

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PRODUCCIÓN
ANIMAL**



**“USO DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE EN EL ALIMENTO DE
CERDOS EN ACABADO”**

Presentado por:

WINSTON ACEIJAS QUIROZ

Trabajo monográfico para optar el título de:

Ingeniero Zootecnista

Lima – Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PRODUCCIÓN
ANIMAL**

**“USO DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE EN EL ALIMENTO DE
CERDOS EN ACABADO”**

Presentado por:

WINSTON ACEIJAS QUIROZ

Trabajo monográfico para optar el título de:

Ingeniero Zootecnista

**Dr. Carlos Vílchez Perales
Presidente**

**Ing. Carmen Álvarez Sacio
Patrocinadora**

**Ing. Enrique Alvarado Malca
Miembro**

**Ing. José Cadillo Castro
Miembro**

INDICE GENERAL

Resumen	
I. Introducción.....	1
II. Revisión Bibliográfica.....	3
2.1. Aditivos	3
2.2. Promotores de Crecimiento	4
2.3. Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC).....	5
2.4. Probióticos.....	10
2.5. Levaduras	15
III. Desarrollo del Tema	18
3.1. Generalidades	18
3.1.1. Tracto Digestivo del Cerdo.....	18
3.1.2. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20
3.2. Uso de la <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la alimentación de cerdos en acabado..	23
IV. Conclusiones	27
V. Recomendaciones.....	28
VI. Bibliografía.....	29

RESUMEN

Los antibióticos promotores de crecimiento (APC) son generalmente incluidos en dietas de cerdos en las etapas de crecimiento – acabado, para lograr una mayor eficiencia en la conversión alimenticia. Sin embargo, ante el aumento de resistencia de las bacterias a la acción de los antibióticos tanto en humanos como en animales, la Unión Europea prohibió el uso de APC en la alimentación animal, restricción que ha promovido diversos estudios, con la finalidad de encontrar sustitutos de éstos.

En la actualidad existen diversas alternativas a los APC, entre los que se encuentran los probióticos y los prebióticos a base de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Los probióticos son microorganismos vivos que, al adicionarse en la dieta, favorecen la digestión y ayudan al mantenimiento del equilibrio de la flora microbiana en el intestino, mientras que los prebióticos son ingredientes no nutricionales y no digestibles que afectan benéficamente al hospedero estimulando selectivamente el crecimiento y la actividad de una o más especies de bacterias benéficas intestinales.

El suplementar *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de acabado de cerdos se consigue lograr un mejor consumo de alimento, un mayor peso al sacrificio y una mejor conversión alimenticia debido a su acción como probiótico en el tracto intestinal.

Sus características, modos de acción y posibles efectos sobre los cerdos en la etapa de acabado son descritos en el presente trabajo.

I INTRODUCCION

Desde hace más de 60 años la industria de la alimentación animal ha empleado antibióticos en bajas dosis, con la finalidad de mejorar el crecimiento, la eficiencia alimenticia y la salud del animal (antibióticos promotores de crecimiento).

Sin embargo, en los últimos años con el aumento de bacterias resistente a los antibióticos, la industria pecuaria está en la búsqueda de nuevas alternativas que promuevan una producción más limpia, sin el uso de aditivos que pongan en riesgo la salud humana y animal. Algunos microorganismos benéficos, conocidos como levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), se adicionan en el pienso de los animales para mejorar su metabolismo, sistema inmune y producción.

En la producción porcícola existen diversos problemas que afectan la salud intestinal y por ende un bajo rendimiento en las explotaciones. Por ello es indispensable buscar alternativas al uso de APC que permitan mejorar el estado sanitario y nutricional de los animales.

Aunque existen muchas definiciones sobre los probióticos, la mayoría los define como organismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tracto intestinal del hospedero. Los probióticos permiten acelerar el crecimiento de los animales sin el uso de antibióticos.

Las levaduras actúan como probióticos que estimulan la digestión y ayudan a mantener el equilibrio de la flora intestinal de los animales, con acciones que contrarrestan el estrés producido por los cambios de dietas, las condiciones de manejo y el ataque de agentes patógenos.

El presente trabajo está orientado a discutir los mecanismos mediante los cuales la *Saccharomyces cerevisiae* puede ser una alternativa al uso de los antibióticos promotores de crecimiento, debido a que mejora la conversión alimenticia y aumenta la capacidad del sistema inmunológico de los cerdos en la etapa de acabado.

II REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Aditivos

Los aditivos son sustancias no nutritivas utilizadas en las raciones para modificar favorablemente las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del alimento con el objetivo generar una mejora en el desempeño de los animales. De acuerdo con Perazzo (2014) se clasifican según su naturaleza y función que desempeñan en el alimento balanceado, los aditivos se clasifican en: promotores de absorción, sustancias profilácticas, sustancias auxiliares y enzimas exógenas. En el Cuadro 1 se observa la clasificación y que aditivos pertenecen a cada una de ellas.

El empleo de aditivos en la producción animal es una práctica que lleva varias décadas y sus beneficios esperados se relacionan con su efecto mejorador en cuanto a eficiencia y costos. En la actualidad la tendencia, en cuanto a su utilización, está dirigida al uso de sustancias naturales, en contraposición con algunos que pueden producir resistencia en los microorganismos o dejar residuos en la canal (Castro, 2005).

En la actualidad el aumento de la producción animal junto con la mejora genética y el aumento del desempeño, exigen altos niveles de nutrientes que los granos (maíz, soya) generalmente no logran cubrir. Por ello el empleo de aditivos en las dietas balanceadas adquieren un mayor protagonismo dentro de la cadena productiva de carnes que está en la búsqueda de una mayor eficiencia productiva y lograr un producto más accesible para los consumidores (Perazzo, 2014).

Cuadro 1: Clasificación y ejemplos de aditivos (Perazzo, 2014).

Clasificación	Ejemplos
Promotores de absorción	Antibióticos, probióticos, prebióticos
Sustancias profilácticas	Anticoccidiostatos
Sustancias auxiliares	Antioxidantes
Enzimas exógenas	Xilanasas, proteasas, fitasas

2.2 Promotores de Crecimiento

Sustancias no nutritivas adicionadas a la ración que aumentan el ritmo de crecimiento y mejora el índice de conversión de los animales. Por ello, el término promotor de crecimiento se puede aplicar a más de un tipo de sustancia utilizada en producción animal (Rosas, 2008).

El uso de sustancias promotoras de crecimiento en la producción animal, no es del todo reciente, ya que su utilización se remonta a la década de 1940, cuando se tuvieron los primeros experimentos en cerdos y aves, 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 (Rosas, 2008).

De acuerdo con Perazzo (2014), los promotores de crecimiento pueden ser los siguientes:

- Antibióticos.
- Probióticos.
- Prebióticos.
- Coccidiostatos.
- Antioxidantes.
- Ácidos orgánicos.
- Enzimas.
- Extractos vegetales.
- Hormonas.
- Vitaminas y minerales.

2.3 Antibióticos Promotores de Crecimiento (APC)

Los antibióticos promotores de crecimiento (APC) son uno de los aditivos más utilizados en la producción animal. Provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, lo cual genera un aumento en la eficiencia de la conversión alimenticia (Carro y Ranilla, 2002).

Perazzo (2014) define a los antibióticos como producto del metabolismo microbiano que es capaz de matar o inhibir el crecimiento de otros microorganismos, siendo efectivo en bajas concentraciones.

Las bacterias se clasifican en Gram (+) y Gram (-), lo cual está relacionado al tipo de pared celular que envuelve a la bacteria (Figura 1). Cuando la pared tiene una capa gruesa de peptidoglicanos, la célula se tiñe de color púrpura o azul cuando se fija con violeta-cristal, una preparación conocida como técnica de Gram (del nombre del científico Hans Christian Gram, que inventó esta técnica) y se denominan bacterias "Gram-positivas". Otras bacterias poseen una pared celular doble, en la que la interna es una fina capa de peptidoglicanos, mientras que la exterior está formada por carbohidratos, fosfolípidos y proteínas. Estas bacterias se tiñen de rojo con la técnica de Gram, y se denominan bacterias "Gram-negativas". Muchos antibióticos, incluyendo la penicilina y sus derivados, atacan específicamente la pared celular de las bacterias gram-positivas, inhibiendo las enzimas transpeptidasa y carboxipeptidasa, responsables de la síntesis de los peptidoglicanos (Perazzo, 2014)

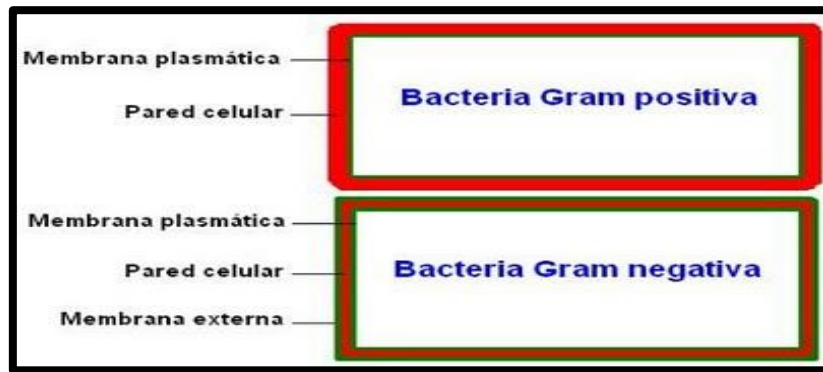


Figura 1: Diferencia entre bacterias Gram positivas y negativas (Perazzo, 2014).

Mendanha *et al.* (2014) indican que la utilización de antibióticos en el alimento balanceado para animales se da al mismo tiempo en que se descubre el procedimiento de aislar la vitamina B12. En la década de 1940, hubo un incremento de producción en el sector avícola en Estados Unidos (post – guerra). Mientras que las fuentes de proteína de origen animal para el alimento balanceado comenzaron a escasear, al mismo tiempo comenzó a haber una gran oferta de proteína de origen vegetal, con las cuales fueron sustituidas en las dietas. Sin embargo, las proteínas de origen animal contenían un factor desconocido que era necesario para el crecimiento de pollos y cerdos.

Los investigadores pensaron que la vitamina B12 era la causante del crecimiento. Pero con el transcurrir del tiempo se dieron cuenta que el efecto promotor de crecimiento no era la vitamina, sino la presencia del antibiótico producido por ciertos hongos presentes en el alimento balanceado (Mendanha *et al.*, 2014).

Entre los años de 1960 y 2000 la producción porcina mundial se duplicó mientras que la producción avícola se cuadruplicó. Durante este período, gran parte del alimento ofrecidos a estos animales de producción contenían APC (Mendanha *et al.*, 2014).

Según Perazzo (2014) existe gran variedad de APC, que son empleados a distintas dosis según la etapa fisiológica en la que se encuentran (Cuadro 2).

Cuadro 2: APC utilizados en los alimentos balanceados de porcinos (Perazzo, 2014).

Antibiótico	Animal	Nivel de uso g/t
Avimicina	Lechones	10.0 - 40.0
	Gorrinos	2.5 - 10.0
Zinc Bacitracina	Gorrinos	10.0 - 33.0
Bacitracina	Gorrinos	10.0 - 33.0
Sulfato de Colistina	Lechones	20.0 - 30.0
	Gorrinos	2.0 - 30.0
Clorexidina	Gorrinos	20.0 - 40.0
Enramicina	Gorrinos	20.0 - 40.0
Flavomicina	Gorrinos	2.0 - 4.0
Halquinol	Gorrinos	60.0 - 120.0
Tilosina	Gorrinos	10.0 - 100.0
Virginiamicina	Lechones	20.0 - 40.0
	Gorrinos	5.0 - 20.0

Mendanha *et al.* (2014) menciona que los mecanismos de acción de los APC relacionados al manejo de la microflora gastrointestinal son:

- Actúan eliminando o reduciendo la actividad de microorganismos causantes de dolencias subclínicas.
- Estimulan a los microorganismos benéficos que sintetizan nutrientes en el tracto digestivo.
- Actúan reduciendo el crecimiento de las bacterias competitivas como los hospederos.
- Aumentan la capacidad de absorción de los nutrientes debido al adelgazamiento de la pared intestinal.

Según Perazzo (2014) el uso de APC en la alimentación animal ha estado siendo cuestionado debido al aumento de bacterias resistentes a los antibióticos. La resistencia a los antibióticos es la capacidad que tiene la bacteria de resistir sus efectos, debido a que muta reduciendo o eliminando la eficiencia de los antibióticos (Figura 2).

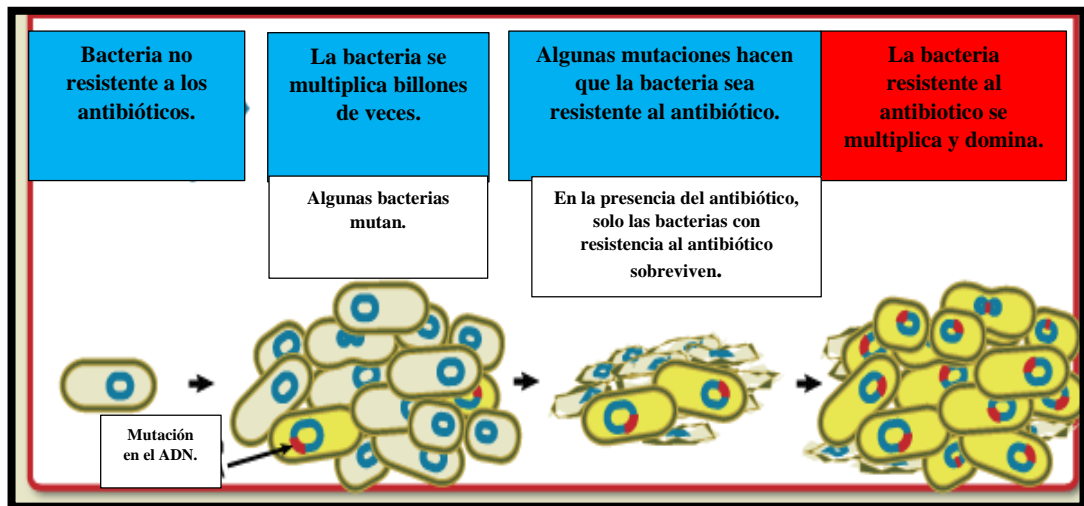


Figura 2: Mutación que causa la resistencia a los antibióticos (Perazzo, 2014).

Las bacterias son seres vivos que evolucionan. Por ello son capaces de resistir y adaptarse a los antibióticos. El antibiótico debe fijarse en un receptor para reaccionar, por lo que la bacteria presenta 4 estrategias para resistir al antibiótico (Perazzo, 2014):

- Mutación del receptor: Si el receptor cambia después de una mutación, va a impedir la transmisión del antibiótico.
- Modificación del antibiótico: Numerosas cepas resistentes fabrican una enzima que modifica la molécula antibiótica.
- Impermeabilidad de la bacteria: La bacteria cierra los poros a través de los cuales el antibiótico penetra en la célula.
- Expulsión del antibiótico: Algunas bacterias son capaces de rechazar los antibióticos por aspiración fuera de la célula.

La preocupación con el surgimiento de bacterias resistentes a los antibióticos ha llevado a que una cantidad importante de consumidores prefiera alimentos de origen animal producidos sin antibióticos promotores de crecimiento (APC). Esta preferencia ha restringido progresivamente la utilización de los APC en las dietas animales. En principio,

el retiro de los APC de la dieta implica una reducción del desempeño animal y un aumento de los costos de producción (Perazzo, 2014).

The New York Times en el 2015 publicó un artículo sobre las granjas porcinas danesas y el problema de las bacterias resistentes a los antibióticos: *“Desde el 2000, los agricultores daneses han criado cerdos sin depender de dosis regulares de antibióticos, mientras que en los Estados Unidos los cerdos perfectamente sanos, junto a otras especies, reciben con frecuencia niveles bajos de antibióticos en sus alimentos o agua para prevenir enfermedades y promover su crecimiento. Tales dosis regulares de antibióticos contribuyen al desarrollo de superbacterias resistentes a los antibióticos, del tipo que matan 23.000 estadounidenses al año, según los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades”*.

La carne de cerdo es la más consumida a nivel mundial. La Encuesta Global sobre Alimento Balanceado de Alltech, 2017 demostró un aumento del 8 por ciento del alimento balanceado para la producción de carne de cerdo en 2016, y se espera que el crecimiento continúe en aumento, especialmente a medida que la población mundial aumenta. En los Estados Unidos se prevé que la carne de cerdo tenga un crecimiento del 3 por ciento, según el informe del cuarto trimestre del 2016 del Rabobank (Alltech, 2017).

A pesar de su posición privilegiada entre las carnes y su crecimiento, la carne de cerdo no ha tenido el mismo nivel de escrutinio por parte del consumidor que la industria avícola, que ha sido presionada para eliminar los antibióticos de la producción tanto como sea posible (Blog Alltech, 2017).

Al tratar con la demanda de aves libres de antibióticos, algunos distribuidores y grandes cadenas de restaurantes ya han anticipado el cambio en la atención sobre la carne de cerdo y se han preparado para el nuevo panorama. A continuación, se mencionan algunos cambios que han hecho o piensan hacer algunas empresas con respecto a publicar en el futuro el origen del cerdo que ofrecen (Alltech, 2017):

- Chipotle y Panera Bread: Ambos han hecho afirmaciones que confirman su compromiso de abastecer algunas de sus carnes con animales libres de antibióticos.
- Subway: Se propone la transición a un cerdo libre de antibióticos, una vez completadas sus transiciones de pollo y pavo, 2025 es la fecha aproximada.

- Walmart y BJ's: Actualmente disponen de carne de cerdo libre de antibióticos.
- Whole Foods: Comenzó a ofrecer productos libres de antibióticos en 2010.
- Chick-Fil-A: Apunta a seguir el principio "ningún antibiótico nunca" para el 2019, pero su compromiso ha sido específico para el pollo. ¿Serán el tocino y la salchicha los siguientes?

2.4 Probióticos

El término probiótico fue utilizado por primera vez para describir sustancias secretadas por un microorganismo el cual estimula el crecimiento de otros. Parker fue el primero en utilizar el término probiótico en el contexto para describir organismos y sustancias las cuales contribuyen al equilibrio microbiano intestinal; sin embargo, al emplear la palabra sustancias, también se hace referencia a los antibióticos. Intentando mejorar la idea de Parker, se planteó la siguiente definición: un suplemento alimenticio de microorganismos vivos, el cual afecta benéficamente al hospedero animal al mejorar su balance microbiano intestinal. Esta vez se introduce el aspecto de un efecto benéfico sobre el hospedero y se enfatiza el requerimiento de viabilidad para los probióticos (Angel, 2013).

Los probióticos (pro-vida), han sido definidos como microorganismos vivos que al ser suplementados en alimento de animales pueden provocar efectos benéficos sobre el huésped al mejorar el balance intestinal de microorganismos (Morales, 2007).

De acuerdo con Manzano *et al.* (2012) los probióticos son aditivos constituidos por microorganismos vivos específicos adicionados a la dieta con el objetivo de colonizar el tracto gastrointestinal con microorganismos benéficos, logrando con ello una mejora en la salud del animal y por ende una mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes de la dieta. Los microorganismos que se pueden considerar como probiótico son 34 fundamentalmente, bacterias productoras del ácido láctico, que pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Bifido lbacterium*, aunque también se incluyen especies del género *Bacillus* y levaduras, de las que se distinguen principalmente las especies del género *Saccharomyces*.

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 biológicas y bioquímicas normales (Lázaro et al., 2005).

Los probióticos son una alternativa, natural y sin efectos secundarios para mejorar de manera sensible el funcionamiento intestinal, y optimizar la salud en monogástricos, la cual se ve afectada por el estrés, los malos hábitos alimenticios y el abuso de los antibióticos, que son algunos de los factores que pueden afectar negativamente el necesario equilibrio de la flora intestinal (Angel, 2013).

Luzuriaga (2010) menciona que las características que debe reunir un probiótico eficiente son:

- Cepas seleccionadas.
- Alta concentración.
- Viabilidad.
- Resistencia al ataque de los ácidos gástricos y biliares.
- Alta capacidad de adhesión y colonización.
- Producción de ácido láctico.
- Producción de antibióticos naturales.

Montesdeoca (2014) indicó que el modo de acción de los probiótico es:

- Competencia por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y competencia por nutrientes (Figura 3). Este mecanismo menciona a la capacidad de las bacterias probióticas de luchar por un espacio en la pared intestinal y por nutrientes con bacterias patógenas. Habitualmente la flora bacteriana del tracto intestinal trabaja como un muro al evitar que quede libre para los patógenos el espacio del epitelio celular o al crear un entorno perjudicial para los mismos. Dicho de otro modo, el potencial patógeno no podrá luchar de manera victoriosa para adherirse en el epitelio, si se encuentran seguros los habitantes del tracto intestinal. Asimismo, cualquier cosa que perjudique la

estabilidad de la flora intestinal normal permitirá el paso a los patógenos que se incrementaran más rápido para adherirse en el epitelio.

- Producción de sustancias antibacterianas. Este mecanismo consiste que unas bacterias probióticas pueden elaborar distintas sustancias como ácido láctico una vez que estén establecidas, este ácido láctico acidifica el medio intestinal formando un entorno adverso para el incremento de bacterias dañinas que se ven disminuidas representativamente en su rapidez de incrementarse y comienzan a perecer al no localizar un entorno apropiado y sustratos para su crecimiento. Por otro lado, se estima que en los medios intestinales ácidos se incita y se ve mejorado la absorción de nutrientes. Para entender este principio se debe evocar que las bacterias enteropatógenas se incrementan y viven en pH 5.5 a 7.5, sin duda donde estén escasas las bacterias productoras de ácido láctico será su medio óptimo. Las bacterias ácido-lácticas secretan otra sustancia producida que es el acidolin.
- Estimulación de la inmunidad (Figura 4). Estudios asignaron el mecanismo de acción de inmuno estimulación a los probióticos. La flora microbiana de un animal tiene un resultado representativo sobre el sistema inmunológico del organismo. Son muy bajos el número de linfocitos intraperitoneales, células plasmáticas y placas de Peyer en animales libres de patógenos que en animales en regímenes de producción. Se ha confirmado previo a resultados conseguidos que unos lactobacilos utilizados como probióticos son capaces de estimular el sistema inmune mediante dos vías: la primera, migración y aumento de microorganismos probióticos a través de la pared intestinal estimulando las partes más lejanas, y la segunda por identificación de organismos probióticos pericidos con antígenos que puedan estimular al sistema inmune de manera directa.

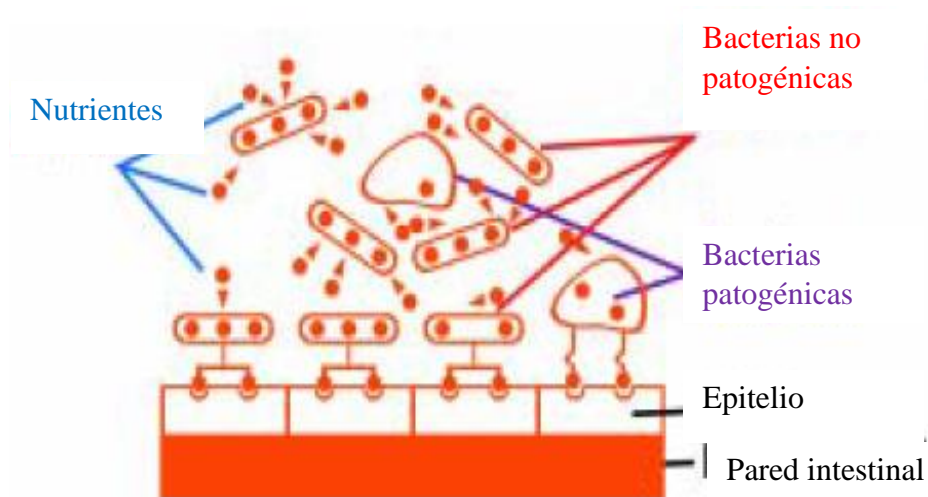


Figura 3: Competencia por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y competencia por nutrientes (Perazzo, 2014).

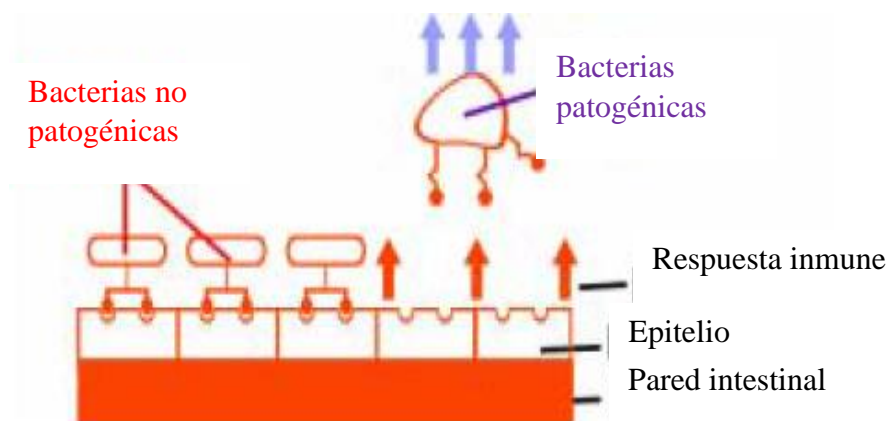


Figura 4: Producción de sustancias antibacterianas. Estímulo a la inmunidad (Perazzo, 2014).

En la nutrición de cerdos el uso de probióticos se ha usado como un aditivo natural, que ha permitido que el productor tenga al alcance la biotecnología, con el fin de mejorar el equilibrio ecológico de la población microbial existente en el tracto gastrointestinal. El uso de probióticos en cerdos va encaminado a disminuir los factores de estrés actuando como promotor natural del crecimiento, mejorando los parámetros productivos y el estado usual del animal. Son altamente variables las respuestas que se han obtenido con el uso de

probióticos, en la mayoría de los casos se han reportado unas inclinaciones numéricas favorables (Montesdeoca, 2014).

Los probióticos actualmente se emplean en las producciones porcícolas, pues los productores realizan destetes tempranos, y el estrés a que se ven enfrentados los lechones y las inadecuadas condiciones sanitarias provocan una alteración de colonización de la flora benéfica, conduciendo a brotes de diarrea. En estos casos es que la utilización de probióticos favorece la sobrevivencia de los lechones, especialmente al momento del destete en donde la cantidad de *Lactobacillus* puede llegar a cero y el número de coliformes, por el contrario, se incrementa de manera notoria, como es el caso de *E. coli* enterotoxigénica. Por estas razones, la aplicación de los probióticos controla estos trastornos digestivos en el lechón, los cuales son de gran importancia usarlos a partir después del primer día de vida del animal y hasta después del destete. En la duración de la fase de lactancia y precebo, se podría controlar patologías como enteritis, colibacilosis, ileitis, úlceras, trastornos producidos por el estrés; lo cual llevaría a mejorar notablemente los índices zootécnicos en los lechones (Angel, 2013).

En la etapa de crecimiento – engorde de los cerdos las dosis aplicables a estas fases son bajas como corresponden a un promotor no antibiótico de crecimiento, que se aplica de una forma continuada a lo largo del crecimiento y acabado. Se pueden aplicar vía agua o en forma premix para el pienso. Al igual que en las cerdas madres se pueden utilizar para el control de las muertes súbitas por *Clostridium sp*, en especial en las épocas de calor, nuevas cosechas de cereales, cambios de materia primas y entradas a cebo. No solo se va a conseguir disminuir el nivel de bajas en la ceba, sino también reducir las heces sueltas, consiguiendo un mejor crecimiento e índice de conversión (Montesdeoca, 2014).

Al incorporar los probióticos en la producción animal se puede esperar, entre otras cosas (Angel, 2013):

- Prevenir enfermedades controlando gérmenes patógenos como (Salmonella, E. coli, bacterias, hongos y protozoos) contribuyendo a la seguridad sanitaria.

- Mejorar la calidad de los productos.
- Aumentar la producción y disminuir los costos de la misma.
- Acelerar los tiempos de producción sin la aplicación de hormonas ni transgénicos, disminuir olores y moscas, disminuir pestes, muerte súbita, canibalismo, disminuir el uso de vacunas y antibióticos, fortalecer el sistema inmunológico de los animales, mayor y mejor asimilación y conversión del alimento.
- Disminución el uso de vacunas y antibióticos.
- También se considera la competitividad de las empresas, dado que, al ayudar a mantener a los animales con buena salud, los probióticos hacen que estos crezcan mejor y que produzcan más, ya sea carne, huevo o leche.
- Y finalmente, la diferenciación, ya que el uso de probióticos podría permitir que las empresas cambien a un sistema de producción orgánico o que penetren en el mercado de alimentos saludables.

De acuerdo con Montesdeoca (2014) una mejoría en la ganancia de peso y conversión alimenticia es uno de los efectos más notables con el uso de probióticos en cerdos, esto se debe al incremento en la disponibilidad de aminoácidos y la superior digestibilidad de las fuentes proteicas y energéticas, de la misma forma al incremento en la digestibilidad de la fibra por vías fermentativas en el intestino grueso. La disponibilidad mineral progresa si en el probiótico están presentes cultivos de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*).

2.5 Levaduras

Las levaduras son microorganismos eucariotas y sus propiedades son completamente diferentes a las de las bacterias. Por ejemplo, las levaduras son resistentes a los antibióticos, sulfamidas y otros agentes antibacteriales. Esta resistencia es genéticamente natural y no es susceptible a ser modificada o transmitida a otros microorganismos (Reyna, 2014).

Las levaduras son hongos microscópicos, ósea microorganismos unicelulares del reino vegetal, que suelen medir de 5 a 10 micras, se consideran como organismos facultativos anaeróbicos, lo cual significa que pueden sobrevivir y crecer con o sin presencia de oxígeno (Rosas, 2008).

Las levaduras se reproducen asexualmente por gemación o brotación y sexualmente mediante ascosporas o basidioesporas (Figura 5). Durante la reproducción asexual, una nueva yema surge de la levadura madre cuando se dan las condiciones adecuadas, tras lo cual la yema se separa de la madre al alcanzar un tamaño adulto. En condiciones de escasez de nutrientes las levaduras que son capaces de reproducirse sexualmente formarán ascosporas. Las levaduras que no son capaces de recorrer el ciclo sexual completo se clasifican dentro del género *Candida*. (Wikipedia)

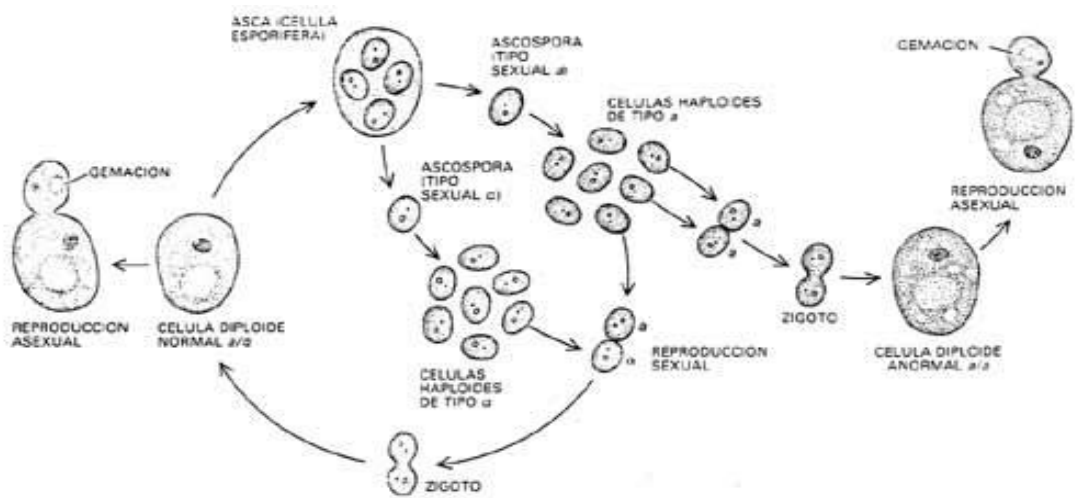


Figura 5. Ciclo reproductivo de las levaduras.

Las levaduras han sido empleados durante mucho tiempo como fuente de proteína de alta calidad en el alimento balanceado para animales. Su alto contenido de enzimas, vitaminas e importantes co-factores hacen que también sean de ayuda en la digestión con efectos positivos tanto en rumiantes como monogástricos. Las levaduras son incorporadas en el alimento balanceado de los animales para mejorar la salud y sobre todo mejorar su desempeño, logrando con ello unos mejores índices zootécnicos (Reyna, 2014).

De acuerdo con Gómez (2009) 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. La utilización de las levaduras beneficia 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 de 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 en las excretas.

III DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Generalidades

3.1.1 Tracto digestivo del cerdo

Según Montesdeoca (2014) el tracto gastrointestinal está implicado en la captación de nutrientes y, a su vez, es el lugar de entrada de gran cantidad de gérmenes patógenos. La integridad y salud intestinal implica una resistencia a la infección microbiana y a la ausencia de patologías entéricas en el animal. Las funciones generales de las distintas partes del intestino se pueden resumir de la siguiente forma:

- El intestino delgado es fundamentalmente un órgano de absorción, por aquí se absorben el 90% de los hidratos de carbono y el 85% de los aminoácidos, así como la mayor parte de las grasas simples.
- En el intestino grueso se absorben el agua (colon), los electrolitos y vitaminas, con una producción de ácidos grasos volátiles y ciertas vitaminas.
- En el ciego, bien desarrollado en los cerdos adultos, hay una degradación microbiana del material fibroso y la producción de ácidos grasos volátiles y vitaminas.

Según Angel (2013) en el organismo existe una flora microbiana de tipo indígena y otra compuesta por microorganismos que potencialmente pueden comportarse como patógenos. En términos fisiológicos se realiza una simbiosis entre el organismo superior y la flora microbiana indígena, el primero se comporta como hospedador suministrando a los microorganismos el ambiente para su crecimiento y estos últimos como simbiosis, ponen a disposición del hospedador su capacidad de síntesis (proteínas y vitaminas) y de ruptura celular (celulolisis). Sin embargo, cualquier alteración del ecosistema microbiano con pérdidas de microorganismos de tipo indígena, implica que microorganismos transeúntes,

potencialmente patógenos puedan tomar posesión de los nichos que dejaron vacíos las bacterias indígenas. Los recientes desarrollos en el análisis de la comunidad microbiana por métodos basados en ADN han dado nueva luz sobre la microbiología del TGI de muchas especies animales.

La integridad intestinal se define como el funcionamiento óptimo del tracto intestinal, el cual maximiza el desempeño productivo y rentabilidad del animal, la integridad intestinal es fundamental para tener una producción rentable (Angel 2013).

La microflora intestinal se compone en su mayoría por bacterias ácido láctico; esta microflora es esencial para descomponer las sustancias alimenticias que no fueron digeridas previamente, manteniendo la integridad de la mucosa intestinal. Al desdoblar los alimentos producen vitaminas (sobre todo del complejo hidrosoluble) y ácidos grasos que al mantener la estabilidad intestinal logran aumentar la respuesta inmune; y cuando dichos mecanismos son agredidos por algún agente externo es el momento idóneo para el accionar de las bacterias probióticas. Existen al menos 400 especies bacterianas en el TGI, de las cuales se conoce solamente el 15 % de ellas. Esta flora, participa de todos los fenómenos digestivos, nutricionales y sanitarios de animales en producción. Y por ello debe existir permanentemente un equilibrio entre el tipo de flora que se genera, la integridad de la mucosa intestinal y la dieta de los animales. Si se rompe este equilibrio, puede llevar a una lesión o enfermedad (Angel, 2013).

De acuerdo con Angel (2013) varios autores aceptan que la flora intestinal influye directa e indirectamente en el estado de salud del hombre y los animales a través de las siguientes funciones:

- Producción de vitaminas y ácidos grasos de cadena corta.
- Degradación de sustancias alimenticias no digerida.
- Integridad del epitelio intestinal.
- Estímulo de la respuesta inmunitaria, protección frente a microorganismos enteropatógenos.

La estabilidad de la flora microbiana intestinal es imprescindible para que estas funciones puedan desarrollarse, sin embargo, el tracto digestivo no es un sistema biológico cerrado. Diariamente con el alimento se envían y afluyen a la luz gastrointestinal gérmenes y sustancias diversas no habituales, que resultan 14 normalmente inofensivos debido a los múltiples mecanismos de defensa que las bacterias ponen en juego (Angel, 2013).

3.1.2 *Saccharomyces cerevisiae*

Dentro de los hongos unicelulares clasificados genéricamente como levaduras encontramos a la *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 3). Es una levadura del grupo de los ascomicetos (Cuadro 3). Este grupo incluye más de 6000 especies, entre ellas las trufas, las colmenillas o el *Penicillium*, el hongo que produce la penicilina. En la naturaleza se encuentra sobre sustratos ricos en azúcares o en los exudados y savias dulces de algunas plantas (Cajamarca, 2015).

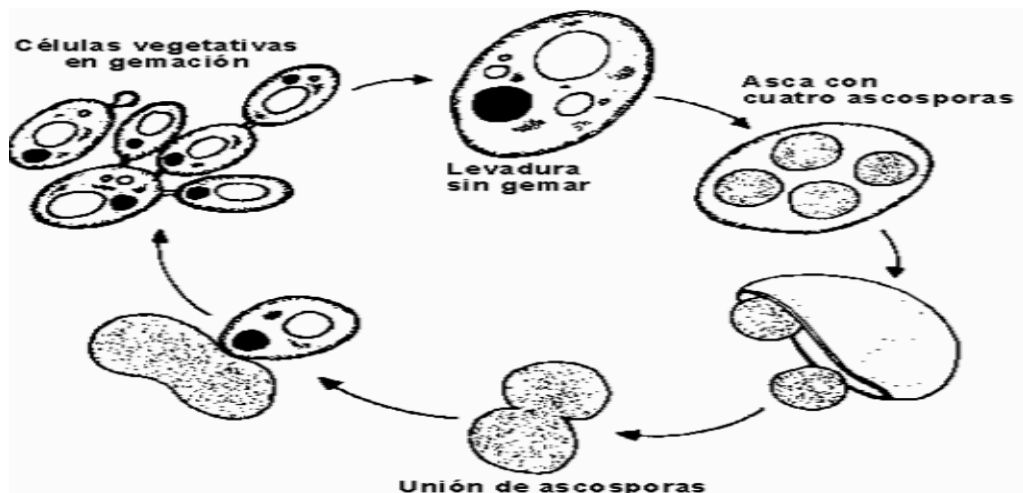


Figura 3: Ciclo biológico de la *Saccharomyces cerevisiae* (Rosas, 2008).

Cuadro 3: Clasificación taxonómica de la levadura de cerveza.

REINO	Fungi
FILO	Ascomyceto
CLASE	Hemiascomyceto
ORDEN	Saccharomycetales
FAMILIA	Saccharomycetaceae
GENERO	Saccharomyces
ESPECIE	<i>S. cerevisiae</i>

Fuente: Rosas (2008)

Saccharomyces cerevisiae es la especie de levaduras más utilizada para la obtención de etanol a nivel industrial, debido a que es un microorganismo de fácil manipulación y recuperación; no es exigente en cuanto a su cultivo, no presenta alto costo, tolera altas concentraciones de etanol, en la fermentación presenta bajos niveles de subproductos, es osmotolerante, capaz de utilizar altas concentraciones de azúcares, presenta alta viabilidad celular para el reciclado y características de floculación y sedimentación para el proceso posterior (Fajardo y Sarmiento, 2007).

La *Saccharomyces cerevisiae* es una fuente de distintos nutrientes que además de tener un gran valor nutritivo también tienen una importante función biológica. Es el producto natural con más alto contenido en ácidos ribonucleicos y nucleótidos. Estos compuestos tienen una gran influencia en la actividad del sistema inmunológico de los animales y en el desarrollo de la flora beneficiosa del intestino de los animales monogástricos. Es un ingrediente altamente reconocido por sus características organolépticas, mejorando la palatabilidad de los piensos (Cajamarca, 2015).

La pared celular de la *S. cerevisiae* 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 macrófagos. También es rica en proteínas y péptidos que, además de tener un perfil de aminoácidos de muy alto valor biológico, también ejercen unos “efectos paranormales” que mejoran la actividad del sistema inmunológico (Cajamarca, 2015).

Cajamarca (2015) señala que los aportes más significativos de la *S. cerevisiae* en la alimentación animal son:

- Alto contenido en ácido ribonucleico y en nucleótidos: Influencia positiva sobre el sistema inmunológico y sobre el desarrollo de la flora intestinal.
- Alto contenido en vitaminas del complejo B: La levadura es la fuente principal de vitaminas naturales.
- Manano-oligosacáridos y beta-glucanos: Protección contra patógenos en el intestino y crecimiento de patógenos.
- Proteína y péptidos: Alto valor nutricional y efectos para-hormonales.

Según Rosas (2015) la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, puede tener 3 variantes:

- a) 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 y corrige el balance de la población microbiana.
- b) Levadura Inactiva: tiene casi nula viabilidad, prácticamente 1×10^2 células vivas por gramo. El hecho de hacerse inactiva es para aprovechar otras bondades cuando es fermentada a pH bajo, siendo apetecible por ciertas especies que no toleran fácilmente consumir alimentos de origen vegetal (felinos, caninos, entre otros). Algunas de sus características son:
 - 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 esencial, con niveles altos de lisina.
- Aumenta la calidad cuando se mezcla en la fabricación de Pellets.

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

3.2 Uso de la *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de cerdos en acabado

Siguiendo la recomendación de la Comisión Europea, se pidió al Panel de Aditivos y Productos o Sustancias Utilizados en la Alimentación Animal (FEEDAP, por sus siglas en inglés) que emitiera un dictamen científico sobre el uso de Biosaf Sc 47, una preparación que consiste en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en cerdos para engorde. Para ello se le entregó un resumen (Cuadro 3) sobre las pruebas que se realizaron con un producto de levaduras vivas de *Saccharomyces cerevisiae* la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y días de tratamiento (The EFSA Journal, 2007).

Cuadro 3: Resumen de estudios sobre la eficiencia en la performance de cerdos de engorde con Levadura viva de *S. cerevisiae*.

Trabajo de Investigación	Número total de animales repeticiones/tratamiento cerdos/repetición	Duración (días)	Cantidad del producto (gr/Tn)	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	GDP (g/día)	Conversión alimenticia
1	299 8 18 - 19	88	0 250	31.0 31.4	102.0 104.4	809 837	3.08 3.03
2	120 4 15	110	0 250	23.4 23.4	95.4 98.3	655 681	2.52 2.30
3	90 3 15	100	0 250	26.2 25.9	99.9 105.3	737 794	2.38 2.13

En los tres trabajos de investigación se observa un mayor peso al beneficio con los animales que recibieron la levadura, lo cual coincide con Rosas (2009) el cual señala que entre las características de emplear levaduras vivas era el lograr una mejor eficiencia en el crecimiento, incrementar la ganancia de peso y una mejora en la asimilación de nutrientes.

Montesdeoca (2014) menciona que entre las bondades de emplear un probiótico en la ración de los animales es que éste logra una mejoría en la ganancia de peso el cual es observado en los tres tratamientos de prueba.

En las tres pruebas se observa una mejor conversión alimenticia en los animales que han sido suplementados con *S. cerevisiae*, esto podría ser debido a que la eficiencia se incrementa por la disponibilidad de aminoácidos y la superior digestibilidad de las fuentes proteicas y energéticas, de la misma forma al incremento en la digestibilidad de la fibra por vías fermentativas en el intestino grueso (Montesdeoca, 2014).

En una granja comercial de México, se llevó a cabo una evaluación (Cuadro 4) del uso de levadura viva de *Saccharomyces cerevisiae* en el rendimiento productivo de cerdos en engorde. Por ello se realizaron dos tratamientos, control y prueba (Battilana, sf).

Cuadro 4: Eficiencia en la performance de cerdos de engorde con Levadura viva de *S. cerevisiae*.

Tratamiento	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	Consumo diario (Kg)	GDP (gr/día)	Conversión alimenticia
Control*	18.56	103.1	2.14	723	3.05
Levadura**	19.65	105.87	2.14	751	2.91

* Control: Dieta de rutina de acuerdo con cada etapa productiva (trigo – soya).

** Levadura: Dieta de rutina más 2 kilogramos por tonelada de levadura viva *S. cerevisiae* hasta los 60 Kg de peso y 1 kilogramo por tonelada desde los 60 kilogramos hasta el mercado.

El peso final en el grupo que recibió levadura fue mayor que en el grupo control, lo cual concuerda con una de las características de las levaduras mencionadas por Gómez (2009).

La ganancia diaria de peso también fue mayor en los animales suplementados con levadura viva de *S. cerevisiae*, lo cual puede ser debido a lo mencionado por Reyna (2014) que las levaduras tienen alto contenido de enzimas, vitaminas e importantes co-factores con lo que ayudan en la digestión con efectos positivos en los monogástricos, puesto que el objetivo de agregar levaduras en el alimento balanceado de los animales es para mejorar la salud y sobre todo mejorar su desempeño, logrando con ello unos mejores índices zootécnicos.

La mayor eficiencia alimenticia observada en los animales de prueba es por la acción de la levadura viva que hace que haya una mejor absorción de los nutrientes y por ende una mejor eficacia digestiva (Rosas, 2009).

En una evaluación de la levadura viva *S. cerevisiae* realizada en los últimos 30 días de engorde de cerdos, en la empresa Agropecuaria UPB Word se encontró los siguientes resultados (Cuadro 5):

Cuadro 5: Eficiencia en la performance de los últimos 30 días de engorde en cerdos con levadura viva de *S. cerevisiae*

Tratamiento	Número total de animales repeticiones/tratamiento cerdos/repetición	Duración (días)	Cantidad del producto (g/t)	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	GDP (g/día)	Conversión alimenticia
Control	415	30	0	68.5	103.0	1150	3.08
	2 214 - 201		0	71.5	103.0	1050	3.03
Levadura	384	30	250	63.5	102.5	1300	2.92
	2 208 - 176		250	65.5	104.5	1300	2.97

Fuente UPB Word (2017).

En los resultados obtenidos en el grupo con levadura se puede observar un mayor peso final en los animales; debido a lo ya mencionado por Gómez (2009), Rosas (2009) y Reyna (2014) de los beneficios de la *Saccharomyces cerevisiae* como colonizador del tracto intestinal.

Por lo tanto, la mayor ganancia de peso y mejor eficiencia en la conversión del alimento está relacionado a la baja población de bacterias patógenas, alto nivel de inmunidad, una mejor absorción de nutrientes y un mayor aumento de la digestibilidad.

IV CONCLUSIONES

- La preocupación acerca de la resistencia a los antibióticos en varios lugares alrededor del mundo y el cambio de los consumidores hacia productos más saludables ha conducido a la prohibición de los antibióticos como promotores del crecimiento en la UE y ha sido un catalizador para el cambio en otras partes del mundo.
- Una de las consecuencias del retiro de los APC de la dieta implica una reducción del desempeño animal y un aumento de los costos de producción. Por lo que se deben buscar y emplear aditivos no convencionales para mantener los índices productivos.
- El uso de levaduras vivas de *Saccharomyces cerevisiae* en la etapa de cerdos en acabado, es una opción a los APC.
- Al suplementar *Saccharomyces cerevisiae* en la etapa de acabado, se observa un mayor peso al sacrificio. Favorece una mayor concentración de bacterias benéficas en el tracto digestivo, lo cual mantiene en óptimo estado las vellosidades intestinales logrando una mejor absorción de nutrientes.

V RECOMENDACIONES

- Incrementar el uso de aditivos naturales como promotores de crecimiento.
- La *Saccharomyces cerevisiae* es una excelente alternativa al antibiótico promotor de crecimiento, debido a sus características probióticas.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alltech, 2017. La “otra carne blanca” libre de antibióticos.
es.alltech.com/blog/posts/la-otra-carne-blanca-libre-de-antibioticos
- Angel, M. 2013. Uso de probióticos en la nutrición de monogástricos como alternativa para mejorar un sistema de producción. Trabajo presentado para optar el título de Especialista de Nutrición Animal Sostenible. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente – Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia.
- Battilana sf. Ficha técnica.
- Cajamarca, W. 2015. Utilización de tres niveles de *Saccharomyces cerevisiae* como prebiótico de origen natural en la dieta de pollos parrilleros. Tesis para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.
- Carro, M. y Ranilla, M. 2002. Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. España.
- Castro, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Volumen 39. Número Especial. p 450 – 458.
- Fajardo, E. y Sarmiento, S. 2007. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*. Tesis para optar el título de Microbiólogo Industrial. Facultad de Ciencias – Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

- Gómez, R. 2009. Evaluación del efecto del suplemento de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre la ganancia de peso en conejos 15 días antes del sacrificio. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. División de Ciencia Animal – Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Lázaro, C., Carcelén, F., Torres, M. y Ara, M. 2005. Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. Revista de Investigación Veterinaria del Perú. Volumen 16. Número 2. p 97 – 112.
- Luzuriaga, J. 2010. Evaluación de tres promotores de crecimiento en el engorde de cerdos Landrace x Yorkshire en la Parroquia Purunuma Cantón Gonzanamá. Tesis para optar el título de Ingeniero en Producción, Educación y Extensión Agraria. Área Agropecuaria y de Recursos Renovables – Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Mendanha, G., Ribeiro, A., Verdi, S., De Paiva, B. y Andrade, M. 2014. Aditivos alimentares como alternativa aos antibioticos promotores de crescimento em dietas para frangos de corte. Enciclopedia Biosfera. Volumen 10. Número 18. p 119 – 146.
- Morales, R. 2007. Las paredes celulares de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde. Tesis para optar el título de Doctor en producción Animal. Departamento de Ciencia Animal y Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Perazzo, F. 2014. Aditivos. PANA: Programa Avanzado de Nutrición Aviar. Santa Cruz – Bolivia.
- Reyna, G. 2014. Evaluación de la aplicación de probiótico *Saccharomyces boulardii* en cerdas en fase reproductiva. Tesis para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Rosas, E. 2009. Comportamiento productivo de cerdos en la etapa engorda – finalización suplementados con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. División de Ciencia Animal – Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

- The New York Times
https://www.nytimes.com/2015/04/03/opinion/denmarks-drug-free-pigs.html?_r=0
- The EFSA Journal (2007) 585, 1-9.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2007.585/epdf>
- Wikipedia
<https://es.wikipedia.org/wiki/Levadura>