación de dos promotores de crecimiento en cerdos desde el destete hasta peso al mercado. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 42 p.
- Yi, L. 1996.** Evaluación de un acidificante suplementado con enzimas y electrolitos en cerdos de recría. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. P. 48.

LITERATURA DE DE INTERNET

- Álvarez, G. y G. Acurero. 1988.** Características y Apreciación de la calidad de la canal del cerdo. FONAIAP DIVULGA No. 28. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd28/tex>. Consultado el 15 de Julio de 2008.

- Carro, M. y J. Ranilla. 2002.** Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, España. Disponible en:http://produccionovina.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.htm. Consultado el 20 de Agosto de 2008.
- Castro, M. y F. Rodríguez. 2005.** Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Revista Corpoica. Vol. 16 No. 1. Disponible en:http://www.corpoica.org.co/Archivos/Revista/v6n1_p26_38_levaduras_probiotics.pdf. Consultado el 26 de Agosto de 2008.
- Chiquieri, .M.S., R.T. Soares, J.C. Souza, V.L. Hurtado, R.A. Ferreira y B.G. Ventura. 2006.** Probiótico y Prebiótico en la Alimentación de Cerdos en Crecimiento y Terminación. Arch. Zootec. 55 (211): 305-308. Disponible en:http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/13_13_26_13NotaProbioticoChiquieri.pdf. Consultado el 26 de Agosto de 2008.
- Errecalde, J. 2004.** Uso de antimicrobianos en animales de consumo, desarrollo de resistencias y su incidencia en la salud publica. Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar/. Consultado el 18 de Agosto de 2008.
- García, R. 2004.** Las Levaduras para la Alimentación de los Porcinos (***Saccharomyces cerevisiae***). ZOOTEK. Engormix. Ven. Disponible en:http://www.engormix.com/articulo_levaduras_alimentacion_porcinos_forumsvie459.htm. Consultado el 28 de Agosto de 2008.
- Hansen, E.C. 2007.** *Saccharomyces cerevisiae*. Wikipedia la Enciclopedia Libre. Disponible en: http://www.es.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces_cerevisiae. Consultado el 20 de Agosto de 2008.
- Poballe, S.A. 2008.** Mezclas y Subproductos para la alimentación animal. España. Disponible en: <http://www.tienda.poballe.com/Scripts/prodView.asp?idproduct=231>. Consultado el 26 de Agosto de 2008.
- Stokes, S. 1998.** Efecto de la suplementación de Procreatin 7en la producción de leche. Servicio de Extensión Agrícola de Texas. Disponible en:<Http://www.Stphenville.tamu.edu/Taex/resultlcomanche/093-98>. Consultado el 18 de Agosto de 2008.

APÉNDICE.

TABLA DE BASE DE DATOS

VARIABLE: GANANCIA TOTAL DE PESO

BLOQUES									
TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	29.20	35.20	27.80	28.80	33.20	36.60	26.60	28.40	29.00
2	30.40	33.60	33.60	28.40	31.40	26.40	40.00	33.00	34.00
3	25.80	37.00	29.60	30.00	34.00	32.00	36.50	33.00	33.00
4	31.60	28.00	32.20	36.00	25.20	29.00	31.00	32.20	37.00

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	19.992188	6.664063	0.4451	0.726
BLOQUES	8	69.722656	8.715332	0.5821	0.783
ERROR	24	359.343750	14.972656		
TOTAL	35	449.058594			

C.V. = 12.23%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	30.5333
2	32.3111
3	32.3222
4	31.3555

NO SE HACE LA COMPARACION DE MEDIAS POR QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS

TABLA DE BASE DE DATOS

VARIABLE: GANANCIA DIARIA DE PESO

BLOQUES									
TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.834	1.006	0.794	0.823	0.948	1.046	0.760	0.811	0.828
2	0.868	0.960	0.960	0.811	0.897	0.754	1.143	0.943	0.971
3	0.737	1.057	0.846	0.857	0.971	0.914	1.043	0.943	0.943
4	0.903	0.800	0.920	1.028	0.720	0.828	0.886	0.920	1.057

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.016350	0.005450	0.4456	0.726
BLOQUES	8	0.057142	0.007143	0.5840	0.782
ERROR	24	0.293518	0.012230		
TOTAL	35	0.367010			

C.V. = 12.24%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	0.872222
2	0.923000
3	0.923444
4	0.895778

NO SE HACE LA COMPARACION DE MEDIAS POR QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS

TABLA DE BASE DE DATOS**VARIABLE: CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

BLOQUES									
TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3.876	3.215	4.071	3.929	3.409	3.092	4.254	3.985	3.902
2	3.974	3.595	3.595	4.254	3.847	4.576	3.020	3.661	3.553
3	4.663	3.251	4.064	4.010	3.538	3.760	3.296	3.646	3.646
4	3.363	3.796	3.300	2.952	4.217	3.665	3.428	3.300	2.872

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.756958	0.252319	1.2313	0.320
BLOQUES	8	0.919006	0.114876	0.5606	0.800
ERROR	24	4.917999	0.204917		
TOTAL	35	6.593964			

C.V. = 12.29%**TABLA DE MEDIAS**

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.748111
2	3.786111
3	3.763778
4	3.432555

NO SE HACE LA COMPARACION DE MEDIAS POR QUE NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE TRATAMIENTOS
