



Uso de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*, sobre parámetros zootécnicos y morfometría del paquete visceral en pollos Broilers

Buenaño Nuñez, Rafael

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Producción y Nutrición Animal

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Producción y Nutrición Animal

Ing. Toalombo Vargas, Paula Alexandra

20 de enero del 2022

Resultado de Verificación Copyleaks



PAULA
ALEXANDRA
TOALOMBO
VARGAS

Tesis Ing. Buenaño Rafael ok.docx
Scanned on: 13:27 January 5, 2022 UTC

PAULA
ALEXANDRA
TOALOMBO
VARGAS

7 results
originals only per
PAULA ALEXANDRA
TOALOMBO
VARGAS
Fecha: 2022-01-05
08:23:09 -0500



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	1229
Words with Minor Changes	291
Paraphrased Words	124
Omitted Words	2711



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “Uso de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*, sobre parámetros zootécnicos y morfometría del paquete visceral en pollos Broilers” fue realizado por el señor Buenaño Núñez, Rafael el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 12 de agosto del 2021

Ing. Toalombo Vargas, Paula Alexandra

Directora

C.C.: 0603592858



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA CENTRO
DE POSGRADOS

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Buenaño Núñez, Rafael**, con cédula de ciudadanía n° 0602086373, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Uso de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*, sobre parámetros zootécnicos y morfometría del paquete visceral en pollos Broilers** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 12 de agosto del 2021

Buenaño Núñez, Rafael

C.C.: 0602086373



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Buenaño Núñez, Rafael, con cédula de ciudadanía n°0602086373, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Uso de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae*, sobre parámetros zootécnicos y morfometría del paquete visceral en pollos Broilers** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 12 de Agosto del 2021

Buenaño Núñez, Rafael

C.C.: 0602086373

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A la memoria de mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi esposa Silvi, mi hija Niky , mi nietito Martin y mi madre a quienes quiero con el alma

Agradecimientos

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo merecen reconocimiento especial. A mi Director de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores de la gloriosa Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Índice de Contenidos Copyleaks

<i>Resultado de Verificación Copyleaks</i>	2
<i>Certificación</i>	3
<i>Responsabilidad de autoría</i>	4
<i>Autorización de publicación</i>	5
<i>Dedicatoria</i>	6
<i>Agradecimientos</i>	7
<i>Índice de Contenidos</i>	8
<i>Índice de Tablas</i>	12
<i>Índice de Figuras</i>	13
<i>Resumen</i>	14
<i>Abstract</i>	15
<i>Capítulo I</i>	16
<i>Introducción</i>	16
<i>Justificación</i>	20
<i>Objetivos</i>	21
<i>Objetivo General</i>	21
<i>Objetivos específicos</i>	21
<i>Hipótesis</i>	21
<i>Capítulo II</i>	22

	9
Revisión de la literatura	22
<i>Avicultura en el Ecuador</i>	22
<i>Aparato Digestivo</i>	22
<i>Levaduras</i>	25
<i>Levadura Saccharomyces cerevisiae.</i>	27
<i>Ventajas de S. cerevisiae.</i>	29
<i>Utilización de Levaduras en Alimentación Animal</i>	30
<i>Composición bioquímica de Saccharomyces cerevisiae</i>	34
<i>Pared Celular, Extracto de Levadura y Productos Comerciales con Levadura</i>	34
<i>Morfología del Sistema Digestivo del Ave</i>	36
Características de <i>los órganos del Aparato Digestivo del Ave</i>	37
Estructura y Funciones del <i>Tracto</i> digestivo.....	40
Mecanismo de Defensa del Aparato Digestivo.	41
Las levaduras en el aparato digestivo	43
<i>Capitulo III</i>	70
Materiales y métodos	70
<i>Ubicación del lugar de investigación</i>	70
<i>Ubicación Ecológica</i>	70
Materiales y Equipos	71
Metodología.....	72

	10
<i>Metodología De Evaluación</i>	75
Análisis de laboratorio	76
<i>Costo kilogramo ganancia de peso</i>	76
<i>Análisis económico</i>	77
<i>Capítulo IV</i>	81
Resultados y discusión	81
<i>Peso inicial (g)</i>	81
<i>Peso a los 21 días (g)</i>	82
<i>Ganancia De Peso</i>	84
<i>Consumo De Alimento</i>	86
<i>Conversión Alimenticia</i>	87
<i>Mortalidad</i>	89
<i>Fase Total.</i>	89
<i>Peso A Los 42 Días.</i>	89
<i>Ganancia De Peso</i>	90
<i>Consumo De Alimento</i>	91
<i>Conversión Alimenticia</i>	91
<i>Peso A La Canal</i>	92
<i>Factor De Eficiencia Europeo (Feep)</i>	93
<i>Factor de Eficiencia (EfA)</i>	93

	11
<i>Índice de productividad (IP)</i>	94
<i>Factor de Eficiencia (EfA)</i>	95
<i>Índice de productividad (IP)</i>	95
<i>Valoración Sanitaria Del Paquete Visceral</i>	97
Paquete Visceral.	97
<i>Análisis Anatómico – Patológico.</i>	99
<i>Capítulo V</i>	102
Conclusiones y Recomendaciones	102
<i>Conclusiones</i>	102
<i>Recomendaciones</i>	102
<i>Bibliografía</i>	103
<i>Anexos</i>	110

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Efectos benéficos en diferentes especies por la administración de levaduras de <i>Saccharomyces</i> en la dieta.</i>	31
Tabla 2 <i>Efecto en el crecimiento de pollos de engorde por la utilización de levaduras de <i>Saccharomyces</i> en la dieta</i>	32
Tabla 3 <i>Análisis proximal porcentual de la levadura del extracto y de la pared celular de la levadura</i>	34
Tabla 4 <i>Aditivos Promotores Del Crecimiento Alternativo a los Antibióticos.</i>	56
Tabla 5 <i>Modo de Acción de los Probióticos.</i>	62
Tabla 6 <i>Condiciones Meteorológicas De La Época.</i>	71
Tabla 7 <i>Calendario De Vacunación</i>	73
Tabla 8 <i>Esquema Del Experimento</i>	79
Tabla 9 <i>Esquema del análisis de varianza.</i>	79
Tabla 10 <i>Efecto de diferentes niveles (0.3; 0.6; 0.9; 1.2%) de levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en lotes comerciales.</i>	96
Tabla 11 <i>Efecto de diferentes niveles (0.3; 0.6; 0.9; 1.2%) de levadura de cerveza (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en lotes comerciales; Fase total.</i>	97
Tabla 12 <i>Efecto de la inclusión de <i>S. cerevisiae</i> sobre el tamaño (cm) de diferentes segmentos del tracto gastrointestinal de pollos de carne Ross 308.</i>	98

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Anatomía Digestiva del pollo de engorde</i>	24
Figura 2 <i>Clasificación de levaduras de uso</i>	26
Figura 3 <i>Esquema de la producción industrial de levaduras y paredes celulares de levadura de saccharomyces cerevisiae</i>	29
Figura 4 <i>Levadura de Saccharomyces cerevisiae y estructura de su pared celular</i>	30
Figura 5 <i>Mapa satelital del galón de aves de carne FCP - ESPOCH</i>	70
Figura 6 <i>Niveles de Saccharomyces cerevisiae, % en relación del peso al tratamiento control</i>	83
Figura 7 <i>Niveles de Saccharomyces cerevisiae, %, peso de los pollos a los 21 días</i>	83
Figura 8 <i>La ganancia de peso para los pollitos Ross 308 hasta los 21 días de edad relacionado con diferentes Niveles de Saccharomyces cerevisiae, %</i>	85
Figura 9 <i>Regresión de la ganancia de peso de los pollos a los 21 días, relacionado con la concentración de los diferentes niveles de Saccharomyces cerevisiae (%)</i>	85
Figura 10 <i>Consumo de alimento, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de Saccharomyces cerevisiae</i>	86
Figura 11 <i>Regresión del consumo de alimento, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de Saccharomyces cerevisiae</i>	87
Figura 12 <i>Conversión alimenticia, g en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de Saccharomyces cerevisiae</i>	88
Figura 13 <i>Conversión alimenticia g, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de Saccharomyces cerevisiae</i>	89

Resumen

En la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se evaluó el efecto de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en lotes comerciales. Para este estudio, se utilizaron 400 broilers machos de la línea genética Ross 308, distribuidos en 5 tratamientos, 4 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 20 aves, distribuidas según un diseño completamente aleatorizado, se utilizó la prueba de Duncan para la separación de medias al nivel de significancia $P \leq 0,05$, utilizando el programa estadístico Infostad del 2010 versión 18. Los resultados obtenidos con niveles de 0.9 % de *Saccharomyces cerevisiae* (T3), son suficientes para lograr una mejor respuesta productiva en todas las variables analizadas, cuyos valores son superiores comparados con los otros tratamientos y el testigo. A nivel del paquete visceral se puede indicar que el 0.9 % de *Saccharomyces cerevisiae* (T3), como probiótico favorece un mejor desarrollo del intestino delgado, de tal manera que incrementa progresiva y significativamente las medidas relativas de la molleja, hígado e intestino delgado que se traduce en un incremento de la superficie de absorción, lo que puede propiciar un mayor aprovechamiento de los nutrientes. A su vez, el mejor B/C se obtuvo con el (T3) con 1.27; es decir que por cada dólar gastado se obtiene 0.27 de ganancia.

PALABRAS CLAVE:

- **SACCHAROMYCES CEREVISIAE**
- **PRODUCCIÓN AVÍCOLA**
- **ROSS 308**
- **PAQUETE VISCERAL**

Abstract

In the Academic Unit of Research and Poultry Production of the Faculty of Livestock Sciences of the Higher Polytechnic School of Chimborazo, the effect of brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in the feeding of broiler chickens on the development of the visceral package and performance was evaluated. Productive in commercial lots for this study, 400 male broilers of the Ross 308 genetic line were used, distributed in 5 treatments, 4 repetitions with an experimental unit size of 20 birds, distributed according to a completely randomized design, the Duncan test was used to separate the means at the level of significance $P \leq 0.05$, using the statistical program Infostad 2010 version 18. The results obtained with levels of 0.9% of *Saccharomyces cerevisiae* (T3), are sufficient to achieve a better productive response in all the variables analyzed, whose values are higher compared to the other treatments and the control. At the level of the visceral package, it can be indicated that 0.9% of *Saccharomyces cerevisiae* (T3), as a probiotic, favors a better development of the small intestine, in such a way that it progressively and significantly increases the relative measures of the gizzard, liver and small intestine that are produced. Translates into an increase in the absorption surface, which can lead to a better use of nutrients. In turn, the best B/C was obtained with (T3) with 1.27; that is, for every dollar spent, a profit of 0.27 is obtained.

KEYWORDS:

- ***SACCHAROMYCES CEREVISIAE***
- ***POULTRY PRODUCTION***
- ***ROSS 308***
- ***VISCERAL PACKAGE***

Capítulo I

Introducción

Debido a las preocupaciones sobre el cambio climático y la sostenibilidad, existe un creciente interés en convertir los recursos renovables en combustibles, productos químicos, y como aditivos alimenticios para la industria animal, utilizando fábricas de células microbianas. Debido a que los microorganismos evolucionan para mantener la homeostasis metabólica en diversas condiciones ambientales, sus metabolismos deben ser reconectados de manera intensiva para lograr un alto título, tasa y rendimiento (TRY) para la producción comercial (Lian, Mishra and Zhao 2018).

La ingeniería metabólica es la ciencia del recableado del metabolismo celular y ha encontrado amplias aplicaciones en el desarrollo de la fábrica celular, incluyendo (i) alcances de sustrato extendidos, como xilosa y arabinosa; (ii) aumento de la producción de los compuestos deseados; (iii) permitió la producción de nuevos compuestos, tales como taxol y opioides en levadura; (iv) propiedades celulares mejoradas, como la tolerancia a condiciones industriales adversas (Du, Shao, & Zhao, 2011)

Saccharomyces cerevisiae, se ha utilizado ampliamente en la industria de la biotecnología porque su estado generalmente considerado seguro (GRAS) es adecuado para operaciones a gran escala. Como sistema eucariota modelo, la biología molecular y celular de *S. cerevisiae* se ha estudiado a profundidad con amplias herramientas de ingeniería genética disponibles. A diferencia de los procariotas, *S. cerevisiae* tiene múltiples orgánulos que proporcionan diferentes ambientes y compartimentos para la biosíntesis. Además, *S. cerevisiae* exhibe una alta tolerancia contra condiciones industriales duras (Hong & Nielsen, 2012)

Los productores avícolas y las fábricas de alimento balanceado, se enfrentan cada vez más a presiones legislativas para reducir el uso de productos como promotores de crecimiento,

relacionados químicamente con los antibióticos que se utilizan para el tratamiento de las enfermedades del ser humano. La Comunidad Europea, ha tomado acciones que prohíben la inclusión de los antibióticos como promotores de crecimiento (APC), en los alimentos para aves de carne y huevos; así como de otras especies que proporcionan proteína de origen animal, obligando a los nutricionistas a buscar nuevas alternativas de fuentes de aditivos que no presenten contraindicaciones tanto para el animal como para el ser humano; y por otro lado, que proporcionen efectos similares a los APC.

Debido al aumento de la demanda de productos avícolas, incluyendo carne de pollo y huevo, como fuente de proteínas, la Avicultura está enfrentando nuevos desafíos. La nutrición, en general, juega un rol muy importante, y en particular el uso de aditivos en la alimentación de monogástricos ha despertado el interés de varios investigadores en los últimos años, los cuales, con usados en la industria avícola, para distintos propósitos, como por ejemplo, aumentar la performance productiva y disminuir el rango de mortalidad de los animales. Entre esos agregados están incluidos los antibióticos, prebióticos, coccidiostáticos, enzimas, los probióticos, etc. Estos últimos son sustancias que permiten un control y establecimiento de una microflora beneficiosa en los animales y una disminución paulatina de la potencialmente enteropatógena. De este modo, estos aditivos permiten alcanzar las metas deseadas, mejorando la producción sin dejar residuos en la canal (Calzadilla, Pérez, & Piad, 2006)

Por lo general los aditivos se obtienen mediante procesos biotecnológicos que incluyen la fermentación de un sustrato a partir del uso de microorganismos capaces de excretar enzimas específicas (Lagunas, García, Castaño, Regalado, & Avila, 2006). Tradicionalmente, ha predominado el uso de cultivos puros; sin embargo, la aplicación del cocultivo o cultivo mixto permite la combinación de las bondades metabólicas de cada microorganismo aumentando la producción de bioproductos

tales como el etanol, hidrógeno, ácidos orgánicos, biopolímeros, pigmentos, compuestos de aroma y antimicrobianos, biomasa o enzimas (Stoilova, Gargova, & Krastanov, 2005). Se ha reportado que los aditivos microbianos de uso más difundido en las dietas de animales se obtienen mediante cultivos puros de *Saccharomyces cerevisiae*, es considerado un microorganismo seguro (Generally Recognized as Safe, GRAS) por la FDA lo que se permite su uso en la alimentación animal (Schuster, Dunn-Coleman, Frisvad, & Dijck, 2002).

Desde hace unos 20 años, se ha usado la Levadura, en la industria avícola mundial, con efectos beneficios en la producción de pollos de carne. *Saccharomyces cerevisiae*, una de las Levaduras más usadas y ampliamente comercializada, es rica en proteínas (40-45 %) de alto valor biológico y abundante en vitaminas del complejo B, como biotina, niacina, ácido pantoténico y tiamina, entre otras (Aghdamshahriar, Nazer, & Ahmadzadeh, 2006).

En los últimos años se han publicado algunos trabajos sobre las paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae* (PcSc), que demuestran beneficios en la producción de las aves (1,2) debido a la composición de polisacáridos (80 a 85 %) presentes en las paredes(3,4,5,6) y cuyos componentes activos son la glucosa (glucanos) y manosa (mánanos), manoproteínas y en menor cantidad quitina (Smith, Kapteyn, Eno, & Klis, 1999), los cuales forman aproximadamente el 92 % de los polisacáridos constituidos en la pared(7,8,9,10) y que son reconocidos como inmuno-estimulantes(11,12), así como colonizadores de la mucosa intestinal, impidiendo la adhesión de algunas bacterias entero patógenas(13-18), con resultados similares de producción a los APC(2,19). Se ha demostrado también un efecto sinérgico, asociados a tratamientos con antibióticos para combatir infecciones bacterianas(20), mejorando los parámetros de producción en el pollo de engorda cuando se adiciona el APC conjuntamente con las PcSc(2) (Menocala, Ávila, López, García, & García, 2005)). Debido a que los glucomananos fosforilados, tienen dos funciones básicas, ampliamente relacionadas: Influir en la

ecología microbiana del intestino y actuar sobre el sistema inmune. En el intestino, actúan seleccionando la presencia de algunas bacterias y eliminando otras, que son nocivas para el ave. Por ejemplo, los patógenos con fimbrias tipo 1-específicas de manosa, como *Escherichia coli* y *Salmonella*, son atraídos por los mananos y se unen inmediatamente con el carbohidrato en vez de atacar las células epiteliales del intestino del ave (Spring et al., 2000; Pérez-Sotelo et al., 2005). En el sistema inmune, ayudan a proteger a los pollos de carne de los microorganismos (Celyk, Denly, & Savas, 2003).

Además, es importante mencionar que otra de las preocupaciones de la salud pública es disminuir los niveles de colesterol en los consumidores. Cada día se buscan alimentos menos dañinos a la salud humana y animal, con efectos hipocolesterolémicos, dentro de los cuales se pueden encontrar los probióticos (De Roos & Katan, 2000). Entre las cepas más utilizadas para su producción se destacan las bacterias ácido-lácticas y las levaduras, fundamentalmente especies del género *Saccharomyces*, ya sean vivas o muertas, o componentes de la pared celular como son oligosacáridos de glucanos y de mananos. (Mulder 1996, Spring et al. 1996 y Varela et al. 1996). Los glucanos, mananos y sus oligosacáridos son productos térmicamente estables, que estimulan el sistema inmunológico por lo que influyen en la prevención de enfermedades infecciosas. También se plantea que disminuyen el contenido de colesterol, lo que caracteriza su actividad probiótica (Stanley, Gray, & Hygnius, 1996).

Se ha estudiado con fines probióticos un hidrolizado enzimático de crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* que contiene, entre otros componentes, oligosacáridos de glucanos y mananos, con resultados sobre el equilibrio de la microflora intestinal y se estimuló el sistema inmune; sin embargo, no hubo disminución en el contenido de colesterol (Pérez, 2000).

Justificación

Los sistemas altamente intensivos de producción de aves de carne, demandan una extraordinaria capacidad de someterse y superar desafíos sanitarios, productivos, junto a programas de alimentación altamente densos, lo cual implica que el requerimiento fisiológico llegue a su máxima expresión; ante estas circunstancias nace la necesidad urgente de contar con un producto natural, que permita potenciar su capacidad de expresión genética, sin comprometer la calidad de la canal, al no contener trazas de sustancias que en un determinado momento pudiera atentar con la salud de los consumidores, lo cual pondría en riesgo todo el sistema de producción de carne de ave.

La Levadura de Cerveza, variedad *Saccharomyces cerevisiae*, se ha incluido en raciones de aves, tanto como aditivo natural, como factor mejorador del crecimiento y calidad de la canal. Diferentes trabajos muestran la inclusión de la Levadura de Cerveza, en las dietas de pollos parrilleros en sus diferentes etapas de vida (Miazzo & Kraft, 1998). Así, inclusiones de 0,2 hasta 20 % de Levadura en dietas de pollos parrilleros, de iniciación y terminación, mejoraron los parámetros productivos (Churchil, Mohan, & Viswanathan, 2000).

El incremento del consumo de carne de pollo en los hogares ecuatorianos ha crecido cinco veces más en los últimos 23 años, mientras en 1990 cada persona consumía 7 kg al año, en el 2013 este indicador se ubicó en 35 kg (El Universo, 2014), esto indica que el mercado nacional por su exigencia en calidad de carne de pollo y siendo esta una fuente de proteína con precios bajos, ha hecho que las diferentes avícolas hagan uso de programas de producción intensiva, teniendo la necesidad de incrementar los kilos de carne por metro cuadrado. Pero no solo se busca incrementar la producción sino mejorar el bienestar del animal, buscando cumplir las cinco libertades, dentro de esto se encuentra estar libres de malnutrición, mejorar su confort térmico (Manteca, Mainau, &

Temple, 2012), disminuir el estrés producido por cambios de alimento y colocación de vacunas; pero sobretodo ser un alimento inocuo libre de fármacos.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes niveles (0,3; 0,6; 0,9; 1,2%) de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en lotes comerciales.

Objetivos específicos

Evaluar los diferentes parámetros zootécnicos en un lote comercial.

Medir el efecto de los tratamientos sobre el desarrollo y morfometría del paquete visceral.

Determinar el mejor tratamiento y la factibilidad económica de los tratamientos.

Hipótesis

Ha:

El uso de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* deshidratada en la alimentación de pollos broilers, mejora los parámetros productivos y la condición gastrointestinal.

H0:

El uso de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* deshidratada en la alimentación de pollos broilers, no mejora los parámetros productivos y la condición gastrointestinal.

Capítulo II

Revisión de la literatura

Avicultura en el Ecuador

Ecuador ocupa el puesto 18 en la lista de países que más consumen carne de pollo. En los primeros lugares están Israel y Estados Unidos(2015). Esta práctica pecuaria aporta al PIB (Producto Interno Bruto) cerca del 4%, generando empleo directo para alrededor de unas 50 000 familias en el país. Se supone un 3% al incremento anual en la producción avícola debido al incremento de familias y asociaciones dedicadas a la producción de pollo (Ramírez A. , 2016a)..

Dentro de la producción avícola destacan cuatro subsectores básicos: la industria de carne de aves, huevos incubación y fabricación de alimentos concentrados, estos subsectores se interrelacionan y tienen un impacto positivo en el desarrollo económico del país ya que se encuentran dispersos por toda la región generando empleos de forma constante (Ramírez A. , 2016a).

En 1990 se comercializo 55 millones de pollos lo que actualmente alcanza una producción anual de entre 220 a 230 millones de pollos, aumentando un 400% la producción avícola en los últimos 25 años. La concentración de la crianza de pollos se da en las siguientes provincias, El Oro reúne el 60%, en segundo lugar esta Guayas con el 20% y luego, Santa Elena y Manabí, con un 10%, respectivamente (Ramírez, 2016b).

Aparato Digestivo

En las aves, la selección natural ha logrado también minimizar la energía requerida para el vuelo reduciendo el peso del aparato digestivo. Las aves presentan un aparato digestivo de menor longitud y volumen que los mamíferos de igual tamaño. Por ejemplo, las Falconiformes que cazan en vuelo y necesitan desarrollar una gran velocidad, tienen un intestino 20-40% más corto que las rapaces que cazan al acecho (Fernández & Burneo, 2017).

A diferencia de los mamíferos, el TGI en las aves ejecuta tres distintos movimientos peristálticos inversos (reflujos), esenciales para una adecuada digestión. El primer reflujo gástrico sucede cuando el bolo alimenticio pasa por el buche, proventrículo y molleja, regresando al proventrículo para un tratamiento adicional de moco, ácido clorhídrico y pepsina, necesario para la actividad óptima de la tripsina y quimotripsina, secretadas por el páncreas en el duodeno y que van actuar sobre las proteínas del alimento suministrado. El bolo alimenticio pasa de nuevo del proventrículo a molleja y sigue su camino hacia el duodeno, en donde la bilis es secretada por el hígado y vesícula biliar a través de los conductos hepático y cístico. La bilis es un líquido alcalino que funciona para neutralizar los contenidos ácidos del proventrículo y molleja, ayudando así a mejorar la secreción de los jugos pancreáticos (Aghdamshahriar, Nazer, & Ahmadzadeh, 2006).

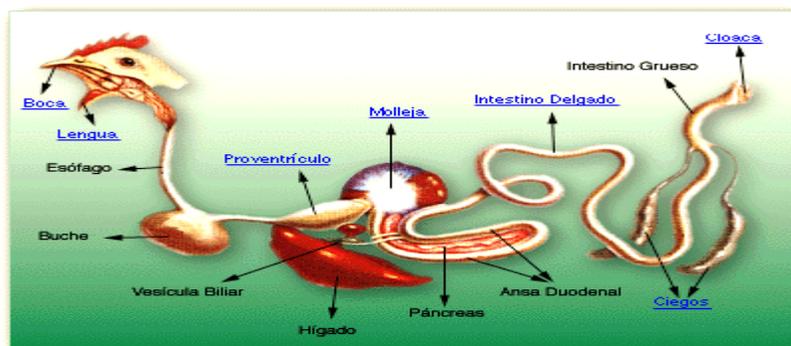
El segundo reflujo mueve el quimo del duodeno al yeyuno y área gástrica, que tiene el efecto de exponer el alimento ingerido a un segundo o tercer ciclo de actividad digestiva (peristaltismo invertido bidireccional), para mezclar ácido gástrico, enzimas, sales biliares y pancreáticas con los componentes alimenticios, promoviendo la absorción óptima de grasas y otros nutrientes. En este segundo reflujo existen peristaltismos invertidos bidireccionales, la velocidad de tránsito se hace más lenta principalmente en duodeno y gran parte del bolo alimenticio encuentra su camino de vuelta hasta la molleja, por ello, es la apariencia amarillo-verdoso de su revestimiento, debido al efecto de las sales biliares. Cuando la producción de bilis se eleva, o el ave no consume alimento, la molleja adquiere un color verde más oscuro, protegiendo la integridad del revestimiento de la molleja (Aghdamshahriar, Nazer, & Ahmadzadeh, 2006).

El tercer reflujo se da cuando el quimo se mueve hacia el intestino grueso, llegando a colon y recto, y regresando a ciegos, facilitando la reabsorción de agua de la orina y la que llega del tracto gastrointestinal y la exposición del quimo a fermentación bacteriana en el ciego, para posteriormente

desechar a través de la cloaca el material biológico no utilizado por el ave (Aghdamshahriar, Nazer, & Ahmadzadeh, 2006).

Figura 1

Anatomía Digestiva del pollo de engorde



Nota. (Herrera & López, 2005)

En el intestino delgado tienen lugar dos importantes funciones: la secreción del jugo intestinal y la absorción de los principios nutritivos a través de sus paredes hacia el torrente circulatorio, además se encarga de la recepción de secreciones digestivas del páncreas y el hígado (Herrera & López, 2005).

El jugo intestinal es segregado por las glándulas de Lieberkühm, y contienen fermentos que terminan el desdoblamiento de los alimentos a fin de que puedan ser absorbidos.

La mucosa intestinal está formada por un epitelio cilíndrico y presenta numerosas vellosidades que incrementan la superficie de absorción. La mucosa se encuentra cubierta por una gruesa capa de mucus que ejerce efecto protector al quimo ácido que llega al duodeno.

La mucosa del intestino delgado ofrece las siguientes formaciones: las válvulas conniventes o válvulas de Kerckring, las vellosidades, las microvellosidades de las células epiteliales, las glándulas, las formaciones linfoides y los plexos nerviosos (Vinueza, citado por Vega 1990).

La cuantía de la absorción de sustancias de la luz intestinal depende de varios factores, entre los que cabe mencionar como más importante la magnitud de la superficie de absorción. En el intestino delgado contribuyen las siguientes particularidades a aumentar dicha superficie:

- La composición del intestino en circunvoluciones (asas) y la formación de pliegues.
- La existencia de vellosidades con repliegues (lo que aumenta en unas ocho veces la superficie de absorción).
- La existencia del espacio piloso (microvilli) en el pollo de las células epiteliales que da a la luz intestinal (aumento de unas 14 a 30 veces de la superficie de absorción) (Vinueza, citado por Kolb 1996).

Son una serie de pliegues permanentes de la mucosa, los cuales forman prominencias en la luz intestinal. Estos pliegues comienzan a unos 3 cm del píloro, alcanzan su máximo desarrollo en la mitad distal del duodeno y en la parte proximal del yeyuno. En el íleon disminuyen en número y altura, al final de este segmento desaparecen. Estas eminencias, que toman forma circular o espiralada, se proyectan en la luz intestinal interesando la mitad o dos tercios de la misma (Vinueza, citado por Kolb 1996).

La consecuencia de estas proyecciones de la mucosa intestinal es un considerable aumento de la superficie funcional del intestino.

Levaduras

Los hongos son microorganismos eucariotas, pluricelulares, filamentosos, no presentan pigmentos fotosintéticos y son quimio heterótrofos aerobios estrictos (Salle, 1965).

Las levaduras son hongos que forman sobre los medios de cultivo colonias pastosas, constituidas en su mayor parte por células aisladas que suelen ser esféricas, ovoideas, elipsoides o alargada (Salle, 1965).

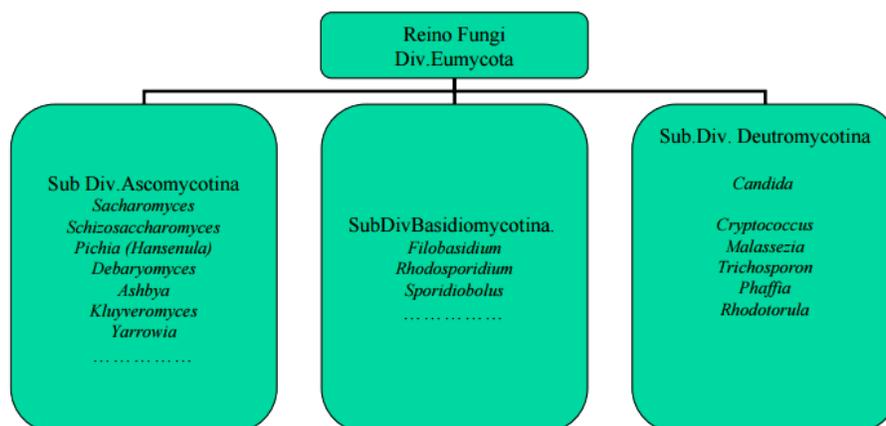
En general, las células de las levaduras son conidios formados según diferentes tipos de conidio génesis. En *Sacchomyces* una célula madre da lugar a la formación de yemas en diferentes puntos de la superficie produciendo en cada uno solo una célula hija (blastoconidio o blastopora) (Álvaro, 2002).

Las levaduras hifales, como *Trichoporon* o *Geotrichum* producen artroconidios (artrosporas) por formación de septos dobles en las hifas (Álvaro, 2002).

Las levaduras hifales, como *Trichoporon* o *Geotrichum* producen artroconidios (artrosporas) por formación de septos dobles en las hifas (Álvaro, 2002).

Figura 2

Clasificación de levaduras de uso



Nota. (Álvaro, 2002)

Levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Las levaduras son hongos unicelulares que representan un puente biológico entre bacterias y organismos superiores, manteniendo ventajas dentro de los microorganismos en cuanto a su fácil manipulación y crecimiento rápido (Aghdamshahriar, Nazer, & Ahmadzadeh, 2006).

Saccharomyces cerevisiae es quizás la levadura más importante para la humanidad, ya sea por su utilización desde miles de años en la producción de pan y bebidas alcohólicas por fermentación, o por ser uno de los microorganismos eucarióticos modelo más intensamente estudiados a nivel de su biología celular y molecular (Pérez, 2000).

Debido a su relevancia y al amplio conocimiento a nivel genético, el primer genoma eucariota completamente secuenciado fue el de esta levadura (González & Valenzuela, 2016).

Son capaces de llevar a cabo procesos de fermentación a partir de la transformación de azúcares a etanol y dióxido de carbono, propiedades que han sido ampliamente explotadas desde hace muchos años en la de la producción de pan y bebidas alcohólicas (González & Valenzuela, 2016).

Además, de ser utilizada como una levadura en la cervecería, se utilizaban como un complemento alimenticio para mono gástricos. En la actualidad, células de levaduras vivas continúan adicionándose a dietas para animales con la finalidad de mejorar su salud y productividad, sobretodo en caso de animales rumiantes (Arjona & Guevara, 2010).

Saccharomyces cerevisiae, una de las Levaduras más usadas y ampliamente comercializada, es rica en proteínas (40-45 %) de alto valor biológico y abundante en vitaminas del complejo B, como biotina, niacina, ácido pantoténico y tiamina, entre otras (Aghdamshahriar, Nazer, & Ahmadzadeh, 2006).

Fabricación industrial de *Saccharomyces cerevisiae*.

De forma industrial, cultivos puros de la levadura son producidos específicamente para su uso en la industria cervecera, vinícola, destilería, panadería, doméstico y pecuario (Romero & Gomez, 2003).

Los principales pasos del proceso de fabricación de levaduras se describen en las siguientes fases:

1. Selección, aislamiento y multiplicación celular de la levadura en el laboratorio.
2. Propagación de la cepa de levadura en el laboratorio.
3. Propagación industrial, se emplea biorreactores o fermentadores aeróbicos de 15 a 200 m³ en el objetivo es proveer las condiciones medio ambientales necesarias para su desarrollo.
4. Secado y deshidratado.

Figura 3

Esquema de la producción industrial de levaduras y paredes celulares de levadura de *saccharomyces cerevisiae*



Nota. (Morales, 2007)

Ventajas de *S. cerevisiae*.

La *S. cerevisiae* es fácil de cultivar a gran escala. La levadura se puede cultivar fácilmente utilizando técnicas de fermentación poco sofisticadas y medios de crecimiento económicos (Kapoor & Viraraghavan, 1965). Además, el rendimiento de la biomasa también es alto.

La biomasa de *S. cerevisiae* se puede obtener de diversas industrias de alimentos y bebidas. *S. cerevisiae* como subproducto, es más fácil de obtener de la industria de la fermentación, en comparación con otros tipos de residuos de biomasa microbiana. Los microorganismos utilizados en la industria enzimática y la industria farmacéutica generalmente están involucrados en el secreto de sus productos, lo que hace que las industrias sean reacias a suministrar la biomasa residual. El suministro de *S. cerevisiae* como residuos residuales es básicamente estable (Kapoor & Viraraghavan, 1965).

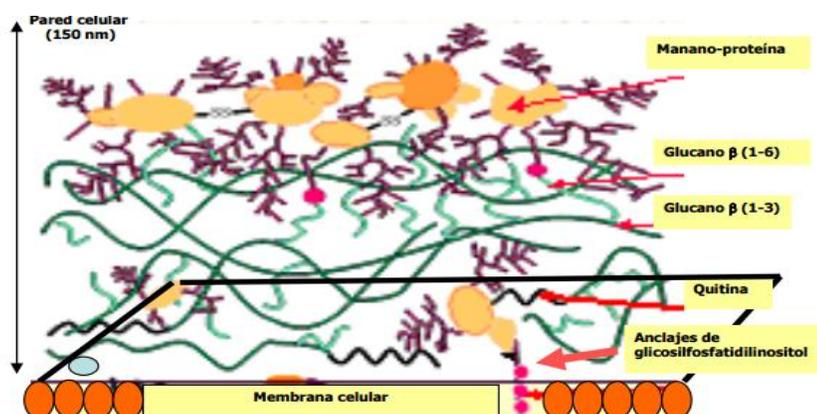
La *S. cerevisiae* generalmente se considera seguro, por lo tanto, los bio absorbentes hechos de *S. cerevisiae* pueden ser fácilmente aceptados por el público cuando se aplican de manera práctica.

Características de la pared celular de levadura.

Recientemente se ha incrementado el interés por el estudio de las fracciones o polisacáridos de las paredes celulares de levadura como β - glucanos y mánanos, ambas moléculas pueden mostrar efectos benéficos en la salud de animales de producción y humanos (Kapoor & Viraraghavan, 1965).

Figura 4

Levadura de Saccharomyces cerevisiae y estructura de su pared celular



Nota. (Anonymous, 2003)

Utilización de Levaduras en Alimentación Animal.

Los beneficios obtenidos en la salud y productividad de los animales por su aplicación en la dieta son bien documentados están asociados a la asimilación de nutrientes presentes en las células de las levaduras como: proteínas, minerales, vitaminas, aminoácidos y péptidos. La capacidad de producir numerosas enzimas (proteasas, pepetidasas, ivertasas, hidrolasas, maltasas, galactosidasas, etc.) (Cuarón, 2000).

Tabla 1

Efectos benéficos en diferentes especies por la administración de levaduras de Saccharomyces en la dieta.

Efecto	Especie	Autor
<i>S. boulardii</i>	Antagonismo bacteriano e inmunológicos Reducción de la colonización de <i>Salmonella</i> en el ciego de aves sometidos a estrés por transporte	Pollo de engorde (42 d) <i>Line et al., 1997</i>
<i>S. boulardii</i>	Reducción de la colonización de <i>Salmonella typhimurium</i> en el ciego y excreción en excretas	Pollo de engorde (23 d) <i>Line et al., 1998</i>
<i>S. cerevisiae</i>	Incremento de la supervivencia ante la infección por <i>Vibriosis</i> . Incremento en la producción de inmunoglobulinas (Enf. de la bolsa de Fabricio y Newcastle) en aves con aflatoxinas en la dieta	Peces (<i>Penaeus vannamei</i>) <i>Scholz et al., 1999</i> Pollo de engorde (42 d) <i>Channakrishnappa et al., 1999</i>
<i>S. boulardii</i>	Estimulación de la secreción intestinal de IgAs.	Ratas Buts et al., 1990 Rodrigues et al., 2000
<i>S. cerevisiae</i>	Incremento de la respuesta inmune innata. Incremento en la producción de inmunoglobulinas Ig	Ratones Peces (<i>Sparus aurata</i> L.) <i>Ortuño et al., 2002</i>
<i>S. cerevisiae</i>	Reducción en la colonización de coliformes en el tracto digestivo.	Lechones, 29 y 39 d postdestete <i>White et al., 2002</i> 39 d postdestete <i>White et al., 2002</i>
<i>S. uvarum</i>	Aumento de la capacidad oxidativa de neutrófilos sanguíneos	Equinos criollos en entrenamiento <i>Paz et al., 2003</i>
<i>S. cerevisiae</i>	Incremento de la supervivencia de larvas de camarón desafiadas con <i>Vibrio sp.</i> 90-69B3.	Camarón (Litopenaeus vannamei) <i>Burgents et al., 2004</i>
<i>S. boulardii</i>	Decremento en el número de células calciformes y profundidad de las criptas de las vellosidades intestinales del íleon Modificación del pH, concentraciones de ácido láctico y amonio, porcentajes	Pollo de engorde (35 d) <i>Bradley et al., 1994</i>
<i>S. cerevisiae</i>	molares de acetato y butirato en colon,	Equinos <i>Medina et al., 2002</i>

	con el uso de dietas con alto contenido de almidón.		
<i>S. cerevisiae</i>	Reducción de la digestibilidad de la materia orgánica, grasa y energía bruta	Lechones	Van Heugten et al., 2003

Nota. (Quevedo, Ochoa, Corredor, & Pulecio, 2020).

Este mecanismo podría brindar beneficios en animales rumiantes (por su dependencia de la digestión fermentativa) ya que en el caso de animales mono gástricos (ave y cerdo) no más del 30 % de la energía neta para mantenimiento proviene de los productos de la fermentación, y además en estas especies la composición de las dietas no impone una dependencia importante de la digestión fermentativa (Cuarón, 2000).

Tabla 2

Efecto en el crecimiento de pollos de engorde por la utilización de levaduras de Saccharomyces en la dieta

Autor	Ave (días)	Producto	Dosis	control	levadur a	% mejora	Probabilidad
	P.E	Levadura viva		Ganancia de peso total			
Baidya et al., 1993	(42 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	100g/t	1261	1282	+1.6	NS
	P.E	Levadura viva		Ganancia de peso total			
Mandal et al., 1994	(56 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> + <i>Bacillus coagulans</i>	100g/t	1705	1653	-3.0	NS
	P.E			Ganancia de peso total			
Bradley et al., 1994	(21 d)	<i>Saccharomyces boulardii</i>	100g/t	464	516	+11.2	*
	P.E	Levadura viva		Ganancia de peso			

Sarkar et al., 1997	(42 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Sc 47	1 kg/t	total 1645 g	1701 g	+3.4	NS
	P.E	Levadura viva		Peso vivo			
Mahajan et al., 1999	(42 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (1026) en combinación con: <i>L. acidophilus</i> y <i>S. faecium</i>	250g/t	1736 g 1317 g	1780 g 1317 g	+2.5 (invierno) +6.4 (verano)	NS
	P.E	Levadura viva		Ganancia de peso total			
Channakrishnappa et al., 2000	(42 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4 kg/t	1827 g	1846 g	+1.0	
	P.E	Levadura viva		Ganancia de peso total	1849 g	12	
Stanley et al., 2000	(105 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (1026)	1 kg/t	7.09 kg	7.09 kg	0	NS
				Ganancia de peso/día			
Nilson et al., 2004	(34 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1.5 kg/t	86 g	91 g	+5.8	*
	P.E	Levadura viva		Ganancia de peso total			
Zhang et al., 2005	(35 d)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (1026)	3 kg/t	1405 g	1498 g	+6.6	*

Promedio del porcentaje de mejora de las levaduras con respecto al control para todas las pruebas +3.3

Nota. P.E = Pollos de engorde, NS = No significativo estadísticamente, * = Significativo estadísticamente (P<0.05) (Quevedo, Ochoa, Corredor, & Pulecio, 2020).

Composición bioquímica de *Saccharomyces cerevisiae* .

Tabla 3

Analisis proximal porcentual de la levadura del extracto y de la pared celular de la levadura

Producto	Humedad	Nx 6.25	Grasa cruda	Fibra cruda	Cenizas totales
Levadura	5,3	52.3	0.06	1.44	7.41
Extracto de levadura	5.5	70.8	0.17	0.67	12.07
Pared celular de levadura	10.7	21.8	0.93	1.52	1.43

Nota. Valores presentados en base seca

Pared Celular, Extracto de Levadura y Productos Comerciales con Levadura

En un intento por mejorar la utilización de este probiótico, en los últimos cinco años, las investigaciones a nivel mundial, se han orientado a verificar los efectos de cada uno de los componentes de *Saccharomyces cerevisiae*. Uno de los procesamientos más comunes incluye la realización de autólisis, y por acción de enzimas endógenas, se rompe la Pared celular y se libera el protoplasma, obteniéndose entonces Extracto (E) y Pared celular (PC) (Perdomo, Vargas, & Campos, 2004). La PC de la Levadura está compuesta principalmente de complejos de polímeros de β -glucanos, α -mananos, manoproteínas y en menor cantidad quitina. Los mananos y manoproteínas representan el 30-40 % de la pared celular y determinan las propiedades de la superficie celular (Zhang, Dalson, Moore, & Shamlou, 2005). Se ha investigado ampliamente las funciones de estos componentes, y se llegó a la conclusión que los glucomanos fosforilados, tienen dos funciones básicas, ampliamente relacionadas: Influir en la ecología microbiana del intestino y actuar sobre el sistema inmune. En el intestino, actúan seleccionando la presencia de algunas bacterias y eliminando otras, que son nocivas para el ave. Por ejemplo, los patógenos con fimbrias tipo 1-específicas de manosa, como *Escherichia coli* y *Salmonella*, son atraídos por los mananos y se unen inmediatamente con el carbohidrato en vez de atacar las células epiteliales del intestino del ave

(Spring, Wenk, Dawson, & Newman, 2000). En el sistema inmune, ayudan a proteger a los pollos de carne de los microorganismos (Celyk, Denly, & Savas, 2003). Además de la mejora en el crecimiento, hay investigaciones que mostraron que enriquecer la dieta con *Saccharomyces cerevisiae*, durante 35 días, ya sea entera (0,5 %), o su pared celular (0,3 %) o extracto de la misma (0,3 %), podría aumentar favorablemente la calidad de la carne de las aves, aumentando la terneza y la estabilidad oxidativa de la misma (Zhang, Lee, Lee, An, Song, & Lee, 2005).

Coincidiendo parcialmente con estos resultados, en otra investigación se estudió los efectos de la adición de Levadura total (LT), su pared celular (PC) y extracto (E), a niveles de 0,5; 0,15 y 0,25 % durante 5 semanas y se encontró que el agregado de Levadura no afectó las variables productivas ni la morfología del íleon, sin embargo disminuyó el nivel de colesterol sérico en los pollos de carne (Lee, Zang, Sung, Ahn, & Lee, 2005). Igualmente, en una investigación comparativa del valor nutritivo de la Levadura de Cerveza, y de sus derivados E y PC, realizada en aves adultas, permitió inferir que se obtendrían mejores índices de productividad en aves que recibieron el E que con la LT. Sin embargo, usando el E solamente, se perderían los efectos beneficiosos que aporta la PC (disminución de la colonización de algunas enterobacterias y favorecimiento del cambio morfológico en la mucosa intestinal de los pollos de carne) aún cuando dicha pared no representa un valor nutricional por si misma (Perdomo et al., 2004). Una serie de estudios determinaron que un complejo comercial de carbohidratos y mananoligosacáridos, (BioMos, Alltech, Inc) derivados de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*, administrado a pollos de en la alimentación de pollos de carne. Por ejemplo, cuando le adicionaron dicho complejo durante las seis primeras semanas de vida, a razón de 0,5g, 1 g y 2 g, y una combinación de los tres (2 g en la 1er. Semana, 1 g en la 2da. Semana y 0,5 g en la 3er. Semana). Se encontró un mejor crecimiento en las aves más jóvenes, que habían recibido dosis mayores de Levadura, reduciéndose el efecto en las aves mayores y con menor o sin la

adición de este probiótico. En ese mismo grupo de pollos, estos investigadores notaron un aumento en la digestibilidad de nutrientes en el intestino y aumento en el tamaño de las vellosidades de aquel órgano (Yang, Iji, & Choct, 2007).

Otros autores, observaron efectos positivos tanto sobre el sistema inmune como sobre el aparato digestivo de las aves, luego de adicionar el complejo derivado de *Saccharomyces cerevisia* mencionado más arriba. Sobre el sistema de defensa, estimula la actividad de macrófagos y aumenta la inmunidad mediada por células y humoral. En la estructura intestinal, por su parte, aumenta el área de superficie de absorción de los nutrientes y también disminuye la resistencia a antibióticos (Cruickshank, 2002). En otra experiencia, se adicionó un complejo comercial de Levadura, fructuooligosacáridos y factores de crecimiento de *Lactobacillus* (Biopro I[®]) y cultivo de Levadura (Yea-Sacc[®]), ambos agregados a dosis de 0,5 y 0,1 % en la dieta de pollos de carne durante 42 días, mejorando el peso vivo de las aves que recibieron estos aditivos (Ignatova y Stanchv, 2002).

Igualmente, en otra investigación, se adicionó 0,5 ; 1 ó 1,5 % de PC de Levadura, un antibiótico (Avilamicina, 0,01 %) o la combinación de ambos, en dietas de pollos de carne, durante 49 días. Se detectó que las aves que habían recibido la combinación de ambos probióticos tuvieron los mejores valores para las variables productivas, luego las aves que recibieron el agregado de PC (Menocal, González, Coello, Estefan, & García, 2005)

Morfología del Sistema Digestivo del Ave

El sistema digestivo de las aves es anatómica y funcionalmente diferente al de otras especies animales. Incluso existen diferencias entre especies de aves, especialmente en tamaño, que en gran parte depende del tipo de alimento que consumen.

No presenta dientes se traga entero el alimento y se mezcla con la saliva, el pienso pasa del buche al estómago, donde se mezcla con los jugos gástricos antes de pasar a la molleja; los nutrientes se absorben a medida que el pienso molido pasa por el intestino (Sánchez, Rivera, & Murillo, 2010).

Las aves que se alimentan de granos tienen un tracto digestivo de mayor tamaño que las carnívoras, y aquellas consumidoras de fibra poseen ciegos más desarrollados. El largo del sistema digestivo, en proporción al cuerpo, es inferior al de los mamíferos (Álvarez, Kahraman, Kocabağlı, Eren, & Şenel, 2002)

Características de los órganos del Aparato Digestivo del Ave.

- a. **Pico:** El pico es la principal estructura prensil. El alimento se retiene en la boca sólo por corto tiempo. Está provista de numerosas terminaciones sensitivas del trigémino, que la convierten en un órgano táctil. La mayor parte de estas terminaciones nerviosas se encuentran en la punta del pico.
- b. **Cavidad Bucal:** En las paredes de la cavidad bucal se hallan numerosas glándulas salivares. La cantidad de saliva segregada por la gallina adulta en ayunas en 24 horas varía de 7 a 25 ml. siendo el promedio de 12 ml. El color de la saliva es gris lechoso a claro; el olor, algo pútrido. La reacción es casi siempre ácida, siendo el promedio del pH 6,75. La amilasa salival está siempre presente. También se encuentra una pequeña cantidad de lipasa (Nava & Davila, 2004).
- c. **Lengua:** Estrecha y puntiaguda. La lengua está suspendida del hioides, formando con él un conjunto móvil. Los músculos linguales propiamente dichos, que constituyen la base del órgano de referencia, son rudimentarios, de ahí que su movilidad sea escasa. La actividad funcional de la lengua consiste en la aprensión, selección y deglución de los alimentos. En este órgano se encuentra en la enzima amilasa (Nava & Davila, 2004)..

- d. **Esófago y Bucho:** el esófago está situado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea, donde está cubierto solamente por la piel, hasta su entrada en la cavidad torácica. El esófago es algo amplio y dilatado, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar (Nava & Davila, 2004)..

El bucho es un ensanchamiento estructural diversificado según las especies que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de estos y regulación de la repleción gástrica. Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco. En el bucho no se absorben sustancias tan simples como agua, cloruro sódico y glucosa. La reacción del contenido del bucho es siempre ácida. La reacción promedio es, aproximadamente de un pH 5. En cuanto a la duración promedio del tiempo que tiene el alimento en el bucho es de dos horas (Álvarez, Kahraman, Kocabağlı, Eren, & Şenel, 2002).

- e. **Estómago:** El estómago glandular también denominado proventrículo, es un órgano ovoide. Constituye en gran manera un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del bucho y que se dirigen hacia la molleja. Está recubierto externamente por el peritoneo. Le sigue la túnica muscular, compuesta de una capa externa, muy fina, de fibras longitudinales y de otra interna, de fibras circulares. La mucosa del estómago glandular contiene glándulas bien desarrolladas, que segregan HCl (ácido clorhídrico) y pepsina. La formación de pepsina y del HCl dependen de la influencia del sistema nervioso parasimpático.

El estómago muscular o molleja, se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está cubierto en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos. Presenta un pH de 4,06, por lo que tiene una reacción ácida. La parte más esencial de la pared del estómago está

constituida por los dos músculos principales, los cuales son la capa córnea y túnica muscular, unidos a ambos lados por una aponeurosis de aspecto blanco-azulado (Álvarez, Kahraman, Kocabağlı, Eren, & Şenel, 2002).

La túnica muscular está formada por dos parejas de músculos que rodean a la cavidad gástrica.

- f. **Intestino delgado:** El intestino delgado se extiende desde la molleja al origen de los ciegos. Se subdivide en duodeno, yeyuno e íleon.
- g. **Duodeno:** desembocan de dos a tres conductos pancreáticos, uno biliar y uno hepático. La reacción del contenido del duodeno es casi siempre ácida, presentando un pH de 6,31, por lo que posiblemente el jugo gástrico ejerce aquí la mayor parte de su acción. La longitud es de unos 22 a 35 cm, un diámetro de 0.8 a 1.2 cm en la gallina, está irrigado por la arteria celiaca (Choct, Hughes, Wang, Bedford, Morgan, & Annison, 1996)
- h. **Yeyuno** empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra. El yeyuno de la gallina consta de unas diez asas pequeñas, dispuestas como una guirnalda y suspendidas de una parte del mesenterio. Presenta un pH de 7,04. La longitud del yeyuno es de 85 a 120 cm, termina en el divertículo de Meckel, el cual es el vestigio del tallo del saco vitelino y funciona como órgano linfoide, se localiza en la parte terminal del yeyuno.
- i. **Íleon**, cuya estructura es estirada, se encuentra en el centro de la cavidad abdominal. El pH fluctúa entre 6,8 y 7,6. En el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza el intestino grueso. El íleon es del mismo color que el duodeno, va desde el divertículo de Meckel al inicio de los ciegos, lateralmente lo acompañan los dos ciegos en la gallina y están unidos por los ligamentos iliocecales. Su longitud es de 13 a 18 cm (Choct, Hughes, Wang, Bedford, Morgan, & Annison, 1996).

j. **Intestino grueso:** el intestino grueso, se subdivide en tres porciones, ciego, recto y cloaca.

El ciego, son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden hacia el hígado. El pH del ciego derecho es de 7,08, mientras que el pH del ciego izquierdo es de 7,12.

La porción terminal de los ciegos es mucho más ancha que la porción inicial. Los ciegos además tienen como función continuar la desintegración de los principios nutritivos y la absorción de agua. Miden cada uno de 12 a 25 cm. El recto es corto y derecho, se expande para formar la cloaca, su función es la de acumular las heces. La longitud es de 8 a 12 cm incluyendo la cloaca. En el colon se realiza la absorción de agua. La Cloaca es un órgano común a los tractos urinario, digestivo y reproductivo. Por lo tanto, la orina y las heces se eliminan juntas (Álvarez, Kahraman, Kocabağlı, Eren, & Şenel, 2002)

Estructura y Funciones del Tracto digestivo.

El tracto digestivo está abierto al ambiente externo y potencialmente expuesto a organismos y agentes tóxicos que son introducidos durante la ingesta. A lo largo del tracto, las células epiteliales se diferencian en una variedad de células con funciones especiales que incluyen la secreción de varios fluidos, electrolitos, enzimas, y en la molleja, el rompimiento físico de partículas. Las células forman una superficie semipermeable que permite selectivamente el paso de fluidos, electrolitos y nutrientes disueltos. Prescindiendo de sus funciones especializadas, cada célula epitelial en el tracto digestivo es parte de una barrera física continua que protege contra la entrada de materiales y organismos extraños hacia el torrente sanguíneo y otros órganos. La integridad de esta barrera protectora se rompe cuando algún organismo o agente tóxico daña las células epiteliales (Carcelén, Torres, & Ara, 2005).

En el intestino aviar, las vellosidades existen a todo lo largo del intestino delgado y grueso, disminuyendo de tamaño continuamente. La superficie de cada vellosidad está aumentada por muchas microvellosidades para facilitar la absorción.

Cada vellosidad está forrada con células epiteliales (enterocitos) que están diferenciadas de acuerdo a su localización en la vellosidad para absorber fluidos y nutrientes, secretar electrolitos y fluidos, regenerar y reemplazar células dañadas o aquellas que se hayan perdido. El moco que es secretado hacia la superficie epitelial lubrica el movimiento de digestión a lo largo del tracto digestivo. Es secretado por células epiteliales especializadas arreglada a manera de glándulas en la boca y esófago, y por células individuales caliciformes en el proventrículo e intestino delgado del ave (Carcelén, Torres, & Ara, 2005).

El moco no se secreta en la molleja, sin embargo, el producto de la digestión llega a aquellos órganos lubricados previamente. El moco es un material viscoso compuesto por agua y glicoproteínas. Protege a las células mucosas en el estómago e intestino del auto digestión causada por el ácido gástrico, pepsina y otras enzimas digestivas. El efecto protector del moco se evidencia por el incremento en la secreción en la superficie mucosa y en la hipertrofia de las células caliciformes en respuesta a estímulos nocivos. El moco es una de las barreras contra la invasión de bacterias y hongos. Se estima que para cada gramo de alimento ingerido, el intestino secreta cerca de 2 gramos de agua que facilitan la digestión y la absorción. El exceso de agua en el lumen es reabsorbido en el intestino grueso bajo, ciego y colon. El fluido en el intestino delgado superior, protege a las bacterias en suspensión y las acarrea cuesta abajo (Lede, Ghio, & Mentaberry, 2005).

Mecanismo de Defensa del Aparato Digestivo.

El tracto gastrointestinal del ave proporciona una amplia superficie en la que ocurre el contacto directo entre el huésped animal y una amplia variedad de sustancias ingeridas, incluyendo microorganismos patógenos y toxinas exógenas. El intestino permite la absorción de nutrientes

esenciales, como los aminoácidos, fuentes de energía, vitaminas, minerales, desde el intestino y el sistema circulatorio, previniendo al mismo tiempo la penetración de agentes patógenos. La óptima absorción de los nutrientes y una máxima protección en contra de microorganismos dañinos, únicamente puede ocurrir en un tracto intestinal saludable. Los mecanismos que no involucran el sistema inmunológico incluyen ácidos del estómago, como ácido clorhídrico, ácido láctico, sales biliares, enzima pancreática y peristólis. Los microbios normales no patógenos, que habitan el intestino mantienen a las poblaciones bacterianas en niveles que no son peligrosos (Thomson, Schoeller, Keelan, Smith, & Clandinin, 2000).

Cada segmento del tracto gastrointestinal tiene características únicas con respecto a su forma y su función. Sus niveles de pH (grado de acidez) también son variables por lo que cada segmento alberga diferentes tipos de bacterias.

La parte anterior o proximal del tracto gastrointestinal tiene un pH más bajo en el cual viven mejor los *Lactobacilos*, *coliformes* y *Streptococcus spp.*

En la porción distal, donde la acidez es menor, existen varios tipos de *Clostridium* y otros microorganismos. Pero esta difundida la idea equivocada de que todas las especies de *Clostridium* son nocivas, pero algunas de las que viven en el ciego son completamente inofensivas y, de hecho, desempeñan un papel importante para mantener el balance adecuado de la microflora.

Sin embargo, las cepas patógenas de *Clostridium* pueden causar inflamación de la pared intestinal produciendo *clostridiosis*, que puede conducir a enteritis necrótica, uno de los principales desafíos a que se enfrentan los pollos de engorde.

La *clostridiosis* se puede presentar desde tan sólo 2 semanas de edad, aunque el riesgo continúa hasta la 7a. semana de vida. Los brotes de esta enfermedad suelen estar relacionados con

coccidiosis mal controlada o bien con alimento de mala calidad, pues cualquiera de estos dos problemas puede causar inflamación del intestino (Pino & Dihigo, 2007).

Cuando existe presencia de inflamación ya sea por alimento de mala calidad o por coccidiosis los nutrimentos no se absorben en la porción anterior del intestino, por lo que llegan hasta secciones distales de este órgano donde son digeridos por bacterias anaerobias, que no siempre son de los tipos habituales. Esta situación produce el crecimiento exagerado de dichos tipos de bacterias, causando un desbalance de la microflora natural. Debido a la manera como los pollos digieren el alimento, es posible que una mezcla potencialmente dañina de bacterias emigre a otras partes del intestino (Schoeller, 2002).

Las levaduras en el aparato digestivo

Las levaduras son células eucarióticas que poseen una organización interna compleja. Una de las definiciones más aceptada es: “aquellos hongos, basidiomicetos o ascomicetos cuyo estado vegetativo es unicelular, que se multiplican por gemación o fisión, que pueden producir o no esporas durante su etapa sexual y que no han sido clasificados como otro tipo de hongos” (Spencer & Spencer, 1997a).

La composición bioquímica de las levaduras es variable. Numerosos investigadores coinciden en que el mayor porcentaje está representado por las proteínas, aunque difieren en el espectro de valores; Tacón (1989) informó que ellas contenían entre un 15% y un 30% de proteínas mientras que Otero (1999) significaba entre 40-60% y Brown et al. (1996) entre 25-37%. Estas proteínas están localizadas en su mayoría en el citoplasma celular y otra porción está integrada a los ribosomas, al núcleo, a la membrana y a la pared celular (Kreger-van, 1984)

El segundo componente mayoritario son los carbohidratos, los cuales según Brown et al. (1996) oscilan entre el 21% del peso seco en *Debaromyces hansenii* hasta el 39% en *Saccharomyces*

cerevisiae. Específicamente, estas células son ricas en beta-glucanos, los cuales, según Otero (1999), pueden conformar hasta el 4% del peso seco de las mismas. Los porcentajes lipídicos son bajos, entre un 4-6% del peso seco (Brown et al., 1996; Otero, 1999) y se acumulan básicamente en las estructuras membranosas. Los valores de los ácidos nucleicos para ARN oscilan entre 4-7% del peso seco y para ADN entre 0.05-0.32% (Brown, Barrett, Volkman, Nearhos, & Nell, 1996).

Desde hace cientos de años, las levaduras han sido utilizadas para la elaboración de pan y para la obtención de alcoholes a partir de la fermentación de disímiles substratos (Ogbonna, Tomiyama, & Tanaka, 1996). En la actualidad, el espectro de utilización de estas se ha ampliado enormemente debido a todas las potencialidades que este grupo posee y que sólo han podido ser conocidas gracias al avance científico y tecnológico alcanzado por la humanidad.

Pero el empleo de las levaduras no sólo se restringe a su uso como biofábricas capaces de transformar un substrato dado para crear un producto de interés para el hombre, sino que ellas han sido utilizadas directamente como fuente de alimento por su alto valor proteico. Un ejemplo de esto es la levadura *Saccharomyces cerevisiae* la cual ha sido probada en grupos como rotíferos (Nagata & Whyte, 1992), camarones (Roques & Dussert, 1991) y peces (Robertsen, Roerstad, Engstad, & Raa, 1990).

Esta es la especie de levadura más conocida dentro de las aproximadamente 500 especies reportadas por Kreger-Van Rij (1984) por su uso en las industrias panadera y cervecera. La versatilidad de productos de esta especie se debe a las características ligeramente diferentes de las cepas: aquellas cepas que posean una tolerancia mayor que lo normal al etanol son usadas en la elaboración de cerveza y las que toleren las altas concentraciones de azúcares son empleadas en la producción de panes (Pomper & Passwater, 2002). Sin embargo, esta especie ha sido aislada del

intestino de varias especies de peces marinos (Andlid et al., 1998,1999; Tovar et al., 2000) siendo esto una muestra de la diversidad de hábitat que poseen.

Dentro de las características generales de la especie vale señalar la complejidad de la pared celular, la cual está compuesta por tres capas: una exterior amorfa de mananos; una intermedia de beta-glucanos alcalo-solubles y una interna rígida de beta-glucanos alcalo-insolubles. Esta última brinda la rigidez y la configuración de la célula que generalmente es redondeada (Spencer & Spencer, 1997).

Levadura de Cerveza y su Efecto sobre las Variables Productivas

Este aditivo ha sido nuestra línea de investigación durante más de quince años. Efectivamente, este grupo de trabajo viene realizando distintas investigaciones incluyendo a *Saccharomyces cerevisiae* viva, desecada, en diferentes porcentajes y para todas las etapas de vida de los pollos de carne. Los objetivos de nuestras investigaciones fueron tratar de encontrar el menor aporte de este probiótico, que logre la mejor performance productiva y a la vez disminuir otros aditivos, de origen artificial, que se le pueden incorporar a las aves, de modo tal que se logre un producto más natural, como lo exige el consumidor actual.

Así, cuando se adicionó 0,6 % de Levadura de cerveza a una ración iniciador, se obtuvieron diferencias significativas tanto en la Ganancia de Peso como en la Conversión Alimenticia (Miazzo, et al., 1994). Igualmente, cuando esas aves recibieron 0,3 y 0,5 % de *Saccharomyces cerevisiae* en las raciones de iniciación y terminación entre los 18 y 50 días de vida, se vieron mejoradas las variables productivas mencionadas anteriormente (Miazzo et al., 1995) En otro trabajo, en pollos de carne, se observaron mejoras en la Ganancia de Peso y la Conversión, al incorporar 0,9 % de este aditivo, con respecto a 0,6% y control (Miazzo et al., 1997)

Coincidentemente, cuando se incluyó este aditivo a niveles de 0,1 ó 0,2 % de cultivo de Levaduras de Cerveza viva, adicionada en la dieta de pollos, las aves que habían recibido los mayores valores de este aditivo, mostraron mejor Ganancia de Peso, aunque no se encontraron variaciones en el peso de algunos órganos, como riñón, hígado, timo, bolsa de Fabricio ó de la canal, órganos que tuvieron iguales pesos a los controles (Churchil et al., 2000; Yang et al., 2007). En otra experiencia, cuando se le adicionó 1 y 2 % p/p de cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, en una dieta normal ó dieta con bajo nivel de proteínas (19,5 %) durante 49 días, se notaron efectos positivos en la performance productiva de las aves que recibieron dieta con bajo nivel proteico combinado con ambos niveles de este aditivo. (Kummprechtova et al., 2000). Igualmente, otros investigadores notaron que el agregado de cultivo de Levadura, a dosis de 0,08 %, mejoró las variables productivas en dietas con bajo nivel proteico, no sucediendo lo mismo cuando el agregado de este probiótico era de 0,16 o 0,32 % (Adeyuno et al., 2004).

Sin embargo, otros autores no encontraron cambios significativos entre las variables productivas de pollos de carne de 38 días, luego de agregar 0,1; 0,2 y 0,3 % de Levadura, presentada en polvo o granular, adicionada a la dieta (Geisare y Khalighipour, 2006). Coincidiendo con estos resultados, cuando se agregó un producto comercial conteniendo Levadura (115- Biogallindox) a dosis de 1 y 2 %, durante 49 días, en pollos de carne criados en ambiente controlado, no se detectaron cambios en las variables productivas de las aves, aunque se notó, en la dosis de 1 % de Levadura, una disminución en la mortalidad de las mismas (Karaoglu y Durdag, 2005).

Esta carencia de efectos positivos, observados en las últimas investigaciones, a diferencia de nuestros resultados, podrían deberse a las dosis, procesamiento y presentación de *Saccharomyces cerevisiae* utilizada. Efectivamente, en nuestras experiencias, observamos resultados positivos en la producción de los pollos de carne cuando las dosis de este aditivo eran de 0,3 % por lo menos, o

mayores. Sin embargo, en otra investigación se hace referencia a la combinación de bajas dosis de Levadura, (0,08 %) y bajos niveles proteicos, encontrándose resultados positivos en este caso y no cuando la dosis de aquel aditivo era mayor (0,16 ó 0,36%). Posiblemente, en este caso, el cultivo de la Levadura, que presenta un 40 % de proteína de buen valor biológico, cubrió la carencia de la dieta total, produciéndose un efecto diferente a lo esperado cuando los valores de este aditivo fueron dos o tres veces mayor. Inclusive se ha reportado en trabajos anteriores que el procesamiento industrial que sufre la Levadura, influye en su valor nutritivo. Efectivamente, no sólo puede variar el sustrato usado para su crecimiento sino que hay cambios durante el posterior proceso que sufre la misma, incluyendo la presentación, ya sea granulada o en polvo (Perdomo et al., 2004). Esto podría explicar la ausencia de resultados positivos encontrados por estos dos últimos autores, en contraposición de los resultados positivos encontrados por nuestro grupo de trabajo.

Levadura de Cerveza en Reemplazo del Núcleo Vitamínico- Mineral

Ante la ausencia de bibliografía sobre el tema, en los últimos cinco años, nuestro grupo ha investigado el reemplazo de parte del núcleo vitamínico mineral, de origen artificial, por Levadura, de origen natural, y su influencia sobre los parámetros productivos. Así, la sustitución de 0,05 y 0,1 % del núcleo vitamínico-mineral por 0,3 % de Levadura de cerveza comercial, tanto en dietas iniciadoras como terminadoras, aumentó la Ganancia de Peso y mejoró la Conversión Alimenticia de los pollos de carne, que habían recibido este aditivo (Peralta, Miazzo, & Nilson, 2008). En otra investigación, el reemplazo de 2/3 del premix vitamínico mineral por 0,15 y 0,30 % de Levadura, en una dieta terminadora, mejoró las variables productivas, sobre todo en las aves que recibieron la dieta con mayor porcentaje de Levadura. Cuando se sustituyó la mitad del núcleo vitamínico mineral por 0,15 % y 0,30 % de *Saccharomyces cerevisiae*, en dietas de parrilleros terminador, las aves que recibieron

mayores % de este aditivo tuvieron más Ganancia Media Diaria y fueron más eficientes que los otros dos grupos (Control y 0,15 % de Levadura) (Peralta, Miazzo, & Nilson, 2008).

Afirmando los resultados encontrados en estas experiencias, la adición de *Saccharomyces cerevisiae*, en la dieta de pollos de carne, no sólo sirvió como probiótico, sino que por la presencia algunos componentes del complejo B, pudo sustituir 1/3 del núcleo vitamínico mineral, obteniéndose buenos valores en la producción, y además es un producto de origen natural. Esto sería un aporte al descenso en el costo de producción de pollos de carne, mejorando tanto la productividad como la calidad de la canal.

Levadura de Cerveza y su Combinación con otros Prebióticos.

El uso de enzimas y probióticos en la alimentación de animales monogástricos ha despertado el interés de varios investigadores en los últimos años. La adición de probióticos está relacionado básicamente con una mejora del estado de salud del ave, siendo considerados como biorreguladores del tracto intestinal, con acción preventiva o curativa (Barros et al., 2007)

Diferentes investigaciones se refieren a la comparación del efecto de diferentes probióticos ó prebióticos, ó la combinación de ellos, sobre la producción. Por ejemplo, la adición de *Saccharomyces cerevisiae* (36×10^7 /g), *Lactobacillus* (30×10^4 /g) ó mananoligosacáridos (1 g/kg de alimento), mejoró la Conversión Alimenticia de los pollos que recibieron sobre todo este aditivo, lográndose mejor peso vivo de las aves tanto a los 14, 28 y 48 días de vida (Upendra & Yathiraj, 2003).

También se ha investigado la combinación de Levadura de Cerveza, (a dosis de 1,5; 3 y 6 g/kg) y niveles subterapéuticos de antibióticos (penicilina, tilosina o neoterramicina, adicionada 150 mg/kg) en dietas con alta concentración de fibra (250 g/kg) ó baja proteína (180 g/kg). Los resultados mostraron que las dietas que contenían este aditivo, en sus distintos porcentajes y con diferentes

concentraciones de fibra y proteína, mejoraron el Índice de Conversión, el Peso Corporal y de la Canal y redujeron la Grasa Abdominal (Onifade et al., 1999) En otra experiencia, se midieron las variables productivas en pollos de carne que recibieron *Saccharomyces cerevisiae* (0,2 %/kg de alimento) con flavomicina, (2 g/kg,) durante 37 días. Los mejores resultados en Conversión y Ganancia de Peso, los encontraron en las aves que habían recibido el antibiótico, usado como promotor de crecimiento, luego en las que recibieron la Levadura, con respecto al control (Celyk K. D., 2001).

En otra investigación, se adicionó *Saccharomyces cerevisiae*, a pollos de carne, en dosis de 0,15; 0,45 y 0,60 %, antibióticos (olaquinox y bacitracina con Zn) ó la combinación de ambos durante 42 días, midiéndose las variables productivas y no se evidenciaron diferencias en las aves entre los tratamientos, excepto la mezcla de Levadura (0,15 %) con antibiótico que mejoraron la ingesta y Ganancia de Peso de los pollos de carne (Franco, Pedroso, & Grigoletti, 2005).

Estos resultados en conjunto estarían indicando que se podría potenciar el efecto de la Levadura, a través de su combinación con distintos antibióticos, actuando sobre todo a nivel intestinal, controlando la flora microbiana presente. Inclusive en estos resultados, se evidenciaron que con menores dosis de Levadura, mezclada con antibiótico, se lograron resultados positivos. Sin embargo, no se tuvo en cuenta la presencia de residuos en la canal, tema que está siendo controlado actualmente en diversos países del mundo, a fin de ofrecer una carne de mejor calidad a un consumidor cada vez más conocedor y exigente (Franco, Pedroso, & Grigoletti, 2005).

Levadura de Cerveza y su Repercusión sobre la Calidad en la Canal.

En cuanto a la calidad de la canal y teniendo en cuenta que el consumidor demanda, cada vez más, una carne de aves con altos tenores proteicos y bajos niveles de grasa, varios investigadores trataron de mejorar este aspecto productivo agregando distintos nutrientes, sobre todo productos de origen natural, como *Saccharomyces cerevisiae*.

Miazzo et al (2005) al reemplazar 2/3 del núcleo vitamínico-mineral por 0,3 % de este aditivo, en pollos en terminación, detectaron una tendencia en la mejora del Peso de la Pechuga, los Muslos y una reducción significativa de la Grasa Abdominal, en las aves que consumieron la Levadura. Cuando se reemplazó la mitad el núcleo vitamínico mineral por 0,15 y 0,30 % de este probiótico en dietas iniciadora y terminadoras, se observó sólo disminución en la Grasa Abominal y una tendencia a mejora en la deposición de pechuga y muslos de las aves (Miazzo, Peralta, Reta, Hurras, & Picco, 2001)

Pared Celular, Extracto de Levadura y Productos Comerciales con Levadura

En un intento por mejorar la utilización de este probiótico, en los últimos cinco años, las investigaciones a nivel mundial, se han orientado a verificar los efectos de cada uno de los componentes de *Saccharomyces cerevisiae*. Uno de los procesamientos más comunes incluye la realización de autólisis, y por acción de enzimas endógenas, se rompe la Pared celular y se libera el protoplasma, obteniéndose entonces Extracto (E) y Pared celular (PC) (Perdomo, Vargas, & Campos, 2004)

La PC de la Levadura está compuesta principalmente de complejos de polímeros de β -glucanos, α -mananos, manoproteínas y en menor cantidad quitina. Los mananos y manoproteínas representan el 30-40 % de la pared celular y determinan las propiedades de la superficie celular (Smith G. , Kapteyn, Eno, & Klis, 1999). Se ha investigado ampliamente las funciones de estos componentes, y se llegó a la conclusión que los glucomananos fosforilados, tienen dos funciones básicas, ampliamente relacionadas: Influir en la ecología microbiana del intestino y actuar sobre el sistema inmune. En el intestino, actúan seleccionando la presencia de algunas bacterias y eliminando otras, que son nocivas para el ave. Por ejemplo, los patógenos con fimbrias tipo 1-específicas de manosa, como *Escherichia coli* y *Salmonella*, son atraídos por los mananos y se unen inmediatamente

con el carbohidrato en vez de atacar las células epiteliales del intestino del ave (Spring et al., 2000; Pérez-Sotelo et al., 2005). En el sistema inmune, ayudan a proteger a los pollos de carne de los microorganismos (Celyk, Denly, & Savas, 2003).

Además de la mejora en el crecimiento, hay investigaciones que mostraron que enriquecer la dieta con *Saccharomyces cerevisiae*, durante 35 días, ya sea entera (0,5 %), o su pared celular (0,3 %) o extracto de la misma (0,3 %), podría aumentar favorablemente la calidad de la carne de las aves, aumentando la terneza y la estabilidad oxidativa de la misma (Zhang, Lee, Lee, An, Song, & Lee, 2005). Coincidiendo parcialmente con estos resultados, en otra investigación se estudió los efectos de la adición de Levadura total (LT), su pared celular (PC) y extracto (E), a niveles de 0,5; 0,15 y 0,25 % durante 5 semanas y se encontró que el agregado de Levadura no afectó las variables productivas ni la morfología del ileon, sin embargo disminuyó el nivel de colesterol sérico en los pollos de carne (Lee B. Z., 2005). Igualmente, en una investigación comparativa del valor nutritivo de la Levadura de Cerveza, y de sus derivados E y PC, realizada en aves adultas, permitió inferir que se obtendrían mejores índices de productividad en aves que recibieron el E que con la LT. Sin embargo, usando el E solamente, se perderían los efectos beneficiosos que aporta la PC (disminución de la colonización de algunas enterobacterias y favorecimiento del cambio morfológico en la mucosa intestinal de los pollos de carne) aun cuando dicha pared no representa un valor nutricional por si misma (Perdomo, Vargas, & Campos, 2004).

Una serie de estudios determinaron que un complejo comercial de carbohidratos y mananoligosacáridos, (BioMos, Alltech, Inc) derivados de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*, administrado a pollos de carne en la dieta, trae efectos beneficiosos. Por ejemplo, cuando le adicionaron dicho complejo durante las seis primeras semanas de vida, a razón de 0,5g, 1 g y 2 g, y una combinación de los tres (2 g en la 1er. Semana, 1 g en la 2da. Semana y 0,5 g en la 3er. Semana).

Se encontró un mejor crecimiento en las aves más jóvenes, que habían recibido dosis mayores de Levadura, reduciéndose el efecto en las aves mayores y con menor o sin la adición de este probiótico. En ese mismo grupo de pollos, estos investigadores notaron un aumento en la digestibilidad de nutrientes en el intestino y aumento en el tamaño de las vellosidades de aquel órgano (Yang et al., 2007). Otros autores, observaron efectos positivos tanto sobre el sistema inmune como sobre el aparato digestivo de las aves, luego de adicionar el complejo derivado de *Saccharomyces cerevisiae* mencionado más arriba. Sobre el sistema de defensa, estimula la actividad de macrófagos y aumenta la inmunidad mediada por células y humoral. En la estructura intestinal, por su parte, aumenta el área de superficie de absorción de los nutrientes y también disminuye la resistencia a antibióticos (Cruickshank, 2002).

En otra experiencia, se adicionó un complejo comercial de Levadura, fructuooligosacáridos y factores de crecimiento de *Lactobacillus* (Biopro I[®]) y cultivo de Levadura (Yea-Sacc[®]), ambos agregados a dosis de 0,5 y 0,1 % en la dieta de pollos de carne durante 42 días, mejorando el peso vivo de las aves que recibieron estos aditivos (Ignatova y Stanchv, 2002). Igualmente, en otra investigación, se adicionó 0,5; 1 ó 1,5 % de PC de Levadura, un antibiótico (Avilamicina, 0,01 %) o la combinación de ambos, en dietas de pollos de carne, durante 49 días. Se detectó que las aves que habían recibido la combinación de ambos probióticos tuvieron los mejores valores para las variables productivas, luego las aves que recibieron el agregado de PC (Menocal J. , González, Coello, Estefan, & García, 2005).

Características del Pollo Broiler

La producción de pollo Broiler ha tenido un desarrollo importante, especialmente en climas templados y cálidos, debido a su alta rentabilidad, buena aceptación en el mercado, facilidad para

encontrar muy buenas razas y alimentos balanceados de excelente calidad que proporcionan aceptables resultados en conversión alimenticia.

En avicultura industrial, cuando se habla del pollo "Broiler" (ave joven procedente de un cruce genéticamente seleccionado para alcanzar una alta velocidad de crecimiento), se pretende definir a un tipo de ave, de ambos sexos, cuyas características principales son su rápida velocidad de crecimiento, la formación de unas notables masas musculares, principalmente, en la pechuga y las extremidades, lo que le confiere un aspecto "redondeado", muy diferente del que tienen otras razas o cruces de la misma especie. Gran parte de la adaptabilidad del pollo Broiler tiene que ver con su voraz apetito, y con su capacidad para adecuar sus respuestas productivas a un rango de situaciones alimenticias (Castello, Franco, Garcia, Pontes, Vaqueriz, & Villegas, 1991).

Empleo de Probióticos en los animales.

En la producción animal se persigue siempre conseguir una buena situación sanitaria y un buen rendimiento en carne para obtener resultados económicos rentables. Se sabe que hay una relación directa entre el funcionamiento del tracto intestinal y la tasa de crecimiento, índice de conversión y diversas enfermedades. Para evitar las enfermedades, se somete a los animales a tratamientos de antibióticos o quimio-terapéuticos, capaces de eliminar no solo a los elementos patógenos sino también a la flora bacteriana necesaria para el buen funcionamiento del aparato digestivo (Lozano, 2002).

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, Torres, & Ara, 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 (probióticos y prebióticos) como herramienta médica en el tratamiento de enfermedades digestivas (Nava & Davila, 2004).

Antibióticos en la Avicultura.

El uso de antibióticos en la crianza de animales destinados a la alimentación es una práctica común desde hace 60 años. Los antibióticos son sustancias que impiden el desarrollo y la actividad de ciertos microorganismos especialmente patógenos, es decir, microorganismos capaces de producir una enfermedad, antibióticos aplicados por los productores generalmente al agua para que su efecto sea lo más inmediato.

Cuando se les administra antibióticos a los animales, pueden surgir bacterias resistentes y multiplicarse en el tracto intestinal del animal, al igual que sucede en los humanos cuando se usan los antibióticos para tratar infecciones.

El empleo indiscriminado de estos productos puede acompañarse de complicaciones tales como reacciones alérgicas, súper infecciones, retrasos en la identificación del germen causal; quizás, una de las complicaciones más importantes es la aparición de gérmenes antibiótico-resistentes que a su vez, crea la necesidad cada vez mayor de nuevas drogas.

La utilización de antibióticos trae consigo efectos secundarios como es el daño de la flora gastrointestinal, por lo tanto, los animales son sensibles a contraer enfermedades. Además, la industria farmacéutica no es capaz de desarrollar antibióticos, suficientemente efectivos que compitan con el desarrollo de la resistencia microbiana (Castro, 2002).

Los beneficios económicos del uso de antibióticos que promueven el crecimiento y reducen los requerimientos de alimento en la producción intensiva de animales, ha sido significativo, esto se ha evidenciado desde su introducción hace aproximadamente cincuenta años. Conjuntamente con los avances en conocimiento para el mejor alojamiento animal, el control de enfermedades y en la nutrición, el uso de antibióticos es una de las vías para mejorar la productividad (González & Valenzuela, 2016).

Residuos de Antibióticos Presentes en los Productos Alimenticios.

Aunque han surgido dudas acerca de los residuos de antibióticos presentes en los alimentos, existen controles regulatorios gubernamentales y su cumplimiento por parte de veterinarios y productores han disminuido la aparición de residuos volátiles. Las regulaciones incluyen un tiempo específico para cada antibiótico utilizado para garantizar que se ha eliminado suficiente cantidad de antibióticos del sistema del animal antes de que su carne entre en abastecimiento alimentario (Carcelén, Torres, & Ara, 2005).

Los residuos de cualquier medicamento veterinario, en general, son sustancias farmacológicamente activas (ya sean principios activos, excipientes o bien productos de degradación y metabolitos) que permanecen en los productos alimenticios obtenidos a partir de animales a los que se les ha administrado el medicamento veterinario. La localización de estos residuos es variable. El tejido muscular y la grasa son los lugares preferentes, aunque también se han identificado en los tejidos menos consumidos como son el hígado o el riñón. La toxicidad de estos residuos varía desde la inocuidad hasta presentar consecuencias clínicas, hematológicas, bioquímicas, anatómo-patológicas o incluso, causar la muerte. La desaparición de estos residuos puede ser rápida no dejando restos, o muy pocos, en los tejidos comestibles (Carcelén, Torres, & Ara, 2005).

Alternativas para Reemplazar Promotores de Crecimiento.

En nutrición animal existen otros aditivos utilizados como promotores de crecimiento alternativos. Éstos presentan una mayor seguridad pero en ningún caso pueden llegar a tener los efectos que se derivan del empleo de antibióticos en alimentación animal. Por tanto, no pueden definirse como sustitutos de los mismos. Como promotores alternativos se destacan las enzimas, los acidificantes orgánicos, los microminerales, las vitaminas (principalmente las relacionadas con la prevención de procesos oxidativos y de protección tisular), los cultivos y los probióticos (mejoran los procesos digestivos, los oligosacáridos (azúcares complejos no desdoblados por el sistema enzimático animal), aceites esenciales y los extractos vegetales (con marcado carácter antimicrobiano) así como otros aditivos de carácter diverso (Díez, y otros, 1999).

Tabla 4

Aditivos Promotores Del Crecimiento Alternativo a los Antibióticos.

1. Enzimas	b-glucanasas, fitasas, xilanasas y en menor medida oligosacaridasas, amilasas, proteasas y celulasas.
2. Acidificantes Orgánicos	Acido fórmico, Acido propiónico y láctico, otros ácidos bien puros o en forma de sales, solos o en diferentes combinaciones.
3. Microminerales	Levaduras, bacilos, hongos, lactobacilos y bifidobacterias.
4. Vitaminas	
5. Cultivos y probióticos	Levaduras, bacilos, hongos, lactobacilos y bifidobacterias.
6. Oligosacáridos	Oligofructanos y galactomananos.
7. Aceites Vegetales Y Extractos Vegetales	Rutáceas, orégano y ajo.
8. Otros De Carácter Diverso	Inmuno-estimulantes, hepato-protectores, sustancias tampón, reguladores metabólicos, donantes de grupo metilo, emulsionantes, productos emulsionados, materias primas ricas en inmuno-globulinas.

Nota. (Díez, y otros, 1999).

Biotechnología y Suplementos Dietarios.

Actualmente hay muchos suplementos alimentarios y aditivos usados en nutrición animal con eficacias variables. La mayoría están dirigidos a mejorar la calidad de la carcasa mientras se mantiene o mejora la eficiencia de alimentación.

Las dietas pueden ser suplementadas con vitaminas, antioxidantes, aminoácidos, ácidos grasos, enzimas, antibióticos, prebióticos y probióticos para mejorar la flora intestinal, y hormonas de crecimiento. Estos aditivos alimentarios pueden ser producidos por una amplia gama de técnicas que involucran desde fermentación hasta síntesis química, y algunos se basan en la aplicación de la ingeniería genética.

Diferentes antibióticos han sido utilizados ampliamente como promotores de crecimiento. Actualmente se trabaja en el uso de promotores de crecimiento alternativos como los probióticos, levaduras, oligosacáridos específicos y ácidos orgánicos. (González 2008)

Los probióticos, cultivos microbianos vivos, supuestamente se establecen en el tracto digestivo donde pueden impedir la proliferación de microorganismos patógenos, al impedir que se adhieran a la pared intestinal. Los oligosacáridos y las levaduras tienen probablemente el mismo modo de acción.

Los probióticos son una de las grandes contribuciones de la biotecnología que ha permitido crear alimentos funcionales para el consumo humano. Pero sus beneficios pueden incorporarse igualmente a la dieta de los animales de granja. Científicos de han desarrollado métodos económicos para elaborar sustancias probióticas que se incorporan a la dieta de pollos y pavos, para prevenir que infecciones patógenas pasen a la cadena alimentaria, perjudicando la salud de los consumidores. Seleccionaron varias bacterias intestinales que podrían proteger a los pollos vivos contra salmonellas,

Campylobacter y otros patógenos. Los alimentos probióticos estimulan el metabolismo de las sustancias prebióticas que alimentan a las bacterias beneficiosas y modifican la composición de la microflora intestinal impidiendo que los patógenos conquisten la flora intestinal (Lede, Ghio, & Mentaberry, 2005).

Importancia del Uso de Microorganismos Nativos.

El conocimiento de que el uso de probióticos puede sustituir las terapias con antibióticos como métodos menos agresivos, ha dado como resultado una nueva visión en la industria farmacéutica, al contemplar una tecnología global, desde el aislamiento de probióticos de ecosistemas específicos, tales como un hato o región geográfica, seleccionar y caracterizar a las bacterias responsables de la acción probiótica, producirlas a escala industrial, procesarlas y reintroducirlas a la dieta animal. En muchos casos, el uso no selectivo de probióticos distribuidos por casas comerciales ha dado como resultado una muy baja o nula eficiencia en el aumento de la producción, esto debido probablemente a que los probióticos adquiridos proceden de otras regiones geográficas o incluso de otras especies animales (Rosmini, y otros, 2004).

El uso de microorganismos autóctonos con capacidad probiótica es una herramienta alternativa para el tratamiento y prevención de algunas patologías animales. La eficacia de las cepas seleccionadas debe ser comprobada antes de que éstas sean suministradas a los animales. Para ello, utilizan una serie de criterios que permiten determinar in vitro algunas propiedades probióticas. Es conveniente que el inóculo a utilizar en los animales esté formado por una mezcla de varias cepas, de forma que entre ellas puedan complementar sus efectos expresando sus propiedades probióticas en forma sinérgica (Frizzo, 2007).

El uso de este tipo de bio-preparados a partir de cepas nativas de levaduras puede ser una alternativa válida, ya que disminuiría la producción a gran escala menos dependiente de productos importados que generan mayor inversión.

Una vez establecida, la microbiota gastrointestinal normal está compuesta por dos grupos: la microbiota indígena y la microbiota transitoria. La microbiota indígena de una determinada especie animal está constituida por microorganismos que habitan en todos los integrantes de esta comunidad.

La microbiota indígena es la que mayor impacto tiene cuando se caracteriza a su ecosistema (Rosmini, y otros, 2004).

Alimento Funcional.

Los sistemas de producción animal se caracterizan por una alta intensidad productiva, en los que frecuentemente se adicionaban antibióticos en la dieta como aditivos promotores del crecimiento. Sin embargo, su uso continuo provocó el desarrollo de cepas patógenas resistentes y efectos residuales en los alimentos (carne, leche, huevo), lo que afecta a su consumo por el hombre. Además, su empleo provoca daños en el equilibrio ecológico de la biota gastrointestinal, por lo que predispone a los animales a contraer enfermedades. Es por ello que desde el año 2006, en la Unión Europea y otros países del mundo, quedó prohibido el empleo de antibióticos para estos, lo que generó un panorama de mayor incertidumbre y la necesidad de buscar nuevas alternativas seguras e inocuas, pues se ha tomado conciencia de que la seguridad de los alimentos de origen animal empieza por la seguridad de los alimentos para los animales, incluidos los aditivos (Rosmini, y otros, 2004).

Existen productos comerciales que regulan la biota bacteriana intestinal, permitiendo la sustitución de los antibióticos como aditivos promotores del crecimiento. Un ejemplo de ello lo constituyen los probióticos, los cuales se encuentran en el grupo de los alimentos funcionales. En la

nutrición animal es cada vez más creciente el empleo de estos aditivos por los efectos beneficiosos que ejercen en la salud y el comportamiento productivo (Nava & Davila, 2004).

Aunque es necesaria una mayor difusión de la información para promover su utilización y lograr grandes impactos positivos en los sistemas de crianza, lo que permitirá optimizar la calidad de las producciones.

Los alimentos funcionales más relevantes y sobre los que recae la más sólida evidencia científica son:

- ◆ Probióticos, microorganismos vivos representados fundamentalmente por los derivados lácteos fermentados.
- ◆ Los prebióticos, como los fructanos tipo inulina, son el sustrato trófico de los probióticos y potenciales selectores de la flora colónica.
- ◆ La asociación de un prebiótico y un probiótico se denomina simbiótico.

Características Principales.

Los alimentos funcionales son aquellos que afectan positivamente a una o más funciones del organismo, para mantener un estado confortable y saludable o la reducción del riesgo de enfermedades. Existen evidencias basadas en la literatura científica que ubican a los probióticos con efectos funcionales (Gómez, 2003).

Los probióticos se consideran aditivos alimentarios formados por microorganismos vivos que tienen efectos beneficiosos en la salud del hospedador.

Deben reunir las siguientes características:

- No ser sensibles a las enzimas gastrointestinales.
- Ser estables frente a ácidos y bilis y no conjugarse con las sales biliares.

- Poseer capacidad para adherirse a las superficies epiteliales.
- Sobrevivir en el ecosistema intestinal.
- Producir sustancias antimicrobianas.
- Tener capacidad de crecimiento rápido en las condiciones del intestino grueso.

Entre los microorganismos más utilizados para estos fines se encuentran diferentes especies de bacterias: *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. casei*, *L. bulgaricus*, *L. reuteri*, *L. plantarum*), *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. animalis*) y levaduras, fundamentalmente del género *Saccharomyces* (Gómez, 2003).

Modo de Acción.

Se han propuesto varios mecanismos de acción de los probióticos, entre ellos se encuentran: la reducción del pH intestinal, debido a los ácidos generados por los microorganismos probióticos, lo que evita la proliferación de los patógenos; alteración del metabolismo microbiano y del hospedador; y estimulación de la respuesta inmunitaria (González & Valenzuela, 2016).

En el transcurso de las últimas décadas se han realizado grandes esfuerzos encaminados a mejorar la productividad animal. El objetivo principal era obtener una mayor tasa de crecimiento y un mejor índice de conversión. Sin embargo, en los últimos años ha adquirido mucha importancia el bienestar y salud de los animales, poniendo gran atención al medio ambiente y un mayor enfoque hacia las condiciones de alojamiento, composición del pienso y su manejo, donde la utilización de probióticos como aditivos promotores del crecimiento tiene un papel fundamental (Fernández & Burneo, 2017).

Tabla 5

Modo de Acción de los Probióticos.

Efectos.	Mecanismos.	Referencias.
Acción hipolesterolémica.	Generación o producción de ácidos grasos de cadena corta que inhiben la enzima HMG-CoA reductasa. Inhibición de la absorción de micelas de colesterol. Aumento de las sales biliares desconjugadas. Producción de sustancias antimicrobianas: ácidos orgánicos, H ₂ O ₂ , bacteriocinas Competencia por nutrientes.	Taranto et al (2000) Kiebling et al (2002)
Supresión de microorganismos patógenos	Competencia por los sitios de adhesión.	Sánchez (2002)
Alteración del metabolismo microbiano y del hospedador	Estimulación o producción de enzimas que intervienen en la digestión. Reducen la producción de sustancias tóxicas. Sintetizan vitaminas y otros deficientes en la dieta.	Camargo (2002) Nomoto (2000) Brizuela et al (2002)
Estimulación de la respuesta inmunitaria del hospedador	Estimulan las células inmunes o competentes. Generan altos niveles de inmunoglobulinas.	Roberfroide (2000) Amigo (2000)

Nota. (Rosmini, y otros, 2004)

Aditivos zootécnicos.

Es cualquier aditivo utilizado para influir positivamente sobre la productividad de los animales sanos o sobre el medio ambiente. Son los potenciadores de la digestión y los estabilizadores de la flora como tenemos: probióticos, prebióticos (McDonald, Edwards, Greenhalgh, & Morgan, 2002).

➤ Probiótico: consiste en el suministro directo de microorganismos beneficiosos viables para conseguir una población estable de bacterias beneficiosas que controlen las poblaciones bacterianas patógenas como *E. coli*, *Clostridium* o *Salmonellas*.

➤ Prebiótico: Son ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos beneficiosos estimulando selectivamente el crecimiento y la actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del hospedero.

➤ Simbiótico: La combinación de prebióticos con probióticos se ha definido como simbiótico, la cual beneficia al huésped mediante el aumento de la sobrevivencia e implantación de los microorganismos vivos de los suplementos dietéticos en el sistema gastrointestinal (Palou, 2000).

Integridad Intestinal.

Definición.

Se define como el funcionamiento óptimo del tracto intestinal 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 simbioses, ponen a disposición del hospedador su capacidad de síntesis (proteínas y vitaminas) y de ruptura celular (celulólisis). 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. El tracto intestinal es uno de los factores principales del desempeño y rentabilidad las aves, la integridad intestinal es fundamental para tener una producción rentable (Drisko, Giles, & Bischoff, 2008).

El TGI de los pollos aloja numerosas especies bacterianas. 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 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 (Milian, 2005).

Existen al menos 400 especies bacterianas en el TGI, de los 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 (Milian, 2005).

Funciones y Equilibrio de la Flora Intestinal.

Los 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. (Quinteros 2008).
- 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 normalmente inofensivos debido a los múltiples mecanismos de defensa que las bacterias ponen en juego (Salvador F 2009).

Factores Que Influyen En La Salud Intestinal.

Según García (2000), son:

a. **Barreras físicas:** La integridad intestinal se ve comprometida cuando la pared de la mucosa es dañada, las células epiteliales afectadas o destruidas, el suministro vascular interrumpido o el sistema inmune comprometidos.

b. **Factores estresantes:** El equilibrio intestinal también se puede ver alterado por factores de estrés como manejo inadecuado o defectuoso y transportación, sobrepoblación, cambios bruscos del medio ambiente, vacunaciones, etc.

c. **Factores de la dieta:** Deficiencias nutricionales debido a: desbalance de la fórmula, mal manejo del grano, alta carga bacteriana en el alimento y micotoxinas, que afectan la salud intestinal.

d. **Toxinas del alimento:** Las toxinas del alimento y tóxicos también afectan la integridad intestinal.

e. **Micro flora intestinal:** El equilibrio en la microflora intestinal permite una óptima integridad intestinal. Las bacterias útiles (*Lactobacillus acidophilus*, *L. vulgaris*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, *Bacillus sp*) juegan un papel importante en el control de la flora y estimulan el desarrollo de la pared intestinal.

f. **Deformidad del pico:** Una deformidad del pico evita un consumo adecuado de alimento y puede causar daño al desarrollo intestinal.

g. **Estado sanitario:** Enfermedades como la Coccidiosis y cólera aviar afectan severamente la integridad intestinal. Los virus, hongos bacterias, parásitos y toxinas pueden ser la causa.

Según Santamaría (2004), cuando nacen los polluelos su intestino prácticamente está estéril, desarrollándose su flora intestinal durante las primeras semanas de vida, donde predominan bacterias del género *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, esta flora autóctona es específica y está determinada por las condiciones físicas y químicas existentes en su aparato digestivo. Por esta razón es importante el uso de probióticos para desarrollar en el ave una colonización microbiológica efectiva del tracto digestivo.

Uso de aditivos.

Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. (2008), menciona que los aditivos son utilizados para mejorar la eficiencia alimenticia, promover la tasa de crecimiento de cerdos y prevenir enfermedades.

Estos aditivos deben ser usados de acuerdo a las recomendaciones y regulaciones establecidas por los fabricantes para asegurar la inocuidad del producto, ya que el uso inadecuado de éstos pone en riesgo la integridad de la carne.

Actualmente, sólo se incorporan sustancias o aditivos registrados, los cuales ejercen una acción moduladora de la población microbiana o directamente un efecto antimicrobiano (Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. 2008). Entre estas sustancias se encuentran: acidificantes, probióticos, prebióticos, enzimas, extractos de plantas o inmunomoduladores en general.

Entre los aditivos más utilizados como alternativa al uso de antibióticos usados como promotores del crecimiento, están los probióticos (cepas microbianas que se incorporan directamente a la dieta) y los prebióticos (inulina y fructooligosacáridos), que ejercen un efecto directo o indirecto sobre la microflora intestinal (Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. 2008).

Algunas buenas prácticas en el manejo de los aditivos son las siguientes:

- Seguir las recomendaciones de uso del fabricante del aditivo.
- Seguir las recomendaciones del tiempo de retiro del producto antes del sacrificio de los animales, para asegurar que todos los tejidos susceptibles de consumo humano, no presente residuos a niveles potencialmente tóxicos.
- Se recomienda almacenar todos los aditivos usados en el sistema de producción en un anaquel bajo llave bien identificado.
- Se recomienda buscar proveedores de ingredientes que tengan implementado un programa de buenas prácticas de manufactura.

Cantidad microbiológica del alimento.

Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. (2008), indica que la calidad microbiológica del alimento para consumo animal está directamente relacionada con la calidad de las materias primas utilizadas en la formulación, incluyendo, la calidad del agua, las condiciones de las instalaciones y manejo de fauna nociva en la granja.

Además Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. (2008) comenta que, cuando el alimento es adquirido ya preparado, es recomendable que el proveedor cumpla con una serie de detalles importantes, para que se puedan tomar medidas preventivas y/o correctivas, al momento de proporcionar el alimento a los animales:

- Si cuenta con un sistema de buenas prácticas de manufactura establecido.
- La información que será incluida en la etiqueta (ingredientes y sus características, su composición debe ser acorde con lo indicado en la etiqueta, aditivos, caducidad).
- Resultados del control de calidad bromatológica y microbiológica del producto terminado.
- Control de plagas y fauna nociva.

Efecto del consumo de alimento sobre el crecimiento y aumento de peso.

Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. (2008), manifiesta que en experimentos de nutrición en los que se ha usado una ración mal equilibrada, han dado resultados en los cuales los puercos sólo aumentaron media libra al día, mientras que aquellos que recibían una ración bien equilibrada en todos sus principios nutritivos, obtenían aumentos diarios de libra y media. En todas las comunidades del Sur existen cerdos, que requieren de 12 a 14 meses, para obtener un peso de 90 kilos. Estos mismos animales, mediante prácticas adecuadas de alimentación, pueden llegar a los 90 kilos, en un lapso menor a los seis meses.

Una ración equilibrada se define como el suministro de todos los elementos nutritivos necesarios para alimentar adecuadamente a un animal o grupo de animales. Sin embargo, en la práctica no hay ninguna ración única, sino que la ración varía con la edad y el peso del cerdo. Es probable que un costo extra en complemento sea económicamente beneficioso en el caso de marranas de preñez y marranos de engorde (Gómez, Vergara, & Argote, 2008).

Efecto del costo de la alimentación en la producción.

Insuasti, A. Vergara, D. y Argote, F. (2008), explica que algunos alimentos cuestan más que otros, mientras que otros; requieren más trabajo en las labores agrícolas y la cosecha. Esto significa que el ganadero para poder tener éxito debe considerar minuciosamente el costo del alimento que va a comprar o producir. El alimento más barato no siempre es el que produce más ganancia. Los alimentos y el programa de alimentación que producen las mayores ganancias en un rancho dado, son los que se deben usar. Estos factores se pueden determinar por medio de un estudio adecuado.

Antibióticos promotores de crecimiento

Carro, M. y Ranilla, M. (2002) indica que los aditivos son usados rutinariamente en la alimentación animal con tres fines fundamentales: mejorar el sabor u otras características de las materias primas, piensos o productos animales, prevenir ciertas enfermedades, y aumentar la eficiencia de producción de los animales.

Carro, M. y Ranilla, M. (2002) menciona que el rango de aditivos utilizados con estos fines es muy amplio, ya que bajo este término se incluyen sustancias tan diversas como algunos suplementos (vitaminas, provitaminas, minerales, etc.), sustancias auxiliares (antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc.), agentes para prevenir enfermedades (coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas) y agentes promotores del crecimiento (antibióticos, probióticos, enzimas, etc.).

Dentro del grupo de los aditivos antibióticos están aquellos que se utilizan como promotores

del crecimiento de los animales (APC), y que también son denominados "modificadores digestivos" (Carro & Ranilla, 2002)

Los APC son unos de los aditivos más utilizados en la alimentación animal. Según un estudio de la Federación Europea para la Salud Animal. Los APC provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traducen en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso (Carro & Ranilla, 2002).

Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica (Carro & Ranilla, 2002).

Los APC también producen modificaciones en el tracto digestivo, que suelen ir acompañadas de cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos), reducciones en el ritmo de tránsito de la digesta, aumentos en la absorción de algunos nutrientes (p.e. vitaminas) y reducciones en la producción de amoníaco, aminos tóxicos y a –toxinas (Carro & Ranilla, 2002).

Todos estos cambios producen un aumento de la eficiencia del metabolismo energético y nitrogenado en el rumen y/o en el animal (Carro & Ranilla, 2002).

Todo ello se traduce en beneficios tanto para el consumidor, a través de una reducción del precio de los productos animales, como para el medio ambiente. Sin embargo, estos efectos de los APC son menos acusados, llegando a ser incluso imperceptibles, cuando los animales que los reciben se encuentran en condiciones de higiene y manejo óptimas (Carro & Ranilla, 2002).

Capítulo III

Materiales y métodos

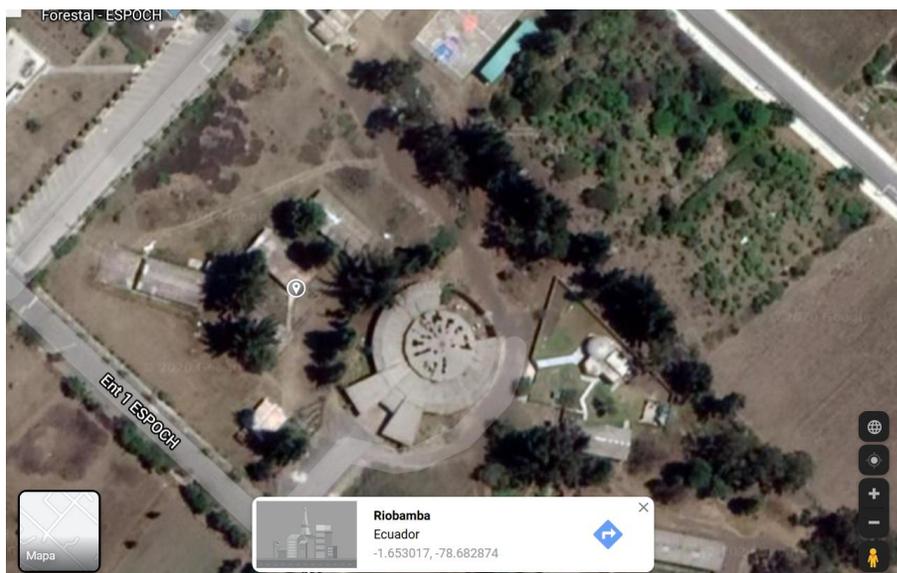
Ubicación del lugar de investigación

La presente investigación se desarrolló en la Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola y en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, bajo las siguientes coordenadas geográficas -1.653017, -78.682874.

Esta investigación tuvo una duración de 4 meses (120 días).

Figura 5

Mapa satelital del galón de aves de carne FCP - ESPOCH



Nota. (Google maps, 2021)

Ubicación Ecológica

La Unidad Académica de Investigación y Producción Avícola presenta las siguientes condiciones meteorológicas.

Tabla 6*Condiciones Meteorológicas De La Epoch.*

Parámetro	Valor
Temperatura, °C	15
Humedad relativa, %	45
Precipitación, mm/año	264,5
Heliofanía, Horas luz	8,7
Altitud (msnm)	2740

Nota. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP, (2013).

Materiales y Equipos

- Pollos BB
- 20 cuarterones de madera con malla de 1 m² cada uno
- 20 Comederos de Tolva
- 20 Bebederos de galón
- 1 Campana criadora a gas
- Balanza
- Alimento balanceado
- Material de cama (viruta)
- Vitaminas y vacunas
- Registros
- Termómetro
- Bomba de mochila
- Baldes plásticos
- Letreros de Identificación
- Lonas

- Cilindro de gas
- Overol, guantes
- Botas
- Material de escritorio
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de apuntes

Metodología

Diseño y tratamientos.

Para este estudio, se utilizaron 400 broilers machos de la línea genética ROSS 308, distribuidos en 5 tratamientos, 4 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 20 pollos, distribuidos según un diseño completamente aleatorizado.

El alimento concentrado estará compuesto por 4 tipos (E1, E2, E4, E4) a ser consumidos en un lapso de tiempo de 42 días, a la vez que este será iso proteico, iso energético e iso fosfórico con consumo voluntario, el peso vivo, la ganancia de peso y su conversión (FCR), así como el índice europeo de eficiencia de producción (EPEF) y la viabilidad, serán los indicadores productivos evaluados: Así también el tamaño y forma de todos los órganos que conforman el paquete visceral. También se determinara el porcentaje de grasa abdominal, el rendimiento en canal, las porciones principales (pechuga, muslos, vísceras comestibles y cuello) y las lesiones anatomo patológicas en animales enfermos o muertos, previa práctica de necropsia.

Manejo y crianza.

Se realizó una desinfección y adecuación total del galpón donde se alojó a los pollos broilers. Antes de la llegada de los pollitos broilers se cubrió toda el área de investigación con cortinas, y se

elaboraró el círculo de crianza, donde permanecieron durante una semana, para luego ser distribuidos en las unidades experimentales bajo un Diseño Completamente.

Se tomó todos los datos utilizando registros diarios, semanales y mensuales para la respectiva tabulación. El control del ambiente dentro del galpón se realizó dependiendo las condiciones del día con el manejo de las cortinas.

Alimentación.

El alimento fue suministrado en las primeras horas de la mañana y en las horas de la tarde. Todo alimento suministrado, según la etapa fisiológica del animal, pesado con anterioridad y registrado.

Programa sanitario.

En la entrada al galpón se colocó cal viva para desinfectar el calzado previo al ingreso a realizar las prácticas habituales de manejo. En lo que se refiere a las vacunaciones contra Bronquitis, Newcastle y Gumboro.

Tabla 7

Calendario De Vacunación

Fecha	Vacuna	Vía	Cepa
Día 1	Bronquitis Newcastle	Ocular	H120
Día 7	Gumboro	Ocular	Clon 30
Día 14	Gumboro	Ocular	Bursine- 2
Día 21	Bronquitis Newcastle	Ocular	H120 + Clan 30

Nota. Unidad de producción Avícola - FCP (2008).

Procedimiento experimental para el cumplimiento del objetivo específico 1.

Para el cumplimiento de este objetivo, se iniciará con la apertura de registros para cada uno de los tratamientos, en los cuales se describirá los parámetros antes mencionados, durante su periodo productivo, la información consignada será la siguiente:

- Línea
- Fecha de nacimiento
- Total de animales recibidos
- Peso Promedio inicial
- Duración del periodo
- Peso Promedio ave día
- Muertes
- Porcentaje de mortalidad
- Descartes eliminados
- Porcentaje de descartes eliminados
- Consumo total del lote
- Consumo promedio ave periodo
- Peso final promedio pollo en pie
- Ganancia de peso

Procedimiento experimental morfometría

Para la evaluación del efecto de los tratamientos sobre la morfometría del paquete visceral, se procederá según protocolo previamente establecido, el cual consiste en lo siguientes pasos:

Sacrificio

Se procederá a sacrificar aves de cada uno de los tratamientos mediante separación cervical para proceder al pesaje y medida de cada uno de los órganos (esófago, buche, proventrículo, molleja páncreas Intestino delgado, Intestino grueso, sacos ciegos, hígado, vesícula biliar, bazo, riñones, etc).

Metodología De Evaluación

La metodología de evaluación se realizará de la siguiente manera:

Peso (g)

Se tomó el peso de los pollos broilers de cada tratamiento un 10% semanalmente utilizando una balanza.

Ganancia de peso (g).

La ganancia de peso se estimó por diferencia de pesos, entre el peso final menos el peso inicial.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

Consumo de alimento (g).

Para esta variable se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento Desperdiciado (g)}$$

Índice de conversión alimenticia.

Se determinó mediante la relación entre el consumo de alimento total sobre el peso final obtenido.

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo Alimento (g)}}{\text{Ganancia Peso (g)}}$$

Porcentaje de mortalidad (%).

El porcentaje de mortalidad es la cantidad de aves que se mueren durante el proceso de crianza expresada como porcentaje del total de aves ingresadas, la fórmula es la siguiente:

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Numero.deAvesMuertas}}{\text{NumeroAvesTotales}} \times 100$$

Peso a la canal (g)

El peso a la canal es tomado lo que pesa el pollo en pie menos todo lo que es desperdicios (cabeza, plumas, patas, viseras, etc.).

$$\text{Peso a la canal (PC)} = \text{peso pollo vivo (kg)} - \text{desperdicios (kg)}$$

Análisis de laboratorio

Se realizó la técnica de Score de lesiones (Necropsia) que es el examen macroscópico que se realizó mediante la observación anato - patológica a nivel intestinal.

Costo kilogramo ganancia de peso

Para determinar la variable costo por ganancia de peso se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo } \frac{\text{kg}}{\text{Gp}} = \text{Converion alimenticia} * \text{Costo (kg) alimento}$$

Análisis económico

Se determinó mediante análisis de los costos de producción, desde el inicio de la fase de cría hasta el final de la fase de engorde, para calcular el beneficio costo de la investigación.

$$\text{Beneficio / Costo (B/C)} = \frac{\text{Ingresos netos (\$)}}{\text{Costo total (\$)}}$$

Factor euro.

Peso De Eficiencia Productiva.

$$[(\text{Peso corporal promedio} \div \# \text{ de días}) \div \text{índice de conversión}] * \text{Viabilidad} * 100$$

(Este parámetro se utiliza para comparar los diferentes lotes dentro de una integración o país, no se usa para comparar beneficios entre países. Este parámetro relaciona varios criterios como son; duración del periodo de crianza, peso vivo, viabilidad y conversión; los cuales se analizan en conjunto para evaluar en forma rápida cual lote fue más eficiente económicamente. El número mínimo esperado para definir si un lote tiene buen comportamiento es de 200, por lo que cualquier resultado por debajo de 200 se estima que no fue un buen lote en cuanto a rendimiento (Díaz et al. 2007).

Índice de eficiencia

$$(\text{Peso promedio} \div \text{conversión}) * 100$$

Eficiencia alimenticia

$$(\text{Peso promedio} \div \text{consumo promedio}) * 100$$

Mediciones Experimentales

Fase de crecimiento.

- Peso inicial (g)
- Peso final (g)

- Ganancia de peso (g)
- Consumo de alimento (g)
- Conversión Alimenticia
- Mortalidad (%)
- **Índice de eficiencia europea**
- Índice de eficiencia (%)
- Eficiencia alimenticia: (%)
- Factor de Eficiencia (Efa): peso promedio al sacrificio X viabilidad% X 100/edad al

sacrificio X consumo promedio al sacrificio.

- Factor de eficiencia europeo (FEEP): $((\text{Viabilidad} \times \text{peso vivo}) / (\text{edad (días)} \times \text{Conversión alimenticia})) \times 100$

- Índice de producción (IP): $(\text{Factor de Eficiencia Efa} / \text{Conversión Alimenticia}) \times 100$

Fase total.

- Ganancia de peso (g)
- Consumo de alimento (g)
- Conversión Alimenticia
- Mortalidad (%)
- Rendimiento a la canal, (%)
- Análisis macroscópico: lesiones intestinales, tamaño y forma de todos los órganos que

conforman el paquete visceral

- Costo / kg ganancia de peso, dólares

Análisis Económico.

- Costos de producción \$ (B/C).

Esquema del experimento

Tabla 8

Esquema Del Experimento

Nivel de Levadura	Código	Repeticiones	T.U.E.	# Pollos
0 mg/kg de Levadura	T0	4	20	80
Levadura al 0,3% en alimento	T1	4	20	80
Levadura al 0,6% en alimento	T2	4	20	80
Levadura al 0,9% en alimento	T3	4	20	80
Levadura al 1,2% en alimento	T4	4	20	80
TOTAL POLLOS				400

Nota. * T.U.E: Tamaño de la unidad experimental. T0: Testigo, T1: Levadura al 0,3% en alimento, T2: Levadura al 0,6% en alimento, T3: Levadura al 0,9% en alimento, T4: Levadura al 1,2% en alimento

Esquema del ADEVA

El esquema del Análisis de la Varianza que se utilizó en la presente investigación se describe en el cuadro siguiente:

Tabla 9

Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	4
Error	15

Análisis Estadístico Y Pruebas De Significancia

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas de significancia:

- Análisis de la varianza (ADEVA), para la diferencias de medias a un nivel de significancia $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, utilizando el programa estadístico Infostad del 2010 versión 18.

- Prueba de Duncan para la separación de medias al nivel de significancia $P \leq 0,05$, utilizando el programa estadístico Infostad del 2010 versión 18.
- Determinación de la línea de tendencia por medio del análisis de la regresión, utilizando el EXCEL (Microsoft Office), con el probabilístico de $P \leq 0,05$.

Bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ con } i=1, \dots, a$$

Donde:

μ : Media general,

τ_i : El efecto del i -ésimo tratamiento (Fijo o Aleatorio)

ε_{ij} : Es el error aleatorio asociado con la unidad experimental que recibe el tratamiento i , comúnmente los términos de error se asumen normalmente distribuidos con esperanza cero y varianza común σ^2 .

Capítulo IV

Resultados y discusión

Los adecuados rendimientos productivos de pollos broiler derivan de las condiciones ambientales y de manejo con el suministro de una dieta propicia que cubra las necesidades nutricionales, mediante una adecuada elección de materias primas, así como también del uso de aditivos apropiados (Aviagen Group, 2012).

Según Gao et al. (2008), la respuesta productiva animal puede estar relacionada dependiendo el tipo de levadura que se emplee, ya sea levadura seca activa, levadura viva o productos de fermentación. En la presente investigación se utilizó levadura seca activa, que se obtuvo de la liofilización de la biomasa de levadura al terminar la fermentación, con el propósito de simplificar el manejo del aditivo y evitar elementos de conflicto asociados con la presencia de otros compuestos a las levaduras, tal como ocurre cuando se utilizan productos de fermentación.

Peso inicial (g)

Las aves de un día de edad de la línea genética Ross 308 que fueron utilizados para la presente investigación, registraron pesos promedios de 43,05; 43,17; 42,83; 43,53 y 42,07 g de peso, para T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente, tal como se observa en la tabla 1; sin presentar diferencias estadísticas significativas; lo que indica que la muestra para iniciar la investigación es homogénea.

El peso promedio inicial de los pollos en esta investigación son levemente superiores comparados con el peso esperado para la línea genética Ross 308 con 42 g (Aviagen Group 2018). MEDINA indica que es importante mencionar que los rendimientos productivos de las aves de engorda dependen de las condiciones ambientales y de manejo, así como también del suministro de los niveles nutricionales apropiados mediante una adecuada elección de materias primas y aditivos (Aviagen Group, 2012).

Peso a los 21 días (g)

Los pesos promedios registrados a los 21 días de edad de los animales fueron, 732,33; 756,57; 776,93; 788,97 y 739,97 g, para T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente, Tabla 1. Las aves que fueron sometidas al T3 presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) referente a T0, T1, T2 y T4; por lo que se observa que al aplicar el T3, los valores promedio son superiores a los demás tratamientos; de esta manera se puede mencionar que el T3 influyó en la eficiencia alimenticia, puesto que alcanzó el mejor peso con relación al tratamiento control, tal como se observa en el gráfico 1.

Al comparar los datos obtenidos en la presente investigación se observó que los valores se relacionan a los reportados por MEDINA, debido a las condiciones ambientales similares en las que ambas investigaciones fueron desarrolladas, siendo las mismas 2100 m.s.n.m., a una temperatura que oscila entre 12 y 18°C, clasificada según Holdridge (Espinal 1992); pero inferiores a los establecidos por la línea genética Ross 308 (Aviagen Group 2018), ya que las condiciones de evaluación de pesos se realiza en experimentación (laboratorio) en un microclima específico, diferentes a las que se presenta en la avicultura comercial.

Santin et al. (2001), observaron un incremento de peso significativo en las aves que consumieron *S. cerevisiae* en la dieta; mientras que Fathi et al. (2012) reportaron que el peso corporal de los pollos broiler durante la fase de crecimiento no mejoró de manera significativa por la inclusión de la levadura, lo cual indica que la misma no actúa de manera activa en el peso corporal durante la etapa inicial. Es preciso mencionar que la respuesta observada, después de incluir la levadura en la dieta, depende de la carga microbiana intestinal a la que estén enfrentados los animales.

Según se puede observar en el gráfico 2, que el peso de los pollos a los 21 días, está relacionado significativamente ($P < 0,05$), a la concentración de los diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* (%), el cual se ajusta a una regresión cuadrática, de esta manera se

puede mencionar que el 84,19 % del peso a los 21 días de estas aves depende de la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* hasta 0,7% aproximadamente, el peso se incrementa 163,94 g para después ir perdiendo 123,65 g; (Peso a los 21 días = $-123,65x^2 + 163,94x + 727,26$). Donde x y x2 son niveles de *Saccharomyces cerevisiae* SO y SO2.

Figura 6

Niveles de *Saccharomyces cerevisiae*, % en relación del peso al tratamiento control

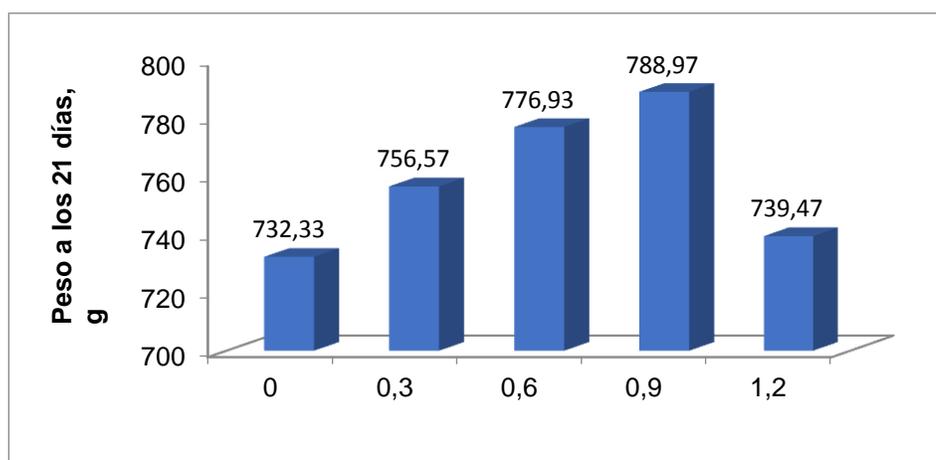
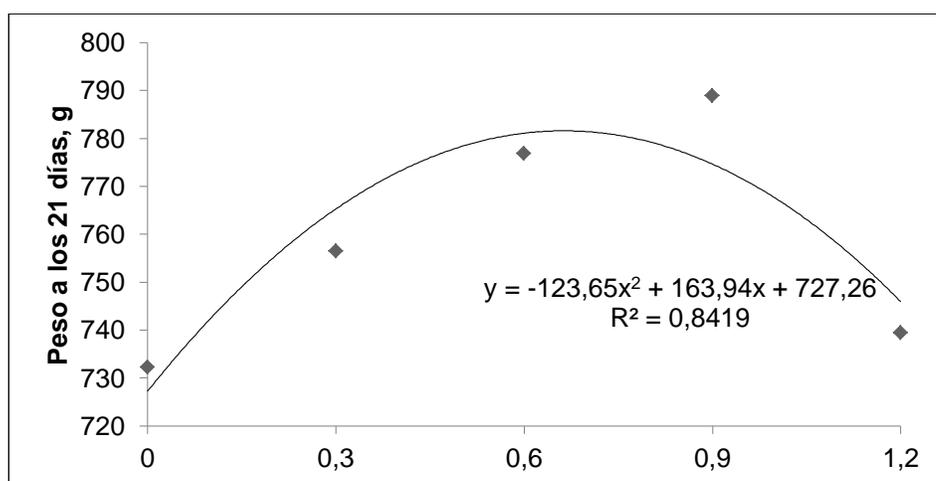


Figura 7

Niveles de *Saccharomyces cerevisiae*, %, peso de los pollos a los 21 días



Ganancia De Peso

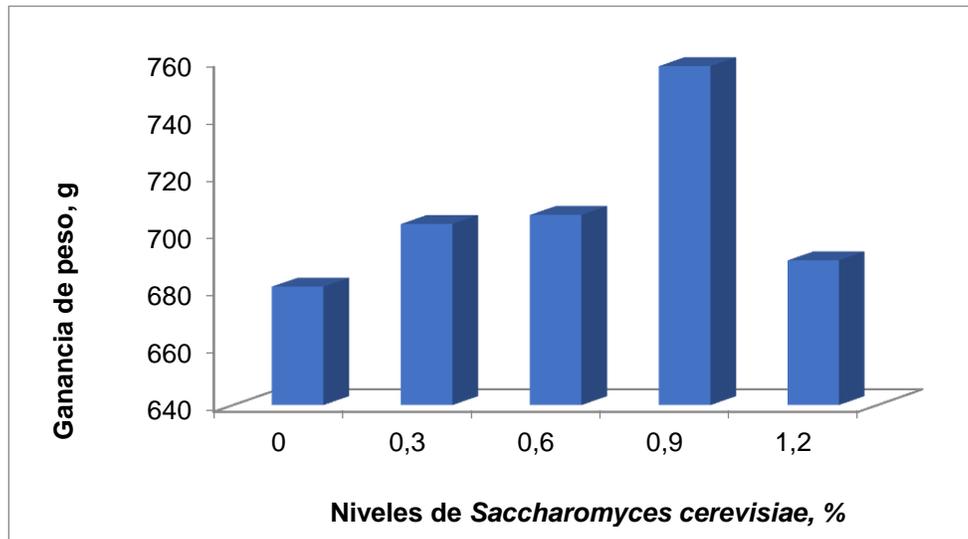
La ganancia de peso para los pollitos Ross 308 hasta los 21 días de edad, al aplicar diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae*, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,05$) de T3 versus el testigo, T1, T2, T4, logrando una mayor ganancia de peso de 757,90 g con T3; los tratamientos T0, T1, T2, T4 alcanzaron ganancias de pesos de 680,97; 702,83; 705,98; (Miazzo, Peralta, Reta, Hurras, & Picco, 2001), 690,15 g respectivamente tal como se puede observar en la tabla 1 y gráfico 3.

Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por MEDINA y de Zhang et al. (2005) quienes reportaron una mayor ganancia de peso significativa ($P \leq 0.05$) entre la semana 4 a 5 de edad del tratamiento, con 5% de levadura respecto al tratamiento control. Así también Paryad y Mahmoudi (2008) concluyeron que la inclusión de 1.5 % de la levadura *S. cerevisiae* en pollos broiler aumenta la ganancia de peso. Lo contrario reportan Gheisarl y Kholeghipour (2006), Al-Mansour et al. (2011) y Adebiji et al. (2012) quienes observaron que el uso de levaduras vivas de *S. cerevisiae* no tuvo un efecto significativo sobre la ganancia de peso.

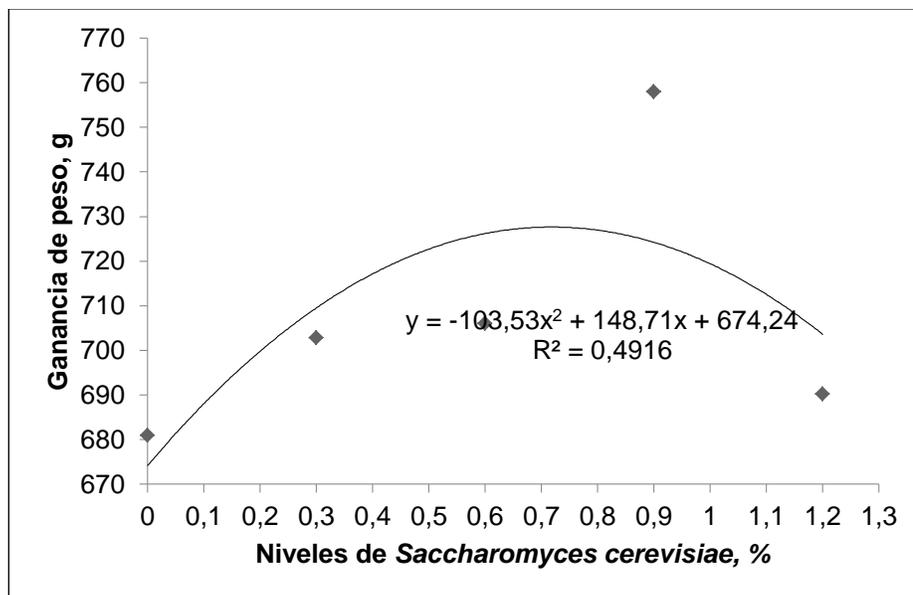
Según se puede observar en el gráfico 4, que la ganancia de peso de los pollos a los 21 días, está relacionado significativamente ($P < 0,05$) a la concentración de los diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* (%), el cual se ajusta a una regresión cuadrática, de esta manera se puede mencionar que el 49,16 % de la ganancia de peso de éstas aves depende de la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* hasta 0,7% aproximadamente, el peso se incrementa 148,71 g para después ir perdiendo 103,53 g; (Peso a los 21 días = $-103,53x^2 + 148,71x + 674,24$). Donde x y x² son niveles de *Saccharomyces cerevisiae* SO y SO₂.

Figura 8

La ganancia de peso para los pollitos Ross 308 hasta los 21 días de edad relacionado con diferentes Niveles de *Saccharomyces cerevisiae*, %

**Figura 9**

Regresión de la ganancia de peso de los pollos a los 21 días, relacionado con la concentración de los diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* (%)



Consumo De Alimento

En cuanto al consumo de alimento, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) se pudo determinar que la utilización de varios niveles de *Saccharomyces cerevisiae* T1:0,3; T2:0,6; T3:0,9; T4:1,2 versus un Testigo, se registraron consumos acumulados promedio de 767,92; 768,91; 776,96; 770,95; 770,25 g, para T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente, según se observa en la Tabla 1 y gráfico 5; sin presentar diferencias estadísticas entre tratamientos ($P > 0,05$), de tal manera se puede indicar que el *Saccharomyces cerevisiae* no influye en la palatabilidad del alimento en las aves, siendo su comportamiento alimentario equivalente al testigo.

El estudio de Paryad y Mahmoudi (2008) mostró que la inclusión de 1.5% de la levadura *S. cerevisiae* en pollos de engorde mejora el consumo de alimento. Los resultados no concuerdan con los reportados por Gheisarl y Kholeghipour (2006) quienes encontraron que el uso de levaduras vivas de *S. cerevisiae* no tiene efecto significativo sobre el consumo de alimento.

Figura 10

Consumo de alimento, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de *Saccharomyces cerevisiae*

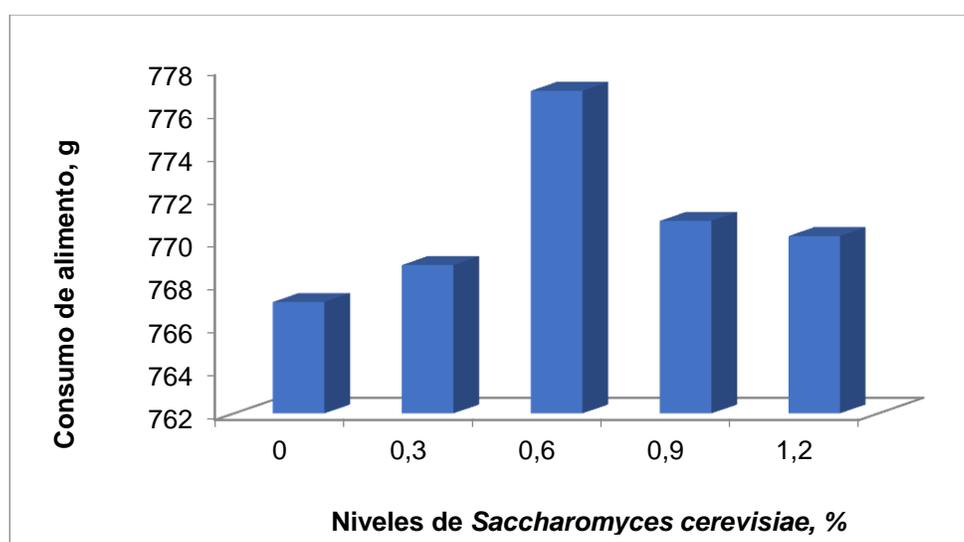
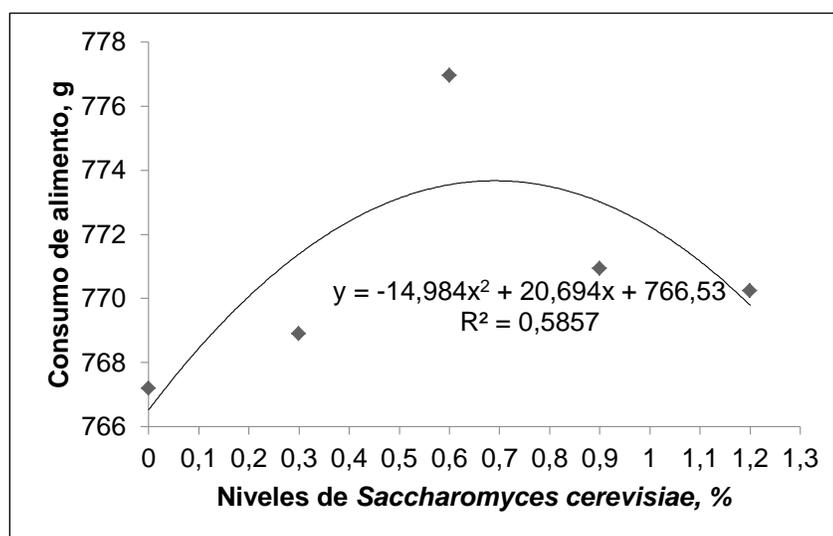


Figura 11

Regresión del consumo de alimento, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de *Saccharomyces cerevisiae*



Conversión Alimenticia

Al observar la tabla 1, al utilizar *Saccharomyces cerevisiae* en niveles de 0,3 (T1); 0,6 (T2); 0,9 (T3); 1,2 (T4) por Kg de alimento versus un testigo (T0) a los 21 días de edad, se observó conversiones de 1,35 (T0); 1,36 (T1); 1,38 (T2); 1,32 (T3) y 1,36 (T4) entre las cuales se determinó diferencias estadísticas altamente significativas ($P > 0,05$); de esta manera se estableció la mejor respuesta productiva con la aplicación del tratamiento 3.

Datos que son inferiores a los comparados con el manual de manejo de la línea genética Ross 308 (Aviagen Group 2018), por lo mencionado anteriormente sobre las condiciones de evaluación, las cuales son de laboratorio y no de campo. Así también, Santin et al. (2001), Gao et al. (2008) y Paryad y Mahmoudi (2008) observaron que las conversiones alimenticias tendieron a mejorar a medida que incrementaron el nivel de inclusión de levadura en la dieta. Lo que difiere a lo reportado por MEDINA,

cuya conversión alimenticia es inferior; que denota una adecuada respuesta productiva en la presente investigación.

Al observar en el gráfico 6, sobre la conversión alimenticia de los pollos a los 21 días, está relacionado significativamente ($P < 0,05$) a la concentración de los diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* (%), el cual se ajusta a una regresión cuadrática, de esta manera se puede mencionar que el 3,57 % de la conversión alimenticia de éstas aves depende de la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* hasta 0,6% aproximadamente, la conversión incrementa 0,014 puntos para después ir descendiendo 0,0159; (Conversión alimenticia = $-0,0159x^2 + 0,0124x + 1,3551$). Donde x y x^2 son niveles de *Saccharomyces cerevisiae* SO y SO2.

Figura 12

Conversión alimenticia, g en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de Saccharomyces cerevisiae

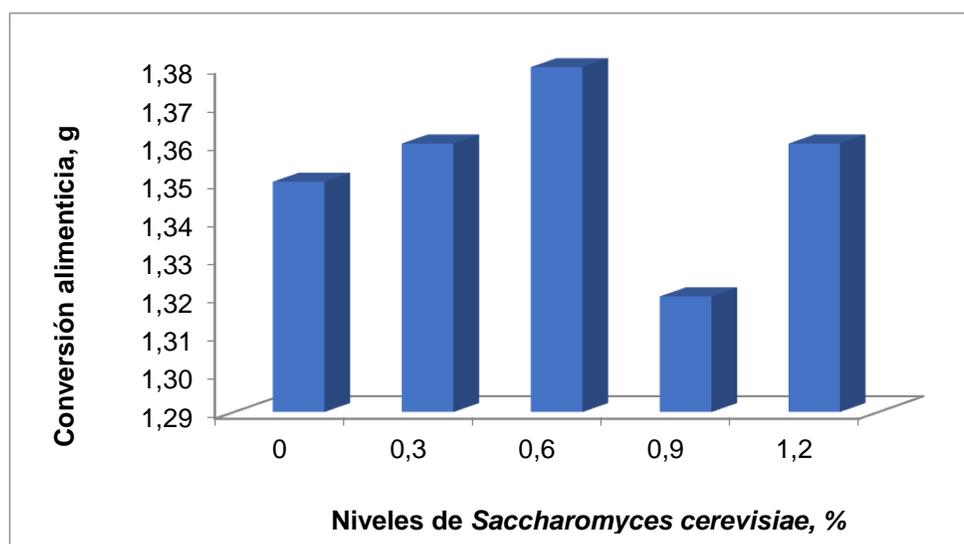
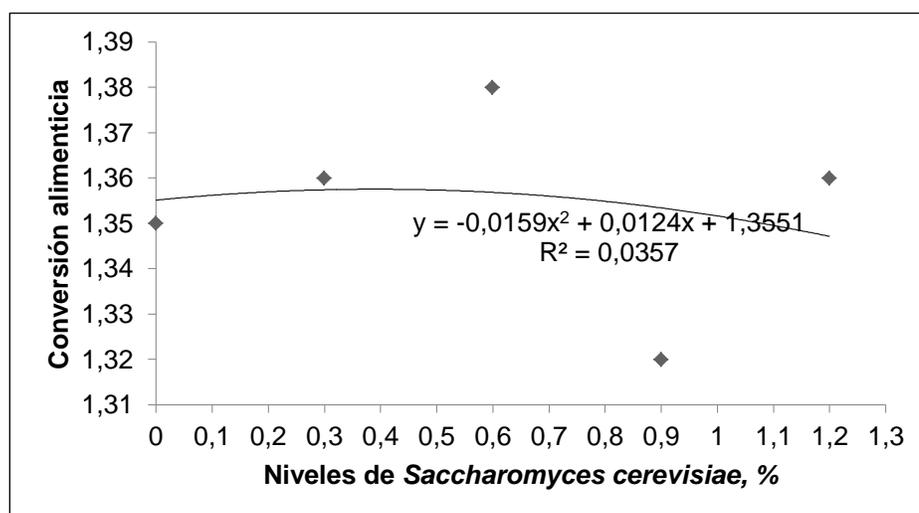


Figura 13

Conversión alimenticia g, en la fase de crecimiento de (1 – 21 días) en relación a la utilización de varios niveles de *Saccharomyces cerevisiae*



Mortalidad

En la fase inicial de 1 a 21 días, en aves de carne de la línea Ross 308 sometidos a varios niveles de *Saccharomyces cerevisiae*, se reportaron mortalidades de 1,00 (T0); 1,00 (T0); 1,00 (T0); 1,00 (T0) y 1,00 (T0) % de mortalidad, entre los cuales no se establecieron diferencias estadísticas, de tal manera se puede indicar que en dicha fase productiva la mortalidad de las aves, no precisó consideraciones importantes, debido al manejo adecuado recomendado por la Línea genética y tomando en cuenta el factor medio ambiente.

Fase Total.

Peso A Los 42 Días.

Al analizar la variable peso a los 42 días de los pollos de engorde con la administración de *Saccharomyces cerevisiae*, se registraron valores promedio de 2224,33 (T0); 2265,07 (T1); 2284,93 (T2); 2419,87 (T3) y 2227,77 (T4); no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos, tal como que se observa en la Tabla 1.

Gheisarl y Kholeghipour (2006), quienes encontraron que el uso de levaduras vivas de *S. cerevisiae* no tuvo un efecto significativo sobre el peso corporal, lo que concuerda con lo reportado en el presente experimento; así como también con lo indicado por ART 2, ARCE, J, quien obtuvo pesos finales en aves de 49 días de edad, siendo los mismos similares, tomando en consideración la diferencia de edad de 1 semana; esto se debe al medio ambiente en el que fueron ejecutadas las investigaciones.

Ganancia De Peso

La evaluación del análisis de varianza de la ganancia de peso en pollos Ross 308 al suministrar los diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae*, en la fase total, se determinó que entre tratamientos no existen diferencias estadísticas significancia ($P > 0,05$), los valores promedios que se reportan son 2179,97 (T0); 2218,83 (T1); 2238,98 (T2); 2373,90 (T3) y 2182,15 (T4), tal como se detalla en la Tabla 2.

Yusrizal & .C. Chen (2003), evaluaron la eficacia de la adición de fructanos de achicoria (prebiótico) en la alimentación de pollos de broiler, datos superiores a los reportados al incluir *S. cerevisiae*. Mientras que al incluir otro prebiótico como la alcachofa no indujo ningún cambio en las variables evaluadas, dada la ausencia de diferencias estadísticas en los resultados.

ARTI 2 (1)ARCE, J. Es importante mencionar que se compara con estudios realizados con alcachofa y achicoria, debido a que en los últimos años se han publicado varios trabajos sobre paredes celulares de *Saccharomyces cerevisiae* (PcSc), (1,2) debido a la composición de polisacáridos (80 a 85 %) presentes en las paredes(3,4,5,6) y cuyos componentes activos son la glucosa (glucanos) y manosa (mánanos), los cuales forman aproximadamente el 92 % de los polisacáridos constituidos en la pared(7,8,9,10) y que son reconocidos como inmuno-estimulantes(11,12), así como colonizadores de la mucosa intestinal, impidiendo la adhesión de algunas bacterias entero patógenas(13-18), con resultados similares de producción a los APC(2,19).

Consumo De Alimento

Referente a los valores promedios para la variable consumo de alimento en aves Ross 308, no se registraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), reportando para (T0) 3787,22; 3833,10 (T1); 3861,16 (T2); 4009,15 (T3); 3816,05 (T4).

Conversión Alimenticia

Los valores medios de la conversión alimenticia en aves suministradas con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* versus el testigo, no registraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) por efecto de los tratamientos, para cada tratamiento se reportan 1,70 (T0); 1,69 (T1); 1,6 (T2); 1,65 (T3); 1,71 (T4). Valores inferiores y en éste caso positivos comparados a los reportados por ARTI 2 ARCE, cuyas conversiones oscilan entre 1,84 y 1,92, ya que, los niveles bajos utilizados (0.250 kg/t) mantuvieron una respuesta similar en conversión alimenticia al control negativo, y niveles a partir de 0.5 kg/t demostraron una respuesta similar al uso de Avilamicina. Es importante considerar que la conversión alimenticia fue positiva hasta una dosis de 0,9%; es decir que la dosis a utilizar sería entre 0,5 a 0,9.

(Miazzo, et al., 1994)., al adicionar 0,6 % de Levadura de cerveza a una dieta, obtuvieron diferencias significativas tanto en la Ganancia de Peso como en la Conversión Alimenticia. Así como también con niveles de 0,3 y 0,5 % de *S. cerevisiae* en las raciones de inicio y finalización entre los 18 y 50 días de vida, las variables productivas mencionadas anteriormente se incrementaron (Miazzo et al., 1995). Pero los mejores rendimientos productivos se obtuvieron con 0,9%, que concuerda con lo obtenido en el presente ensayo (Miazzo & Kraft, 1998).

Peso A La Canal

Al analizar el rendimiento a la canal se observaron que, entre los valores obtenidos de los tratamientos investigados, no existen diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$), con promedios para 1579,27 (T0); 1585,55 (T1); 1599,45 (T2); 1718,11 (T3); 1559,44 (T4).

Es importante tomar en consideración la calidad de la carne que el consumidor demanda, pero sobre todo que sea inocua libre de trazas de antibióticos, además que presente altos contenidos proteicos y bajos niveles de grasa, por lo que las investigaciones están enfocadas a mejorar este aspecto productivo agregando distintos nutrientes de origen natural, como *S. cerevisiae*.

Los efectos de las levaduras en la dieta de aves de carne y su respuesta productiva sobre el rendimiento a la canal, cuenta con poca información; es así que Karaoglu y Durdag (2005) no reportaron cambios al suplementar levadura (*S. cerevisiae*) sobre la calidad de la canal; no obstante, López et al., 2009, en pollos machos de 36 días de edad, ubicó un incremento en el rendimiento de la canal al incluir levaduras comparado con el control.

Miazzo et al (2005) al suplir 2/3 del núcleo vitamínico-mineral por 0,3 % de *S. cerevisiae*, en la fase de engorde, mostraron una tendencia en la mejora del peso de la pechuga, muslos y una reducción significativa de la grasa abdominal, en las aves que consumieron la Levadura. Pero cuando se reemplazó la mitad del núcleo vitamínico mineral por 0,15 y 0,30 % de dicho probiótico en la fase inicial y engorde, se observó una disminución en la grasa abdominal y una tendencia a mejora en la deposición de pechuga y muslos de las aves (Miazzo, Peralta, Reta, Hurras, & Picco, 2001).

(Zhang et al., 2005), al enriquecer la dieta con *S. cerevisiae*, durante 35 días, ya sea entera (0,5 %), o su pared celular (0,3 %) o extracto de la misma (0,3 %), podría aumentar favorablemente la calidad de la carne de las aves, aumentando la terneza y la estabilidad oxidativa de la misma.

Factor De Eficiencia Europeo (Feep)

El factor de eficiencia europeo determinado en pollos parrilleros durante la fase total de experimentación, no presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) dentro de los diferentes tratamientos evaluados, los valores para cada tratamiento son 311,53 (T0); 319,11 (T1); 321,91 (T2); 342,55 (T3); 310,18 (T4), como se puede observar en la Tabla 2.

Es importante mencionar que al evaluar el FEEP en la tabla 2 se obtuvieron resultados adecuados para los tratamientos, tomando en consideración que valores por encima de 320 resultan “excelentes” para una producción avícola.

Esto se debe a que para calcular el FEEP, se toma en cuenta los parámetros productivos de: conversión alimenticia, edad final de las aves, tasa de supervivencia y el peso promedio de las aves; y como la conversión alimenticia fue baja en dichos tratamientos, por lo tanto, el FEEP fue alto.

Factor de Eficiencia (EfA)

Al evaluar la EfA se obtuvieron los siguientes resultados para los tratamientos 130.84 (T0); 134,03 (T1); 135,20 (T2); 146,66(T3); 130,27 (T4). Estos resultados fueron conformes, considerando que valores sobre 128% son aceptables en la producción avícola.

Datos similares a los indicados por MEDINA, en los que no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. Pero al comparar los valores establecidos por la línea genética Ross 308 (Aviagen Group 2018), se reporta que los valores de eficiencia alimenticia e índices de conversión fueron inferiores. Pero CASTRO al aplicar varios niveles de alcachofa, observó que el tratamiento T4 (4%) fue superior al control y en general los resultados reportados en el presente estudio son muy superiores a los encontrados por Pardo & Gómez (2009), quienes al utilizar Mananos Oligosacáricos (MOS), que son fibra dietaria soluble y compuestos prebióticos, que se consideran benéficos para el tracto gastrointestinal ya que pueden mejorar el comportamiento

productivo de las aves (Terraes 2004), por lo que las aves presentaron un mayor valor de EfA (110,23), frente a la utilización de MOS con un valor de 107,87. Es decir que el uso de probióticos y prebióticos en la dieta de las aves de carne es esencial para proteger el tracto gastrointestinal que favorece una adecuada absorción de nutrientes y por ende se incrementa la eficiencia.

Índice de productividad (IP)

Al realizar la evaluación del IP se obtuvieron respuestas a los tratamientos en se obtuvieron los mejores resultados para los tratamientos 76,96 (T0); 79,31(T1); 80 (T2); 88,88(T3) y 76,18 (T4).

Datos que son superiores a los obtenidos con la inclusión de alcachofa T4 (4%), difiriendo a los resultados de Pardo & Gómez (2009), quienes sin la utilización de MOS, las aves presentaron un IP de 55,91%, frente a la utilización de MOS con un 56,31%.

Con la utilización de dietas con alcachofa y el control, no se encontraron diferencias estadísticas en cuanto a los parámetros acumulados de consumo de alimento, ganancia de peso y peso final, pero si de conversión alimenticia, EfA, FEED e IP; resultando valores favorables para el tratamiento T4 (4%) de alcachofa siendo superiores al tratamiento T1 (control) y T2 (1,5%) de alcachofa.

Los resultados del presente estudio son superiores a los reportados por Pardo & Gómez (2009), quienes sin la utilización de MOS, las aves presentaron un FEED de 262,17; frente a la utilización de MOS con un 261,528.

Además (Geisare y Khalighipour, 2006), indicaron que no se observaron cambios significativos entre las variables productivas de pollos broiler a los 38 días, al agregar 0,1; 0,2 y 0,3 % de Levadura, presentada en polvo o granular, adicionada a la dieta. Lo que concuerda con los presentes resultados; así como también (Karaoglu y Durdag, 2005) al añadir levadura comercial a dosis de 1 y 2 %, durante

49 días, en aves de carne tampoco se detectaron variaciones en las variables productivas, aunque en la dosis 1 % de Levadura, existió una disminución en la mortalidad.

La literatura menciona que los efectos positivos o la carencia de los mismos en diferentes investigaciones realizadas, podrían deberse a la dosis, procesamiento y presentación de *S. cerevisiae* utilizada en la dieta, ya que se ha reportado en trabajos anteriores que el procesamiento industrial que sufre la Levadura, influye en su valor nutritivo. En el experimento realizado se observa respuestas productivas positivas con dosis de este aditivo de 0,9 %.

Factor de Eficiencia (EfA)

Al evaluar la EfA se obtuvieron los mejores resultados para los tratamientos T4, T3 y T1 respectivamente. Estos resultados fueron favorables teniendo en cuenta que valores por encima de 128% son aceptables para una producción avícola.

Cabe anotar que el tratamiento T4 (4%) de alcachofa fue superior al control y en general los resultados reportados en el presente estudio son muy superiores a los encontrados por Pardo & Gómez (2009), quienes sin la utilización de MOS, las aves presentaron un mayor valor de EfA (110,23), frente a la utilización de MOS con un valor de 107,87.

Índice de productividad (IP)

Al evaluar el IP se obtuvieron los mejores resultados para los tratamientos T4, T3 y T1 respectivamente. Estos resultados fueron favorables teniendo en cuenta que valores por encima del 60% son rentables en una producción avícola.

La inclusión de alcachofa T4 (4%) fue superior al

Experiencias distintas se observó cuando se adicionó 1 y 2 % p/p de cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, en una dieta normal ó dieta con bajo nivel de proteínas (19,5 %) durante 49 días, se

notaron efectos positivos en la performance productiva de las aves que recibieron dieta con bajo nivel proteico combinado con ambos niveles de este aditivo. (Kummprechtova et al., 2000). Igualmente, otros investigadores notaron que el agregado de cultivo de Levadura, a dosis de 0,08 %, mejoró las variables productivas en dietas con bajo nivel proteico, no sucediendo lo mismo cuando el agregado de este probiótico era de 0,16 o 0,32 % (Adejumo, Onifade, & Afonja, 2004).

Tabla 10

Efecto de diferentes niveles (0.3; 0.6; 0.9; 1.2%) de levadura de cerveza (Saccharomyces cerevisiae) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en lotes comerciales.

Variables	Niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (%)					E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3	T4		
Peso Inicial (g)	43,05	43,17	42,83	43,53	42,07		0,5901
Peso a los 21 días (g)	732,33 b	756,57 B	776,93 b	788,97 a	739,47 b	2,98	0,0001
Ganancia de peso (g)	680,97 b	702,83 B	705,98 b	757,90 a	690,15 b	3,32	0,0001
Consumo de alimento (g)	767,92 a	768,91 A	776,96 a	770,95 a	770,25 a	5,82	0,5911
Conversión Alimenticia	1,35 a	1,36 A	1,38 a	1,32 b	1,36 a	0,01	0,0073
Mortalidad (%)	1,00 a	1,00 A	1,00 a	1,00 a	1,00 a	0,41	0,16

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Duncan al

$P \leq 0,05$. E.E. = Error Estándar. Prob.= Probabilidad.

Tabla 11

Efecto de diferentes niveles (0.3; 0.6; 0.9; 1.2%) de levadura de cerveza (Saccharomyces cerevisiae) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en lotes comerciales; Fase total.

Variables	Niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (%)					E. E.	Prob.
	0	0.3	0.6	0.9	1.2		
Peso Inicial (g)	43,05	43,17	42,83	43,53	42,07		0,5901
Peso a los 42 días (g)	2224,33 a	2265,07 A	2284,93 a	2419,87 a	2227,77 a	133,23	0,1550
Ganancia de peso (g)	2179,97 a	2218,83 A	2238,98 a	2373,90 a	2182,15 a	143,32	0,1600
Consumo de alimento (g)	3787,22 a	3833,10 A	3861,16 a	4009,15 b	3816,05 a	212,82	0,0200
Conversión Alimenticia	1,70 a	1,69 A	1,69 a	1,65 a	1,71 a	0,05	0,73
Peso a la canal	1579,27	1585,55	1599,45	1718,11	1559,44	95,23	0,1600
Factor de eficiencia europeo	311,53	319,11	321,91	342,55	310,18	13,05	0,25
Factor de Eficiencia	130,84	134,03 A	135,20 a	146,66 a	130,27 a	14,02	0,620
Índice de producción	76,96	79,31 A	80 a	88,88 a	76,18 a	12,49	0,54
Mortalidad (%)	1,00 ab	1,00 A	1,00 a	1,00 a	1,00 a	0,41	0,16

Valoración Sanitaria Del Paquete Visceral

Paquete Visceral.

En este estudio se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0,05$), tal como se puede observar en la tabla, posiblemente los efectos sobre el peso vivo y rendimiento de la canal estén asociados a mecanismos fisiológicos de los PCL-Glucanos sobre el tracto gastrointestinal (TGI), como aumento significativo del tamaño de algunos órganos como el buche para el T3, ventrículo T2, duodeno T3, páncreas T1 y T4, yeyuno T4, Ileón T3, intestino grueso T4, ciegos T4. Con relación al tamaño del proventrículo e hígado, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos estudiados.

Tabla 12

Efecto de la inclusión de S. cerevisiae sobre el tamaño (cm) de diferentes segmentos del tracto gastrointestinal de pollos de carne Ross 308.

	T0		T1		T2		T3		T4	
Buche (cm)	4x4,5	a	4x4	a	4x5,5	a	5x5	b	4x4,5	a
Proventrículo (cm)	3x2	a	2,5x3	a	3,5x3	a	3x3,5	a	3x5	a
Ventrículo (cm)	4x7	a	5x8	a	4,7x6	b	4x6	a	4,5x6	a
Hígado (cm)	7x7,5	a	6x6,5	a	6,5x6	a	6,4x6	a	6x7	a
Duodeno (cm)	13x0,7	a	14x0,8	b	12,5x0,5	a	15x0,5	c	14x0,8	b
Páncreas (cm)	11x0,8	a	13x0,5	b	10,3x0,5	a	12x0,4	a	13x0,5	b
Yeyuno (cm)	81x1	a	79x0,8	a	84x0,5	a	84,5x0,5	a	85x0,8	b
Ileon (cm)	9x0,4	a	10x0,5	a	10,5x0,5	a	14x0,4	b	10x0,5	a
Intestino grueso	22x0,4	a	23x0,5	a	23x0,5	a	26x0,4	b	23x0,5	a
Ciegos (cm)	11,5x0,5	a	12,5x0,5	a	13x0,7	a	11x0,4	a	15x0,4	b

Nota. Valores en una misma línea, prueba estadística, Duncan ($P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$).

REYES El incremento del tamaño de los órganos antes mencionados, pudo deberse a un aumento de su actividad. Similares resultados son reportados por Devewogda et al., (1997) con el empleo de *Saccharomyces cerevisiae* en pollos de ceba y por Onifade (1997) quien encontró mayor peso del hígado y molleja en pollos suplementados con levadura seca.

Iji et al., 2001 estudiando el crecimiento de los órganos digestivos del pollo de engorde alimentados con dietas comerciales sin utilización de PCL, encontró pesos relativos del hígado (3.4%) e intestino delgado (3.7%), inferiores a los reportados en la presente investigación.

Otro estudio coincide, cuando se incluyó en niveles de 0,1 ó 0,2 % de cultivo de Levaduras de Cerveza viva, adicionada en la dieta, las aves que habían recibido los mayores valores, mostraron mejor ganancia de peso, aunque no se encontraron variaciones en el peso de algunos órganos, como riñón, hígado, timo, bolsa de Fabricio ó de la canal, órganos que tuvieron iguales pesos a los controles (Churchil, Mohan, & Viswanathan, 2000).

A su vez, en un estudio sobre los efectos de la adición de Levadura total (LT), su pared celular (PC) y extracto (E), a niveles de 0,5; 0,15 y 0,25 % durante 5 semanas, se encontró que el agregado de Levadura no afectó las variables productivas ni la morfología del ileon, sin embargo disminuyó el nivel de colesterol sérico en los pollos de carne (Lee et al., 2005). Igualmente, en una investigación comparativa del valor nutritivo de la Levadura de Cerveza, y de sus derivados E y PC, realizada en aves adultas, permitió inferir que se obtendrían mejores índices de productividad en aves que recibieron el E que con la LT. Sin embargo, usando el E solamente, se perderían los efectos beneficiosos que aporta la PC (disminución de la colonización de algunas enterobacterias y favorecimiento del cambio morfológico en la mucosa intestinal de los pollos de carne) aún cuando dicha pared no representa un valor nutricional por sí misma (Perdomo, Vargas, & Campos, 2004).

Análisis Anatómico – Patológico.

REYES Respecto al intestino delgado, este es un segmento del TGI del ave relativamente simple y corto, pero altamente eficiente. Su mucosa presenta un epitelio en forma de pliegues o vellosidades que le sirven para multiplicar y crear una importante área de contacto enfocada a optimizar los procesos de secreción enzimática y de absorción de nutrientes (Turk 1982; Moran, 1996; Dibner y Richard, 2004). El epitelio de la mucosa digestiva se encuentra recubierto por diferentes tipos de células o enterocitos, los que llevan a cabo funciones de absorción son conocidos también como enterocitos con membrana en “borde de cepillo” o “brush-border”, debido a que presentan en su membrana apical protuberancias similares a dedos o en forma de micro-vellosidades (Moran, 1996), que son contráctiles y realizan movimientos oscilatorios para inmovilizar las enzimas digestivas que finalizaran la digestión de los nutrientes, además de llegar a incrementar hasta 30 veces más la superficie de absorción de la membrana celular del enterocito

Lo que podría explicarse el efecto del *Saccharomyces cerevisiae* sobre el desarrollo de las micro-vellosidades que se reflejarían en un mayor peso relativo de estos segmentos del tracto gastrointestinal. Al respecto, diversos autores (Zhang et al., 2005; Arce et al., 2008; Gómez et al., 2009), observaron que la inclusión de PCL en la dieta de pollos de engorde incrementa la longitud y el número de vellosidades intestinales y a mayor edad del ave, mayor amplitud, número y área de vellosidades. Similarmente, Santin et al., (2001) encontraron aumentos en la altura de las vellosidades en los diferentes segmentos intestinales en pollos suplementados con 0.2% de paredes celulares de *S. cerevisiae*, y sugieren que las paredes celulares de levadura pueden tener un efecto trófico indirecto en la mucosa intestinal. En asociación al sistema de micro-vellosidades observaron una gran cantidad de glicoproteínas que actúan como lectinas (glicocalix). Estas lectinas adquieren una importancia significativa en el animal ya que pueden interactuar con algunos microorganismos patógenos.

Por ejemplo, cuando le adicionaron dicho complejo durante las seis primeras semanas de vida, a razón de 0,5g, 1 g y 2 g, y una combinación de los tres (2 g en la 1er. Semana, 1 g en la 2da. Semana y 0,5 g en la 3er. Semana). Se encontró un mejor crecimiento en las aves más jóvenes, que habían recibido dosis mayores de Levadura, reduciéndose el efecto en las aves mayores y con menor o sin la adición de este probiótico. En ese mismo grupo de pollos, estos investigadores notaron un aumento en la digestibilidad de nutrientes en el intestino y aumento en el tamaño de las vellosidades de aquel órgano (Yang et al., 2007). Otros autores, observaron efectos positivos tanto sobre el sistema inmune como sobre el aparato digestivo de las aves, luego de adicionar el complejo derivado de *Saccharomyces cerevisiae* mencionado más arriba. Sobre el sistema de defensa, estimula la actividad de macrófagos y aumenta la inmunidad mediada por células y humoral. En la estructura intestinal, por su parte, aumenta el área de superficie de absorción de los nutrientes y también disminuye la resistencia a antibióticos (Cruickshank, 2002).

ART 2 La levadura suministrada en la dieta forman aproximadamente el 92 % de los polisacáridos constituidos en la pared (7,8,9,10), además son distinguidos como inmunostimulantes(11,12), así como colonizadores de la mucosa intestinal, lo que impide la adhesión de algunas bacterias entero patógenas(13-18), con resultados análogos a los APC(2,19). Se ha demostrado también un efecto sinérgico, asociados a tratamientos con antibióticos para combatir infecciones bacterianas(20), lo que mejora los parámetros de producción en el aves de carne cuando se adiciona el APC conjuntamente con las PcSc(2).

Los beneficios productivos obtenidos en la producción del pollo de carne a partir de las PcSc, (1,2,26) pueden ser expuestos por un mayor aprovechamiento de nutrientes, al encontrar una mejor salud intestinal, que incluye, un incremento en la altura de las vellosidades intestinales(1), una mejor respuesta inmunológica(11,12), y una disminución de bacterias entero patógenas que impidan aumentar el dominio de la flora bacteriana benéfica,(13,14,15,16,17,18), características del modo de actuar de los componentes activos (mánanos y glucanos), presentes en las paredes celulares de las levaduras. Así como también, sugiere un sinergismo entre las PsCs y los APC, Lahnborg et al.,(20), quienes encontraron un mayor estímulo del sistema retículo endotelial del tracto digestivo, cuando administraron componentes activos de la pared celular y antibióticos al mismo tiempo, favorecen el incremento de la flora benéfica en el tracto intestinal, permitiendo tener los beneficios potenciales de estos ingredientes, en la industria avícola de carne.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Niveles de 0.9 % de *Saccharomyces cerevisiae* (T3), son suficientes para lograr una mejor respuesta productiva en todas las variables analizadas, cuyos valores son superiores comparados con los otros tratamientos y el testigo.

A nivel del paquete visceral se puede indicar que el 0.9 % de *Saccharomyces cerevisiae* (T3), como probiótico favorece un mejor desarrollo del intestino delgado, de tal manera que incrementa progresiva y significativamente las medidas relativas de la molleja, hígado e intestino delgado que se traduce en un incremento de la superficie de absorción, lo que puede propiciar un mayor aprovechamiento de los nutrientes.

A su vez, el mejor B/C se obtuvo con el (T3) con 1.27; es decir que por cada dólar gastado se obtiene 0.27 de ganancia, de los nutrientes presentes en el alimento, contribuyendo al mejoramiento en los indicadores productivos de las aves .

Recomendaciones

Se recomienda elaborar más estudios sobre el efecto de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos broilers sobre el desarrollo del paquete visceral y desempeño productivo en diferentes lotes comerciales.

Implementar prácticas de nutrición animal de manera específica dependiendo las condiciones de sistema avícola, ya que cada medio representa una realidad distinta dependiendo de su manejo, y localización geográfica.

Bibliografía

- Adejumo, D., Onifade, A., & Afonja, S. (2004). Supplemental effects of died yeast (Yea-sacc 1026 (P)[®]) in a low protein diet on growth performance, carcass characteristics and organ weights of broiler chicken. . *Tropical Veterinarian* 22 (2):, 72-77.
- Aghdamshahriar, H., Nazer, A., & Ahmadzadeh, A. (2006). The effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in replacement fish meal and poultryby product protein in broiler diets. *XII European Poultry Conference, Verona,,* <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617098004.pdf>.
- Álvarez, A., Kahraman, M., Kocabağlı, R., Eren, N., & Şenel, S. (2002). The effects of lactiferm-15 and some antibiotics on performance, abdominal fat, intestinal tract weight and blood cholesterol levels of broilers. *Vet. J. Istanbul Univ.* 1.
- Álvaro, A. (2002). Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* en el alimento como promotor de crecimiento, sobre los parámetros productivos en el pollo de engorda. [tesis de licenciatura]. *Morelia, Michoacán, México: Universidad Michoacana de San Nicolás.*
- Arjona, M., & Guevara, v. (2010). Efecto de diferentes niveles de densidad de nutrientes sobre el comportamiento productivo y metabolismo energético de pollos de engorde. *Revista Investigaciones Agropecuarias vol. 2, núm. 1,* <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/222/222973001/html/index.html>.
- Aviagen Group. (2012). Broiler Ross 308: objetivos de rendimiento. : http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-308-BroilerObjetivos-de-Rendimiento-SP.pdf.
- Brown, M., Barrett, S., Volkman, J., Nearhos, S., & Nell, J. (1996). Biochemical composition of new yeasts and bacteria evaluated as food for bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 143(3-4), 341-360.
- Brumas. (2014). Guía de buenas prácticas en la agricultura y ganadería que contribuyan a la lucha contra los efectos nocivos del cambio climático. *BRUMAS* .
- Calzadilla, F., Pérez, M., & Piad, R. (2006). Influencia de un prebiótico a base de hidrolizado de Levadura en la ecología microbiana de aves. *Avanzada Científica* 9 (1), 1-7.
- Carcelén, F., Torres, M., & Ara, M. (2005). Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, Vol.16 n.2,* <http://www.scielo.cl/scielo.php>.
- Carro, M., & Ranilla, M. (2002). Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales. *Situación actual y posibles alternativas. Departamento de Producción Animal. España.,*

http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.pdf.

- Castello, A., Franco, F., Garcia, E., Pontes, M., Vaqueriz, J., & Villegas, F. (1991). Producción de carne de pollo. *Ed. Real Escuela de Avicultura. Madrid I 2002*.
- Castro, M. (2002). Promotores del Crecimiento. *Tendencias Actuales. ACPA 4/2002*, 19.
- Celyk, K. D. (2001). The effects of *Saccharomyces cerevisiae* and flavomycin on broiler growth performance. *Pakistan Journal of Biological Sciences 4(11)*, 1415-1417.
- Celyk, K., Denly, M., & Savas, T. (2003). Reduction of Toxic effects of Aflatoxin B1 by using Baker yeast (*S. cerevisiae*) in growing broiler chicken . *diets. Rev. Bras. Zootec. 32 (3)*, 615-619.
- Celyk, K., Denly, M., & Savas, T. (2003). Reduction of Toxic effects of Aflatoxin B1 by using Baker yeast (*S. cerevisiae*) in growing broiler chicken diets. . *Rev. Bras. Zootec. 32 (3)*, 615-619.
- Choct, M., Hughes, R., Wang, J., Bedford, M., Morgan, A., & Annison, G. (1996). Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. *British Poultry Science 37*, 609- 621.
- Churchil, R., Mohan, B., & Viswanathan, K. (2000). Effect of supplementation of broiler rations with live yeast culture. *Cheiron 29(1-2)*, 23-27.
- Cruickshank, G. (2002). Gut microflora-the key to healthy broiler growing. *Poultry World, July, p. 14* .
- Cuarón, I. (2000). La influencia de la levadura en la dieta, respuesta microbiológica antogénica. *Campinas, SP*.
- DAPA, CIAT. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura y del recurso hídrico en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*.
- De Roos, N., & Katan, M. (2000). Effects of probiotic bacteria on diarrhea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998. *Am J Clin Nutr, 71*, 405-411.
- Díez, J., Fabelo, J., Cuesta, S., Toubes, J., Cantalapiedra, J., Morillo, C., y otros. (1999). Medicamentos veterinarios: comercialización, distribución e incidencia en la Comunidad autónoma Gallega". *Trabajo presentado en el congreso "IV Encuentros Veterinarios G*.
- Drisko, J., Giles, C., & Bischoff, B. (2008). Probiotics in health maintenance and disease prevention. *Natural Standard Monograph*.
- Du, J., Shao, Z., & Zhao, H. (2011). Engineering microbial factories for synthesis of value-added products. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 38*, 873-90.

- FAO. (2015). Promoción del Manejo Ganadero Climáticamente Inteligente, Integrando la Reversión de la Degradación de Tierras y Reduciendo los Riesgos de Desertificación en Provincias Vulnerables . *FAO*.
- FAO. (2015). Promoción del Manejo Ganadería Climáticamente Inteligente. *FAO*, 1-170.
- Fernández, D., & Burneo, L. (2017). Competitividad, reto en el sector avícola. *Líderes*, <http://www.revistalideres.ec/lideres/competitividad-reto-sector-avicola-alimentos.html> .
- Franco, S., Pedroso, A., & Grigoletti, C. (2005). Effect of inclusion of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) associated or not with antibiotics in broilers. . *Ciencia Animal Brasileira*, 6 (2) , 79-85.
- Frizzo, L. (2007). Utilización de microorganismos probióticos, seleccionados a partir de la microbiota indígena de bovinos lecheros, en animales de experimentación. *Universidad Nacional Del Litoral. Facultad De Ciencias Veteri*.
- Fuentes, Y., Sierra, R., & Uribe, N. (2012). Determinación de la proporción de fasciolosis en bovinos y ovinos en las veredas de mortiño y jurado del municipio del cerrito en santander . *Revista de la Universidad Industrial de Santander*.
- Gerber, P. S. (2013). ENFRENTANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DE LA GANADERÍA. *FAO*.
- Gómez, A., Vergara, D., & Argote, F. (2008). Efecto de la dieta y edad del destete sobre la fisiología digestiva del lechón. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*.
- Gómez, G. (2003). Los probióticos. Una alternativa en el tratamiento de enfermedades.
- González, A., & Valenzuela, L. (2016). *Saccharomyces cerevisiae*. *Universidad Nacional Autonoma De Mexico*, 70-242.
- Grau Brizuela, R. (2015). Buenas Prácticas para Producción de Carne Natural. *Asociación Rural del Paraguay y Fundación Solidaridad Latinoamericana* .
- Herrera, N., & López, C. (2005). Adición de un probiótico y un ácido orgánico en pollos de engorda. . *Tesis profesional Universidad veracruzana*, <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/434/INFORME%20FINAL%20EPI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Hong, K., & Nielsen, J. (2012). Metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae*: a key cell factory platform for future biorefineries. *Cell. Mol. Life Sci.* 69, 2671-90 .
- Jica. (2016). Manual de Protagonistas Nutrición animal. *Nutricion Animal*, 9-15.
- Kapoor, A., & Viraraghavan, T. (1965). Fungal biosorption An alternative treatment option for heavy metal bearing wastewaters. *Biores. Technol.* 53, 195.
- Kreger-van, R. (1984). The Yeast: A Taxonomic Study. . *Elsevier, Amsterdam*, 345.

- Lagunas, I., García, B., Castaño, E., Regalado, C., & Avila, E. (2006). Producción de enzimas hemicelulolíticas por fermentación sólida y su aplicación en alimentos balanceados para pollos de engorda. *Mex. Vet.*, 37, 1-13.
- Lede, S., Ghio, S., & Mentaberry, A. (2005). Aplicaciones biotecnológicas modernas al cultivo de soja. En *“Actas del Congreso de Mundo Soja*, 187-193.
- Lede, S., Ghio, S., & Mentaberry, A. (2005). Aplicaciones biotecnológicas modernas al cultivo de soja. *Actas del Congreso de Mundo Soja*, 187-193.
- Lee, B. Z. (2005). Effects of dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) components on growth performance, ileal morphology and serum cholesterol in male broiler chickens. . *Korean Journal of Poultry Science* 32 (1), 49-54.
- Lee, B., Zang, A., Sung, A., Ahn, G., & Lee, K. (2005). Effects of dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) components on growth performance, ileal morphology and serum cholesterol in male broiler chickens . *Korean Journal of Poultry Science* 32 (1), 49-54.
- Lozano, J. (2002). Probióticos: Lo favorable: Alimentos probióticos. . *Modules*, <http://www.murciaopina.org/modules.php>. Obtenida el 16 Abr 2008.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., & Morgan, C. (2002). Animal Nutrition. *Pearson Education Limited, United Kingdom*. 6ª ed. , 572.
- Menocal, J., González, E., Coello, C., Estefan, A., & García, F. (2005). Efecto de paredes celulares (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento de pollo de engorda sobre los parámetros productivos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 43, 155-1.
- Menocal, J., González, E., Coello, L., Estefan, A., & García, F. (2005). Efecto de paredes celulares (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento de pollo de engorda sobre los parámetros productivos. . *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 43 , 155-162.
- Menocal, J., Ávila, E., López, C., García, C., & García, F. (2005). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cell walls on productive parameters in broiler chicks. *Técnica Pecuaria en México*, vol. 43, núm. 2, 155-162.
- Miazzo, R., & Kraft, S. (1998). Yeast a growth promoter for broilers. Abst.10th. *European Poultry Conference. Jerusalem, Israel* , 94.
- Miazzo, R., Peralta, M., Reta, S., Hurras, F., & Picco, M. (2001). Miazzo, R., Peralta, M. F., Reta, S, Hurras, F. y Picco, M. 2001. *Levadura de cerveza (Saccharomyces cerevisiae) como sustituto del núcleo*, 75-78.
- Milian, G. (2005). Empleo de probióticos a base de *Bacillus* sp y sus endosporas en la producción avícola. Instituto de Ciencia Animal. . *Apartado Postal 24. San José de las Lajas, La Habana*, 16p.

- Monteiro, K., Arsénio de Fontes, A., Castillo, R., Fernández, O. F., & Percedo, M. (2013). Prevalencia de hígados decomisados y pérdidas económicas por *Fasciola* sp. en Huambo, Angola. *Revista de Salud Animal*, 89-93.
- Morales, R. (2007). Las paredes celulares de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde. Programa de doctorado de Producción animal del departamento de Ciencia y de los Alimentos. *Programa de doctorado de Producción animal del departamento de Ciencia y de los Alimentos. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona España. 32.*, <https://docplayer.es/75433391-Universidad-catolica-de-santa-maria.html>.
- Nagata, W., & Whyte, J. (1992). Effects of yeast and algal diets on the growth and biochemical composition of the rotifer *Brachionus plicatilis* (Mueller) in culture. . *Aquacult. Fish. Manage.*, 23(1), 13-21.
- Nava, G., & Davila, V. (2004). Nuevas perspectivas en la selección y evaluación de probióticos. *Revista Chilena de nutrición. Vol. 21, Suplemento N° 1*, 184-185.
- Ogbonna, J., Tomiyama, S., & Tanaka, H. (1996). Development of a method for immobilization of non-flocculating cells in loofa (*Luffa cylindrica*) sponge. *Process. Biochem.*, 31(8), 737-744.
- Palou, A. (2000). Perspectivas europeas sobre alimentos funcionales. *Alim Nutr Salud 2000*;7(3), 76-90.
- Peralta, M., Miazzo, R., & Nilson, A. (2008). Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne - Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in feed broiler . *Revista electrónica de Veterinaria. Vol. IX, N° 10*, 1695-7504 .
- Perdomo, M., Vargas, R., & Campos, J. (2004). Valor nutritivo de la levadura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentación aviar. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*12(3),
file:///C:/Users/Sony/Downloads/Valor_nutritivo_de_la_levadura_de_cerveceria_Sacch.pdf.
- Pérez, M. (2000). Determinación de la actividad probiótica de un hidrolizado de *Saccharomyces cerevisiae*. *Tesis Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba*, <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018080008.pdf>.
- Pino, A., & Dihigo, L. (2007). Ensayo sobre el efecto de los probióticos en la fisiología animal. Instituto de Ciencia Animal. . *La Habana.*, Obtenida el 4 Junio 2008.
- Pomper, S., & Passwater, R. (2002). Nutritional yeast and yeastphobia. www.nutritionfocus.com.
Nutritionfocus.
- Quevedo, D., Ochoa, J., Corredor, J., & Pulecio, S. (2020). Effects of addition of probiotic *Saccharomyces cerevisiae* on intestinal histomorphology in broilers. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, vol. 67, núm. 3, pp. , 239-252*.

- Ramírez, A. (2016a). Producción Avícola Eficiente. *Avicultura Ecuatoriana*, 8.
- Ramírez, S. (2016b). La competitividad es el reto para el sector avícola. *Lideres*.
- Robertson, B., Roerstad, G., Engstad, R., & Raa, J. (1990). Enhancement of non-specific disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., by a glucan from *Saccharomyces cerevisiae* cell walls. *J. Fish. Dis.*, 13(5), 391-400.
- Romero, R., & Gómez, J. (2003). Yeas and products, pas present and future: from flavour to nutrition and health. . *Nutritional biotechnology in the fee and food industries. T.P.* .
- Roques, C., & Dussert, L. (1991). The interest of live yeast supplementation in aquaculture and its improving effect on feed conversion. . *Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc.*, (14), 280-281.
- Rosmini, M., Sequeira, G., Guerrero, I., Legarreta, I., Martí, L., Santina, R., y otros. (2004). Producción de probióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 3, 187-197.
- RURALTER. (2010). Ganadería y cambio climático . *Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras* .
- Salle, A. (1965). Bacteriología. *Gustavo Gili, Barcelona, cap 5.* ,
<http://www.microbiota.com.ar/sites/default/files/4%20levaduras.pdf>.
- Sánchez, A., Rivera, C., & Murillo, E. (2010). Perspectivas De Uso De Subproductos Agroindustriales Para La Producción De Bioetanol. *N. 46. Obtenida el 5 de Octubre del 2013*,
<http://www.redalyc.org/pdf/849/84920977043.pdf>.
- Schoeller, S. (2002). Nuevas estrategias para mejorar el valor y el rendimientos de las aves. *Edición latinoameria 2000*.
- Schuster, N., Dunn-Coleman, N., Frisvad, J., & Dijck, P. (2002). On the safety of *Aspergillus niger*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 59, 426-435.
- Smith, G., Kapteyn, j., Eno, H., & Klis, F. (1999). Cell wall dynamics in yeast. . *Curr. Opin. Microbiol.* 2, 348-352.
- Sokolina, F., Zumaquero, J., Ignatieva, G., Villaseñor, C., Sánchez, J., Cabrera, H., y otros. (2012). Estudio de los tejidos de moluscos *Lymnaea truncatula* y *Lymnaea cubensis* infectados por miracidios de *Fasciola hepatica*. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*.
- Spencer, J., & Spencer, D. (1997a). axonomy: The names of the yeast. En: *Yeast in Natural and Artificial Habitats* . *Springer-Verlag, Berlin*, 11-32.
- Spencer, J., & Spencer, M. (1997). Outside and inside: The morphology and cytology of the yeast cell. En: *Yeast in Natural and Artificial Habitats* . *Springer-Verlag, Berlin*, 80-94.

- Spring, P., Wenk, K., Dawson, K., & Newman, E. (2000). The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentration of enteric bacteria in the ceca of Salmonella-challenge broiler chicks. . *Poultry Sci.* 79 , 205-211.
- Stanley, V., Gray, C., & Hygnius, C. (1996). Effect of mannan oligosaccharide on liver and egg cholesterol and tissue protein concentration in chickens. *Seventeenth Annual Meeting of the Southern Poultry Sci. Soc. World Congress Center. Atlanta, Georgia*, 61.
- Stoilova, I., Gargova, S., & Krastanov, A. (2005). Production of enzymes by mixed culture from micelial fungi in solid-state fermentation. *Biotechnol. Bioeng.*, 1, 103-108.
- Thomson, A., Schoeller, C., Keelan, M., Smith, L., & Clandinin, M. (2000). Abstract, Lipid absorption: passing through the unstirred layers, brushborder membrane, and beyond. *Can. J. Physiol.Pharmacol.* 71, 531-555.
- Torres, J., & Gómez, A. (2008). Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes. *Soluciones Prácticas*.
- Upendra, H., & Yathiraj, S. (2003). Effect of supplementing probiotics and Mannan oligosaccharide on body weight, feed conversion ratio and livability in broiler chicks. . *Indian Vet. Journal.* 80 (10), 1075-1077.
- Villavicencio, A., & Carvalho, M. (2005). First report of *Lymnaea cousini* Jousseume, 1887 naturally infected with *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) (Trematoda: Digenea) in Machachi, Ecuador. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 735 - 737.
- WHO. (1995). Control of foodborne trematode infections. *Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, Geneva No. 84*, 200 .
- Yang, Y., Iji, P., & Choct, M. (2007). Effects of different dietary levels of mannanoligosaccharide on growth performance and gut development of broiler chickens. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 20 (7), 1084-1091.
- Zhang, A., Lee, B., Lee, K., An, G., Song, K., & Lee, C. (2005). Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality and ileal mucosa development of broiler chicks. .
- Zhang, A., Lee, B., Lee, K., An, G., Song, K., & Lee, C. (2005). Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality and ileal mucosa development of broiler chicks.
- Zhang, H., Dalson, W., Moore, E., & Shamlou, P. (2005). Computational-fluid-dynamics (CFD) analysis of mixing and gas-liquid mass transfer in shake flasks. *Biotech nol Appl Biochem.* 41(Pt 1):1-8, 1-8.

Anexos