

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**LEVADURA SECA DE CERVECERÍA (*Saccharomyces cerevisiae* L.)
COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA DE CERDOS
DESTETADOS**

POR:

IRIS JAZMIN RODRIGUEZ GODINA

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2016

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

LEVADURA SECA DE CERVECERÍA (*Saccharomyces cerevisiae* L.)
COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA DIETA DE CERDOS
DESTETADOS

POR:

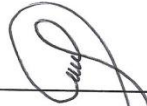
IRIS JAZMIN RODRIGUEZ GODINA

TESIS


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

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA


Aprobada por:



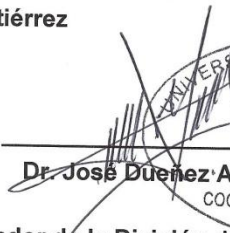
M.C. Manuel Torres Hernández
Asesor Principal




M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez
Asesor



M.C. Lorenzo Suarez García
Asesor



Dr. José Duñez Alanís
COORDINACION DE CIENCIA ANIMAL
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2016

DEDICATORIAS

Este trabajo lo dedico a una persona muy especial en mi vida.

A mi hermana Cristal Rodríguez (†)

Mi Chaparra, mi bebe. Con quien compartí 14 años de mi vida, a quien Dios decidió llamar, y que ahora me cuida desde el cielo. Gracias por haber sido un ejemplo de vida, la mejor hermana que dios pudo haberme mandando para que el tiempo que permitió que estuvieras a mi lado me enseñaras muchas cosas, la principal y que siempre llevare presente, a enfrentar la vida siempre con una sonrisa.

Gracias por haberme hecho reír, llorar, enojar, por compartir momentos inolvidables, por las peleas, por estar siempre a mi lado, al igual que mis papas en mis logros y fracasos, que a pesar de tu corta edad, tu madures que sobre paso los límites y me decías las palabras justas para hacerme sentir bien. Todo esto lo resumiré en un gracias por haberme enseñado a valorar la vida, a vivirla como si fuera el último día.

Este logro es por ti y para ti, por que donde quiera que te encuentres sé que estas orgullosa de mi.

Gracias por demostrarme con pequeñas cosas que sigues a mi lado Te Amo.

A Dios

Ya que gracias a el he podido culminar mi carrera profesional.

A mis padres.

A quien amo y admiro Bernabé Rodríguez Cárcamo y Claudia V. Godina Alonso, gracias por darme la vida, por ser los padres ejemplares que han sabido demostrar siempre su fortaleza enseñándome que la familia siempre debe estar unida pese a las situaciones que sean.

Por alentarme siempre a seguir adelante tanto con su apoyo moral y económico, por todos y cada uno de sus sacrificios que han hecho para poder cumplir este objetivo principal en mi vida.

Gracias por guiarme siempre por el buen camino, por sus sabios consejos, su regaños cuando los he requerido, aquí esta una muestra que no han hecho mal trabajo como padres.

Gracias por su Infinito amor que me brindan día a día, por compartir tristezas y alegría, éxitos y fracasos, de no haber sido por ustedes jamás habría realizado la más grande de mis metas, siendo para mí la mejor de las herencias.

Sabiendo que no existirá otra forma de agradecer toda una vida de sacrificios y esfuerzos, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo. Los Amo.

A mis abuelos

Ma. Teresa Alonso M. (†) y José P. Godina Mtz. con quienes viví parte de mi infancia y quienes siempre me vieron como una hija más, gracias, papa Grande y mama Tere, que sé que al igual que mi hermana donde quiera que te encuentres sé que también estás orgullosa de mi.

Estela Cárcamo S. y Dimas Rodríguez C. (†) quienes a pesar de la distancia siempre me demostraron su cariño. Gracias.

A mis primos

Luis Rodríguez Hernández y Margarito Luna Juárez por apoyarme a lo largo de mi carrera y también con este trabajo, con su apoyo moral y laboral.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por llevarme siempre de su mano a lo largo de mi vida y sobre todo en esta etapa, por darme unos excelentes padres y una extraordinaria hermana, una gran familia. Y principalmente por permitirme llegar hasta el día de hoy cumpliendo una de mis principales metas en mi vida. Mi carrera profesional.

A mi alma Mater

Por haber sido mi segunda casa durante 4 años, por la oportunidad que me dio de realizar mi sueño de ser una profesionista, por lo que siempre estaré agradecida y pondré su nombre en alto. Orgullosamente Buitre de la UAAAN.

Al M.C. Manuel Torres

Principalmente por brindarme su amistad, por su asesoría y la gran confianza que deposito en mí, por la enseñanza que me brindo, además de su apoyo incondicional, dedicación y tiempo invertido en la realización de este trabajo. En verdad muchas gracias por esta gran oportunidad.

Al M.C. Lorenzo Suarez García

Por su amistad y valiosa participación en la elaboración este trabajo, la asesoría y revisión del presente. Gracias por las enseñanzas y por el apoyo que me brindo cuando más lo necesite, es algo que jamás olvidare.

Al M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez

Principalmente por su amistad desde el inicio de mi carrera, por los consejos, el apoyo que me brindo durante estos 4 años y por su colaboración en la realización del presente.

A Eduardo Javier Ayala Luna

Por el apoyo que me brindo en la granja Porcina.

A Diego Rodrigo Mendoza Martínez

Por su disponibilidad para la revisión y finalización de este trabajo. Gracias.

A mis amigos

Eric Hernández (Gerber), Edgar Cruz (el Capi), Carlos Ramos, Ivonne Pepi, Elías Pérez (Campeche), Miguelina Silvaran, Omar Nájera, Alba Vélez Arturo Rodríguez (Compare), Cesar Flores (Kary), Jazmín Hernández (Tocalla), Iván Coronado, Guadalupe Pedroza (el Chisqueado) y a todos los que me acompañaron a lo largo de esta etapa, enseñándome que no a cualquier persona se le puede llamar amigo, gracias por su sincera amistad y por estar conmigo en los momentos buenos y en los más difíciles dándome su apoyo incondicional.

A todos quienes han sido mis maestros por los conocimientos transmitidos a lo largo de mi vida estudiantil.

Al departamento de Producción Animal y a todo el personal que lo integra gracias por todo el apoyo durante mi carrera.

A todas aquellas personas que de alguna forma me hayan ayudado en las diversas etapas de mi vida.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de la levadura seca de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae* L.) adicionada a la dieta, sobre el comportamiento productivo de lechones recién destetados, se condujo el presente trabajo de investigación en las instalaciones de la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Se utilizaron 16 lechones destetados de raza Yorkshire – Landrace - Duroc con peso promedio inicial de 12.00 kg, los cuales fueron sometidos a un periodo de adaptación en cada tratamiento de 5 días. Se pesaron y se desparasitaron interna y externamente al inicio del periodo experimental antes de ser asignados a sus respectivos tratamientos. El alimento que se utilizó fue el que diariamente se ofrece a los animales y que se elaboró en la fábrica de alimentos de la Universidad. Los lechones se alojaron en corraletas apropiadas y recibieron diariamente la ración correspondiente (alimento fresco). Los tratamientos utilizados fueron T₁ testigo, T₂ 0.5%, T₃ 1.0%, T₄ 1.5% de levadura de cerveza.

La suplementación de distintos niveles de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L.) en la dieta de los cerdos, no mostró diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en ninguna de las variables evaluadas. Encontrándose para la variable Ganancia Total de Peso (GTP) valores de T₁: 18.875 kg; T₂: 19.5 kg; T₃: 19.375 kg y T₄: 18.625 kg ; del mismo modo el rendimiento en Ganancia Diaria de Peso (GDP) fue de 0.518, 0.625, 0.571 y 0.517 Kg/día , para la Conversión Alimenticia (CA) los resultados obtenidos fueron de 2.94, 2.67, 2.65, 3.17 Kg/Kg de ganancia, en la estimación del Consumo Total de Alimento (CTA) se encontraron valores de 10.250, 10.250, 10.375, 10.250 Kg/día para los tratamientos con T₁ Testigo, T₂ 0.5, T₃ 1.0, T₄ 1.5 por ciento (%) levadura de cerveza respectivamente, resultados muy similares entre sí.

Se concluye por lo tanto, que el suministro de levadura seca de cervecería en lechones destetados no tuvo efecto significativo ya que no modificó de manera importante el comportamiento productivo de los animales.

Se sugiere realizar experimentos con mayor número de tratamientos y repeticiones para dilucidar con mayor efectividad y precisión los cambios en el comportamiento de los cerdos a la edad de destete.

Palabras clave; promotor, levadura, alimentación, probióticos, destete.

Correo electrónico; Iris Jazmin Rodriguez Godina, thaziithayazz@gmail.com

ÍNDICE

ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCION	1
Objetivo	3
Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
Qué es un probiótico.....	4
Características de un probiótico	5
Composición de un probiótico	6
Mecanismo de acción de los probióticos	7
Propiedades Bioterapéuticas (García, 2012).....	8
Uso de probióticos en cerdos.....	8
Efectos adversos provocados por su uso	9
Uso de probióticos como promotores de crecimiento en cerdos	9
Qué es la levadura de cerveza.....	11
Las Levaduras de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> L.) usadas en la alimentación de los cerdos.....	11
Uso de levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> L.) como probiotico	14
Mecanismo de acción de la levadura de cerveza.....	15
Modo de acción en especies no rumiantes	16
Funciones y beneficios de la levadura en cerdos.....	17

El destete de los lechones	17
Cambio de dieta	18
Estrés del destete	19
Cambios en la alimentación del cerdo al destete	20
Adaptación digestiva del lechón en la etapa de post destete	20
El destete y sus consecuencias sobre la salud	21
Incidencia de diarreas posdestete	22
Investigaciones con levadura de cerveza	22
III. MATERIALES Y METODOS	25
Localización	25
Descripción del área experimental	26
Procedimiento experimental	26
Tratamientos	26
Diseño experimental	27
Variables que se midieron.....	27
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Ganancia Total de Peso	30
Ganancia Diaria de peso.....	32
Consumo de alimento	34
V. CONCLUSIONES	36
VI. LITERATURA CITADA.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la levadura de cerveza.....	13
Cuadro 2. Contenido de proteína de la levadura de cerveza.....	14
Cuadro 3. Alimento normalmente ofrecido a los lechones destetados de la Unidad Porcina	29
Cuadro 4. Vit-AA-Min 35 Forte	29
Cuadro 5. Resultados experimentales en la Ganancia Total de Peso (GTP), Ganancia Diaria de Peso (GDP), Conversión Alimenticia (CA), Consumo total de alimento (CTA) y Consumo Promedio de Alimento (CPA) en cerdos alimentados con 4 niveles de levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> L.)	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambios de la secreción enzimática en las primeras semanas de vida del cerdo	21
Figura 2. Ubicación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	25
Figura 3. Ganancia Total de Peso en los tratamientos evaluados.....	31
Figura 4. Ganancia Diaria Promedio de peso en los tratamientos considerados.	32
Figura 5. Conversión alimenticia para los diferentes tratamientos.....	33
Figura 6. Consumo de alimento total en cada uno de los tratamientos.....	34
Figura 7. Consumo promedio de alimento en los tratamientos.	35

INTRODUCCION

La población de aves y cerdos (en conjunto) conforma, aproximadamente, el doble de la población humana en el mundo, siendo su tasa de crecimiento 2.3 veces mayor de manera que la demanda de cereales para las dos especies animal y el hombre son prácticamente similares, en un mundo donde priva la desnutrición cada vez más (FAO, 2006). Esta situación propicia el aumento de los costos de producción de manera considerable, si se toma en cuenta que los alimentos, en general, se importan de países desarrollados que producen gran cantidad de cereales y utilizan tecnologías avanzadas que también son importadas por los países en proceso de desarrollo en virtud de que en ellos no se producen alimentos necesarios para la alimentación de los animales; es decir, la dependencia de materias primas para la alimentación de los animales en los países en vías de desarrollo es considerable (Zhuan, 2009). Y por si esto fuera poco, la crisis económica mundial ha repercutido agravando considerablemente la situación alimentaria, no solo en los países en desarrollo, sino también en los países desarrollados.

En este contexto, el cerdo, que representa una fuente de alimentación proteica de importancia para la población por sus características nutritivas, es una especie que alcanza su mayor desarrollo en la fase de crecimiento-engorda pero también es aquí donde se presentan los mayores porcentajes de pérdidas como consecuencia de los desequilibrios nutricionales que propician la presencia de enfermedades y en consecuencia, mortalidad de animales que se traduce en pérdidas económicas para el productor (Álvarez, 2004). Por todo ello, se hace necesaria la explotación porcina sustentable considerando la situación existente en cada país y sus recursos disponibles.

El lechón al destete es separado de su progenitora y es expuesto a estrés importante al juntarlo con otras camadas de individuos desconocidos, pasando de una dieta líquida, leche materna, a una dieta seca. El limitado consumo de alimento seco,

aunado a un sistema digestivo inmaduro impide, en ocasiones que el lechón manifieste su potencial de crecimiento y desarrollo, lo que redundaría en retraso en su capacidad y tiempo para alcanzar el peso de mercado (Gómez, 2006; Daposa, 2002; Kelly y King, 2001). La ingestión de alimento sólido complementario de mejor digestión en esta etapa del cerdo, como es el caso de la levadura de cervecería, pueden ayudar a mejorar el desempeño productivo de los animales (Reis de Souza *et al.*, 2002; Gienting *et al.*, 1985; Cervantes, 1997).

Una alternativa viable para suministrar un buen alimento para los lechones recién destetados y además quizá reducir los costos de producción que genera la porcicultura basada en alimentos costosos, pudiera ser la utilización de alimentos y/o subproductos derivados de la agroindustria y que ayuden a la producción animal sin menoscabo de la productividad de los animales y sin que afecten al humano. Esto es, que se puedan usar productos que promuevan el crecimiento de los animales (probióticos) pero que no produzcan efectos colaterales, como sucede con los tradicionales antibióticos que hacen una función similar pero que pueden ocasionar problemas colaterales a través del tiempo. Dentro de estos promotores de crecimiento se ubica a la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L.), subproducto proteico que se deriva en la destilería de alcohol y en la elaboración de las cervezas (Lezcano y Achang, 2002) y cuya efectividad ha sido plenamente demostrada como sustitutivo parcial de la harina de pescado y de soya en las dietas para cerdos y pollos en engorda respectivamente (Lezcano y Elías, 1975; Valdivié, 1975). Sin embargo, es conveniente tener presente que las características nutricionales de este subproducto van a estar en función del sustrato utilizado para su crecimiento, así como también del proceso industrial a que es sometido (Alvarez y Valdivié, 1980).

Con estas premisas, se plantea el presente proyecto buscando alcanzar el siguiente:

Objetivo

Dilucidar el efecto de diferentes niveles de levadura de cerveza activa sobre las variables productivas de lechones destetados de las razas Yorkshire-Landrace-Duroc.

Hipótesis

Los cerdos alimentados con la dieta base más levadura, acrecentarán su rendimiento en función de los niveles crecientes de levadura.

REVISION DE LITERATURA

Qué es un probiótico

Probiótico es un concepto desarrollado inicialmente por Metchnikoff (1845-1916) en Rusia, demostrando que las bacterias especiales derivadas de los productos lácteos fermentados pueden controlar los procesos de fermentación en el intestino, y de la misma manera controlar problemas de arterioesclerosis, y así, prolongar la vida de los seres humanos (Simon, 2001). Sin embargo, el concepto de probiótico lo utilizó por primera vez Lilly y Stillwell (1965) para describir sustancias producidas por un protozooario y que tenía la particularidad de estimular el crecimiento de otros microorganismos, como lo era el crecimiento microbiano.

Los probióticos son preparaciones bacterianas y/o levaduras de las cuales se deriva ácido láctico, y son sustancias que se pueden agregar al alimento o suministrarse en forma oral (Fox, 1988). Robert y Quercia (2003) definen a los probióticos como suplementos microbianos vivos que una vez ingerido por el ser vivo propician mejoramiento del equilibrio intestinal del hospedero.

Es un cultivo viable de uno o varios microorganismos vivos que afectan benéficamente la salud del hospedero animal al mejorar su balance microbiano intestinal (Silvera, 2013), disminuyen en algunos casos la presencia de microorganismos patógenos, estos pueden añadirse a los alimentos (Castro, y Rodríguez, 2005), la composición es a base de bacterias Gram (+) y (-), levaduras u hongos, si se consumen regularmente en cantidades suficientes (Campo, 2004; Lozano, 2002; Castro, 2002; María *et al.*, 2001).

Los probióticos no deben confundirse con los prebióticos. Los prebióticos son azúcares complejos (tales como la lactulosa, lactitol, una variedad de fructo-oligosacáridos y la inulina) los cuales son utilizados como combustible por las

bacterias saludables para estimular su crecimiento y actividad, a la vez que frenan el crecimiento y actividad de organismos dañinos (García, 2012).

Características de un probiótico

Para que un compuesto o microorganismo sea considerado como probiótico, debe reunir las siguientes características (Silvera, 2013; Gutiérrez *et al*, 2013; García, 2012; Pino y Dihigo 2007; Pardio *et al* 1994):

- a) Las cepas utilizadas en los probióticos deben tener una historia de no ser patógenas, especialmente para personas con inmunocompromiso, no ir asociadas con enfermedades como endocarditis infecciosa y/o trastornos gastrointestinales.
- b) No ser sensibles a las enzimas proteolíticas gastrointestinales.
- c) Ser capaces de sobrevivir el tránsito gástrico.
- d) Ser estable frente a ácidos y bilis, y no conjugarse con las sales biliares.
- e) Poseer capacidad para adherirse a las superficies epiteliales.
- f) Sobrevivir en el ecosistema intestinal.
- g) Ser capaces de producir componentes antimicrobianos.
- h) Permanecer vivo (o activo) y estable durante su empleo.
- i) Tener un mecanismo específico de adhesión al intestino humano.
- j) Tener capacidad de crecimiento rápido en el ciego.

- k) Ser capaces de inmunoestimulación pero sin efectos proinflamatorios.
- l) Los probióticos pueden también funcionar sintetizando ciertos compuestos o produciendo subproductos metabólicos que pueden tener una acción protectora o inducir efectos positivos.

Los cultivos indefinidos de probióticos han mostrado más eficacia que los formados por un solo microorganismo; cuanto más variada sea su composición será más eficaz contra más microorganismos, se podrá usar en diferentes especies de animales, tendrá menos efectos adversos y cumplirá mejor con las características ideales (Chapman *et al.*, 2011).

Composición de un probiótico

En nutrición animal, los probióticos pueden dividirse en tres grupos (Garza, 2003):

- a) Bacterias que producen ácido láctico, como son *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus thermophilus* y *Enterococcus lactis*.
- b) Esporas de bacterias del género *Bacillus sp.*, como son *B. cereus*, *B. cereus toyos*, *B. cereus lincheniformis* y *B. subtilis*.
- c) Hongos y levaduras, como son *Aspergillus oryzae* y *Saccharomyces cerevisiae L.*

Mecanismo de acción de los probióticos

Se han propuesto varios mecanismos de acción entre los que se tienen (Penna, 1998; Silvera, 2013; García, 2012):

- a) Reducción del pH intestinal debido a los ácidos sintetizados por los microorganismos probióticos y por competencia biológica, primero desalojan y luego impiden una nueva implantación y proliferación de patógenos, por lo cual restauran el equilibrio adecuado de la flora intestinal.
- b) Ocupación de los lugares de colonización para mejorar la digestión de los alimentos.
- c) Producción de sustancias antibacterianas (Capacidad de secreción de antibióticos naturales) y compiten con los organismos dañinos por los nutrientes en el intestino.
- d) Estimulación de la inmunidad intestinal que también pueden ayudar a combatir varias enfermedades gastrointestinales. Complementar las necesidades nutricionales para mejorar la producción animal, en particular afectando la flora gastrointestinal o mejorando la digestibilidad y las características de otros ingredientes de la dieta.
- e) Previenen o reducen el efecto dañino causado por la excreción de los animales mejorando el medio ambiente.
- f) Mejoran el olor, sabor y la preservación de los alimentos para personas y animales.

Propiedades Bioterapéuticas (García, 2012)

- a) Prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas.
- b) Disminución de los niveles de colesterol.
- c) Disminución de diarreas, ya sea por virus, bacterias o parásitos.
- d) Tratamiento de la intolerancia a la Lactosa, actúa en la digestión de la lactosa.
- e) Estimulación del sistema inmune.
- f) Exclusión o reducción de la adherencia patógena.
- g) Persistencia y multiplicidad.
- h) Producción de ácidos, peróxido de Hidrógeno y bacteriocinas antagonistas al crecimiento patógeno.
- i) Formación de una flora intestinal balanceada.
- j) Prevención de ciertas manifestaciones alérgicas.
- k) Prevención del cáncer de Colon.
- l) Tratamiento contra tumores.
- m) Poseen efectos antimicrobianos.
- n) Poseen la habilidad de adherirse a las células.

Uso de probióticos en cerdos

La solución más adecuada para asegurar el rendimiento de la alimentación, con la consecuente ganancia de peso y aumento de la inmunología natural del animal, es la prevención de las variaciones de la flora, asegurando la presencia de un número suficiente de bacterias beneficiosas capaces de dominar el medio e inhibir el desarrollo de los patógenos (Carcelén *et al.*, 2005).

En los últimos años, el uso de probióticos en la profilaxis y terapia de enfermedades gastrointestinales ha sido objeto de gran interés y de controversia científica. Hoy en día se reconoce la importancia y posible eficacia de la terapia biótica como herramienta médica en el tratamiento de enfermedades digestivas en cerdos. (Nava *et al.*, 2004).

Efectos adversos provocados por su uso

Extensos estudios (histológicos, hematológicos, química sanguínea, peso de órganos y el resto de análisis sanitarios), realizados en animales, usando dosis 10 veces superiores a las recomendadas, demuestran que no hay reacciones adversas (García, 2012).

Uso de probióticos como promotores de crecimiento en cerdos

El uso de probióticos para la producción animal ha aumentado considerablemente debido a los innumerables beneficios que genera en el hospedero. Las tendencias actuales en los sistemas productivos de animales postula a los probióticos como una buena alternativa de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento.

El consumo de probióticos en la alimentación animal es una de las formas de generar producción limpia y desarrollo competitivo a gran escala, sin efectos colaterales en el animal ni en sus productos, y con la ventaja de ser absolutamente naturales (Gutiérrez *et al.*, 2013).

Los problemas digestivos son frecuentes en las granjas porcinas, fundamentalmente durante periodos críticos, como son el destete y la entrada a los engordes. En ellos se observa descensos en la ganancia de peso que duplican o triplican el menor consumo de alimento. Las causas podrían encontrarse en el efecto que los trastornos digestivos ejercen sobre el tracto digestivo y su capacidad de digerir y absorber nutrientes (excreción de mucinas, pérdida de agua y minerales) y sobre el metabolismo (gasto de energía y aminoácidos para la respuesta inmune) (Pérez, 2013). Y ante esta adversidad, los antibióticos funcionan bien, reduciendo la actividad de microflora intestinal e incrementando el crecimiento de los animales. Se han descrito para ellos cuatro mecanismos de actuación posibles (Niewold, 2007):

- a) Previniendo infecciones.

- b) Reduciendo el consumo de nutrientes por parte de la microflora.
- c) Incrementando la absorción de nutrientes.
- d) Reduciendo los efectos negativos de los metabolitos microbianos, reduciendo por ejemplo la inflamación.

Muchas especies diferentes de bacterias actúan de forma conjunta en el intestino para mantener su funcionamiento normal. Sin embargo, factores como el estrés o un tratamiento con antibióticos pueden alterar el equilibrio bacteriano natural produciendo una disminución del número de organismos beneficiosos, como los lactobacilos y las bifidobacterias, con respecto al de bacterias nocivas. Esta alteración hace que el organismo sea más vulnerable a las infecciones de origen alimentario como las causadas por Salmonella, E. coli y Listeria entre otras, y puede predisponer a padecer trastornos intestinales, aquí es donde los probióticos pueden intervenir (García, 2012). El uso de probióticos en la alimentación de los lechones es una alternativa natural para propiciar y mantener la integridad y salud intestinal.

En la actualidad ante las disposiciones del retiro de antibióticos promotores de crecimiento, el uso de aditivos funcionales para mantener el control de enterobacterias patógenas es una alternativa viable en un programa de seguridad alimentaria (Silvera, 2013). Aunque existen muchas definiciones, todas coinciden en señalarlos como microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tracto intestinal del hospedero, sin perturbar las funciones fisiológicas normales (Bazay, 2010).

En alimentación animal, las levaduras son fuentes alternativas a las proteínas de origen animal, siendo frecuente su inclusión en lacto replazantes y en alimentos de iniciación de lechones y terneros. Las fuentes vegetales alternativas a la proteína láctea más utilizadas proceden de la soja, guisante, patata, trigo y arroz (FEDNA, 2010).

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, 2010).

Qué es la levadura de cerveza

El término "levadura" (de "*levare*" en la acepción de subir o levantar) remite a la experiencia visual de la masa del pan que se "levanta" cuando se añade levadura a la harina. Su nombre alternativo de "fermento" viene del latín *fervere*, que quiere decir hervir y proviene del movimiento del mosto durante la producción de vino o cerveza. Se entiende por levadura seca a aquella cultivada y separada del líquido nutritivo, sometida a prensado para quitarle el exceso de humedad.

Las levaduras son hongos microscópicos, o sea organismos unicelulares, que pertenecen al grupo de los ascomicetos. Este grupo incluye a más de 60,000 especies, entre ellas las trufas o el *Penicillium*, el hongo que produce la penicilina (Pérez, 2013), 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.

La diseminación de las levaduras es un proceso mediante el cual esta convierte al oxígeno y al azúcar, denominado metabolismo oxidativo, en sustratos ricos en azúcares o en los exudados y savias dulces de algunas plantas (Pérez 2013 ; García 2010).

Las Levaduras de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L.) usadas en la alimentación de los cerdos.

Las levaduras son microorganismos eucariotas y sus propiedades son completamente distintas a las de las bacterias (Auclair, 2001; Lázaro, 2005).

Las levaduras de cerveza son subproductos que se han administrado a los animales en el alimento desde hace más de cien 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 proteínas, aproximadamente el 40% del peso de la levadura seca consiste en proteína. La calidad de 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 el aminoácido lisina (García, 2004), mismo que es de primordial importancia en la nutrición de cerdos.

La creciente necesidad de mayores incrementos en la producción y calidad de la carne de cerdo, como consecuencia de la mayor exigencia del consumidor por productos de calidad, ha generado que las nuevas líneas genéticas de cerdos sean más exigentes en su nutrición, por ello ha repercutido en mayores aumentos en los costos de producción al utilizarse productos alimenticios escasos y la tendencia en el uso de algunos cereales como es el caso del maíz para la generación de fuentes alternativas de energía. Por estas razones, se hace necesaria la recurrencia a la utilización de alimentos alternativos para la alimentación animal, de manera que la biotecnología ha sido utilizada desde tiempos inmemoriales para la obtención de productos alimenticios y promotores de crecimiento, tal es el caso de la elaboración de bebidas fermentadas como lo es la cerveza (Arriaga, 2007). De la elaboración de la cerveza se derivan algunos subproductos que son considerados como fuentes aceptables de proteína biodegradables y vitaminas hidrosolubles, como es el caso del grano seco de cervecería, grano húmedo y levadura, subproductos que se han utilizados en la alimentación de rumiantes y monogástricos (Benson, 1970).

La levadura de cervecera (*Saccharomyces cerevisiae* L.) es un subproducto deshidratado de alta calidad, cuyo principal destino es la alimentación humana. Procede de la separación de la cerveza después de la fermentación de la malta. Una vez finalizada la fermentación, las levaduras son aisladas por centrifugación y secadas por atomización mediante el proceso conocido como “spray-dried” (FEDNA: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2011).

La levadura es una fuente de proteína de alta digestibilidad, rica en aminoácidos esenciales (especialmente lisina y treonina), y es una excelente fuente de vitaminas hidrosolubles en especial biotina y ácido fólico, fuente de minerales y enzimas (García, 2010), un elevado contenido en fósforo pero bajo en calcio, tiene un contenido apreciable en fibra soluble, así como pequeñas cantidades de fibra detergente neutra (FND), almidón y azúcares como residuos del grano de cebada fermentado, por lo que constituye una buena fuente proteica para alimentos de lechones, aves jóvenes, terneros lactantes, acuicultura y animales de compañía (FEDNA, 2011), además también tienen una importante función biológica (Pérez, 2013), siendo su clasificación taxonómica la siguiente (Cuadro 1) (Hanson, 2007):

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la levadura de cerveza.

Reino: *Fungi*
Fila: *Ascomycete*
Clase: *Hemiascomycete*
Orden: *Saccharomycetales*
Familia: *Saccharmycetaceae*
Género: *Saccharomyces*
Especie: *S. cereviceae*

La levadura de cerveza posee un alto contenido de proteína cruda según diferentes autores (Cuadro 2)

Cuadro 2. Contenido de proteína de la levadura de cerveza

Autores	% de Proteína Cruda
Hanson, 2007	40.0
García, R., 2010	40.0
FEDNA, 2011	46.0
NRC, 2010	44.6

Uso de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L.) como probiotico

Las levaduras se han administrado a los animales en el alimento durante más de 100 años, ya sea en la forma de una masa fermentada producida en el rancho, subproductos de levaduras de cervecería o destilería, o productos comerciales elaborados a base de levaduras específicamente para la alimentación animal. Aun cuando esta práctica de utilizar las levaduras en los alimentos pecuarios ha existido durante mucho tiempo, todavía no hay mucha difusión o definición en la industria para utilizarlas. Pero por donde se observe el uso de levaduras tiene grandes beneficios (García, 2010).

Por ser un producto natural, durante muchos años esta especie de levadura ha formado parte de la dieta del hombre, y es utilizada en muchos alimentos y bebidas fermentadas debido a que mejora el perfil nutricional de los mismos.

La levadura de cerveza es un ingrediente ampliamente reconocido por sus características organolépticas, mejorando la palatabilidad de los alimentos (Pérez, 2013). A pesar de su sabor amargo, por la presencia de restos de lúpulo, la levadura

tiene una elevada palatabilidad en todas las especies. Algunos autores les atribuyen un potencial efecto probiótico en monogástricos jóvenes que podría estar relacionado con la presencia (5%) de manano-oligosacáridos (MOS) en este ingrediente, localizados en la pared celular de la levadura (FEDNA, 2010).

Mecanismo de acción de la levadura de cerveza

Algunos de los beneficios obtenidos con *Saccharomyces cerevisiae* L. se deben a algunos componentes presentes en sus paredes celulares. La levadura posee varios mecanismos de acción, los cuales respaldan los resultados logrados en diferentes especies (Bazay, 2010).

La levadura es el producto natural con el contenido más alto en ácidos ribonucleicos y nucleótidos. La pared celular de la levadura está compuesta por manano-oligosacáridos y beta-glucanos que tienen una influencia importante en la protección contra la colonización de bacterias patógenas y también promueven el crecimiento de los macrófagos.

La levadura es rica en proteínas (proteínas unicelulares), tal vez el nombre más apropiado sería biomasa microbiana y péptidos, que además de tener un perfil de aminoácidos de muy alto valor biológico, al ingerirse las proteínas de la levadura se liberan a nivel intestinal las envolturas celulares por acción de las enzimas digestivas, siendo hidrolizadas a aminoácidos, que luego son reconstituidos para formar enzimas, hormonas y otros compuestos nitrogenados necesarios para la vida, que mejoran la actividad de sistema inmunológico de los animales (Pérez, 2013) y en el desarrollo de la flora beneficiosa del sistema digestivo de los animales monogástricos, lo que da más eficacia al proceso de digestión del alimento, mejora sustancialmente el aspecto general del animal, especialmente piel, pelo y uñas (FEDNA, 2010).

A diferencia de las bacterias, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* L. permanece viva a lo largo del tracto digestivo, brindando protección y mejorando la salud del hospedero animal (Bazay, 2010).

En el caso de las levadura hidrolizadas enzimáticamente, las proteínas ya han sido hidrolizadas en el proceso de fabricación, por lo que sus aminoácidos se encuentran en forma “libre” o bien formando di-péptidos o tri-péptidos. Estas moléculas se absorben inmediatamente traspasando la pared intestinal y pasando directamente al torrente sanguíneo. Del total de las proteínas debe tenerse en cuenta que el 6-8% se halla compuesto por ácidos nucleicos. En el caso de las levaduras hidrolizadas, estos se encuentran en forma libre, por lo que los nucleótidos serán degradados a nucleósidos por la acción del ácido clorhídrico (HCl) y posteriormente se reconvertirán de nuevo en nucleótidos; en cambio, en las levaduras sin hidrolizar, forman parte de la matriz nitrogenada del producto, por lo tanto, no tienen una acción inmediata en el organismo, aunque colaboraran activamente en la formación de proteínas y ácidos nucleicos (Pérez, 2013).

Modo de acción en especies no rumiantes

Los mecanismos de acción de los beneficios de la suplementación de levaduras en especies no rumiantes son la estimulación del borde de cepillo disacárido, los efectos anti adhesivos contra patógenos, la estimulación de una inmunidad no específica, la inhibición de la actividad de las toxinas y el efecto antagonista contra microorganismos patógenos (Basay, 2010).

Funciones y beneficios de la levadura en cerdos

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* L., es 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 (Perez 2013; Bazay 2010):

- a) Promotor de crecimiento.
- b) Cambio de alimentos más rápidos al destete.
- c) Aumenta la producción de leche materna en cerdas lactantes.
- d) Reduce el exceso de amoniaco en el intestino de los cerdos.
- e) Acción estimulante de la inmunidad.
- f) Mejora la asimilación de nutrientes.
- g) Corrige el balance de la población microbiana.
- h) Mayor ganancia de peso.
- i) Mejora la conversión alimenticia.
- j) Buena funcionalidad para el tratamiento de enfermedades intestinales.
- k) Aumenta la resistencia de los animales al ser sometidos a estrés.

El destete de los lechones

El destete es el proceso de separación de los lechones de su madre, en condiciones comerciales, es un evento abrupto que usualmente es implementado alrededor de los 14 a los 28 días de edad (Alltech, 2013), se llama también desmadre y fin de lactancia (Rivas, 2012), una de las prácticas de manejo en la crianza de cerdos que causa un malestar significativo a los lechones (Vílchez, 2013).

El destete es un evento que propicia un enorme cambio para el lechón siendo dos los más importantes, los que originan pérdida de peso en los primero días postdestete. (Vílchez, 2013; Barceló, 2010):

- a) Cambio de dieta.
- b) Estrés del destete

Cambio de dieta

1.- Hay una reducción en la actividad enzimática pancreática (Alltech, 2013).

2.- El cambio del alimento de leche líquida y a temperatura corporal de la cerda a alimento sólido con sabor y textura distintas y con presentación en forma de pellets o harina en seco y a temperatura del ambiente (Alltech, 2013; Vílchez, 2013; Barcelo 2010):

- a)** Existe un cambio sustancial en la composición y calidad nutritiva (contacto generalmente brusco con proteína vegetal) (Barceló, 2010), cambio de fuente de nutrientes de animal a vegetal, en la leche el contenido de energía corresponde 14% a glúcidos, 65% a lípidos y 22 % a proteína, en comparación con una dieta típica de destete donde el 53% corresponde a glúcidos, 20 % a lípidos y 27 % a proteína, esto muestra que la fuente de nutrientes cambia, de una basada predominantemente en lípidos a una donde la energía principal proviene de glúcidos, Nutricionalmente el cambio en la fuente de glúcidos es el de mayor impacto, en la leche la lactosa constituye el glúcido mayoritario, en cambio en el alimento sólido, sobre todo en alimentos basados en granos de cereales, el almidón puede cubrir hasta el 75% del total de la energía metabolizable; la leche contiene aproximadamente 80% de agua y además de proveer todos los nutrientes necesarios para el lechón cubre la mayoría de las necesidades de agua; comparada con el alimento seco que contiene aproximadamente 10% de humedad y no provee las necesidades de agua para el lechón.
- b)** La leche tiene mayor digestibilidad que el alimento sólido.
- c)** La palatabilidad del alimento constituye una fuerte alteración a la fisiología digestiva.
- d)** El lechón empieza a tomar agua de una forma directa.

- e) Deja de recibir defensas inmunológicas de la leche materna (la leche contiene ciertas cantidades de inmunoglobulinas de tipo A (IgA) que le confiere una mejor protección que el alimento).

3.- La actividad enzimática y el desarrollo intestinal es superior a las 4 semanas de edad del lechón, por lo que es importante considerar este factor en el proceso de absorción y digestión de los nutrientes, ya que afecta al crecimiento e índice de transformación.

Estrés del destete

Cuando el lechón es destetado es sometido a una serie de eventos que pueden afectarlo negativamente de diferentes maneras, como pueden ser (Alltech, 2013; Vílchez, 2012; Barceló, 2010):

- 1.- Pérdida de la protección de su madre.
- 2.- No existe comunicación colectiva en las comidas “vocalizaciones específicas”.
- 3.- Los lechones dejan de mamar a la cerda cada 40 - 60 minutos.
- 4.- Cambio de lugar y de ambiente (temperatura).
- 5.- Mezcla con grupos de mayor tamaño (normalmente compañeros diferentes).
- 6.- Dificultad en tiempo de ubicar los comederos y los bebederos, tiempos de llamadas de lechones a la madre, y el tiempo que toma en establecer el orden social en el corral.

Al destete el efecto más negativo es una reducción en la actividad enzimática pancreática, lo que da origen al nulo consumo o bajo consumo de alimento durante el destete; es la pérdida de integridad de la vellosidad intestinal y con ello la reducción en el nivel de precursores disponibles para la síntesis de enzimas (Alltech, 2013), que afecta la cantidad y actividad de las enzimas que participan en el proceso de digestión de los alimentos, limitando la capacidad de digestión y la absorción de

nutrientes del alimento, lo que apenas le lleva a cubrir las necesidades de mantenimiento, resultando en un periodo de deficiencia nutricional, particularmente, energética que finalmente se traduce en una pérdida de peso del animal en la primera semana post-destete (Vílchez, 2013), y una baja respuesta inmunológica, afectando así su función como barrera frente a la flora patógena. Todo ello puede ocasionar el *Síndrome Post destete Porcino* debido a la inmadurez del sistema digestivo, a su incapacidad para digerir la proteína del alimento y a las alteraciones morfoestructurales causadas en el intestino como consecuencia del destete, repercutiendo en la ganancia de peso y en algunas instancias, propiciando diarrea y morbilidad, que terminan en la muerte de los animales afectados (Camacho, 2013). Debido a que, a la edad a la que se destetan los lechones en los sistemas intensivos va, por lo general, de 21-28 días (Quiles, 2010).

En su conjunto los cambios del destete se traducen en un periodo de estrés difícil para los lechones por aprender a comer un alimento diferente y desconocido, al nuevo ambiente, y con ello, un descenso en el aporte de nutrientes y su capacidad digestiva para cubrir sus necesidades nutricionales (Alltech, 2013; Solá-Oriol *et al*, 2012) durante los primeros 3 - 5 días después del destete (Barceló, 2010). En este proceso, la cantidad de alimento que se proporciona al cerdo recién destetado y las materias primas que componen su alimento, desempeñan un papel importante en la maduración del tracto gastrointestinal (Reis de Souza *et al.*, 2012).

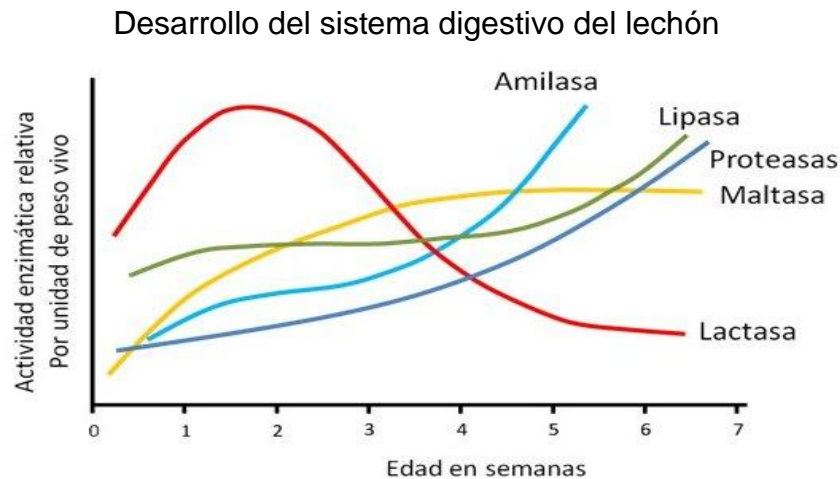
Cambios en la alimentación del cerdo al destete

Adaptación digestiva del lechón en la etapa de post destete

En el cambio de leche por alimento sólido, al perfil enzimático (figura 1) le toma tiempo adaptarse para digerir el alimento eficientemente (Alltech, 2013). En efecto, todo el equipo enzimático del lechón está preparado para la digestión y metabolismo de un determinado tipo de alimento, como es la leche de la cerda, y por tanto, determinados nutrientes como son la caseína (proteínas), la lactosa (carbohidratos) y la grasa láctea. No es hasta pasadas 6 a 8 semanas cuando la capacidad enzimática

y de absorción del sistema digestivo alcanza su madurez; por lo que en el momento del destete el aparato digestivo debe adaptarse a la nueva situación (Quiles, 2010).

Figura 1. Cambios de la secreción enzimática en las primeras semanas de vida del cerdo



Fuente: Adaptado de Kidder y Manners, 1978

El destete y sus consecuencias sobre la salud

Como ya se mencionó anteriormente, la consecuencia del destete en la salud de los lechones, que se trata de un desafío para los animales en periodo breve, durante el que la supervivencia de los lechones y su crecimiento posterior dependerán en gran medida de su capacidad para adaptarse fisiológicamente al conjunto de cambios nutricionales y ambientales que de repente le sobrevienen. A grande rasgos, el destete conlleva en menor o mayor grado una fase aguda de estrés con la liberación de hormonas con un elevado potencial catabólico, como glucocorticoides, glucagón, y epinefrina; anorexia y restricción de nutrientes para el tracto digestivo; y respuesta inflamatoria o hipersensibilidad a las proteínas de origen vegetal de la dieta (Pérez, 2013).

La población microbiana se incrementa, y el perfil de poblaciones cambia. En comparación con sus contemporáneos en lactación, los lechones destetados

muestran una caída muy pronunciada en los niveles séricos de Zn, elemento fundamental para numerosas enzimas; mostrando una caída que no se observa en otros minerales como el Fe y el Cu (Beltrán, 2010).

Incidencia de diarreas posdestete

Los problemas psicosociales y nutricionales relacionados con el destete mencionados anteriormente, repercuten directamente sobre el consumo de alimento en la primera semana posdestete, y sobre el aprovechamiento digestivo del alimento consumido en la segunda semana posdestete, haciendo que los lechones recién destetados sean altamente susceptibles a las diarreas (Magné *et al.*, 2011).

Un dato llamativo de los niveles séricos de los lechones con diarrea y/o estrés es el incremento pronunciado en las concentraciones de urea y creatina en la sangre. Este dato refleja un incremento en la inmovilización del nitrógeno corporal y oxidación de aminoácidos, que habitualmente va más allá del determinado por la anorexia que acompaña el destete (Burrin, 2010).

El destete temprano disminuye la actividad enzimática a nivel intestinal, provocando la subutilización de los nutrientes de la dieta y, por ende, alta incidencia de diarreas durante esta etapa, y la disminución de los parámetros de crecimiento de los animales, lo que se vería representado en pérdidas para el productor (Ospina *et al.*, 2011).

Investigaciones con levadura de cerveza

La levadura de cerveza, considerada como probiótico, se ha venido usando en la alimentación animal ya que la investigación la ha ubicado como un inmuno estimulador e inmuno regulador pudiendo, además, aumentar la resistencia inespecífica para muchas bacterias que infectan el aparato respiratorio y el digestivo (Ouwenhand *et al.*, 1999). En la actualidad se utilizan probióticos como las levaduras,

principalmente *Saccharomyces cerevisiae* L. con los cuales se han obtenido resultados satisfactorios en el comportamiento de los animales, debido a que, además de poseer vitaminas y enzimas, tiene factores de crecimiento que proporcionan una respuesta productiva en los animales (Komegey, 1995; citado por García, 2002). Se ha demostrado (Martínez *et al.*, 2000) que incluir la cepa *S. cerevisiae* 47 en la dieta de cerdos en la fase destete – finalización, incrementa la resistencia de los animales que sufrieron estrés provocado por el cambio de una granja en buenas condiciones sanitarias y de manejo a otra granja con problemas de enfermedades respiratorias y digestivas. Frtts y Waldroup (2003) señalan que utilizando pared celular de la levadura, misma que está compuesta de manano-oligosacáridos, en la dieta de las aves, causó mejora en la conversión alimenticia.

Bertín (1997) citado por García (2002) obtuvo mejor respuesta productiva en lechones suplementados con levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* L.) logrando pesos al destete 7.92 kg versus 8.08 kg a los 60 días de edad y con un consumo de alimento de 1.65 kg versus 1.55 kg en los animales suplementados y no suplementados.

Cuarón (2000) observó que suplementando cerdos en razón de 3 kg/ton de alimento se pudo prevenir la pérdida de rendimiento asociada con la infección, ya que, los cerdos no tratados tuvieron una ganancia total de 50 kg hasta el peso de mercado y una ganancia diaria promedio de 660 gr/día en tanto que los animales tratados aumentaron 100 gr más por día y su conversión alimenticia fue superior en un 32%.

Chiquieri *et al.* (2006) Condujo un experimento con 40 cerdos híbridos castrados (Landrace x Large Withe) para evaluar la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* más un prebiótico encontrando que en la etapa de crecimiento – desarrollo no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos, cuyos valores fueron de 0.750 T₁, 0.790 T₂ y 0.740 T₃ kg/día, con una conversión alimenticia de 2.51 T₁, 2.44 T₂ y 2.59 T₃ y cuyo consumo de alimento fue de 1.88 T₁, 1.93 T₂ y 1.92 T₃ kg/día.

Mérida (2001) condujo un trabajo de investigación para evaluar a la levadura de cerveza en dietas para cerdos al destete, encontrando que los niveles de 5 y 10 g de levadura no afectaron el rendimiento de los animales en comparación con el testigo, con valores en la ganancia diaria de peso de 210.8, 222.5 y 209.0 respectivamente para 0, 5 y 10 g de levadura en la dieta. Así mismo, los valores de conversión alimenticia fueron de 2.3, 2.3 y 2.5 respectivamente para los tratamientos señalados. Kernegay *et al.* (1995) reportó que la ganancia de peso no se vio afectada al utilizar una dieta con levadura. Sin embargo Mathew *et al.* (1994) señalan que adicionar levadura seca a la dieta de lechones destetados propició mejores ganancias de peso en comparación con la dieta carente de levadura.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El trabajo de campo se desarrolló en la Unidad Porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en los terrenos de la misma en Buenavista, Saltillo, Coahuila, localizada a 8 Km al sur del municipio de Saltillo, por la carretera Saltillo – Zacatecas (figura 2) con una altitud de 1776 msnm, a 25°21'00" latitud norte y 101°02'00" longitud oeste.

Figura 2. Ubicación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



En esta región predomina el clima tipo BSO_{kx} (w) (e), es decir, clima muy seco, extremo, con verano cálido y temperatura media anual entre los 12 y 18 °C, con periodo de lluvias entre el verano y el invierno y con porcentaje de lluvias invernales menor al 18% del total, con oscilación entre 7 y 14 °C (García, 1987).

Descripción del área experimental

La granja donde se llevó a cabo el experimento es una explotación de ciclo completo que cuenta con cuatro naves: gestación, maternidad-destete, crecimiento –desarrollo y engorda - finalización, con comederos manuales y bebederos de chupón.

Procedimiento experimental

Se utilizaron 16 lechones destetados con peso promedio inicial de 12.00 kg, los cuales fueron sometidos a un periodo de adaptación en cada tratamiento, de 5 días. Se pesaron y se desparasitaron interna y externamente al inicio del periodo experimental antes de ser asignados a sus respectivos tratamientos. El alimento que se utilizó fue el que diariamente se ofrece a los animales y que se elaboró en la fábrica de alimentos de la Universidad. Los lechones se alojaron en corraletas apropiadas y recibieron diariamente la ración correspondiente (alimento fresco).

Tratamientos

Se trabajó con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento, lo que implicó un total de dieciséis lechones, mismos que fueron llevados hasta el periodo de crecimiento (aproximadamente 40 kg de peso vivo). Los tratamientos fueron los siguientes:

T₁: Testigo (alimentación normal que se maneja en la granja)

T₂: Alimentación normal adicionado con el 0.5 % de levadura seca

T₃: Alimentación normal adicionado con el 1.0 % de levadura seca

T₄: Alimentación normal adicionado con el 1.5 % de levadura seca

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento y los resultados fueron analizados con el paquete de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1993).

Variables que se midieron

- a) Ganancia total de peso (GTP)
- b) Ganancia diaria de peso (GDP)
- c) Conversión Alimenticia (CA)
- d) Consumo de alimento (CO-AL)

Consumo de alimento:

Para evaluar esta variable se consideró la cantidad de alimento ofrecido y rechazado de cada uno de los tratamientos.

Ganancia total de peso:

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

$$\text{GTP} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

Ganancia diaria de peso:

Se calculó Considerando el peso total ganado y el número de días que duro el experimento.

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

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.

$$\text{C.A.} = \frac{\text{Consumo promedio de alimento (g/día)}}{\text{Incremento promedio de peso (g/día)}}$$

Alimento utilizado:

El alimento que se les ofreció a los animales fue el que normalmente se ofrece a los cerdos destetados de la unidad porcina complementándolo con la levadura de cerveza, en porción conforme al tratamiento.

El alimento ofrecido se elaboró en la fábrica de alimentos de la propia Universidad (cuadro 3.)

Cuadro 3. Alimento normalmente ofrecido a los lechones destetados de la Unidad Porcina

Ingredientes	Contenido (%) para 100 Kg
Sorgo	75.50
Soya	20.00
Cebo de Res	1.50
Vit-AA-Min 35 Forte	3.00
Total	100.00

Fuente: Elaboración propia con información de granja porcina

Vit-AA-Min 35 Forte es un producto comercial utilizado como: complemento nutricional concentrado para la elaboración de alimento balanceado para cerdos en crecimiento y engorda. Incluye una combinación de enzimas que mejoran la digestibilidad e incrementan la energía metabolizable del alimento (beta-mananasa y fitasa). (Cuadro 4)

Cuadro 4. Vit-AA-Min 35 Forte

Ingredientes	Contenido (%)
Calcio	17.00
Fosforo total	6.50
Sodio	3.90
Magnesio	0.50
Lisina	3.00
Vehículo C.B.P	100.00

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este experimento se enmarcan en el cuadro 5, para las variables Ganancia total de peso, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, consumo total de alimento y consumo promedio de alimento.

Ganancia Total de Peso

Como se observa, para la variable Ganancia Total de Peso (GTP) no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$), con valores de T_1 : 18.875 kg; T_2 : 19.5 kg; T_3 : 19.375 kg y T_4 : 18.625 kg.

Cuadro 5. Resultados experimentales en la Ganancia Total de Peso (GTP), Ganancia Diaria de Peso (GDP), Conversión Alimenticia (CA), Consumo total de alimento (CTA) y Consumo Promedio de Alimento (CPA) en cerdos alimentados con 4 niveles de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L.).

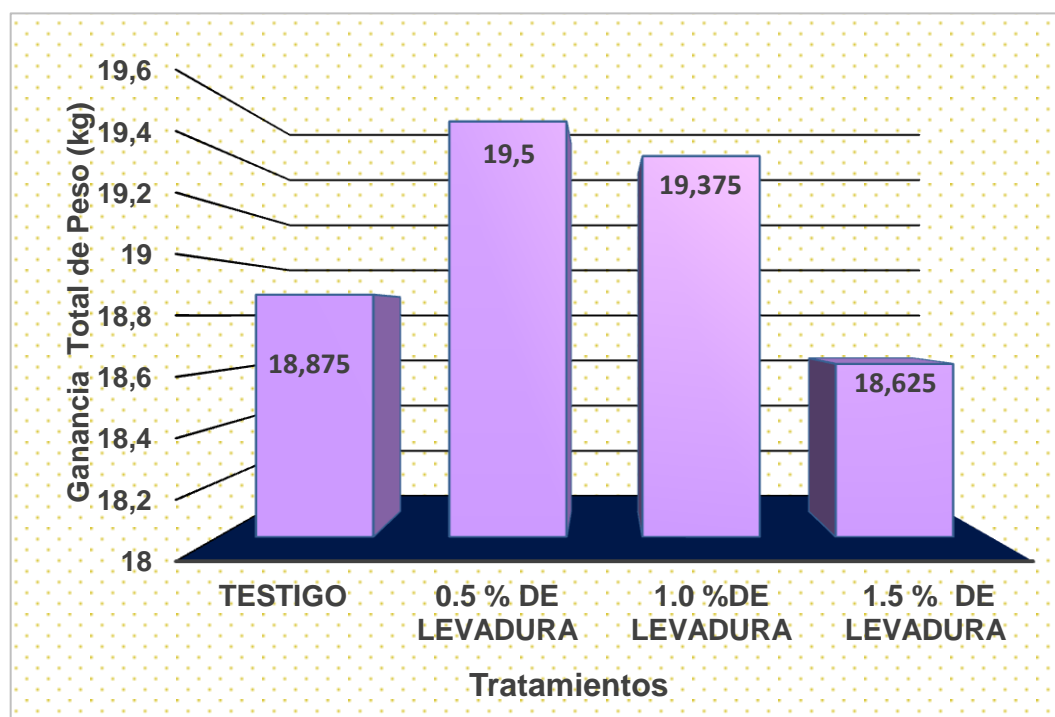
TRATAMIENTO	GTP kg	GDP kg	CA alim/gan	CTA	CPA
T_1 Testigo	18.875	0.518	2.94	10.250	1.464
T_2 0.5% de levadura	19.500	0.625	2.67	10.250	1.464
T_3 1.0% de levadura	19.375	0.571	2.65	10.375	1.482
T_4 1.5% de levadura	18.625	0.517	3.17	10.250	1.464

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, los resultados fluctuaron entre los valores de 19.375 kg para el tratamiento con 1.0 % de levadura en la dieta hasta 18.625 kg para el tratamiento con 1.5 % de levadura en la dieta, valores que son concordantes con lo señalado por Hutcheson *et al* (1980), en el sentido de que a medida que se eleva el consumo de células viables de *L. acidophilus* se puede propiciar una sobrepoblación en el tercio bajo del tracto gastrointestinal lo que genera una reducción en la absorción de nutrientes. Sin embargo, Harper (1989) ha señalado que la inclusión de *L. acidophilus* en la dieta de lechones tiende a mejorar los parámetros productivos.

Así mismo, los resultados obtenidos difieren de los logrados por Martínez (2004), quien obtuvo valores de 26.37 kg de ganancia total en el tratamiento más bajo hasta 28.93 en el más alto, trabajando con lechones de destete. Los resultados de este trabajo se pueden apreciar con mayor objetividad en la figura 3.

Figura 3. Ganancia Total de Peso en los tratamientos evaluados.

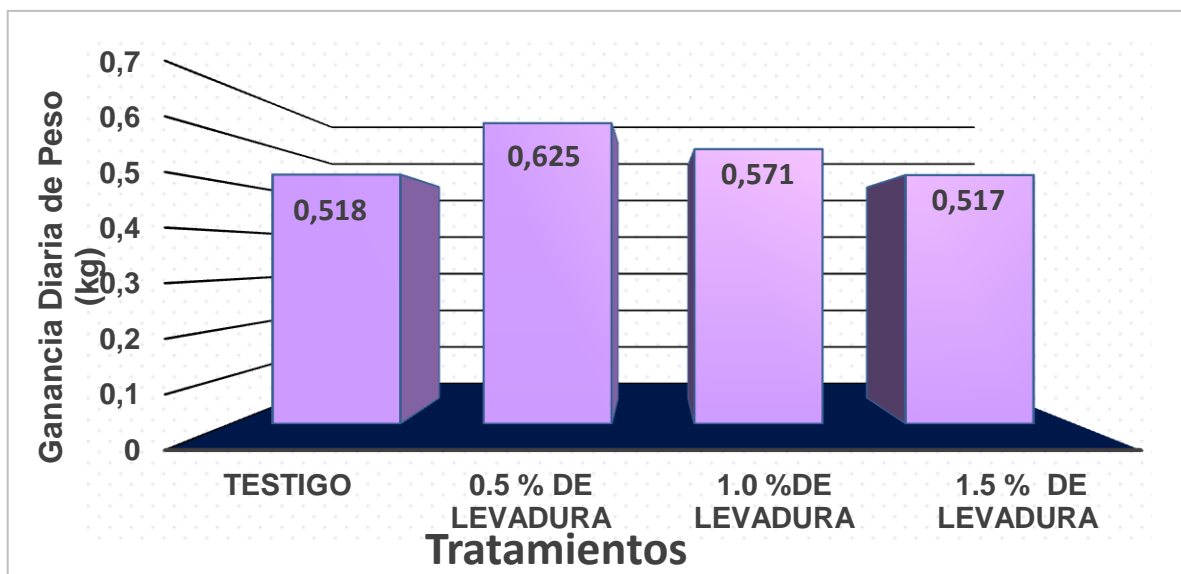


Fuente: Elaboración propia

Ganancia Diaria de peso

Para esta variable, el análisis de varianza no mostró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo los valores encontrados de 0.625 kg para el tratamiento T₂ (suplemento de 0.5 % de levadura) y el más bajo para el tratamiento T₄ (1.5% de levadura) con valor de 0.517 kg. Estos resultados, al igual que en la variable anterior, siguen la tendencia señalada por Hutchesson *et al.* (1980), es decir al parecer a medida que se incrementa el nivel de levadura en la dieta el rendimiento de los animales tiende a decrecer. Estos resultados difieren de los señalados por Angulo (1998) quien suministró un cultivo láctico por vía oral a lechones amamantando con resultados muy bajos, pero son similares a los encontrados por Harper (1983) quien suministró bacterias lácticas a lechones y no detectó diferencia estadística significativa entre sus tratamientos. Así mismo, son diferentes a los reportados por Martínez (2004) quien sí encontró diferencia estadística significativa entre sus tratamientos alimentando lechones destetados. La figura 4 muestra con mayor claridad los resultados obtenidos para esta variable.

Figura 4. Ganancia Diaria Promedio de peso en los tratamientos considerados.

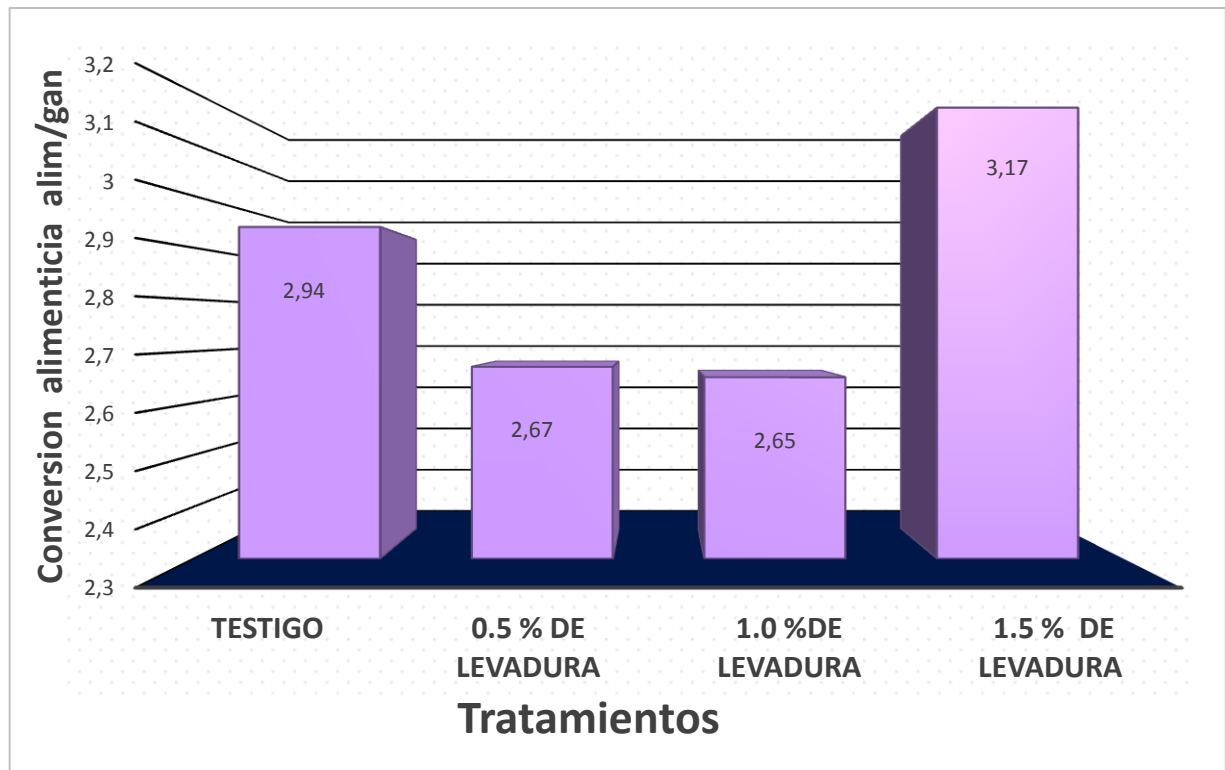


Fuente: Elaboración propia

Conversión alimenticia

Para el caso de la conversión alimenticia (relación alimento/ganancia) no se hizo análisis de varianza, sin embargo se puede observar que prácticamente todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar entre sí, con valores de $T_1 = 2.94$, $T_2 = 2.67$, $T_3 = 2.65$ y $T_4 = 3.17$; siendo la diferencia entre el valor más alto y el más bajo de 0.52 unidades, pero se puede apreciar que el tratamiento con la mayor proporción de *Saccharomyces* (1.5%) en la dieta tiende a ser menos eficiente en la utilización del alimento consumido, y el más eficiente resulta el tratamiento con 1.0 % de levadura en la dieta, aunque no difieren de manera significativa respecto de los otros tratamientos. Estos resultados son similares a los reportados por Mérida (2001). La figura 5 ilustra con mayor objetividad estos resultados.

Figura 5. Conversión alimenticia para los diferentes tratamientos.

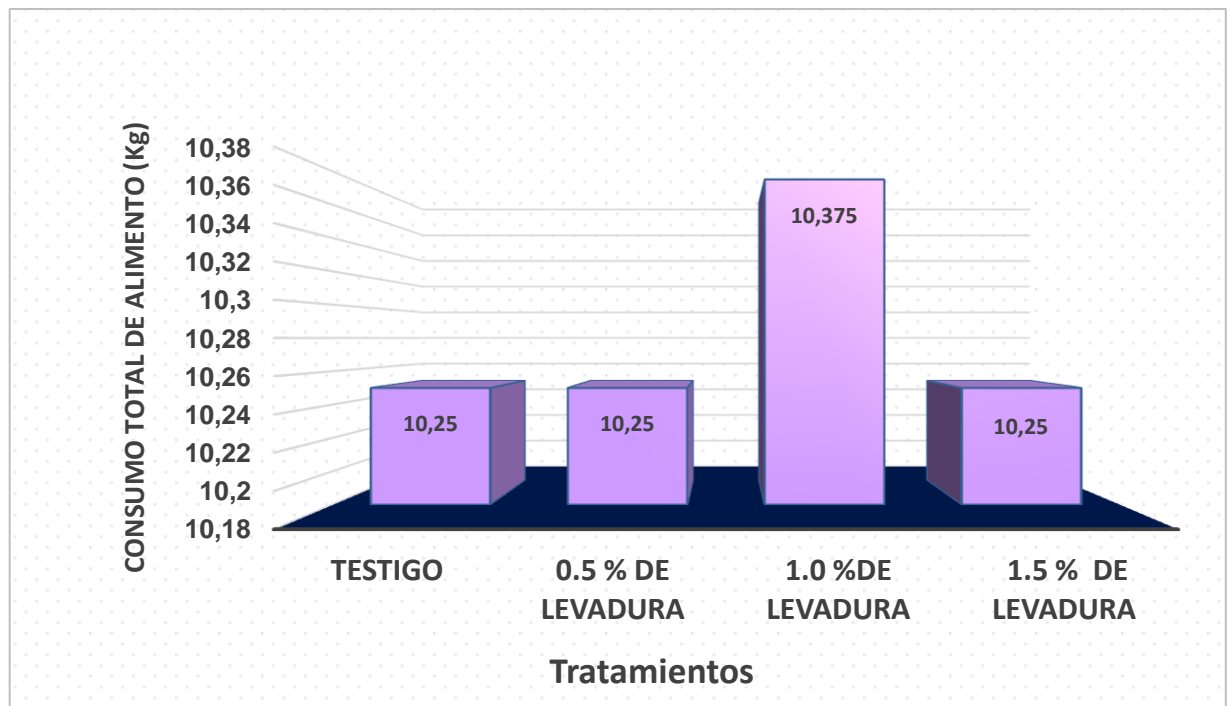


Fuente: Elaboración propia

Consumo de alimento

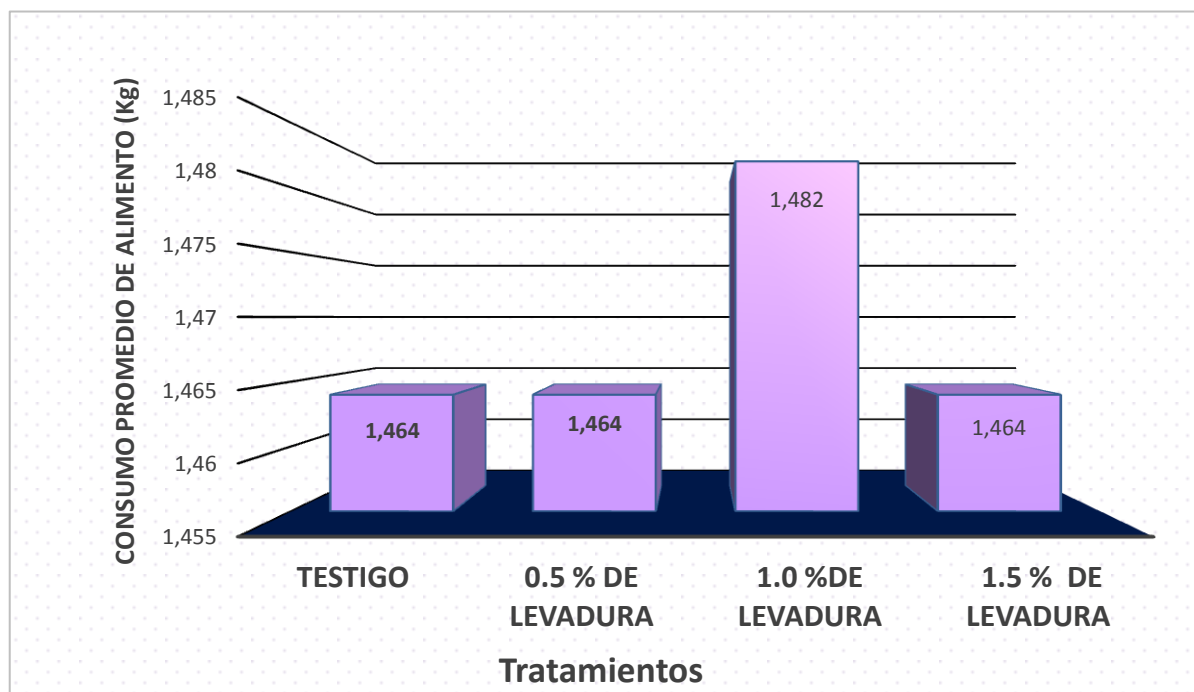
Esta variable no se analizó estadísticamente sin embargo se observa que tanto el consumo total y el consumo promedio de alimento mostraron un comportamiento similar entre los tratamientos, es decir, que el consumo de alimento entre los tratamientos no mostro variación importante tal como se observa en las siguientes figuras 6 y 7.

Figura 6. Consumo de alimento total en cada uno de los tratamientos



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Consumo promedio de alimento en los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye:

Suplementar levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae* L.) a los lechones en la etapa posdestete, no produjo diferencias respecto al testigo en las variables ganancia de peso y conversión alimenticia, tampoco en el consumo de alimento.

Sin embargo, se sugiere hacer nuevos experimentos en los que se manejen mayor número de repeticiones y mayor número de tratamientos, buscando obtener más información sobre este tópico.

LITERATURA CITADA

Álvarez, P. 2004. Los probióticos como complemento alimenticio. Efecto de la actividad prebiótica de *Lactobacillus rhamonosus*.

Álvarez, R. J. y M. Valdivié. 1980. Energía Metabolizable y retención de nitrógeno en dietas con levadura tórula para pollos de engorde. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*. 14:55.

Alltech, 2013. Cambios en la alimentación del cerdo al destete. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: http://www.porcicultura.com/porcicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=1102&cve_empresa=189

Arriaga, R. R. R. 2009. Evaluación del rendimiento de la canal de pollos de engorda y su partes utilizando levadura de cerveza. Tesis profesional UAAAN. Saltillo, Coahuila México.

Barceló, J., 2010. ¿Cuál es la mejor edad para destetar?. Estrés del destete. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.porcicultura.com/uploads/temp/Articulo Cual es la mejor edad para destetar.pdf>

Bazay, G. 2010. Uso de los probióticos en la alimentación animal con énfasis en *Saccharomyces cerevisiae*. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos. (p 12). Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/Articulo_bazay_Saccharomyces_cerevisiae.pdf

Beltrán, G.E. R. 2010. Factores que afectan el consumo y la nutrición del lechón tanto neonato como destetado. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/manejo/articulos/factores-afectan-consumo-nutricion-t2787/p0.htm>

Benson, W. M. 1970. Brewers grains, wet brewers grains, dried brewers grains, Brewers dried yeast. *Feedstuffs* 42 (28):44. Minneapolis, Minn. USA.

Burrin, D. (2010) En: *Proceedings of the 21st IPVS Congress*, Vancouver, Canada, July 18- 2010.

Camacho, C., 2013. Nutrición, alimentación y salud intestinal de los lechones (Parte I). Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.actualidadporcina.com/articulos/nutricion-alimentacion-y-salud-intestinal-de-los-lechones.html>

Campo. P.P. 2004. Faisanes Uso de Probióticos. Producción Agropecuaria. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: <http://infopop.com/>

Carcelen, F. , M. Torres, y M. Ara. 2005. Efecto de probioticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. Revista de investigaciones veterinarias de Peru. 16 (2).

Castro. M. 2002. Promotores del Crecimiento. Tendencias Actuales. ACPA 4/2002. p-19.

Castro, M. y F. Rodríguez, 2005. Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Revista corpoica. Vol 6 N°1. Pag. 26:36onsul. Consultado en Junio de 2014. Disponible en: http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/v6n1_p26_38_levaduras_propr_ebiotics.pdf

Cervantes, L. 1997. Nutrición y alimentación del lechón. Memorias del XXXII Congreso Nacional de veterinarios especialistas en cerdos. 10-12 de agosto de 1997. Estado de Guerrero, México. Pp. 27-28.

Chapman, C., M. Gibson, y G. Rowland, 2011. Health benefits of probiotics: are mixtures more effective than single strains?. Eur J Nutr., 50 (1),1-17. doi: 10.1007/s00394-010-0166.

Cuaron J.A. 2000. La influencia de la levadura en la dieta, Respuesta microbiología antogonista. Amais do simposio sobre adictivo alternativos nutricao animal. Campinas, SP, Brasil. Agosto. Colegia brasileiro de nutricao animal.Pp. 77-86

Daposa, C. 2002. Alimentación nitrogenada del lechón. Producción Animal. Octubre de 2002. España. 181:39-50.

FAO. 2006. Anuario de producción. Depósito de documentos de la FAO. Consultado en: Junio de 2013. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/doc/fao/meeting>

FEDNA, 2011. Levadura de cerveza. Tablas de composición y valor nutritivo de los alimentos para la fabricación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (3ª ed.). 502 pp. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: http://fundacionfedna.org/sites/default/files/Levadura_Nov2011.pdf

García, E. 1987. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Cöppen. Cuarta Ed. México. P. 217.

García, R. **2010**. Las Levaduras para la Alimentación de los porcinos (*Saccharomyces Cerevisiae*). Biotecap, S.A. de C.V. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/articulos/levaduras-la-alimentacion-de-cerdos-saccharomyces-cerevisiae-t132/800-p0.htm>

- Garcia, S. R. 1987 Las levaduras para alimentación de los porcinos (*Saccharomyces cerevisiae*). Disponible en www.engormix.com. Consultado en Noviembre de 2015.
- Gienting, D., R. Easter y B. Roe. 1985. A comparison of protein and carbohydrate source of milk and plant origin for starters pigs. Jour. Anim. Sci. 61:299.
- Gómez, A. 2006. El destete y la fisiología del lechón. En: Seminario Internacional sobre Sistemas Sostenibles de Producción en Especies menores. Popayá. 34 pp.
- Gutiérrez, L. A., O. I. Montoya, J. M. Vélez, 2013. Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Vol. 8, No.1 – 135-146. Consultado en Eebrero de 2014. Disponible en: http://www.lasallista.edu.co/revistas/pl/pl_v8n1/pl_v8n1.pdf
- Harper, A.J. 1989. Improving Pig Performance While Satisfying Consumer Requirements. A Role for Yeast Culture and Probiotics. In: Biotechnology in the Feed Industry. T.P Lyons Eds. Alltech Technical Publications. Kentucky, USA. Pp. 139-130.
- Hutcheson, D. 1987. Research lists characteristics of probiotics. Feedstuffs. December. 14:8-10.
- Kelly, D. y T. King. 2001. Digestive physiology and development in pigs. In: Varley, M.A. and J. Wiseman. Eds. The weaner pig: Nutrition and management. New York. CABI Publishing. Pp. 179-206.
- Lázaro, C. 2005. Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de los lechones. Rev. Invest. Vet. Perú. 16(2):97-102.
- Lezcano y Achang 2002. Sustitución parcial del pienso por residuos proteicos de las destilerías de alcohol para cerdos en ceba. Revista cubana de ciencia agrícola, Tomo 36 No. 1. Pp 57-60.
- Lezcano P. y A. Elias 1975. Comportamiento de puercos alimentados con diferentes niveles de levadura en sustitución en la harina de pescado. Revista Cubana de ciencia agrícola. 9:311
- Lozano J. A. 2002. Probióticos: Lo favorable: Alimentos probióticos. Consultado en: Marzo de 2014. Disponible en: <http://www.murciaopina.org/modules.php>.
- Lilly, D.M. y R.H. Stillwell. 1965. Probiotics. Growth Promoting Factors Produced by Microorganisms. Science. 147:747-748.

Magné, A., T. Reis de Souza, G. Mariscal, A. Aguilera, M.J. Guerrero, M.G. Bernal, 2011. Efecto del nivel de proteína dietaria sobre la incidencia de diarreas y el desarrollo digestivo de lechones destetados alimentados con pasta de ajonjolí (*Sesamun indicum L.*). p 41. Consultado en Marzo de 2014. Disponible en: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/722/1/R1000312.pdf>

Martínez, M.J. 2004. Efecto de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en lechones posdestete. Tesis de Licenciatura. UAAAN. 44pp.

Nava, G. M. y V. Davila. 2004. Nuevas perspectivas en la selección y evaluación de probióticos. Revista chilena de nutrición. Vol. 21, Suplemento 1.

NRC (2012) *Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition*. National Research Council.

Olivares, S.E. 1994. Paquete de Diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México.

Ospina, D., J. Ciro, Y. Román, C. Peláez, A. López, J. Parra, 2011. Cambios en la actividad enzimática en duodeno y yeyuno de cerdos durante varios periodos posdestete. Rev. Med. Vet. Zoot. 58(III), 2011: 156-165.

Penna, F.J. 1998. Diarreas y Probióticos. Simposium sobre la utilidad de los probióticos en el manejo de las diarreas. Rev. Infec. Ped. XI(6):182.

Pérez, C. 2013. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* en alimentación animal. Aplicaciones Biológicas a la Nutrición, SL. (ABN). Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: http://www.abnspain.com/images/stories/La_levadura_de_cerveza_Saccharomyces_cerevisiae_en_alimentacion_animal_v1.6.pdf.

Pino A. y L. E. Dihigo. 2007. Ensayos sobre el efecto de los probióticos en la fisiología animal. Instituto de Ciencia animal La Habana Cuba.

Quiles, A. 2010. Adaptación digestiva del lechón en la etapa de post- destete. Edit. Albatros. pp. 32– 35.

Reis de Souza, T., G. Mariscal L. y B. Aguilera. 2002. Empleo de dos fuentes de lactosa en la dieta de lechones y su efecto en el aparato digestivo. Téc. Pecu. Méx. 40:299-308.

Reis de Souza, T. C., G. L. Mariscal, K.G. Escobar, A.B. Aguilera y A.B. Magné. 2012. Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo Veterinaria México, vol. 43, núm. 2, abril-junio, 2012, pp. 155-173. Consultado en Febrero de 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42323177007>

Rivas, A., 2012. Destete de lechones. Consultado en Junio de 2014. Disponible en: <http://www.slideshare.net/AngelesLopezRivas/destete-de-lechones>

Robert, N.J. y V.L. Quercia. 2003. Probióticos, Prebióticos y Simbióticos. Modulación del sistema digestivo. Ciencia Hoy. 16(75):junio-julio. 2003. Pp. 39-43.

Silvera, M., 2013. Alimentos funcionales en lechones: Probióticos y Prebióticos. Consultado en Junio de 2014. Disponible en: <http://www.actualidadporcina.com/articulos/alimentos-funcionales-lechones-pro-prebioticos.html>

Simon, O. 2001. Micronutrients. Vitamins and additives in nutrition of man and animal. 8vo. Symposium . Jena, Thuringa. P4.

Solá-Oriol D.; Torrallardona y J.F. Perez. (2012). Influencia de la percepción sensorial sobre el consumo voluntario en lechones: Paltabilidad de las materias primas en alimentos de iniciación. Percepción sensorial y consumo voluntario en lechones. En: *XXVIII Curso Especialización FEDNA: Avances Nutrición y Alimentación Animal*. FEDNA. 143- 169.

Valdivie, M. 1975 Levadura *Saccharomyces* obtenida como subproducto de la producción de alcohol sobre miel final en dietas para pollos de ceba. Revista cubana de ciencia agrícola. 9:341.

Vílchez, C. 2013. Influencia del sabor del alimento sobre el consumo voluntario de lechones. Consultado en Marzo de 2014 en: <http://www.actualidadporcina.com/articulos/influencia-del-sabor-del-alimento-sobre-el-consumo-voluntario-de-lechones.html>

Zhang, A., Lee, B., Lee, K., Song, K., Lee, C. 2005 Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality and ilal mucosa development of broiler.