



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE UNA PREMEZCLA DE CULTIVO DE  
LEVADURAS EN POLLO DE ENGORDA, SOBRE SU PRODUCTIVIDAD  
Y CALIDAD DE LA CANAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MARTÍNEZ CARMONA ITZETL MONSSERRAT

ASESOR:

MVZ PhD MARÍA DEL PILAR CASTAÑEDA SERRANO



MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Gracias a Dios por darme el honor de vivir esta vida y por la dicha y bendición de despertar cada mañana.

A mis extraordinarios padres María Evangelina y José Antonio, por su apoyo y amor incondicional, porque la mayor parte de lo que soy y lo que he logrado ha sido gracias al maravilloso trabajo de padres que han realizado conmigo, es una dicha, honor y orgullo ser su hija. Los amo.

A mi querido esposo Juan Ignacio quien ha estado presente en mi desarrollo profesional y en los momentos más importantes de mi vida. Te amo mi cielo.

A mi tío Raúl que siempre estuvo alentándome con ese orgullo puma que lo caracteriza. Gracias papito Fifi.

A mi niña Arlen quien ha sido como una hermana, por escucharme siempre y estar a mi lado apoyándome.

A mi familia por permitirme compartir con ellos las hermosas experiencias que viví durante mi carrera. Los quiero.

A mis amigos, compañeros y colegas que crecieron junto conmigo profesionalmente.

Con cariño a mis queridas e incondicionales amigas Erika y Elvia que han compartido conmigo los mejores momentos de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que por medio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, me formo profesionalmente.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, que me ha permitido continuar creciendo profesionalmente.

A la Dra. María del Pilar Castañeda Serrano por la oportunidad y el apoyo, quien con su experiencia me guio para la culminación de esta tesis.

Al Dr. Ernesto Ávila y a la Dra. Elizabeth Posadas por brindarme el apoyo y la oportunidad de formar parte de la familia CEIEPAv.

Al Dr. Badhi Morales por permitirme ser partícipe de este proyecto, por su ayuda y disposición.

Al Dr. Arturo Cortes y a la Dra. María Elena Rubio por su ayuda, tiempo y paciencia.

A mis compañeros, colegas pero sobre todo amigos el Dr. Jorge Miguel y la Dra. Alma Vázquez, por la confianza, el cariño y el apoyo incondicional.

## CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	14
HIPÓTESIS.....	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
RESULTADOS .....	22
DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIONES.....	34
CUADROS Y FIGURAS.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

**RESUMEN**

MARTÍNEZ CARMONA ITZETL MONSSERRAT. Evaluación de una premezcla de cultivo de levaduras en pollo de engorda, sobre su productividad y calidad de la canal. (Bajo la dirección de MVZ PhD María del Pilar Castañeda Serrano).

Con la finalidad de evaluar el efecto de la sustitución de un antibiótico como promotor de crecimiento, Bacitracina de zinc por la adición de una premezcla de cultivo de levaduras en dietas con base sorgo-soya para pollos de engorda, sobre parámetros productivos, pigmentación cutánea, determinación de anticuerpos vacunales, monitoreo de coccidias, tiempo de tránsito gastrointestinal, rendimiento, pH postmortem y pérdida por goteo, se llevó a cabo un experimento durante 49 días. Se utilizó una parvada mixta de 600 pollos de engorda de la estirpe Ross 308, de un día de nacidos alojados en piso. La distribución de los pollos fue completamente al azar; se dividieron en 3 tratamientos con 8 réplicas cada uno. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, dieta base sin cultivo de levaduras ni promotor de crecimiento, 2) Cultivo de levaduras, dieta base más cultivo de levaduras, 3) Promotor de crecimiento, dieta base más promotor de crecimiento. Los resultados en los parámetros productivos mostró en el tratamiento 2 en algunas semanas mayores pesos corporales, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia; sin embargo, estos resultados no fueron consistentes, ya que se presentaron semanas en donde no se observó diferencia significativa entre tratamientos. En cuanto a la pigmentación cutánea a la semana siete el tratamiento 2 fue mayor con respecto al tratamiento 3. El tiempo de tránsito gastrointestinal mostró diferencia significativa, donde el tratamiento 2 se comportó de manera similar a un promotor de crecimiento tipo antibiótico. El rendimiento en pollo vivo, canal caliente y canal fría estadísticamente no mostraron una diferencia significativa, sin embargo el tratamiento 2 obtuvo el mayor porcentaje en rendimiento comparado con los demás tratamientos, así como también el rendimiento de la pechuga, esto último comparado con el tratamiento 1. Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la adición de un cultivo de levaduras muestra un comportamiento similar a los promotores de crecimiento tipo antibiótico, y en algunos casos como el rendimiento en pechuga puede tener un comportamiento superior, lo que indica que este tipo de prebiótico puede sustituir a este tipo de producto con la ventaja de obtener beneficios en aspectos económicos de gran valía.

## **2.- INTRODUCCION**

### **2.1.- Situación actual de la avicultura en México**

La participación de la avicultura en la producción pecuaria total del país para el 2014 fue de 63%, dentro del cual 34.1% abarca la producción de pollo, 20% la producción de huevo y 0.1% la producción de pavo; México ocupó el séptimo lugar en producción de pollo a nivel Internacional, con 3,060 toneladas, mientras que a nivel nacional los estados con mayor producción de pollo fueron, Aguascalientes y Querétaro con un 11 % de la producción; la Producción para la Industria Avícola en ese mismo año fue de 3, 025,113 toneladas de pollo producido, mientras que se predice un incremento del 2.5 % para el 2015. El consumo per cápita de carne de pollo en el 2014 fue de 25.6 kg, mientras que el consumo per cápita aparente se reportó en 29.3 kg.

En nuestro país, el pollo es comercializado en seis presentaciones reconocidas en el mercado: pollo vivo 33%, tipo rosticero 26%, tipo mercado público 19%, tipo supermercado 12%, en piezas 6% y con valor agregado 4%. (UNA.org.mx)

### **2.2 Generalidades nutricionales de la carne de pollo**

La carne de pollo es un alimento con gran valor proteico, en su composición participan aminoácidos esenciales así como vitaminas, siendo de mayor interés las del complejo B, también contienen numerosas enzimas las cuales son de gran importancia para los procesos de maduración que tiene lugar después de la matanza, entre estas destacan las proteínas glucolíticas, lipasas, fosfatasas y proteasas. Carece en gran parte de tejido adiposo intramuscular, lo que disminuye el porcentaje de grasa en la carne, sin embargo la cantidad de ácidos grasos insaturados en la carne es relativamente alta, provocando que en ella se

produzca el enranciamiento de una forma más rápida cuando el almacenamiento es inadecuado. (Grossklaus, 1979)

### **2.3 Importancia de la calidad en la producción de carne de pollo**

La avicultura es una industria competitiva sujeta a cambios constantes, debido a su adaptación para cubrir las diversas demandas generadas por parte de los consumidores, una de estas demandas es la calidad en la canal de las aves tanto completa, en partes o carne deshuesada, siendo ésta última la base para la manufactura de productos con valor agregado. (Castañeda, 2011)

La calidad comprende desde los caracteres externos, como los internos determinantes del valor nutritivo; una de las características fundamentales con relación a las canales completas para su comercialización es la pigmentación (la cual depende de la zona geográfica), así como apariencia, tamaño y peso. Estas características permiten comercializar un producto final variado y cómodo que cubra las necesidades de calidad demandadas por el consumidor. (Castañeda, 2011)

Existen diversos indicadores de calidad para la carne de pollo, sin embargo la pigmentación cutánea y la apariencia en las canales de ave son los dos indicadores de calidad más utilizados por parte de los consumidores mexicanos. Un mal manejo antes del procesamiento se ve reflejado en la calidad de la canal, como son una pérdida en el rendimiento, lesiones que conllevan a la depreciación del valor de las piezas, así como también presentar un color no deseado. (Castañeda et al, 2013)

La calidad de la carne también se ve afectada a causa del estrés al que se somete a las aves durante el manejo antes de la matanza, o al retraso en el enfriamiento después de ésta,

dando como resultado carne pálida, suave y exudativa (PSE), en la que disminuye la capacidad para retener agua, lo que impide su uso para productos de valor agregado. (Castañeda et al, 2013)

## **2.4 Microbiota intestinal**

Una parte importante y fundamental para lograr un aprovechamiento óptimo de los nutrientes de la alimentación es conocer la integridad y funcionalidad de la microbiota presente en el trato gastrointestinal, ya que al nacimiento las aves cuentan con un tracto gastrointestinal estéril y su colonización comienza a través del contacto con microorganismos del medio ambiente. (Bailey, 2010)

La microbiota intestinal domina la mucosa a lo largo del tracto gastrointestinal, formando una barrera que compite en contra de bacterias patógenas por adhesión, este principio es conocido comúnmente como exclusión competitiva, en donde la microbiota domina los sitios de acoplamiento en la mucosa del epitelio reduciendo la oportunidad de adhesión y colonización por parte de bacterias patógenas. Otro mecanismo propuesto es que la microbiota intestinal secreta compuestos, incluyendo ácidos grasos volátiles y bacteriocinas, inhibiendo el crecimiento o promoviendo un medio ambiente inadecuado para ser colonizado. (Bailey, 2010)

La microbiota en el tracto gastrointestinal utiliza la mayor parte de la energía proveniente de los componentes de la dieta para su crecimiento y reproducción, estos componentes resisten el ataque de los fluidos gástrico haciéndolos disponibles para él aprovechamiento por parte de la microbiota intestinal. (Apajalahti et al, 2004)

Las especies bacterianas se diferencian entre ellas en relación a la preferencia de sustratos y requerimientos para su crecimiento, la composición química y la estructura de lo que digieren determina la distribución de especies en la comunidad microbial en el tracto gastrointestinal, un cambio en la composición de la dieta y en la densidad de nutrientes puede tener efectos drásticos sobre ésta población. (Apajalahti et al, 2004)

El ciego es la región más importante para bacterias anaerobias, donde la fermentación de la actividad bacteriana produce principalmente ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta principalmente acetato, propionato y butirato, estos últimos productos de la fermentación de oligosacáridos y polisacáridos no hidrolizados, los cuales proporcionan energía extra y esto puede significar un mejor índice de conversión alimenticia. (Lan et al, 2005)

Como seres vivos las bacterias del tracto gastrointestinal necesitan nutrirse para mantenerse y crecer, sin embargo esto representa una competencia de nutrientes con el ave, aunque su única labor es la utilización de los carbohidratos no digeribles que no pueden ser sintetizados por las enzimas del ave. (Lan et al, 2005)

## **2.5.- Resistencia bacteriana**

La avicultura moderna se encuentra lista para producir pollos de engorda hasta en menos de cinco semanas, esto tiene como base la selección genética, una alimentación balanceada, un adecuado programa de Medicina Preventiva y el manejo durante la crianza y producción. El objetivo en el uso de antibióticos como promotores de crecimiento a concentraciones subterapéuticas en el alimento, es el incremento en la ganancia de peso y mejora en la conversión alimenticia. (Apatha, 2009)

El desarrollo de resistencia entre poblaciones bacterianas expuestas a antibióticos es un problema en la salud humana, debido a la transferencia de resistencia bacteriana desde productos de ave a humanos, lo cual puede ocurrir a través del consumo de la carne contaminada con patógenos, las bacterias resistentes pueden colonizar el intestino y codificar genes de resistencia a antibióticos los cuales pueden ser transmitidos a otras bacterias pertenecientes a la microbiota intestinal humana. (Apata, 2009)

La bacteria tiene dos tipos de estructura genética, específicamente cromosomas y plásmidos que le confieren resistencia y le facilitan la transferencia de características de resistencia dentro o entre diferentes cepas y especies, ambas tienen secuencias de ADN que determinan la resistencia a antibióticos. (Apata, 2009)

El medicamento antibiótico elimina las cepas bacterianas sensibles, seleccionando aquellas con características inusuales que pueden resistirlo, estas bacterias se multiplican y comienzan a predominar transmitiendo sus características de resistencia a la progenie posterior y a otras especies bacterianas mediante mutación o mediada por plásmidos. (Apata, 2009)

La utilización de antibióticos en la producción de aves ocasiona un incremento en la resistencia a antibióticos, no solamente en cepas de bacterias patógenas, sino también en bacterias comensales, esto se refiere a que las bacterias comensales del tracto gastrointestinal constituyen un reservorio de resistencia genética para bacterias patógenas; la resistencia bacteriana complica el tratamiento antibiótico por la interferencia en su modo de acción mediante mecanismos entre los cuales incluyen inactivación en la síntesis de enzimas, alteración de la configuración específica de los sitios de acción y la inhibición de

los cambios en el sistema de transporte de membrana para remover los antibióticos. (Ameta, 2009)

## **2.6 Prebióticos**

Una de las alternativas para reemplazar el uso de promotores de crecimiento tipo antibiótico, es la adición de aditivos como enriquecedores intestinales conocidos también por el nombre de alimentos funcionales, uno de ellos son los prebióticos. Una definición reciente de prebiótico es: ingrediente fermentado selectivamente que permite cambios específicos en la composición y/o actividad de la microbiota intestinal, como conferir beneficios sobre el bienestar y salud del hospedero. La colonización del tubo digestivo por bacterias benéficas pioneras puede generar una modulación de la expresión de genes del epitelio del tracto intestinal y así crear condiciones favorables al asentamiento de una microbiota global benéfica y estable. (XU et al, 2003)

Los oligosacáridos son carbohidratos compuestos por cadenas cortas de monosacáridos; dos de los prebióticos oligosacáridos más estudiados son fructooligosacáridos (FOS) los cuales son encontrados naturalmente en algunos cereales y cebollas, y los mananooligosacáridos (MOS) obtenidos de la pared celular de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). (Kim et al, 2011)

Los prebióticos también causan un efecto benéfico sobre el sistema inmune del ave, algunos estudios demuestran que hay un incremento de lisosima en suero, la cual es secretada principalmente por fagocitos y es una respuesta de la inmunidad innata. La concentración de lisosima puede romper paredes de los polisacáridos de bacterias y de este modo proveer de protección contra infecciones. (Kim et al, 2011)

También se ha demostrado un efecto antiinflamatorio en conjunto con la activación de las células NK y con linfocitos B. La inmunoglobulina A es sintetizada por linfocitos B diferenciados en células plasmáticas, que se encuentran en el tejido linfoide de la submucosa intestinal, la diferenciación de los linfocitos se realiza debido a la interacción del inmunógeno con la célula presentadora de antígenos, la cual estimula al linfocito T colaborador para la producción de interleucinas y con esto se inicia la respuesta inmune celular, por un lado y por el otro en la maduración de linfocitos B ( la interleucina 4 es el factor de crecimiento de los linfocitos B y la interleucina 5 es el factor de diferenciación de estas células), para la producción de anticuerpos. (Gómez, 2003)

## **2.7 Cultivo de levaduras**

Los cultivos de levaduras son productos fermentados, que estimulan el crecimiento y reproducción bacteriana de la microbiota del tracto digestivo; los factores de fermentación obtenidos a partir del proceso fermentativo se denominan metabolitos nutricionales, los cuales son termoestables, debido a su proceso especializado de fermentación controlada y dirigida, la cual soporta la presencia de oxígeno y el peletizado sin ningún problema; obteniendo un sustrato que contiene nutrientes metabólicos (nutrilitos), paredes celulares (beta glucanos y mananos), estable al medio ambiente con larga vida de anaquel, el cual es considerado un prebiótico. (Magaña, 2003)

Muchos tipos de levadura han sido utilizados en la producción animal, sin embargo la especie más comercializada es el *Saccharomyces cerevisiae*, también conocido como levadura de cervecería, es una fuente rica en proteína cruda (40-45%) y vitaminas del complejo B como: biotina, niacina, ácido pantoténico y tiamina, estudios reportan que son

responsables en la estimulación de enzimas digestivas y de inmunidad en la mucosa intestinal, así como también incrementan la protección en contra de toxinas producidas por microorganismos patógenos. (Saied et al, 2011)

El modo de acción de la levadura incluye: mantener la microbiota intestinal por exclusión competitiva y antagonismo, alterar el metabolismo mediante el incremento en la actividad de enzimas digestivas, disminuir la actividad de enzimas bacterianas y la producción de amonio, así como estimular el sistema inmune. (Manal, 2012)

## **2.8 Selenio**

El selenio ha sido reconocido como un nutriente esencial en la alimentación, el cual juega un papel importante en la función inmune y en la productividad. También es un componente de la enzima glutatión peroxidasa, la cual juega un papel importante en la defensa antioxidante del ave. La primera forma de suplementación de selenio fue como fuente inorgánica de selenito de sodio, recientemente las fuentes de selenio orgánico son las levaduras, las cuales han sido exploradas como una alternativa para la suplementación inorgánica. (Yoon et al, 2007)

La decoloración de la carne se encuentra relacionada con procesos oxidativos; los cambios relacionados con la oxidación incluyen un desagradable sabor, olor, decoloración, solubilidad, e incluso formación de compuestos tóxicos. En la industria es de gran interés mantener la calidad de la carne y optimizar el color y la capacidad de retención de agua, limitando la decoloración y la pérdida de fluidos al espacio extracelular. (Wang et al, 2009)

### **3.- JUSTIFICACIÓN**

La carne de pollo es una de las fuentes más importantes de proteína de origen animal, es económica, de fácil adquisición, rápida en su preparación y versátil, sana y con un alto valor nutricional; pero también puede ser un medio para la transmisión de patógenos resistentes a antibióticos.

Una de las alternativas para suplir el uso de promotores de crecimiento tipo antibiótico y mejorar la microbiota intestinal, es el uso de cultivo de levaduras utilizado como prebiótico, el cual ha demostrado sus principales beneficios mediante el mantenimiento de la microbiota intestinal en buenas condiciones para cumplir con un óptimo funcionamiento; así como también la estimulación del sistema inmunológico para enfrentar el ataque de microorganismos patógenos.

Aunque hay diversos estudios de investigación acerca del uso de prebióticos como sustitutos de promotores de crecimiento tipo antibiótico, es necesario continuar investigando acerca de la productividad de las parvadas de pollo de engorda cuando se adicionan este tipo de productos, además de evaluar su efecto sobre los indicadores de calidad de la carne así como el rendimiento de la canal y por piezas.

### **4.- OBJETIVOS**

#### **4.1.- OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la adición de una premezcla de cultivo de levaduras en dietas de pollo de engorda, sobre su productividad, respuesta inmune, rendimiento y calidad de la canal.

## **4.2.- OBJETIVOS PARTICULARES**

- Evaluar el efecto de la adición de una premezcla de cultivo de levaduras sobre parámetros productivos en pollo de engorda (peso corporal, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad general y por síndrome ascítico).
- Evaluar el efecto de la adición de una premezcla de cultivo de levaduras sobre la respuesta inmune de anticuerpos vacunales en contra de la enfermedad de Newcastle, por medio de la prueba de Inhibición de la Hemoaglutinación.
- Evaluar el efecto de una premezcla de cultivo de levaduras sobre la pigmentación cutánea, durante el ciclo productivo y procesamiento del pollo de engorda.
- Evaluar el tiempo de tránsito gastrointestinal en pollo de engorda suplementado con un prebiótico a base de cultivo de levaduras.
- Evaluar el rendimiento en canal y en piezas obtenidas de aves, a las que se les adicionó en su dieta una premezcla de cultivo de levaduras.
- Evaluar el efecto de una premezcla de cultivo de levaduras sobre el pH postmortem de la carne de pollo y pérdida por goteo en el filete de la pechuga, como indicadores de calidad de la carne.

## **5.- HIPÓTESIS**

La adición de una premezcla de cultivo de levaduras es benéfica para el pollo de engorda, lo cual es expresado a través de su comportamiento productivo, respuesta inmune y calidad de la carne.

## **6.- MATERIAL Y METODOS**

El proyecto se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en la calle de Manuel M. López S/N en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2250 m.s.n.m entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo Enero el mes más frío y Mayo el más caluroso, su temperatura promedio anual es de 16° C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm. (García, 1973)

### **6.1.- Animales y dietas**

Se utilizaron 600 pollitos de 1 día de edad de la estirpe Ross 308 de ambos sexos que fueron asignados aleatoriamente a 3 tratamientos con 8 réplicas de 25 pollos cada una. Las aves fueron criadas en piso con viruta como material de cama. La temperatura de crianza fue entre 30-32°C en la primera semana y se disminuyó 2-3°C por semana hasta la semana 3, cuando se les retiró la criadora y los sistemas de crianza (rodetes y túnel); los animales recibieron alimento *ad libitum* durante las 7 semanas del experimento.

Las dietas se formularon en tres etapas: iniciación (1-21 días de edad), crecimiento (22-35 días de edad) y finalización (36-49 días de edad), balanceadas conforme a las recomendaciones del NRC, para cubrir las necesidades nutricionales del pollo de engorda.

Las dietas base estuvieron formuladas con sorgo más pasta de soya, con monensina (0.05%) como coccidiostato y dos de ellas sin promotor de crecimiento, las dietas base se muestran en el Cuadro 1.

Los tratamientos fueron asignados de la siguiente manera:

Tratamiento 1.- Dieta base sin promotor de crecimiento ni cultivo de levaduras

Tratamiento 2.- Dieta base más cultivo de levaduras y sin promotor de crecimiento

Tratamiento 3.- Dieta base más promotor de crecimiento Bacitracina de zinc (0.03%) y sin cultivo de levaduras

El cultivo de levaduras fue adicionado a la dieta en las siguientes proporciones, para la fase de iniciación se adicionaron 2 Kg de cultivo de levaduras por tonelada, en la fase de crecimiento 1.5 Kg de cultivo de levaduras por tonelada y para la fase de finalización se le adicionó 1 Kg de cultivo de levaduras por tonelada de alimento ( el producto a prueba fue enriquecido con una fuente de Selenio orgánica a una dosis de 150mg/kg (150 ppm) En la fase de crecimiento y finalización se adicionó el pigmento a la dieta.

## **6.2.- Evaluación de Parámetros Productivos**

Para la determinación del peso corporal, ganancia diaria de peso y consumo de alimento semanal, se realizó el pesaje de las aves y el alimento a los días 7, 14, 21, 28, 35, 42 y 49 días de edad, los datos fueron registrados en gramos.

## **6.3.- Medición de Anticuerpos Vacúnales**

Las aves fueron vacunadas contra la enfermedad de Newcastle a los 10 días de edad, la vía de administración fue gota al ojo con virus vivo y vacuna emulsionada simultanea contra la enfermedad de Newcastle e Influenza Aviar, la cual fue aplicada vía subcutánea en el tercio medio del cuello. A los 14 días post vacunación se tomaron 20 aves al azar por

tratamiento a las cuales se les extrajeron de 2 a 3 mililitros de sangre, vía endovenosa (vena radial).

Se utilizaron un total de 60 muestras para la titulación de anticuerpos vacunales contra la enfermedad de Newcastle mediante la técnica de inhibición de la hemoaglutinación. (Gao et al, 2008)

Los resultados de la prueba de Inhibición de la Hemoaglutinación se transformaron por logaritmo, previo al análisis estadístico.

#### **6.4.- Medición de la Pigmentación Cutánea**

La determinación de la pigmentación cutánea durante el ciclo productivo de las aves se realizó semanalmente iniciando a la cuarta semana y finalizando a la séptima, se tomaron 40 aves por cada tratamiento, se utilizaron un total de 120 aves para cada medición.

La medición fue realizada en el apterilo lateral sobre el depósito de grasa situado en esta región anatómica conocido coloquialmente como “vena de la grasa”, mediante un Colorímetro de Reflectancia de la marca Minolta CR-400.

Para evaluar la pigmentación en el producto final, se determinó la pigmentación cutánea durante el procesamiento, para lo cual se midió en pollo vivo (antes de ser procesado), canal caliente (sin eviscerar) y canal fría (eviscerada sin cabeza ni patas posterior al enfriado), se utilizaron 100 aves por tratamiento para un total de 300 aves, la medición se realizó en el apterilo lateral para pollo vivo y en la zona de la pechuga para canal caliente y fría. (Escobedo, 2007)

### **6.5.- Medición del Tiempo de Tránsito Gastrointestinal (TTG)**

Se realizaron 2 evaluaciones del TTG a los 28 y 35 días de edad de las aves, se utilizaron dos aves por réplica en cada tratamiento. Se utilizaron los mismos pollos en cada medición, para reducir la variación individual. El óxido férrico fue utilizado como marcador a una dosis de 200mg/kg.

Para lo cual el consumo de alimento se restringió durante dos horas a las aves seleccionadas las cuales fueron identificadas colocando cinta adhesiva en sus tarsos y registrando el número de tratamiento y réplica; las aves fueron acomodadas en rodetes conforme a su tratamiento, a cada rodete se le colocó un recipiente para agua y alimento a libre acceso correspondiendo este último a su respectivo tratamiento, pasado el tiempo de ayuno el marcador fue puesto en una capsula de gelatina y administrado por vía oral, colocándolo en la orofaringe para su deglución espontánea; las cápsulas se dieron al mismo tiempo a las aves de cada réplica y se registró el tiempo en que el marcador se administró y el tiempo en el cual apareció la tonalidad roja en la excreta para cada pollo. El TTG fue calculado como la diferencia entre estos dos tiempos de registro en minutos. (Washburn, 1991)

### **6.6.- Monitoreo de coccidias**

Para descartar problemas de absorción a nivel intestinal se realizó monitoreo de coccidias durante el periodo experimental, para lo cual, durante 4 semanas se recolectaron muestras de heces fecales (4 gramos) de forma aleatoria por réplica y por semana, iniciando a la tercera y finalizando a la sexta semana. Las muestras se colocaron en bolsitas de plástico estériles las cuales se asperjaron con Dicromato de Potasio, esto para estimular la esporulación de los ooquistes del protozoario *Eimeria* así como impedir el crecimiento de

bacterias debido a los fragmentos de cama y así conservar por más tiempo las muestras, posteriormente estas se almacenaron en refrigeración hasta la realización de la técnica de McMaster de campo para determinar el número de ooquistes por gramo de materia fecal. (Besné et al, 2006)

### **6.7.- Evaluación del Rendimiento en Canal**

Al finalizar el ciclo productivo 100 aves por tratamiento fueron pesadas y procesadas bajo condiciones comerciales. Cuando a las canales se les retiró la pluma fueron pesadas, asimismo después de realizar la evisceración fueron pesadas nuevamente; los pesos registrados se utilizaron para determinar el rendimiento de canal caliente (después del desplumado) y canal fría (eviscerada, enfriada y sin cabeza ni patas).

Cincuenta canales por tratamiento fueron cortadas y la pechuga fue deshuesada para obtener el corte mariposa. El deshuese y corte fue realizado por una sola persona para reducir la variabilidad. Los cortes fueron pesados para obtener el rendimiento de pechuga, pierna y muslo.

### **6.8.- Medición de pH postmortem**

La determinación de pH postmortem se llevó a cabo en 100 canales frías por cada tratamiento, siendo 300 en total. La medición se realizó en la zona de la pechuga utilizando un potenciómetro de inserción para carnes (marca Hanna). El potenciómetro fue debidamente calibrado en una solución tampón a un pH de 4.01 y posteriormente en otra solución a un pH de 7.01, se prosiguió a realizar la lectura introduciendo la cuchilla colocada en el electrodo al interior de la zona de la pechuga. (Duclos et al, 2007)

### **6.9.- Determinación de Pérdida por goteo**

Treinta pechugas fueron deshuesadas para obtener el filete y determinar la pérdida por goteo. Para lo cual se utilizó una báscula digital (marca OHAUS modelo Scout Pro SP 401), en la cual se pesaron los filetes para determinar el peso inicial. Posteriormente se colocaron individualmente en bolsas de plástico de polietileno para ser colgados y colocados en una cámara fría a temperatura de refrigeración (4°C).

Un requisito importante fue utilizar un gancho para que el filete se sujetara a este y evitar que tocara el fondo de la bolsa. A las 48 horas se realizó un segundo pesaje para lo cual los filetes se sacaron de las bolsas, se secaron con un material absorbente, se pesaron y se registró el dato.

Este procedimiento se repitió a las 72 horas. La pérdida por goteo se obtuvo como la relación entre el peso inicial y el peso a las 48 y 72 horas, expresado en porcentaje. (Mérida, 2008)

### **6.10.- Análisis estadísticos**

El análisis estadístico de los resultados se realizó con un software comercial de SAS®<sup>100</sup>; el Modelo estadístico fue un Diseño Completamente Aleatorio para la evaluación de parámetros productivos, determinación del grado de pigmentación, inhibición de la hemaglutinación, TTG y pH postmortem. Los datos fueron analizados por Análisis de Varianza con el procedimiento de Modelos Lineales Generales. Los resultados obtenidos en rendimiento en canal y piezas (pechuga y pierna con muslo); así como pérdida por goteo fueron transformados mediante la raíz cuadrada del arcoseno para después ser analizados

mediante Análisis de Varianza. Las diferencias entre los grupos fueron determinadas por comparación múltiple de Tukey con una significancia predeterminada de  $P < 0.05$ .

## **7.- Resultados**

### **7.1.- Parámetros productivos**

Los resultados obtenidos de peso corporal se observan en el Cuadro 2, en donde en la semana 1, el tratamiento 3 fue estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) solo al tratamiento 1. Mientras que en las semanas 2, 3 y 4 los resultados mostraron que los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente mayores ( $P < 0.05$ ) al tratamiento 1. En la semana 5 el tratamiento 2 fue estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) únicamente al tratamiento 1, sin embargo los resultados obtenidos para la semana 6 y 7 no mostraron diferencia significativa entre tratamientos.

Los resultados obtenidos en ganancia diaria de peso los cuales se observan en el Cuadro 3 muestran que en la semana 1 el tratamiento 3 fue estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) solamente al tratamiento 1. A la semana 2 el tratamiento 2 fue estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) únicamente al tratamiento 1, mientras que en la semana 3 el tratamiento 2 continua siendo estadísticamente superior ( $P < 0.05$ ) al resto de los tratamientos. Sin embargo en la semana 4, 5, 6 y 7 no se presentó diferencia significativa entre tratamientos.

Los resultados para consumo de alimento se muestran en el Cuadro 4, en donde únicamente en la semana 3 se observó que el tratamiento 2 mostró un mayor consumo de alimento, siendo significativamente ( $P < 0.05$ ) diferente únicamente al tratamiento 1. Sin embargo en el resto de las semanas no se observó diferencia estadística entre tratamientos.

Los resultados para conversión alimenticia se muestran en el Cuadro 5, en donde se observa una diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) a la semana 2 y 3, en donde el tratamiento 2 mostró la menor conversión, siendo significativamente diferente solamente al tratamiento 1.

### **7.2.- Evaluación del grado de pigmentación cutánea en el ciclo productivo**

Los valores para pigmentación cutánea se muestran en la Figura 1, donde se observa a la semana 4 una diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) en donde el tratamiento 1 mostró los valores de amarillamiento ( $b^*$ ) más altos comparado únicamente con el tratamiento 2; no se observó diferencia estadística significativa a la semana 5 y 6 en valores de amarillamiento ( $b^*$ ); sin embargo a la semana 7 el tratamiento 2 mostró diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) superior comparado únicamente con el tratamiento 3.

Para los valores de enrojecimiento ( $a^*$ ) que se muestran en la Figura 2, donde se observa a la semana 6 que el tratamiento 1 obtuvo diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) superior comparado con los tratamientos 2 y 3; sin embargo en el resto de las semanas no se observó diferencia estadística entre tratamientos.

Los resultados en porcentaje de mortalidad, los cuales se observan en la Figura 3, no mostraron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para ninguno de los tratamientos.

### **7.3.- Monitoreo de coccidias**

El monitoreo de coccidias mostró que no existe evidencia que sugiera que la parvada experimental pudiera haber presentado un problema digestivo debido a este protozoario, los resultados obtenidos por la prueba de McMaster se muestran en el Cuadro 6.

#### **7.4.- Titulación de anticuerpos vacunales contra la enfermedad de Newcastle, mediante la prueba de inhibición de la hemoaglutinación**

En el Cuadro 7 se muestran los datos obtenidos con el promedio de anticuerpos por inhibición de la hemoaglutinación, donde se observa que el tratamiento 3 mostró diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) mayor, siendo diferente solamente con el tratamiento 1.

#### **7.5.- Tiempo de tránsito gastrointestinal (TTG)**

El tiempo de tránsito gastrointestinal puede ser definido como el tiempo que tarda el alimento en pasar a través del tracto gastrointestinal. Se muestra en la Figura 4 los resultados de la evaluación realizada a los 28 y 35 días de edad, la cual mostró el TTG mayor para el tratamiento 2, el cual fue significativamente diferente ( $P < 0.05$ ) solamente comparado con el tratamiento 1. Este comportamiento se repitió para la determinación realizada a los 35 días de edad.

#### **7.6.- Rendimiento en canal**

En el presente proyecto fueron analizados el rendimiento en canal caliente y fría, el rendimiento de la pieza de la pechuga y de la pierna con muslo, los cuales se muestran en las Figura 5 y 6 respectivamente. No hubo evidencia estadística de que alguno de los tratamientos fuera diferente sobre las evaluaciones de rendimiento en canal caliente y canal fría por sexos separados, ni de la pierna con muslo; sin embargo el rendimiento de la pieza de la pechuga en el tratamiento 2 mostró diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) mayor únicamente comparado con el tratamiento 1.

### **7.7.- Evaluación del grado de pigmentación cutánea en el procesamiento**

Los valores de amarillamiento ( $b^*$ ) en canal caliente y canal fría que se muestran en la Figura 7 el tratamiento 2 y 3 mostraron los valores más altos, siendo estadísticamente significativos comparados únicamente al tratamiento 1.

En la lectura de enrojecimiento ( $a^*$ ) que se observa en la Figura 8, el tratamiento 1 mostró el valor más alto de enrojecimiento para pollo vivo, siendo estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ), comparado con los tratamiento 2 y 3.

### **7.8.- Medición del valor de pH postmortem**

La Figura 9 muestra los valores obtenidos en la medición de pH postmortem, en donde el tratamiento 2 obtuvo el mayor valor, siendo estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ) comparado con los tratamientos 1 y 3.

### **7.9.- Medición de pérdida por goteo**

Se determinó la pérdida por goteo que se observa en la Figura 10, a las 48 horas y 72 horas, donde el tratamiento 2 mostró el valor más alto siendo estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) solamente al tratamiento 3.

## 8.- DISCUSION

Estudios previos utilizando como prebiótico levadura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) como un suplemento para las raciones de pollo de engorda empleado a diferente dosis en sus tratamientos, mostraron que la dosis a 0.5% de levadura seca obtuvo el mayor peso corporal a los 21 y 42 días de edad, comparado con el tratamiento testigo el cual no fue adicionado con el suplemento. (Manal, 2012). Este efecto benéfico fue observado en el presente estudio donde el tratamiento con el cultivo de levaduras mostró pesos significativamente mayores de la 2<sup>a</sup> a la 5<sup>a</sup> semana comparado con el tratamiento testigo; aunque este efecto no fue persistente hasta el final del experimento. Otros estudios han reportado el efecto benéfico del cultivo de levaduras sobre el peso corporal empleado a una dosis de 2.5g/kg observándose pesos mayores al día 42 de edad comparado con el testigo sin adición de cultivo de levaduras. (Gao et al, 2008)

Al igual que el peso corporal, la ganancia diaria de peso mostró un comportamiento irregular, debido que en las semanas 2 y 3 el tratamiento con cultivo de levaduras mostró la mayor ganancia de pesos, sin embargo este efecto no fue constante a lo largo del experimento. En comparación con un estudio que reporta el uso de un producto fermentado a partir de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* empleado a una dosis de 0.25% en un tratamiento, observándose la mayor ganancia de peso en todo el ciclo productivo comparado con una dieta sin el producto fermentado; otro estudio probó un cultivo de levaduras en uno de sus tratamientos a una dosis de 2.5g/kg, reportando la mayor ganancia de peso a partir de la 3<sup>a</sup> semana, comparado con el tratamiento sin cultivo de levaduras. (Gao et al, 2008; Gao et al, 2009)

Los resultados para consumo de alimento solo fueron significativos a la 3<sup>a</sup> semana, en donde el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras obtuvo los mayores consumos,

comparado con el tratamiento testigo. A diferencia de un estudio que probó dos distintos prebióticos un Fructo-oligosacárido (FOS) y un Manano-oligosacárido a diferentes dosis, comparándolos con un promotor de crecimiento tipo antibiótico (Avilamicina), los mayores consumos fueron para el tratamiento adicionado con el prebiótico (MOS) a una dosis de 0.025% y el otro adicionado con el promotor de crecimiento tipo antibiótico, esto se observó a los 28 días de edad. (Kim et al, 2011)

En el presente estudio, el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras obtuvo la conversión alimenticia menor comparado con el tratamiento testigo, esto se observó únicamente a la 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> semana. Esto coincide con lo reportado por Manal (2012) quien obtuvo la mejor conversión alimenticia a la 3<sup>a</sup> semana al emplear en uno de sus tratamientos un prebiótico producto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo Arce et al. (2005) reporta que las paredes de *Saccharomyces cerevisiae* adicionadas solas o en conjunto con un promotor de crecimiento tipo antibiótico (Avilamicina) mejoran la conversión alimenticia, comparado con los tratamiento que no tienen estos productos.

Sin embargo este comportamiento no se observa en todas las experimentaciones con prebióticos, Mérida (2008) no reporta diferencias en conversión alimenticia para ninguno de sus tratamientos al emplear un prebiótico (MOS) obtenido de la pared de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, comparándolo con un promotor de crecimiento tipo antibiótico (Bacitracina).

Aunque el tratamiento adicionado con el cultivo de levaduras no fue consistente en el comportamiento de los parámetros productivos durante todo el experimento, es importante señalar que cuando se observaron diferencias estadísticas significativas, estas fueron únicamente con el testigo, lo que muestra que este tipo de prebiótico tiene un

comportamiento similar a los promotores de crecimiento tipo antibiótico cuando se evalúa la productividad de la parvada

En los resultados obtenidos para pigmentación cutánea en el ciclo productivo, el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras obtuvo los valores más altos de amarillamiento (b\*), esto solo fue observado a la 7ª semana, comparado con el tratamiento adicionado con promotor de crecimiento tipo antibiótico. A diferencia de un estudio que adicionó en uno de sus tratamientos un Manano-oligosacárido y lo comparó con un promotor de crecimiento tipo antibiótico, no obtuvo diferencia significativa en la medición de pigmentación cutánea para los valores de amarillamiento (b\*) y enrojecimiento (a\*) en pollo vivo. (Mérida 2008). Este indicador de calidad tiene un impacto económico importante, el cual se cristaliza en la comercialización.

El desarrollo tecnológico de la Avicultura, sobre todo en las áreas de genética y nutrición, ha permitido obtener avances en los parámetros productivos; sin embargo este beneficio ha tenido que pagar un alto costo metabólico, que se refleja en nuevos problemas causantes de elevada mortalidad en las parvadas, como es el caso del Síndrome Ascítico. (López et al, 1991)

Los resultados obtenidos de mortalidad general y por Síndrome Ascítico en el presente estudio no presentaron diferencias significativas durante todo el periodo experimental para ninguno de los tratamientos; sin embargo los resultados con el mayor porcentaje de mortalidad por Síndrome Ascítico fue para el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras con un (14.80%), seguido del tratamiento con promotor de crecimiento tipo antibiótico con (14.73%) y por último el tratamiento testigo con (12.75%). Es importante aclarar que en la zona geográfica donde se ubica el CEIEPAv, la incidencia de Síndrome Ascítico es elevada debido a la altitud, complicando con el hecho de que la presente prueba

se realizó durante el invierno, condición que complica e incrementa la mortalidad por Síndrome Ascítico. Por lo tanto la mortalidad observada por esta causa durante la presente prueba coincide con los parámetros históricos del CEIEPAv.

El producto cultivo de levaduras utilizado en el presente estudio esta adicionado con selenio (150ppm), el cual se ha relacionado con la capacidad antioxidante.

Un estudio realizado que probó dos fuentes de selenio (seleniometionina y selenito de sodio) con niveles altos de vitamina E y C para medir el daño oxidativo hepático, no obtuvo diferencia significativa en mortalidad general ni en mortalidad por síndrome ascítico en ninguno de sus tratamientos. (Arrieta et al, 2000). Lo cual coincide con el presente estudio donde la adición de selenio no modificó la mortalidad por Síndrome Ascítico.

La coccidiosis aviar es una enfermedad parasitaria causada por protozoarios del Phylum Apicomplexa, familia Eimeriidae, la cual se produce mediante la ingestión de ooquistes esporulados, que dan lugar a un proceso de carácter clínico o subclínico, caracterizado por diarrea y descenso en la productividad. (Del Cacho, 2013)

La coccidiosis es reconocida como la parasitosis de mayor impacto económico en la producción avícola mundial; *Eimeria sp* ingresa al hospedador por penetración en las células intestinales causando severos daños a la integridad física del intestino; la coccidia produce lesiones en la mucosa intestinal directamente vinculadas al ciclo biológico, el cual se realiza en dos fases: una sexual y otra asexual, ocasionando daños en los tejidos con la consiguiente interrupción de la absorción de nutrientes, deshidratación, diarrea, pérdida de sangre y mortalidad. (Yuño y Gogorza, 2008). Al afectar la absorción de nutrientes los aditivos como los pigmentos disminuyen en su absorción, lo que se refleja en una pérdida de pigmentación cutánea. Por lo tanto es importante vigilar a las parvadas mediante los monitoreos de ooquistes. Sin embargo en el presente estudio el conteo de ooquistes

mediante la prueba de McMaster no mostró un número elevado que sugieran la presencia de un cuadro subclínico. Por lo tanto se puede asumir que la absorción intestinal no se afectó debido a esta causa.

En el presente estudio los resultados obtenidos para titulación de anticuerpos mediante la técnica de Inhibición de la Hemoaglutinación, no mostraron diferencia significativa para el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras. Saliانه et al. (2011) que utilizó 3g/kg de cultivo de levaduras como prebiótico, comparado con un probiótico a base de *Lactobacillus*, no mostró diferencias significativas para ninguno de sus tratamientos en títulos de anticuerpos contra de la enfermedad de Newcastle. En contraste con lo reportado por Gómez et al. (2009), quien observa títulos de anticuerpos mayores para el tratamiento adicionado con paredes celulares de levadura *Saccharomyces cerevisiae* a una dosis de 0.05%, comparado con un promotor de crecimiento tipo antibiótico (Bacitracina cinc). Otro estudio probó un cultivo de levaduras a diferentes dosis en sus tratamientos, observó un incremento en el títulos de anticuerpos contra la enfermedad de Newcastle al emplear en un tratamiento 7.5g/kg realizando determinaciones a los días 14, 21, 35 y 42 post-vacunación, comparado con los tratamientos adicionados a una dosis menor y al testigo. (Gao et al, 2008)

La composición de la dieta es uno de los factores que influyen en el tiempo que tardan el alimento en pasar a través del tracto gastrointestinal. (Washburn, 1990). El alimento puede tener características específicas de calidad y diferencias en cantidad de carbohidratos, fibra, proteínas, grasas y aditivos que pueden alterar el tiempo de tránsito gastrointestinal; un estudio que empleó un Mananoligosacáridos (MOS) en uno de sus tratamientos y lo comparó con un promotor de crecimiento tipo antibiótico (Bacitracina cinc), no obtuvo diferencia significativa para ninguno de sus tratamientos al realizar la medición a los días

12, 24 y 36 días de edad. (Mérida, 2008). Los resultados obtenidos en el presente estudio para tiempo de tránsito gastrointestinal, fueron significativos para el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras, el cual obtuvo el mayor tiempo de tránsito gastrointestinal en ambas evaluaciones 28 y 32 días de edad, comparado solamente con el tratamiento testigo.

El tiempo de tránsito del alimento a través del tracto gastrointestinal puede influir en la cantidad de nutrientes extraídos de la dieta por la modificación de la duración de la exposición de la digesta a las enzimas digestivas y a las superficies de absorción, así como implicar potencialmente cambios en las poblaciones microbianas y en la capacidad de ingestión. (Rochell, 2012)

Los resultados de rendimiento para canal caliente y fría no mostraron diferencia significativa para ninguno de los tratamientos. Sin embargo el tratamiento con el cultivo de levaduras mostró los valores mayores para los tipos de canal y sexo; esto fue observado también en el rendimiento de la pieza pierna con muslo, no obstante para la pieza de la pechuga el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras obtuvo diferencia significativa mayor en el porcentaje de rendimiento, comparado con el tratamiento testigo; lo cual desde el punto de vista económico representa gramos de diferencia en la pieza de mayor valía, la cual al multiplicarse por número de canales por lote puede representar una diferencia económica importante. Un estudio que empleó una fuente de selenio orgánica (selenio-levadura) e inorgánica (selenito de sodio), no mostró diferencia significativa en ninguno de sus tratamientos, para porcentaje de rendimiento en canal y sus piezas. (Downs et al, 2000)

En la industria avícola de México la pigmentación es quizás la característica de calidad más importante que demanda el consumidor ya que prefiere una canal de pollo con la piel color amarillo- naranja, debido a que asocia esta característica a fresca, salud del animal y alimentación natural como en el rancho. (Castañeda, 2011)

El color amarillo en las canales se logra gracias al uso de xantofilas, las cuales no son sintetizadas por el ave y son adicionadas a la dieta. Sin embargo la absorción de estos compuestos por parte del ave es afectada por muchos agentes, como son: micotoxinas, reovirus y coccidias entre otros, los cuales pueden causar daño hepático, así como también una mala absorción del pigmento dando como resultado un pollo pálido. (Tyczkowski et al, 1991)

La calidad en los productos de ave puede ser dividida en varios atributos, principalmente los sensoriales como son: color, terneza, sabor y jugosidad y los físicos como rendimiento muscular, capacidad de retención de agua y pérdida en la cocción. El metabolismo postmortem del tejido muscular influye en las características de la carne, ya que se presenta una acumulación de ácido láctico durante el proceso de rigor mortis. (Grashorn, 2007)

Los valores de pH postmortem a los 15 minutos se encuentran alrededor de 6.2 a 6.5, si el valor de pH es bajo ( $< 6.0$ ) mientras el musculo se encuentra caliente las proteínas son sujetas a desnaturalización, lo cual dirige a una disminución en la capacidad de retención del agua y a una decoloración de la carne, esta carne es a menudo descrita como carne pálida, suave y exudativa. (Duclos, 2007; Grashorn, 2007)

Los problemas de calidad de la canal y de la carne se asocian con las condiciones que son estresantes para las aves vivas como son: la captura, el enjaulado, el tiempo de transporte y el manejo en la planta de procesamiento; lo que se refleja en valores de funcionalidad de la carne como pH y pérdida por goteo. (Castañeda, 2011)

Para los valores de pH postmortem en el presente estudio, el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras mostró los valores mayores, comparado con los demás tratamientos. Sin embargo en ninguno de los tratamientos el valor de pH es bajo, condición que pudiera indicar pérdida de la funcionalidad de la carne.

En comparación a un estudio que probó dos fuentes de selenio (orgánica e inorgánica) no obtuvo diferencia estadística significativa en ninguno de sus tratamientos. (Peric et al, 2009)

En el presente estudio la medición de pérdida por goteo en la carne de la pechuga realizada a las 48 y 72 horas, obtuvo resultados significativos en donde el tratamiento adicionado con cultivo de levaduras obtuvo los valores más altos, comparado únicamente con el tratamiento testigo. A diferencia Peric et al. (2009) reportó que el selenio como fuente orgánica e inorgánica a diferentes dosis y en combinación en sus tratamientos, mostró una pérdida por goteo menor para el tratamiento adicionado con una fuente de selenio orgánica.

Un estudio realizado por Woelfel et al. (2002) en donde se valoró características de funcionalidad en filetes de pechuga para obtener incidencia de carne pálida, suave y exudativa (PSE) en pollo de engorda procedente de una planta comercial, mostró una pérdida por goteo normal de 3.32% comparado con una pérdida de 4.38% de una carne PSE. Mediante que los valores observados en el presente experimento fueron menores a estos confirmando que la funcionalidad de la carne no se afectó en ninguno de los tratamientos

Otro estudio probó un tratamiento con selenio-levadura y metionina en dieta para pollo de engorda, sus resultados fueron significativos para el tratamiento adicionado con ambos, en donde se pudo observar una disminución de pérdida por goteo. (Wang et al, 2009)

## **9.- CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron que algunos parámetros productivos mejoraron con la adición de la premezcla de cultivo de levaduras, sin embargo no fueron consistentes durante el ciclo productivo completo. Mientras que cuando no se observó diferencia el comportamiento es similar a los promotores de crecimiento tipo antibiótico.

Para el rendimiento en canal, el cultivo de levaduras no mostró diferencia estadística significativa, sin embargo obtuvo los mejores rendimientos en canal caliente y fría, observándose un aumento significativo del rendimiento de la pieza de la pechuga; la cual desde el punto de vista económico es relevante.

Además que el cultivo de levaduras se comporta de manera similar al promotor de crecimiento tipo antibiótico, observado en determinaciones como parámetros productivos, pigmentación cutánea y tiempo de tránsito gastrointestinal, lo que sugiere que los alimentos funcionales pueden remplazar a este tipo de productos, sin afectar características comerciales como pigmentación cutánea, peso y rendimientos los cuales son indicadores comerciales de calidad de la canal, y fundamentales para la comercialización de la carne de pollo en México.

## 10.- Cuadros y Figuras

**Cuadro 1. Dietas basales (kg)**

Ingredientes	Iniciación (0-21 días de vida)	Crecimiento (22-35 días de vida)	Finalización (36-49 días de vida)
Sorgo 9%	540.133	565.827	603.184
Pasta de soya	375.793	331.782	294.813
Aceite vegetal	36.035	57.388	56.521
Ortofosfato	18.536	16.392	15.107
Carbonato de calcio	15.334	13.897	13.334
Cloruro de sodio	4.340	3.837	3.846
Metionina 99%	2.204	2.929	1.494
L-Lisina HCL	3.068	1.625	1.000
Minerales	1.000	0.500	1.000
Vitaminas	1.000	1.000	1.000
Cloruro de colina 60%	1.000	3.400	0.800
Coccidiostato	0.500	0.500	0.500
Pigmento	—	5.700	7.940
Bacitracina	0.300	0.300	0.300
L-Treonina	0.607	0.473	—
Antioxidante	0.150	0.150	0.150

Premezcla comercial, proporcionada por Kg Vitaminas A, 3000 000 UI; Vitaminas D3, 750 000UI; Vitaminas E, 6000 UI; Vitamina K3 1.0g; Riboflavina, 4g; B12, 0.060G; Piridoxina, 3.0g; Pantotenato de calcio, 13.0g, Niacina, 25g; Biotina, 0.063g; cloruro de colina, 250g.

Premezcla comercial, proporcionada por Kg Selenio, 0.2g; Cobalto, 0.1g; Yodo, 0.3g; Cobre, 10g; Zinc, 50g; Fierro, 100g; Magnesio, 100g; Excipiente cbp, 1000g (NRC, 1994, Lesson y Sumer 2005 y Avigen, 2007).

**Cuadro 2. Peso corporal semanal (gramos  $\pm$  DS).**

Trat	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
1	148.38 <b>b</b> $\pm$ 12.98	362.13 <b>b</b> $\pm$ 14.13	730.63 <b>b</b> $\pm$ 27.44	1222.1 <b>b</b> $\pm$ 145.60	1936.4 <b>b</b> $\pm$ 67.33	2566.9 $\pm$ 61.08	3153.4 $\pm$ 68.33
2	159.63 <b>ab</b> $\pm$ 15.73	396.25 <b>a</b> $\pm$ 13.76	848.50 <b>a</b> $\pm$ 45.008	1403.5 <b>a</b> $\pm$ 51.08	2041.8 <b>a</b> $\pm$ 66.20	2655.1 $\pm$ 63.68	3196.1 $\pm$ 82.36
3	163.88 <b>a</b> $\pm$ 3.44	392.75 <b>a</b> $\pm$ 7.74	807.50 <b>a</b> $\pm$ 26.01	1366.0 <b>a</b> $\pm$ 39.13	1993.8 <b>ab</b> $\pm$ 68.44	2622.4 $\pm$ 88.98	3201.0 $\pm$ 86.46

Diferente literal por columna denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 3. Ganancia de peso semanal (gramos  $\pm$  DS).**

Trat	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
1	103.63 <b>b</b> $\pm$ 13.97	213.75 <b>b</b> $\pm$ 22.92	368.50 <b>c</b> $\pm$ 20.59	491.63 $\pm$ 141.67	714.13 $\pm$ 146.88	630.50 $\pm$ 27.25	586.50 $\pm$ 60.55
2	115.63 <b>ab</b> $\pm$ 15.88	236.63 <b>a</b> $\pm$ 15.21	452.13 <b>a</b> $\pm$ 4.85	555.00 $\pm$ 22.07	638.38 $\pm$ 24.58	613.25 $\pm$ 32.68	541.13 $\pm$ 50.24
3	119.63 <b>a</b> $\pm$ 3.42	228.88 <b>ab</b> $\pm$ 6.31	414.75 <b>b</b> $\pm$ 21.47	558.75 $\pm$ 20.39	627.75 $\pm$ 43.69	628.75 $\pm$ 47.59	578.63 $\pm$ 40.60

Diferente literal por columna denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 4. Consumo de alimento semanal (gramos  $\pm$  DS).**

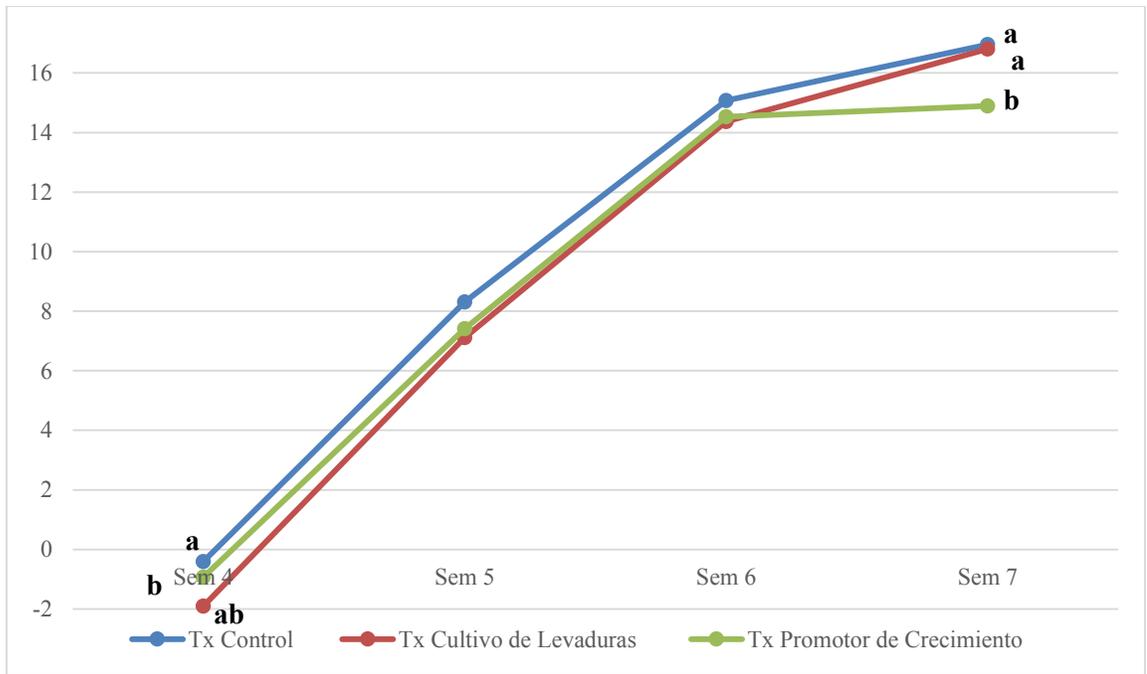
Trat	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
1	154.13 $\pm$ 6.978	355.38 $\pm$ 19.250	637.75 <b>b</b> $\pm$ 27.670	817.88 $\pm$ 64.057	1100.5 $\pm$ 23.970	1386.1 $\pm$ 179.50	1274.0 $\pm$ 220.84
2	149.88 $\pm$ 7.160	357.00 $\pm$ 10.323	673.00 <b>a</b> $\pm$ 30.831	896.75 $\pm$ 154.40	1117.8 $\pm$ 54.557	1375.3 $\pm$ 103.39	1275.1 $\pm$ 89.805
3	155.86 $\pm$ 14.086	356.00 $\pm$ 6.928	648.75 <b>ab</b> $\pm$ 19.144	859.75 $\pm$ 33.644	1129.1 $\pm$ 53.568	1319.3 $\pm$ 64.035	1307.8 $\pm$ 29.242

Diferente literal por columna denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

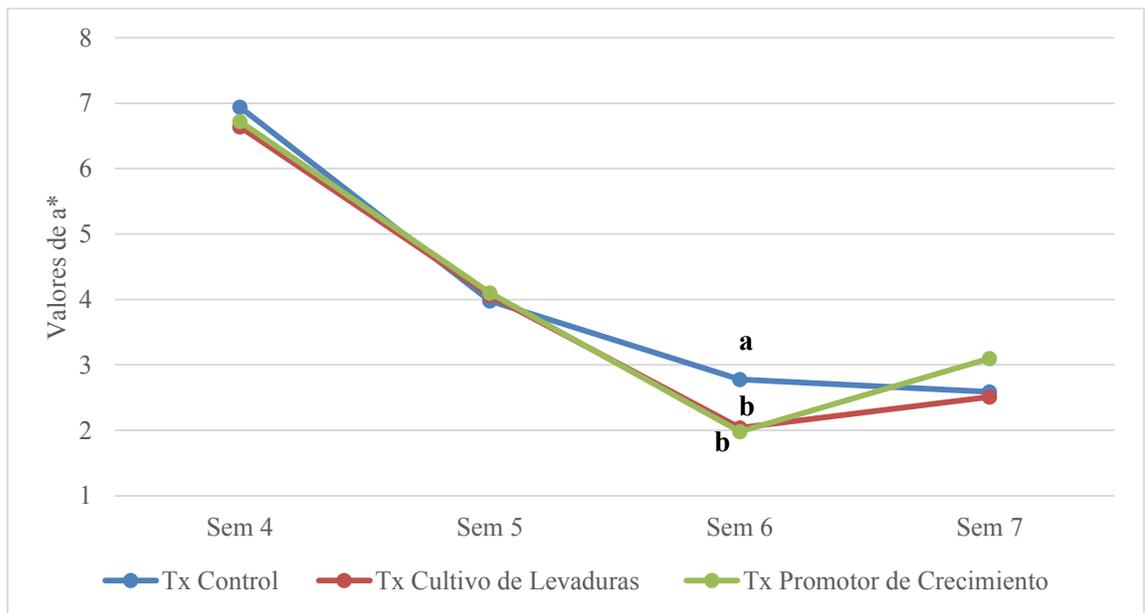
**Cuadro 5. Conversión alimenticia semanal (kg  $\pm$  DS).**

Trat	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7
1	1.51 $\pm$ 0.29	1.67 <b>a</b> $\pm$ 0.12	1.75 <b>a</b> $\pm$ 0.07	1.79 $\pm$ 0.62	1.59 $\pm$ 0.28	2.29 $\pm$ 0.40	2.17 $\pm$ 0.40
2	1.32 $\pm$ 0.17	1.50 <b>b</b> $\pm$ 0.09	1.48 <b>b</b> $\pm$ 0.11	1.60 $\pm$ 0.28	1.73 $\pm$ 0.07	2.25 $\pm$ 0.24	2.37 $\pm$ 0.21
3	1.31 $\pm$ 0.06	1.54 <b>b</b> $\pm$ 0.05	1.57 <b>b</b> $\pm$ 0.10	1.51 $\pm$ 0.04	1.80 $\pm$ 0.06	2.10 $\pm$ 0.18	2.26 $\pm$ 0.15

Diferente literal por columna denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).



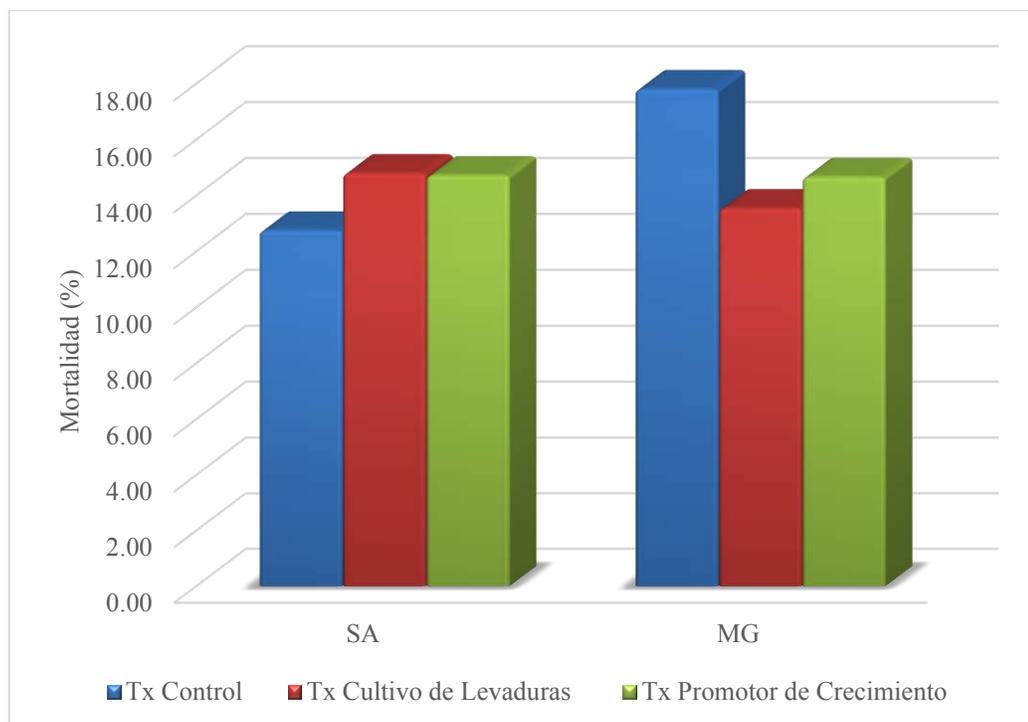
**Figura. 1** Valores de amarillamiento  $b^*$ , medidos durante el ciclo productivo, desde la semana 4 a la 7, diferente literal denota diferencia estadística significativa ( $P \pm 0.05$ ).



**Figura. 2** Valores de enrojecimiento  $a^*$ , medidos durante el ciclo productivo, desde la semana 4 a la 7, diferente literal denota diferencia estadística significativa ( $P \pm 0.05$ ).

**Cuadro 6. Resultados del número de oocistos por gramo de heces, determinados desde la semana 3 a la 6, mediante la prueba de McMaster.**

Tratamiento	Semanas	Oocistos por gramo de heces (OPGH)		
		<i>E. acervulina</i>	<i>E. maxima</i>	<i>E. tenella</i>
1	3	0	0	0
	4	0	0	0
	5	0	0	0
	6	0	0	0
2	3	100	0	0
	4	200	0	100
	5	0	0	0
	6	0	0	0
3	3	100	0	0
	4	0	0	0
	5	0	0	0
	6	0	0	0

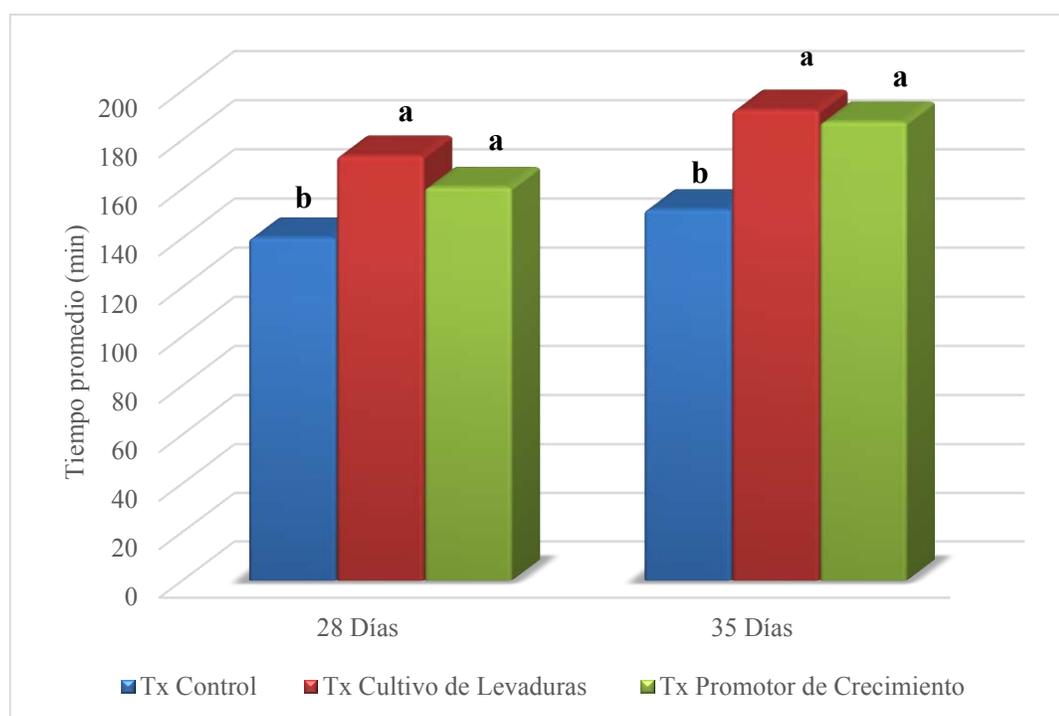


**Figura. 3 Mortalidad por Síndrome Ascítico y General.**

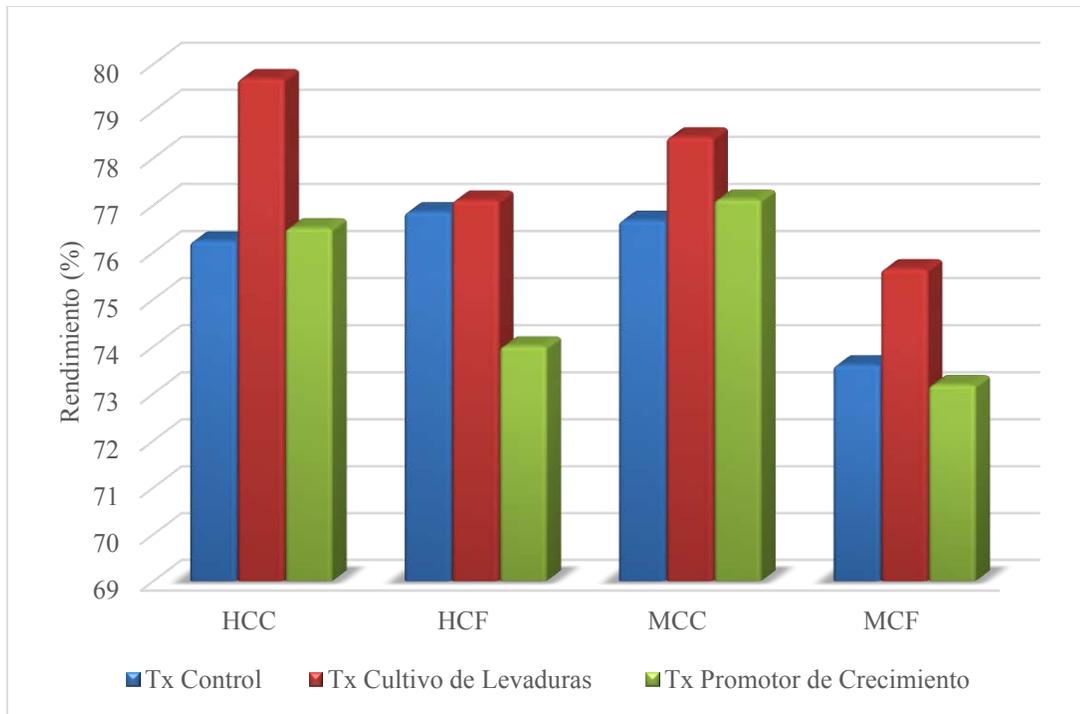
**Cuadro 7. Títulos de anticuerpos vacunales por dilucion y numero de sueros sobre el total por tratamiento.**

Trat	Sueros/Diluciones					Promedio
	1:32	1:64	1:128	1:256	1:512	
1	1/14	4/14	4/14	4/14	1/14	128 <b>b</b>
2	0/13	0/13	5/13	7/13	1/13	207 <b>ab</b>
3	0/12	0/12	3/12	5/12	4/12	271 <b>a</b>

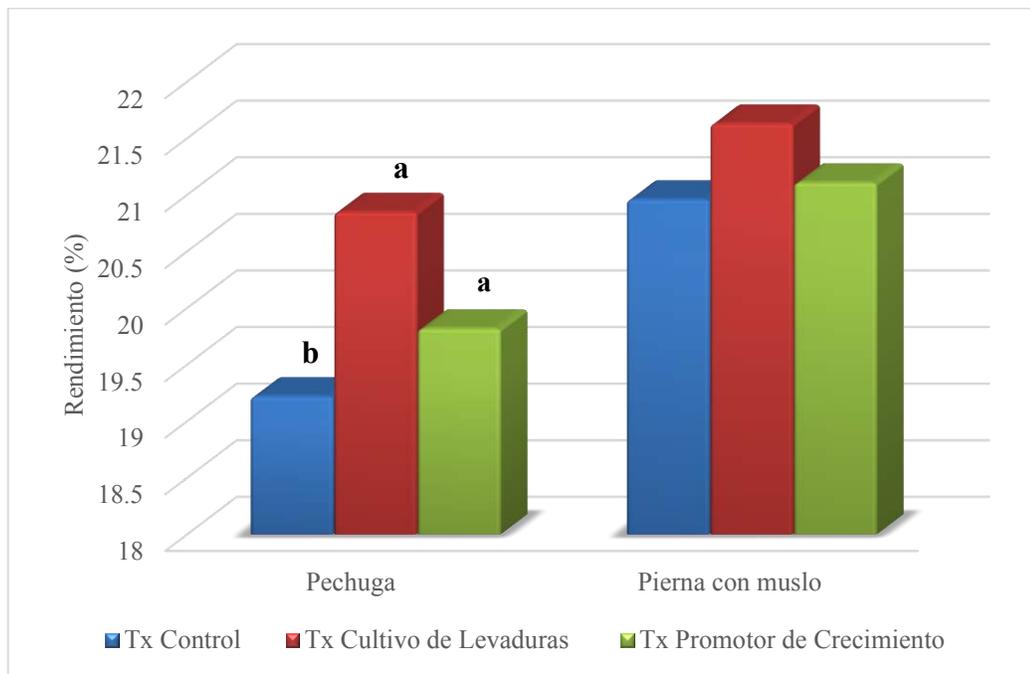
Diferente literal por columna denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).



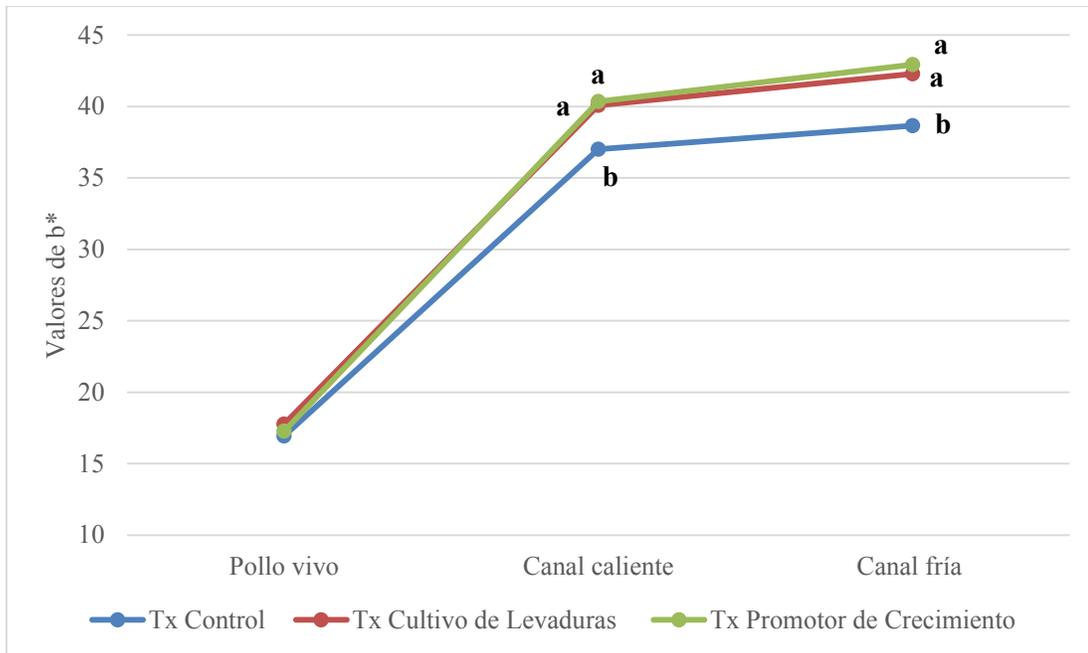
**Figura. 4 Tiempo gastrointestinal, diferente literal denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).**



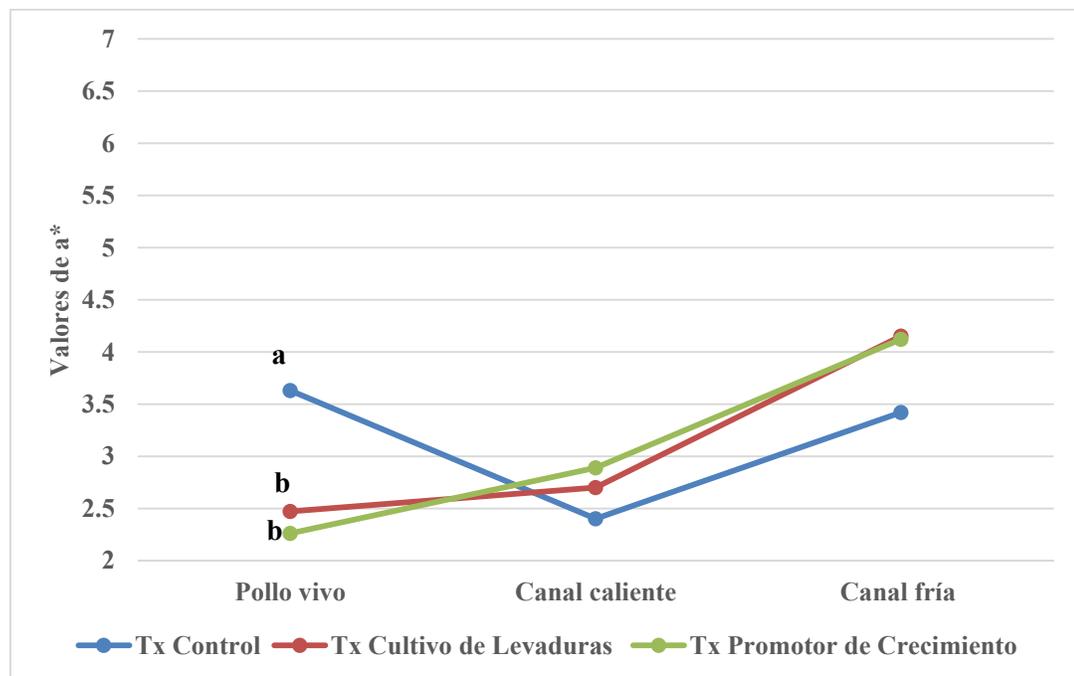
**Figura. 5 Rendimiento por sexos separados, hembra canal caliente (HCC), hembra canal fría (HCF), macho canal caliente (MCC) y macho canal fría (MCF).**



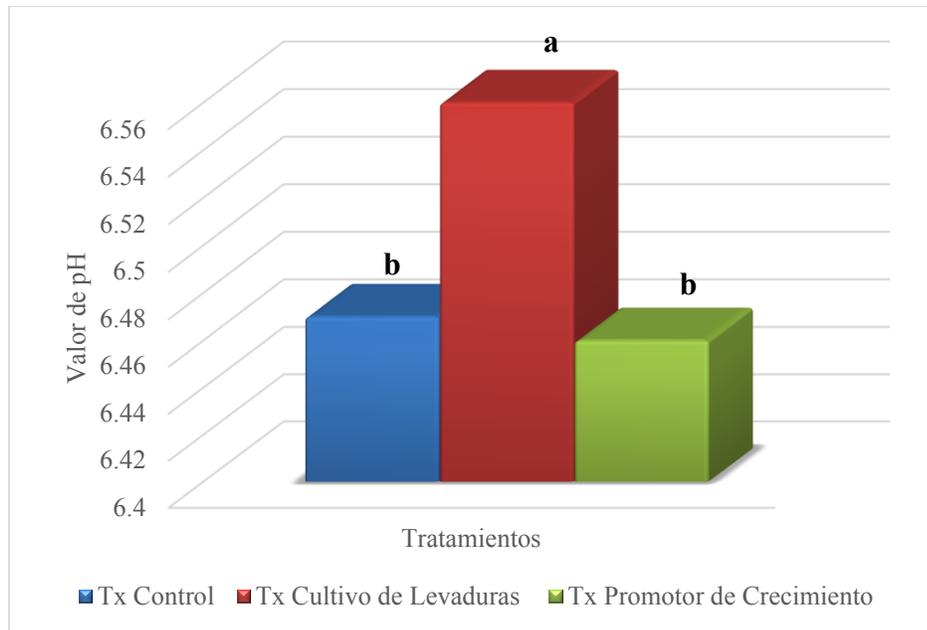
**Figura. 6 Rendimiento de piezas, pechuga, pierna con muslo, diferente literal denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).**



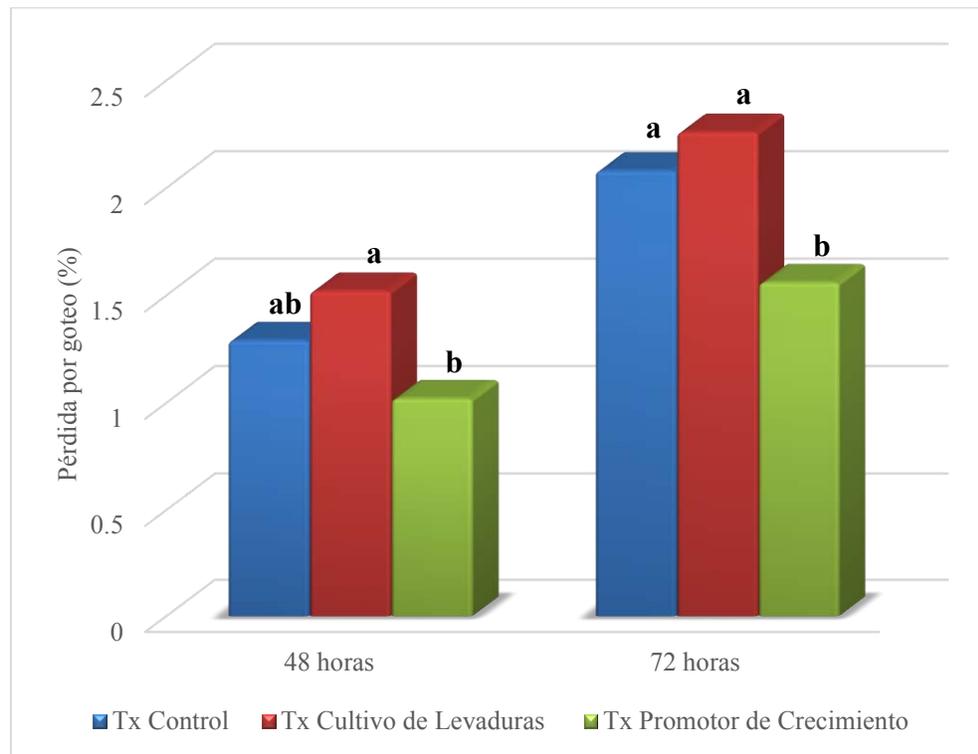
**Figura 7. Valores de amarillamiento b\*, medidos en el procesamiento, diferente literal denota diferencia estadística significativa (P<0.05).**



**Figura 8. Valores de a\*, medidos en el procesamiento, diferente literal denota diferencia estadística significativa (P<0.05).**



**Figura. 9** Valores de pH postmortem, diferente literal denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).



**Figura 10.** Pérdida por goteo, diferente literal denota diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

## 9.- Referencias Bibliográficas

1. UNA [actualización: 28 de ene 2014]. D. F, México: Unión Nacional de Avicultores. <http://www.una.org.mx/> [consulta: 04 de ago 2015].
2. Grossklaus D. 1979. Inspección sanitaria de la carne de ave. Madrid, España: ACRIBIA. pp. 22, 24-27, 30, 32,39.
3. Castañeda MP. 2011. Factores involucrados en la calidad de la carne de pollo. NACAMEH, 5 (1):84-95. <http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>. [Consulta: 13 de marzo 2014].
4. Castañeda MP, Brada DV, Martínez WV. 2013. Carne de pollo Mexicana. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. Folleto Técnico No. 26 (1): 17-21.
5. Bailey RA. 2010. Intestinal microbiota. Intestinal microbiota and the pathogenesis of dysbacteriosis in broiler chickens [tesis doctoral]. Norwich, United Kingdom, Europe: University of East Anglia. <https://scholar.google.com.mx/scholar?q=INTESTINAL+MICROBIOTA+AND+THE+PATHOGENESIS+OF+DYSBACTERIOSIS+IN+BROILER+>. [consulta: 13 de marzo 2014].
6. Apajalahti J, Kettunen A, Graham H. 2004. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. World's Poultry Science Journal. 60: 223-232.
7. Lan Y, Verstegen MW, Tamminga S, Williams BA. 2005. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. World's Poultry Science Journal. 61: 95-104.
8. Apata FD. Antibiotic resistance in poultry. 2009. International Journal of Poultry Science 8(4): 404-406.

9. Xu, ZR, CH, Hu, MS, Xía, XA, Zhan, MQ, Wang. 2003. Effects of dietary Fructooligosaccharide on digestive enzyme activities. Intestinal microflora and morphology of male broilers. *Journal Animal. Science* 82: 135-136.
10. Kim GB, Seo YM, Kim CH, Paik IK. 2011. Effect of dietary prebiotic supplementation on the performance, intestinal microflora, and immune response of broilers. *Poultry Science* 90:75-82.
11. Gómez DG. 2003. Efecto de la adición de un prebiótico (Harina de *Aspergillus sp*) en el alimento sobre la inmunidad humoral intestinal de los pollos contra *Salmonella enteritidis* y *Eimeria spp*. [tesis de licenciatura]. D. F, México: Departamento de Producción Animal: Aves- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.
12. Magaña JC. 2003. El uso de un cultivo de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en dietas para gallinas de postura sobre el comportamiento productivo y calidad del huevo. D.F, México: CEIEPAv- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.
13. Saied JM, Al-Jabary QH, Thajil KM. 2001. Effect of dietary supplement yeast culture on production performance and hematological parameters in broilers chicks. *International Journal Poultry Science* 10(5): 376-380.
14. Manal K. 2012. Effect of dietary yeast supplementation on broiler performance. *Egypt Poultry Science* 32(1): 95-106.
15. Yoon I, Werner TM, Butler JM. 2007. Effect of Source and Concentration of Selenium on Growth Performance and Selenium Retention in Broiler Chickens. *Poultry Science* 86:727-730.

16. Wang ZG, Pan XJ, Peng ZQ, Zhao RQ, Zhou GH. 2009. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. *Poultry Science* 88: 1096- 1101.
17. García E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen. 2ª ed. D.F, México. Instituto de Geografía, UNAM.
18. Gao J, Zhang HJ, Yu SH, Wu SG, Yoon I, Quingley J, Gao YP, Qi GH. 2008. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poultry Science* 87: 1377-1384.
19. Escobedo UV. 2007. Evaluación de una vacuna comercial contra la coccidiosis bajo diferentes programas de administración en pollo de engorda (tesis de licenciatura). D. F, México: Departamento de Producción Animal: Aves- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.
20. Washburn KW. 1991. Efficiency of feed utilization and rate of feed passage through the digestive system. *Poultry Science* 70: 447-452.
21. Besné AM, Figueroa JC, Quiroz HR, Ramírez AG, Ramos EM. 2006. Manual de prácticas de parasitología. D.F, México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. pp 65,66.
22. Duclos MJ, Berri C, Le Bihan-Duval E. 2007. Muscle growth and meat quality. *Poultry Science*. 16: 107-112.
23. Mérida AC. 2008. Efecto de un Manano Oligosacárido sobre la composición de la microbiota intestinal y el comportamiento productivo del pollo de engorda (Maestro en ciencias de la producción y de la salud). D.F, México: CEIEPAv-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.

24. Gao J, Zhang HJ, Wu SG, Yu SH, Yoon I, Moore D, Gao YP, Yan HJ, Qi GH. 2009. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on immune function of broilers challenged with *Eimeria tenella*. Poultry Science 88: 2141-2151.
25. Arce JM, Ávila EG, López CC, García AE, García FG. 2005. Efecto de paredes celulares (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento de pollo de engorda sobre los parámetros productivos. Técnica Pecuaria México 43(2):155-162.
26. López CC, Arce JM, Ávila EG, Vasquez CP. 1991. Investigación sobre el Síndrome Ascítico en pollos de engorda. D.F, México: Departamento de Producción animal: aves. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM. Ciencia Veterinaria 5: 14.
27. Arrieta JA, Díaz AC, Ávila EG, Guinzberg RP, Piña EG. 2000. Estado oxidativo hepático y comportamiento productivo en pollos de engorda, alimentados con dos fuentes de selenio y niveles altos de vitaminas E y C. Veterinaria México 31(2): 113-119.
28. Cacho EM. 2013. Coccidiosis: La enfermedad, consecuencias y tratamientos. Congreso de Agricultura. Lleida, España: Simposio WPSA-AECA.
29. Yuño MM, Gogorza LM. 2008. Coccidiosis aviar: respuesta inmune y mecanismos de control en la industria avícola. Revista Veterinaria 19(1):61-66.
30. Salieneh N, Shirzad MR, Seifi S. 2011. Performance and antibody response of broiler chickens fed diets containing probiotic and prebiotic. Journal of Applied Animal Research. 39(1): 65-67.
31. Gómez GV, Cortés AC, López CC, Arce JM, Vásquez CP, Ávila EG. 2009. Comportamiento productivo y respuesta inmune de pollos alimentados con dieta sorgo-soya con y sin Aflatoxina y paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Técnica Pecuaria México 47(3):285-297.

32. Rochell SJ, Applegate TJ, Kim EJ, Dozier WA. 2012. Effects of diet type and ingredients composition on rate of passage and apparent ileal amino acid digestibility in broilers chicks. *Poultry Science*. 91: 1647-1653.
33. Downs KM, Hess JB, Bilgili SF. 2000. Selenium source effect on broiler carcass characteristics, meat quality and drip loss. *Journal Applied Animal Research* 18:61-72.
34. Tyczkowski JK, Hamilton PB. 1991. Altered metabolism of carotenoids during pale-bird syndrome in chickens infected with *Eimeria acervulina*. *Poultry Science* 70:2074-2081.
35. Grashorn MA. 2007. Functionality of poultry meat. *Journal Applied Poultry Research* 16:99-106.
36. Peric L, Milosevic N, Zikic D, Kanacki Z, Dzinic N, Nollet L, Spring P. 2009. Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chicken. *Poultry Science* 18:403-409.
37. Woelfel RL, Owens CM, Hirschler EM, Martinez- Dawson, Sams AR. 2002. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science* 81: 579-584.
38. Wang ZG, Pan XJ, Peng ZQ, Zhao RQ, Zhou GH. 2009. Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. *Poultry Science* 88: 1096-1101.