



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE *Macleaya cordata* EN POLLOS DE
ENGORDA DESAFIADOS CON *Salmonella typhimurium***

Por:

Altamira Santiago Rogelio

Rocha Castillo Alma Verónica

**Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P

Marzo 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**EVALUACIÓN DEL EXTRACTO DE *Macleaya cordata* EN POLLOS DE
ENGORDA DESAFIADOS CON *Salmonella typhimurium***

Por:

Altamira Santiago Rogelio

Rocha Castillo Alma Verónica

ASESORES

M.C Samuel López Aguirre

Dr. Gilberto Ballesteros Rodea

I.A.Z Beatriz Calderón Chávez

ASESOR EXTERNO

Dr. Juan Carlos García López

El trabajo titulado “**Evaluación del Extracto de *Macleaya cordata* en Pollos de Engorda Desafiados con *Salmonella typhimurium***” fue realizado por: Altamira Santiago Rogelio y Rocha Castillo Alma Verónica como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniero Agrónomo Zootecnista” fue revisado y aprobado por el suscrito comité de Tesis

M.C Samuel López Aguirre

Asesor

Dr. Gilberto Ballesteros Rodea

Asesor

I.A.Z Beatriz Calderón Chávez

Asesor

Palma de la Cruz, Soledad de G. Sánchez, S.L.P. a los 15 días del mes de febrero de 2014

DEDICATORIA

De Rogelio Altamira Santiago.

A mis padres:

Alejandro Altamira Escalante y Azalia Santiago Cruz por el orgullo de ser su hijo y por qué con su ejemplo y abnegación aprendí a ser perseverante.

A Mis hermanos:

Allexis, Abnner, Allexio Alejandro, Adrian, Azucena Altamira Santiago gracias hermanos por su gran apoyo y depositar su confianza en mí.

A mis familiares y amigos, que de uno u otra forma sé que puedo contar con su apoyo.

A mis compañeros, de la generación 2009 gracias por todos esos grandes momentos que vivimos juntos

A Verónica por estar en esos momentos complicados y brindarme su apoyo.

DEDICATORIA

De Alma Verónica Rocha Castillo.

A mi mayor inspiración: mis padres Marcos y Fela, mis hermanos: Norma, Marcos y Sol, que los amo. Que por ellos y para ellos es lo que hago. Gracias por apoyarme incondicionalmente como hasta ahora lo han hecho.

A a mi tía Hermela y mi adorado bebe Carlitos.

Mis princesas Abril y Jimena que espero en un futuro esto sirva para su inspiración y seguir adelante.

A Rogelio por su apoyo incondicional y su invitación a este proyecto

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS, gracias señor por darme salud y paciencia para concluir con uno de mis proyectos en vida.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí. En especial a la Facultad de Agronomía y Veterinaria, por permitirme llevar mi formación como estudiante.

El Instituto de Investigaciones de Zonas desérticas, por prestarme sus instalaciones para llevar acabo la realización de este trabajo

Los integrantes de la red académica del programa de Innovación e Investigación Tecnológica y Educativa 2013. Del proyecto con clave: 202.13-P05. Caracterización de las propiedades bactericidas y fungicida del extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*) para su uso como desinfectante en el área pecuaria (continuación): MC. Samuel López Aguirre, MC. Alejandro Altamira Escalante, Dr. Juan Carlos García López, que en colaboración con el Dr. Gilberto Ballesteros Rodea y la IAZ. Beatriz Calderón Chaves fungieron como asesores de esta investigación.

Mis maestros de la facultad de todos aprendí, a ellos con su noble ejemplo anhelo que seamos mejores cada día.

Las alumnas del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N° 169, por su apoyo como becarias del proyecto de investigación PROINE con clave: 2002.13-PO5: Carla Lizbeth Noriega Guerrero, Jahtzeel Montserrat Manzano Moreno y Teresa Ruiz Segura

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Producción de Pollo.....	3
Producción de pollo a nivel mundial.....	3
Producción de pollo en México.....	4
Producción de pollo en San Luis Potosí.....	5
Principales Líneas de Pollos Utilizadas para la Engorda.....	5
Características de la línea Cobb500.....	6
Características de la línea Hubbard.....	6
Características de la línea Arbor Acres.....	7
El Género <i>Salmonella</i> y su Taxonomía.....	8
Salmonelosis.....	9
Patogenia.....	9
Salmonelas zoonóticas en México y América Latina.....	10
Impacto de la salmonelosis en la producción de pollo de engorda...	11
Aislamiento bacteriológico.....	11
Resistencia Bacteriana.....	11

	Página
Consecuencia de las resistencias.....	12
Uso de Aditivos y Plantas Medicinales en la Producción de Pollos.....	13
Aditivos.....	13
Principales aditivos.....	13
Plantas medicinales.....	15
<i>Macleaya Cordata</i>	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
Localización.....	18
Animales.....	18
Alimentación.....	18
Extracto de <i>Macleaya cordata</i>	19
Tratamientos.....	19
Inóculo e Inoculación.....	20
Variedades Productivas.....	20
Sacrificio de Aves y Toma de Muestras.....	21
Análisis Estadístico.....	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIÓN.....	29
LITERATURA CITADA.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química del alimento.....	19
2	Inclusión de extracto de <i>Macleya cordata</i> y <i>Salmonella typhimurium</i> en los tratamientos.....	19
3	Pruebas bioquímicas y secuencia de resultados para <i>salmonella spp</i>	22
4	Conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC) encontradas en los órganos de los pollos en los diferentes tratamientos.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Consumo total de alimento en gramos por tratamiento.....	24
2	Ganancia Diaria de Peso (gramos día ⁻¹).....	26
3	Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	27

RESUMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de determinar el efecto de la adición del extracto de *Macleaya cordata* en pollos de engorda desafiados con *Salmonella thipymurium* sobre parámetros productivos y conteo bacteriano en diferentes órganos del aparato digestivo, se utilizaron 48 pollos de la línea Cobb 500 de un día de nacidos, los cuales fueron asignados aleatoriamente a los siguientes tratamientos: T1= Alimento comercial sin desafío, T2= Alimento comercial con desafío, T3= Alimento comercial con extracto sin desafío y T4= Alimento comercial con extracto y desafiados. Los resultados del experimento *in vivo* presentan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$). En la ganancia diaria de peso (GDP), siendo similar entre los tratamientos T3, T4 y T1 y menor en el T2 (43.08, 41.12, 39.10 y 25.89 g día⁻¹ respectivamente). El consumo de alimento fue similar ($p > 0.05$) entre tratamientos. La conversión alimenticia (gramos de alimento consumido por gramo de peso incrementado) fue mayor ($p < 0.05$) para el tratamiento T3 (1.27), seguida de los tratamientos T4 (1.42) y T1 (1.63), teniendo la mayor conversión alimenticia el grupo T2 (2.21).

El conteo de unidades formadoras de colonia (UFC) en buche, duodeno y molleja fue diferente entre tratamiento ($p < 0.05$), siendo mayor la carga bacteriana en el T2. Estos resultados muestran que el uso del extracto de *M. cordata* como aditivo en la alimentación de aves, mejora los índices productivos en pollos de engorda, favorece la respuesta para encontrar mínimas cantidades de UFC en las aves, y brinda una alternativa para disminuir el uso de antibióticos en los sistemas de producción avícola.

SUMMARY

An experiment was conducted in order to determine the effect of the plant extract *M. cordata* on broilers challenged with *Salmonella thipymurium* on productive traits and bacteria count in different organs of the gastrointestinal tract. Forty-eight day old Cobb chicks were randomly assigned to the following treatments: T1= Commercial feed, T2= Commercial feed challenged with *S. thipymurium*, T3= Commercial feed with plant extract without challenge and T4= Commercial feed with plant extract and challenged. Results of *in vivo* experiment show that T2 was different ($p<0.05$) on daily weight gain compared with T3, T4 and T1. Feed intake was similar ($p>0.05$) between treatments. Feed Conversion Ratio (FCR) was higher ($p<0.05$) for treatment T3 (1.27), followed for treatments T4 (1.42) and T1 (1.63), with T2 showing the highest FCR (2.21). Colony Forming Units (CFU) count in crop, duodenum and gizzard were different between treatments ($p<0.05$), with the highest concentration of CFUs found in T2 for crop only. This results show that the use of *M. cordata* plant extract as a feed additive for broilers, improved productive parameters, and enhance immune response to find low CFU counts in organs. Thus this may be an alternative to decrease the use of antibiotics in poultry production systems.

INTRODUCCIÓN

La resistencia que han desarrollado algunas bacterias a los antibióticos que se utilizan de forma habitual en la producción avícola comercial como aditivos en la alimentación, con fines curativos o profilácticos, requieren que se generen nuevas líneas de investigación para el uso más adecuado de estos medicamentos ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS), prevé un incremento de cepas más virulentas de bacterias entéricas entre las que figuran *Escherichia Coli*, *S. typhimurium*, *Shigella dysenteriae* y Enterobacterias como *Klebsiella* (Zapata, 2009).

Actualmente, el consumo per cápita de carne de pollo registrado de 24 kg persona⁻¹, considerando que de continuar esta tendencia para el año 2015 este valor puede superar los 28 kg de carne de pollo (Gallardo *et al.*, 2004; Jeffrey *et al.*, 2009), por lo que una alternativa para satisfacer esta demanda y sustituir el uso masivo de los antibióticos como promotores de crecimiento en la producción avícola, podría ser el uso de plantas medicinales, que desde tiempos milenarios han mostrado resultados eficaces en humanos para tratar úlceras, enfermedades de la piel, quemaduras, padecimientos renales, hepáticos, y mordeduras de animales ponzoñosos (Argueta, 1994).

Se han utilizado diferentes extractos de plantas con efecto bactericida como la *Chrysactinia mexicana* (Zapata, 2009) otra planta que ha sido estudiada es la *M. cordata* que ha mostrado aumenta la productividad en ciertas especies pecuarias (Vrba *et al.*, 2012).

Objetivo

Evaluar el efecto de la adición de *M. cordata* en la alimentación de pollos de engorda, desafiados con *S. typhimurium*, en el recuento bacteriano en buche, molleja y duodeno, cuantificando los parámetros productivos hasta las cuatro semanas de engorda.

Hipótesis

El uso del extracto de *M. cordata* en la alimentación de aves infectadas con *S. typhimurium* puede disminuir la población bacteriana en órganos del aparato digestivo e incrementar los valores productivos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de Pollo

Producción de pollo a nivel mundial

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) estimó que a nivel mundial, la producción de carne de ave en 2013 crecería alrededor de 1.1%. Con esto se llegaría a un total de 84.6 millones de toneladas. Si bien la producción ha ido aumentando en forma constante, la tasa de crecimiento de pollo se ha reducido en los últimos años, pasando del 6% en el año 2010, a menos del 2% a finales del año 2012. Independientemente de las fluctuaciones en la rapidez del proceso, la tendencia de alza se ha dado en forma continua, como respuesta a una creciente demanda de proteína animal en países como China, Brasil e India, que son las grandes potencias que estimulan la producción avícola (North y Bell, 1993).

Las Estimaciones del USDA, señalan que las exportaciones de carne de pollo a nivel mundial crecieron en 2% en el año 2013, llegando a un total de 10.3 millones de toneladas. Este crecimiento, se produjo por la demanda de África Oriental y del continente asiático y sería liderado por los mayores envíos de Estados Unidos, Turquía y Ucrania. Los exportadores que seguirán dominando el mercado de carne de aves serán Brasil, Estados Unidos y la Unión Europea (North y Bell, 1993). Los proveedores más pequeños, como Tailandia, Turquía y Argentina, lograrán aumentar los volúmenes de exportación a mercados nuevos en vías de desarrollo. Se estima que el mayor exportador a nivel mundial, Brasil, aumentará sus envíos en 2.8%, llegando a un total exportado de 3.6 millones de toneladas. Esta alza estará impulsada por el aumento en la demanda de Asia Oriental (China y Hong Kong) y Medio Oriente (Irak y Egipto). La buena situación económica del Medio Oriente, ha permitido que Brasil realice envíos de aves enteras con certificación Halal, aumentando los volúmenes convenidos. Las exportaciones de carne de ave de los Estados Unidos, disminuirían en 1% en el año 2013, llegando a un total de 3.2 millones de toneladas. Esto podría explicarse por la disminución en los suministros internos, que llevarán a que un mayor porcentaje de la producción se quede en el país, y

por la disminución en la demanda de Rusia y Hong Kong, que son dos agentes relevantes dentro de su comercio (North y Bell, 1993).

Producción de pollos en México

La avicultura mexicana en el 2012, aportó el 0.77% en el PIB total, el 19.7% en el PIB agropecuario y el 40.9% en el PIB pecuario. El sector avícola mexicano participa con el 63% de la producción pecuaria; 34.6% aporta la producción de pollo, 27.9% la producción de huevo y 0.10% la producción de pavo. De 1994 al 2012, el consumo de insumos agrícolas, ha crecido a un ritmo anual del 2.8%, y cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal. La parvada nacional avícola en México decreció 2.45% en el 2012, respecto al crecimiento obtenido en el 2011, por lo tanto la parvada es la siguiente: 466 millones de aves, 137 millones de gallinas ponedoras, 270 millones de pollos al ciclo y 512 mil pavos al ciclo (UNA, 2013).

En el 2012 se produjeron 3.002 millones de toneladas de carne de pollo, por encima de los demás cárnicos, la producción de huevo fue de 2.386 millones de toneladas. La producción de pollo en México, durante el periodo de 1994 al 2012 ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual del 4.3%. Durante el 2012, el 94% de la producción de carne de pollo en México se concentró en los siguientes estados y regiones de la República Mexicana: La Laguna, Veracruz, Querétaro, Jalisco, Aguascalientes, Nuevo León, Puebla, Chiapas, San Luis Potosí, Michoacán, Yucatán, Estado de México, Sinaloa, Guanajuato y Morelos. Las importaciones mexicanas de carne de ave, se han incrementado gradualmente. En 2012 se importó 14.2% más que el año anterior, pero lo doble de los últimos 15 años, lo que significa que la Tasa de Crecimiento Anual de 1996 al 2010 es de 10.2%. La producción de huevo, de 1994 a 2012 creció a un ritmo anual de 2.8%, su crecimiento fue de 63%(UNA 2013).

Producción de pollo en San Luis Potosí

La explotación de las aves de corral (gallos, gallinas, pollos de engorda, pollos y pollas en desarrollo, etc.), en granjas comerciales, está en la actualidad totalmente tecnificada y su alimentación se basa principalmente en raciones balanceadas, lo que contribuye al alto grado de eficiencia que caracteriza a la industria avícola moderna. De acuerdo a la tendencia observada en los sistemas productivos de aves en el país, San Luis Potosí tiene bien definidas sus regiones productivas de estas especies. La más importante es la Zona Centro y en menor proporción la Zona Media; en la primera, los municipios de Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí concentran 38.6 y 34.7% respectivamente del total; en la Zona Media, Río verde participo con 6.1 %. En este caso la concentración de las aves obedeció más a la ubicación de grandes empresas tecnificadas en esos municipios, que a la adaptación de las aves a las condiciones climáticas presentes en los mismos. Sobre todo, si hablamos que en este tipo de explotaciones las condiciones ambientales, de alimentación, sanidad y comercialización están controladas (INEGI, 2007).

Según el SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), el volumen de producción de pollo es de 77,501 t, con un valor de \$1'534,108 de pesos en la producción de carne en canal (SIAP, 2013).

Según las cifras de la perspectiva estadística de INEGI, (2012) el volumen de producción es de 57,417 t, con un 2.8% en el total nacional, ocupando San Luis Potosí el lugar nacional N° 14 de 32.

Principales Líneas de Pollos Utilizadas Para la Engorda

El progreso que la industria avícola ha conseguido es inigualable, en el inicio del siglo XXI, se llevaron a cabo descubrimientos importantes que contribuyeron positivamente para esa evolución. Existió un mayor incentivo a la investigación, tanto en el área de nutrición animal como en mejoramiento genético, lo cual se traduce en más alta innovación tecnológica para la producción de pollo de engorda (Rastrojo *et al.*, 2000).

Sin embargo, es importante resaltar que los avances más sustantivos registrados en la avicultura continúan siendo en el campo de la genética, manifestándose en el fenotipo a través de una máxima velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión alimenticia (Jego et al., 2000). Esto ha conllevado a una amplia gama de fenotipos que se encuentran disponibles en el mercado como lo son; Cobb 500, Hubbart, Arbor Acres, entre los más destacados (Parra, 2002). Estos fenotipos han sido usados en el mercado por diferentes motivos, ensayos, costumbre, publicidad, pero con los resultados obtenidos muchos han descartado el uso o no de un fenotipo por experiencias vividas, sin contar con un soporte estadístico, resultado de una investigación, que permita establecer la dinámica del comportamiento productivo de los diferentes fenotipos (Rosero, 2011).

Características de la línea Cobb500

Las características de la línea Cobb 500: son: cabeza redondeada, pequeña y plumas finas, pico o formación cornea: parte donde se localizan los orificios nasales. Ojos redondos, prominentes y brillantes. Cresta y barbilla roja, normalmente caliente. Indican la madurez sexual del ave. Cuello largo, flexible y descarnado. Espalda amplia. Pechuga redondeada, grande y muy carnosa. Costillar muy bien curvado. Buche, prominente, pigostilo; donde se insertan las plumas timoneras de la cola muy resistente. Rabadilla redondeada y algo descarnada. Muslo y pierna redondeada y carnosa. Abdomen grande y con piel caliente y suave. Patas rectas, fuertes y cubiertas de escamas uniformes. Cada pata termina en tres dedos anteriores y uno posterior, con uñas prominentes. Esta línea además de tener una eficiente conversión alimenticia y excelente tasa de crecimiento, ofrece entre otras ventajas: rendimiento superior, habilidad de crecimiento utilizando dietas de menor costo, producción de carne a un menor costo, alto nivel de uniformidad y rendimiento reproductivo competitivo (Vargas, 2009).

Características de la línea Hubbard

El cruce de una reproductora Hubbard con un macho compatible produce pollos que convertirán eficientemente el alimento balanceado en carne de alta calidad. Cuando se crían y se alimentan según las recomendaciones para esta línea, el potencial completo de los pollos Hubbard debe materializarse tanto en crianza por sexo separado, como en crianza de pollos mixtos. El pollo Hubbard responde mejor a una temperatura ligeramente más alta de la que generalmente se recomienda durante los días iniciales (31-33°C), luego se les baja la temperatura de la criadora cada día hasta llegar a 24°C a las tres semanas de edad. La eficacia óptima alimenticia se consigue alrededor de los 24°C entre las 4 a 8 semanas de edad. Como regla general, un punto (0.1) de eficiencia alimenticia se pierde por cada grado centígrado de disminución en la temperatura ambiente por debajo de la temperatura óptima ambiental, de la misma forma temperaturas mayores de 29°C reducen la eficiencia alimenticia por más o menos un punto por cada medio grado centígrado de aumento en la temperatura. Por arriba de los 32°C ésta pérdida se eleva a un punto quince puntos (0.15) por cada medio grado centígrado. Las temperaturas excesivamente altas disminuyen demasiado el apetito de los pollos, retardan el desarrollo corporal y reducen la eficiencia alimenticia (Hubbard, 1994).

Características de la línea Arbor Acres

El uso de un lote de reproductores Arbor Acres, permitirá obtener pollitos con la piel de las patas brillantes y rellenas, libre de resequeidad y arrugas, que favorecerán al ave a convertir el alimento consumido en una excelente conformación y crecimiento rápido de los músculos corporales; a través de los buenos niveles de anticuerpos maternos contra las enfermedades virales más comunes. La tasa de crecimiento de los pollos Arbor Acres, está relacionada a una temperatura ligeramente más alta de la recomendada (24-31°C), donde la temperatura de la criadora se disminuye cada día hasta llegar a los 24°C a las 3 semanas de edad. Además las presiones fisiológicas a las que se encuentren sometidos estos pollos de alta velocidad de crecimiento pueden ser causas de pobre viabilidad. Especialmente si las aves son manejadas en ambientes riesgosos. Las

recomendaciones para el consumo de alimento óptimo son alrededor de las temperaturas que oscilan entre los 20-25°C. A medida que la temperatura ambiente disminuye, aumentara el consumo de alimento. Por el contrario, cuando la temperatura ambiente aumente, el apetito disminuye y la ingesta decrece, afectando el desarrollo corporal del ave (Arbor, 2001).

El género *Salmonella* y su Taxonomía

Las salmonelas son bacterias gram-negativas. Es así que estas bacterias cuentan con varias capas: la membrana externa, la pared celular (que es diez veces más delgada que en las bacterias grampositivas), y la membrana interna. La membrana externa e interna delimita al periplasma (Pelczar, 1982). La apariencia de las bacterias en el microscopio es de bacilos, o cilindros con puntas redondeadas. El género *Salmonella* fue descrito a principios del siglo XX por el bacteriólogo estadounidense Theobald Smith, recibiendo el nombre por su jefe David Salmon. Las *salmonelas* son bacterias entéricas y su taxonomía es compleja. Actualmente, el género *Salmonella* consiste de una sola especie, que ha sido denominada *Salmonella entérica*. Ésta, a su vez, está formada por siete subespecies, dependiendo de su capacidad para realizar diferentes reacciones bioquímicas. Esta subdivisión ha sido apoyada por varios métodos de hibridación ADN/ADN y métodos serológicos (Pelczar, 1982). Cada subespecie, a su vez, está subdividida en serotipos o serovariedades, de acuerdo al tipo de antígeno H (flagelar: del alemán hauch, “por el halo producido en un medio de cultivo a raíz del movimiento”) u O (somático: del alemán ohne hauch, “sin movimiento”). El antígeno H está conformado por la proteína más abundante del flagelo, que es la estructura que permite el movimiento. El antígeno O está conformado por una cadena repetida de polisacáridos, que forma parte del lipopolisacárido (LPS), que se genera y sobresale de la membrana externa y que actúa como una barrera de protección a agentes externos (Calva, 2000).

Salmonelosis

Es una enfermedad septicémica de importancia sanitaria para la producción avícola, tanto industrial como de traspatio, así como para los criadores de gallos de pelea, caracterizada por producir alta mortalidad, sobre todo en pollitos, pollos jóvenes y gallinas en producción; Afecta también a pavos, codornices, faisanes, así como a un gran número de especies aviarias. La salmonellosis aviar cuyo agente causal es *Salmonella*, se encuentra ampliamente distribuida en el mundo entero, con excepción de algunos países, como los EUA, que gracias a la creación e implementación del NPIP (National Poultry Improvement Program) en 1935 han logrado controlarla al igual que en otras naciones como Canadá, Australia, Japón, y países de Europa Occidental.

Salmonella causa dos tipos de padecimientos:

1) La fiebre entérica, que incluye la fiebre tifoidea causada por *S. typhi* en humanos, y la fiebre paratifoidea que es patológica y clínicamente similar a la tifoidea pero con síntomas menos fuertes, causada por *S. paratyphi* A, B, o C. La fiebre entérica implica una infección sistémica, debido a la invasividad de la bacteria.

2) La gastroenteritis o envenenamiento por alimentos, la cual es la más común de las infecciones, causada por muchos serotipos. Este tipo de infecciones no es acompañado de una infección sistémica. Los serotipos más comunes en la salmonelosis no tifoidéica son *S. typhimurium* y *S. enteritidis* en aves.

Puede también ocurrir una invasión sistémica sin gastroenteritis, sobre todo en individuos inmunocomprometidos, así mismo, sobre todo para la fiebre tifoidea, puede establecerse la condición de portador asintomático (Calva, 2000).

Patogenia

El periodo de incubación de *Salmonella* varía de 4 a 5 días, aunque en la práctica, determinar el periodo de incubación resulta difícil de establecer, pues la infección puede iniciar silenciosamente y provocar sus efectos semanas o meses más tarde. En la forma aguda se produce una anemia hemolítica severa con pérdida de más del 70% de los hematíes circulantes, debido a que las endotoxinas, provocan una modificación de los eritrocitos in vivo y éstos son destruidos por el sistema reticuloendotelial, y ocurre una

supresión de las funciones de eritrofagocitosis y eliminación de las endotoxinas, con lo que se incrementa la susceptibilidad del hospedador, produciéndose rápidamente la muerte del individuo (Márquez, 2007).

Salmonelas zoonóticas en México y América Latina

En América las infecciones bacterianas de los seres humanos representan alrededor del 57% de las enfermedades transmitidas por los alimentos y cerca del 10% de estas infecciones son causadas por la ingestión de alimentos preparados con ingredientes provenientes de las aves de corral. La prevalencia de las serovariedades de *Salmonella* en las aves de corral varía según los distintos países y de acuerdo con diferentes períodos de tiempo que se consideren. Ciertos serotipos surgen dentro de un país o región durante un período y luego desaparecen sin ninguna causa aparente o medida de intervención. Históricamente, tanto en América Latina como también en el resto de mundo, *S. Typhimurium* ha sido la serovariedad más frecuentemente aislada en los seres humanos y en las aves de corral. Sin embargo, durante la década de 1980, *S. enteritidis* ha surgido como la serovariedad predominante, sobrepasando ampliamente las tasas de aislamiento de *S. Typhimurium*. Hoy en día, en América, *S. enteritidis* es la serovariedad predominantemente aislada de humanos, animales, alimentos y medio ambiente, lo que representa entre el 25 y el 60% del total de los aislamientos de *Salmonella* (Terzolo, 2012).

Desde la década de los ochenta, la incidencia de salmonelosis de origen alimentario ha aumentado considerablemente en el mundo industrializado y ha alcanzado proporciones epidémicas en varios países, este incremento es el resultado de una combinación de factores relacionados con el desarrollo en la industrialización en todas las fases de producción de alimentos, cambios en la práctica del manejo de los alimentos, así como el almacenamiento, distribución y preparación de los mismos, lo que ha traído como consecuencia nuevos problemas en la higiene de los alimentos al originar una fácil diseminación de *Salmonella* así como de otros gérmenes patógenos en los alimentos (Gutiérrez, 2000). En México, en el periodo de (1994 a 1998), las notificaciones de casos por salmonelosis registran un incremento de 100,342 casos, en

1994, a 215,155, en 1998 (tasa de 111.21 y 223.53 por 100, 000 habitantes, respectivamente), con una mayor incidencia en los grupos de 15 a 24 años, de 25 a 44 años y de 45 a 64 años, siendo el segundo el grupo más afectado. En cuanto a frecuencia con relación a los meses del año ésta se intensifica a partir de los meses de abril y mayo alcanzando un pico en julio, con una disminución en septiembre y octubre. Los estados más afectados han sido Tabasco, Coahuila, Chiapas y Quintana Roo (Gutiérrez *et al.*, 2000).

Impacto de la salmonelosis en la producción de pollo de engorda

Salmonella causa impactos adversos en la producción de carne de pollo, entre los cuales destacan:

Mortalidad elevada en individuos de 1 a 21 días de edad, infectados transováricamente.

Retraso del desarrollo corporal en aves de engorda.

Desecho prematuro de parvadas de aves reproductoras y progenitoras.

Alta mortalidad de animales de postura tanto de huevo para plato, como aves para la reproducción, aparejada a la baja incubabilidad y fertilidad (Márquez, 2007).

Aislamiento bacteriológico

La *Salmonella*, se aísla fácilmente en medios para enterobacterias como son el medio líquido Caldo Selenite o Caldo Tetratoato, para resembrar después en medios sólidos específicos como el SS (*Shigella-Salmonella*), MacConkey, Verde brillante, Sulfito de bismuto o Desoxicolato citrato lactosa sucrosa. Posteriormente de ser incubada, se realizan pruebas bioquímicas diferenciales entre las que se incluyen urea, ornitina (Márquez, 2007).

Resistencia Bacteriana

La introducción sucesiva de nuevas drogas antibacterianas se ve acompañada del surgimiento de gérmenes inmunes, también llamados resistentes. Los microorganismos

que causan tuberculosis, infecciones en heridas y en sangre, neumonía y diarrea, evolucionaron para no ser susceptibles a los tratamientos antibacterianos y continúan haciéndolo, cuando un antibiótico es utilizado destruye a los microorganismos sensibles, pero una pequeña fracción, los resistentes, sobreviven, se reproducen, transmiten las características de resistencia a sus nuevas generaciones y ocupan el lugar de las bacterias no sensibles si el antibiótico se vuelve a utilizar. Como ejemplo el estafilococo resistente a penicilina, su resistencia a otros antibióticos ha crecido como una bola de nieve y se ha convertido en un problema de salud pública con repercusiones económicas, sociales y políticas de alcance internacional (Navarro, 2008).

Consecuencias de la resistencia

La resistencia a los antibióticos impacta fuertemente a la población, ya que cada vez que existe resistencia se hace necesaria la aplicación de drogas más caras y tóxicas, con lo que se incrementan los gastos de atención a la salud (Navarro, 2008).

Muchos hongos del suelo y bacterias producen antibióticos para controlar y matar a los microorganismos competidores que ponen en peligro su nicho ecológico. Estos microorganismos productores de antibióticos portan un gen para producir el antibiótico, pero también portan genes de resistencia a los antibióticos existentes en un mecanismo natural de resistencia (Harris *et al.*, 1995).

He aquí algunos ejemplos de la importancia de la resistencia de los antibióticos. El género *Salmonella* presenta farmacorresistencia múltiple (de 8 a 10 antibióticos). Como resultado, el ciprofloxacino llegó a ser el único antibiótico eficaz contra la fiebre tifoidea. Pero ya ha surgido la tifoidea resistente al ciprofloxacino. La neumonía y meningitis por neumococos se ha tratado regularmente con penicilina, pero hay un aumento de las cepas resistentes a esta; algunas cepas presentan farmacorresistencia múltiple y quedan pocas opciones. En los países donde se cuenta con medicamentos eficaces o estos son muy caros (Lord, 1999).

Uso de Aditivos y Plantas Medicinales en la Producción de Pollos de Engorda

Aditivos

Debido al aumento de la demanda de carne de pollo y huevos, como fuente de proteína, 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. Estos aditivos son usados, en la industria avícola, para distintos propósitos, por ejemplo, aumentar el desempeño productivo y disminuir el rango de mortalidad de los animales. De este modo, los aditivos permiten alcanzar las metas deseadas, mejorando la producción sin dejar residuos en la canal. (Calzadilla *et al.*, 2006; Lillehoj., 2007; Fooks y Gibson, 2002).

Principales aditivos

Enzimas.- Son compuestos que aceleran las reacciones químicas durante la digestión de los alimentos, se les conoce también como catalizadores. Las enzimas en México se empezaron a usar en la alimentación animal aproximadamente hace 25 años, y reciben su nombre de acuerdo a la molécula en la que actúan, tales como las amilasas, proteasas, arabinosilanasas, lipasas, fitasas, pectinasas, gloconasas, galactosidasas. La ventaja del uso de las enzimas radica en que al incluirlas en la dieta para animales, se puede eficientizar la digestión y absorción de carbohidratos, proteínas, grasas, fósforo entre otros nutrientes y minerales, mejorando los parámetros productivos (Carrillo, 2009).

Probioticos: El término probiótico fue propuesto por Parker en 1974, sin embargo, su definición ha sido modificada de acuerdo a los resultados obtenidos de diversas investigaciones, concluyendo que un probiotico es un cultivo de uno o mas microorganismos vivos obtenidos mediante fermentación y cuya administración puede favorecer la salud del animal que lo consume. Estos al ser consumidos por el animal, aumentan el número de bacterias anaerobias beneficiosas y disminuyendo la población de microorganismos potencialmente patógenos en el sistema gastrointestinal estimulando los mecanismos inmunitarios de la mucosa y los mecanismos no

inmunitarios a través de una competencia con los patógenos potenciales, siendo los más usados en la alimentación animal los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* y *Bacillus*, existiendo además cepas de levaduras pertenecientes a las especies de *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus* y *Turolopsis* que actúan como probiótico (Carrillo, 2009; Guarner *et al*, 2008; Jaramillo *et al*, 2009).

Prebióticos: Jaramillo *et al*. (2009) Mencionan que el término Prebiótico se refiere a los suplementos alimenticios que no son digeribles por el huésped y que van a generar efectos benéficos, estimulando el desarrollo o la actividad de una o varias bacterias en el intestino delgado y para que un aditivo pueda ser considerado prebiótico, debe de cumplir con las siguientes características: 1.- No ser hidrolizado o absorbido en el tracto intestinal. 2.- Ser un sustrato selectivo para una o varias bacterias benéficas habitantes normales en el intestino delgado, estimulando la proliferación y el metabolismo de las mismas. 3.- Aumentar la actividad de la microflora intestinal benéfica para el huésped.

Antioxidantes: Los antioxidantes son compuestos cuya función primordial es disminuir la concentración de radicales libres en el organismo, estos alteran el buen funcionamiento de las células, degradan componentes estructurales claves para las células tales como lípidos y proteínas de la membrana celular, enzimas e incluso al ADN, responsable del funcionamiento y renovación celular (Joshua, 2005). La rancidez de la grasa es uno de los comunes resultados que ocurren en la oxidación, sin embargo los ingredientes de origen animal como las harinas de pescado o harinas de carne, vitaminas solubles y carotinoides también son dañados por dicha oxidación (Carrillo, 2009). Los compuestos comúnmente usados como antioxidantes son: el Ácido elágico, Antocianos, Carotenoides, Catequinas, Compuestos sulfurados, Hesperidina, Isotiocianatos, Isoflavonas, Licopeno, Quercetina, Taninos, Vitamina C, Vitamina E (Joshua, 2003).

Saborizantes: Son aditivos cuya función es mejorar el sabor y el olor de los alimentos para estimular el consumo. Es difícil de evaluar la preferencia de sabor científicamente ya que no hay ninguna medida objetiva disponible para evaluar el sabor en los experimentos con alimentos, además de que existen factores asociados al animal que regulan el consumo de alimento tales como la especie, edad, peso del animal, tolerancia digestiva, estado sanitario, ambientales: temperatura ambiente, humedad

relativa, y asociados al alimento como lo son: la digestibilidad, la apetecibilidad y la palatividad siendo este último factor es que se modifica al agregar un saborizante al alimento (Carrillo, 2009; Mesa, 2011).

Pigmentos: Dan el color a los alimentos. En México y en algunas partes del mundo es muy importante la adición al alimento para pollo de engorda y gallinas de postura con el objeto obtener una mejor presentación en cuanto al color de la piel y de la yema del huevo. El gluten de maíz, la Flor de Cempasúchil son una fuente de pigmento, los pigmentos sintéticos como Beta-apo-8'-carotenal, el pigmento sintético rojo la cantaxantina también se utiliza en forma limitada para aumentar el tono cuando se mezcla con pigmentos amarillos naturales del maíz o la flor de Cempasúchil (Roche, 2009).

El pollo y sus derivados son alimentos comúnmente implicados en la transmisión de gérmenes resistentes a los antibióticos. El comercio de alimentos y la globalización contribuyen con la diseminación de microorganismos resistentes entre países. Debido a lo anterior, la Unión Europea prohibió en 2006 el uso de cualquier antimicrobiano para promover el desarrollo de los animales de granja (Navarro, 2008).

Plantas medicinales

El uso de plantas medicinales para la prevención y el tratamiento de parasitosis gastrointestinal se ha estudiado de manera constante los últimos diez años. Varios trabajos se han realizado para demostrar el efecto bactericida en pollos de engorda de alguna planta como es el caso de *Chrysactina mexicana* con resultados favorables mostrando un efecto bacteriostático y bactericida (Hernández, 2006; Zapata, 2009).

Los antibióticos son la base principal para la terapia de infecciones bacterianas. Sin embargo, la alta variabilidad genética de las bacterias les permite evadir rápidamente la acción de antibióticos mediante el desarrollo de resistencia a tratamientos específicos. Por lo tanto, ha habido una búsqueda continua de nuevos y más potentes antibióticos. Según el informe Mundial de la Salud sobre enfermedades infecciosas del 2000, la superación de la resistencia a los antibióticos es el principal tema de la OMS para el

próximo milenio. Por lo tanto, la última década fue testigo de un aumento en las investigaciones sobre plantas con efecto medicinal (Mamun *et al.*, 2013).

Los aztecas reciben una herencia creciente de herbolaria medicinal, teotihuacana y tolteca. Cortés, en una carta de relación a Carlos V, le escribe que en Tenochtitlan "hay muchas y variadas hierbas y raíces para uso médico" que se vendían en varias calles de la ciudad en el mercado de Tlatelolco, provenientes de Xochimilco y Oaxtepec, donde existieron jardines botánicos antes que en Europa. Algo así como tres mil distintas hierbas medicinales usaban los aztecas, y por ello resultan explicables tantos remedios vegetales populares y de uso actual (Rojas, 2008).

En 1552, se escribía el primer libro de Medicina de México y América. Martín de la Cruz, un médico azteca que asistía a aquel Colegio de Tlatelolco escribió un libro de herbolaria en idioma mexicana y Juan Bernardino, otro alumno azteca, lo tradujo al latín: "*Libellus de Medicinalibus, Indorum Herbis*". En Sevilla, España, estaba comisionado Nicolás Monardes, médico para clasificar las plantas medicinales que llegaban de México, y observaba que aun tan secas eran activas. A su vez, Felipe II, monarca español, envió a su médico, Francisco Hernández, para estudiar la flora y la fauna de México y realiza una obra en 16 volúmenes obra que se destruye en el incendio del Escorial, ocurrido poco después. Afortunadamente, Francisco Hernández había resumido aquella obra y esta síntesis fue redescubierta en este siglo y editada. En 1786 la corona Real de España crea el Jardín Botánico en México, donde se impartirían cursos para el estudio de las plantas, datos que recoge José Mocino, para crear una obra descriptiva e iconográfica relativa a las propiedades terapéuticas de infinidad de plantas (Rojas, 2008).

El conocimiento de las plantas medicinales se extiende a cualquier parte del mundo donde el hombre tradicionalmente ha necesitado de éstas para curar sus enfermedades. Así, mezcla de magia y religión, mezcla de necesidad y casualidad, de ensayo y error, el paso de las diferentes culturas ha creado todo un conocimiento de remedios vegetales que ha constituido la base de la medicina moderna. Un patrimonio que no puede atribuirse a ninguna cultura en particular sino al hombre en su globalidad y que nos corresponde a todos conocer y salvaguardar. El resurgimiento en occidente del interés del público y los científicos por la medicina natural tradicional; hace que el

número de investigaciones realizadas en este campo haya aumentado notablemente en los últimos años (Rojas, 2008).

En ocasiones el tratamiento de elección son medicamentos antibacterianos o antiparasitarios, de acuerdo con el agente causal de la enfermedad, los cuales suelen ser costosos y para personas de bajos recursos es complicada su adquisición; además, los servicios médicos en las zonas rurales y conurbadas son escasos (Escobedo *et al.*, 2000).

Macleaya cordata W.

A medida que la conciencia de la salud, la protección del medio ambiente y el desarrollo de medicamentos libre de contaminación de las personas se han convertido en la dirección dominante del desarrollo futuro de la producción animal. Las plantas medicinales es uno de los temas tradicionales, la búsqueda de nuevas plantas para la utilización como aditivos que ayuden a la erradicación de enfermedades , no sólo el desarrollo económico de los nuevos medicamentos eficaces, de manera eficiente, sino también de las plantas venenosas y el desarrollo racional y la utilización de toxinas de plantas (Gong Zhongfu ,2002).

Se utiliza en la medicina tradicional china por su efecto antiinflamatorio y las actividades antibacterianas, como plaguicidas biológicos pueden evitar los ácaros, caracoles, gusanos, pulgones. Los efectos biológicos de *M. cordata* se deben a la bioactividad de sus constituyentes, siendo los principales alcaloides la isoquinolina, protopina , allocryptopina , sanguinarina y queleritrina como los más abundantes (Vrba *et al.*, 2012).

El alcaloide al cual debe su acción sobre el sistema digestivo de los animales (sanguinarina) posee un efecto antiinflamatorio que favorece la salud intestinal de los animales. Por otra parte, su acción inhibitoria de enzimas que participan sobre la degradación de aminoácidos esenciales como triptófano y lisina, permite una mayor disposición de estos para importantes funciones orgánicas, como producir una mayor disponibilidad de aminoácidos para el metabolismo proteico (formación de músculo), mejorando las características de la canal (disminuye grasa) (Phytobiotics, 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en el laboratorio de Ciencia Animal y en la caseta experimental para ves y conejos del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, durante los meses de septiembre y octubre del 2013. El clima que predomina en la zona es el seco y semiseco, la temperatura media anual es de 21°C y la temperatura mínima promedio es de 8.4°C.

Animales

Se utilizaron 48 pollos de la línea Cobb 500 con un día de nacidos, que se obtuvieron comercialmente con un peso promedio de 50±5 g, vacunados contra la enfermedad de Marek. Se alojaron durante cuatro semanas en 3 criadoras de batería, eléctricas automáticas, de cinco niveles, equipadas con comederos, bebederos, charolas para recolección de excretas, rejas piso, resistencias y termostato para mantener la temperatura individual en cada nivel a 37°C. Al inicio del experimento se sacrificaron tres pollos y se tomaron muestras de buche duodeno y molleja para comprobar la ausencia de *salmonella* en las aves.

Alimentación

Los pollos se alimentaron con concentrado comercial iniciador (cuadro 1); ofreciendo dos kilogramos por semana y agua *ad libitum*.

Cuadro 1. Composición química del alimento.

Contenido	%
Proteína	21
Grasa	3
Fibra	5
Humedad	12
cenizas	8
E.L.N	51

Extracto de *Macleaya Cordata*

El extracto de la planta *M. cordata* se adquirió en su presentación comercial, elaborado por la empresa Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Germany con el nombre de Sangrovit ®. Se adicioneo al alimento comercial a razón de 50 gramos por tonelada de alimento.

Tratamientos

Los tratamientos fueron: T1= Pollos alimentados con alimento comercial no desafiados, T2= Pollos alimentados con alimento comercial desafiados, T3= Pollos alimentados con alimento comercial adicionando el extracto de *M. cordata* no desafiados, T4= Pollos alimentados con alimento comercial, adicionando el extracto de *M. cordata* desafiados (cuadro 2). Los pollos y los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en cada nivel de las criadoras, agrupando 4 pollos por nivel (unidad experimental) con tres niveles (repetición) por tratamiento.

Cuadro 2. Inclusión de extracto de *Macleaya cordata* y *Salmonella typhimurum* en los tratamientos.

Tratamientos	Sin extracto	Con extracto	No desafiados	Desafiados
T1	+		+	
T2	+			+
T3		+	+	
T4		+		+

Inóculo e Inoculación

Se usó *S. typhimurium* ATCC 14028, serotipo B obtenida del Laboratorio Estatal de Salud Pública del Estado de San Luis Potosí. Usando un asa se tomó una parte del cultivo y se sembró en cajas de petri con Agar Mueller-Hinton (BD Bioxon) preparado conforme a las especificaciones del fabricante y se incubó a 35°C, en una incubadora marca Binder modelo 53, durante 24 horas, al término del periodo de incubación se tomó una colonia aislada de la bacteria y se colocó en un tubo de ensayo de 10 mL. Con solución salina fisiológica a temperatura del medio y se ajustó al 0.5 en la escala McFarland, el cual corresponde a una suspensión bacteriana de 1×10^8 células mL⁻¹ usando un espectrofotómetro marca Agilent modelo 8453, el inóculo se leyó a 625 nm con una absorbancia de 0.10 de acuerdo al método AOAC (AOAC, 2012).

Se realizaron dos inoculaciones a las aves del T2 y T4 en el 3° y 6° día de nacidas por vía orogastrica, a una dosis de 0.5 mL ave⁻¹ (Koutsos *et al.*, 2007).

Variables Productivas

Las variables productivas cuantificadas fueron: consumo de alimento (CA), ganancia diaria de peso (GDP), índice de conversión alimenticia (ICA).

Para cuantificar el consumo de alimento, cada semana del experimento, se ofrecieron 2 kg de alimento y al término de cada semana se pesó el rechazo para conocer el CA y se ofrecieron nuevamente 2 kg de alimento. Para estimar el CA se usó la fórmula:

$$\text{Consumo} = \frac{(\text{AO} - \text{AR})}{7} / 4$$

Donde:

AO= Alimento ofrecido en kg

AR= Alimento rechazado en kg

7= siete días de alimentación

4= número de pollos por repetición

Para estimar la GDP, se pesaron los animales de cada nivel al principio y final de cada semana del experimento y se utilizó la siguiente fórmula:

$$GDP = (PF - PI) / 7$$

Donde:

PF= Peso final

PI= Peso inicial

7= Los días entre pesada de las aves

Para estimar el ICA, se usó el consumo total de alimento (AC) y el peso final de los pollos (PP), utilizando la siguiente fórmula:

$$ICA = (CA / PP).$$

Donde:

AC=Kilogramos de Alimento Consumido

PP=Peso Producido

Sacrificio de Aves y Toma de Muestras

De cada tratamiento se sacrificaron tres pollos, siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, de cada ave sacrificada se recolectó el buche, duodeno y molleja, se pesaron, se realizó un corte longitudinal y se les agregaron 10 mL de solución salina fisiológica por cada gramo de peso de los órganos, con un asa calibrada se tomaron 10 µL y se sembraron en caja de petri con Agar verde brillante (BD Dixon), preparado según especificaciones del fabricante, sembrando tres cajas por órgano, por tratamiento.

Incubación e interpretación de resultados

Las cajas de petri sembradas e identificadas, se incubaron a 35°C durante 24 horas, al término, se registró el crecimiento de UFC en el agar, tomando las colonias de color rojo, como presunta *Salmonella* de acuerdo al fabricante, una vez contadas e identificadas las UFC, se tomó una muestra de cada una de estas y se realizaron pruebas bioquímicas diferenciales para confirmar que el organismo cuantificado e identificado era *Salmonella* siguiendo el procedimiento descrito en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-210-SSA1 (2013) y se confirmó de acuerdo a lo siguiente:

Cuadro 3. Pruebas bioquímicas y secuencia de resultados para *Salmonella spp.*

Prueba bioquímica	Resultado
Glu	+
Lac	-
Indol	-
H ₂ O	-/+
Mot	+
Citrato	V
Ornitina	+/-
Urea	-
Lia	+
V-P	-
R-M	+
FA	-

Análisis Estadístico

Las variables para calcular los parámetros productivos (CA, GDP, ICA) y el recuento de UFC (transformadas a log10) en los órganos de los pollos, se analizaron con un diseño completamente al azar. Los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias se efectuaron utilizando el procedimiento para modelos lineales generales (GLM) y la prueba de Tukey en el paquete SAS (1991), fijando el nivel de significancia en 0.05. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + u_i + \xi_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = variable respuesta en tratamiento i, repetición j

μ = Media general

u_i = Efecto del tratamiento i

ξ_{ij} = Erro aleatorio

$$\xi_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del experimento *in vivo* mostraron que aunque el consumo de alimento total fue similar estadísticamente ($p>0.05$), entre tratamientos (figura 1), los pollos desafiados con *Salmonella* consumían más alimento, comparados con los no desafiados, esto puede deberse a que utilizó su alto consumo como un mecanismo de defensa ante la bacteria.

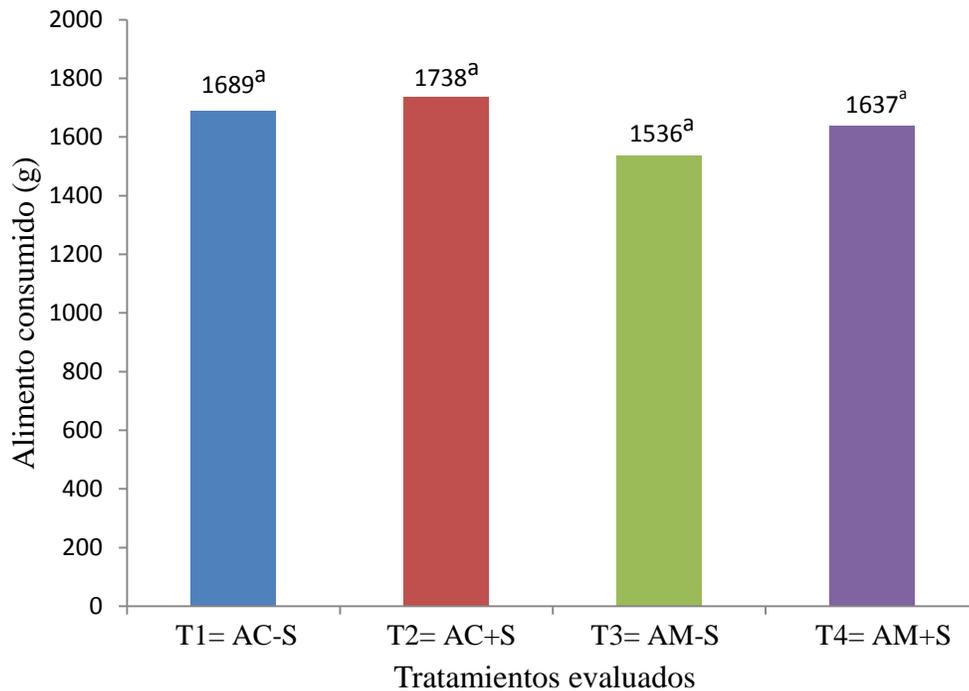


Figura 1. Consumo total de alimento en gramos por tratamiento

AC=Alimento comercial, AM= Alimento comercial adicionando extracto de *Macleaya cordata*, -S= Sin desafío, +S=Desafiados con *Salmonella*. Literales similares en barra corresponden a valores estadísticamente similares ($p>0.05$).

La ganancia diaria de peso (GDP) fue diferente estadísticamente ($p<0.05$), siendo mayor en los tratamientos adicionados con *M. cordata* (figura 2) y el grupo control sin desafío (T1, T3 y T4) y menor en el grupo control desafiado con salmonella (T2). Como se observa, a los pollos a los que se les ofreció alimento con extracto de *M. cordata*

tuvieron una ganancia de peso mayor, inclusive en el grupo que fue desafiado con *Salmonella* a diferencia de los que solo consumían alimentos sin extracto, esto puede deberse a las propiedades del extracto, Sin embargo, Niewold (2007) sugirió que los efectos esperados por los promotores del crecimiento en animales que actúan como antibióticos son mediados por mecanismos anti-inflamatorios. Las mejoras en la retención de proteínas se logra mediante la reducción de descarboxilación intestinal de los aminoácidos aromáticos a través de la inhibición de la descarboxilasa de L-aminoácido, y la mejora de la ingesta de alimento por los efectos sobre la vía de triptófano-serotonina, ya que al tener menores contenidos de β -galactosidasa y β -glucosidasa, se tendrá una reducción de patógenos y la energía obtenida del alimento se utilizara más eficientemente para la producción de músculo (Mellor, 2001).

Considerando la teoría de Niewold quien menciona que la búsqueda de alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento tradicionales no necesariamente significa una búsqueda de antibióticos sintéticos, abriendo una alternativa al uso de plantas medicinales, por lo que el extracto de *M. cordata*, en diversos experimentos ha demostrado que al ser adicionado en la dieta de animales, permite obtener resultado similares a los obtenidos usando antibióticos sintéticos.

Los resultados encontrados muestran que al adicionar en la alimentación de pollos el extracto de *M. cordata*, se logra un efecto similar al obtenido cuando se usan antibacterianos, resultados similares son reportados por Sturkie (1986) quien menciona que Al adicionar en el alimento el extracto de *M. cordata*, este puede eliminar *S. Typhimurium*, evita lesiones en los órganos del pollo y mejora la integridad intestinal.

El ICA también mostro diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos (figura 3), teniendo el mejor índice el T3, seguido del T4 y T1 y mayor para el T2. Esta diferencia puede estar marcada por el mayor consumo que se dio en los tratamientos (t3, t4 y t1), los cuales fueron adicionados con el extracto en los cuales probablemente el extracto este proporcionando un mejor ambiente en el intestino delgado mejorando la absorción de nutrimentos (Sturkie, 1986).

Al adicionar en el alimento el extracto de *M. cordata*, este puede tener un efecto similar a los antibacterianos y puede eliminar *S. typhimurium*, evita lesiones en los órganos del pollo y prevalece una mejor integridad intestinal (Sturkie, 1986).

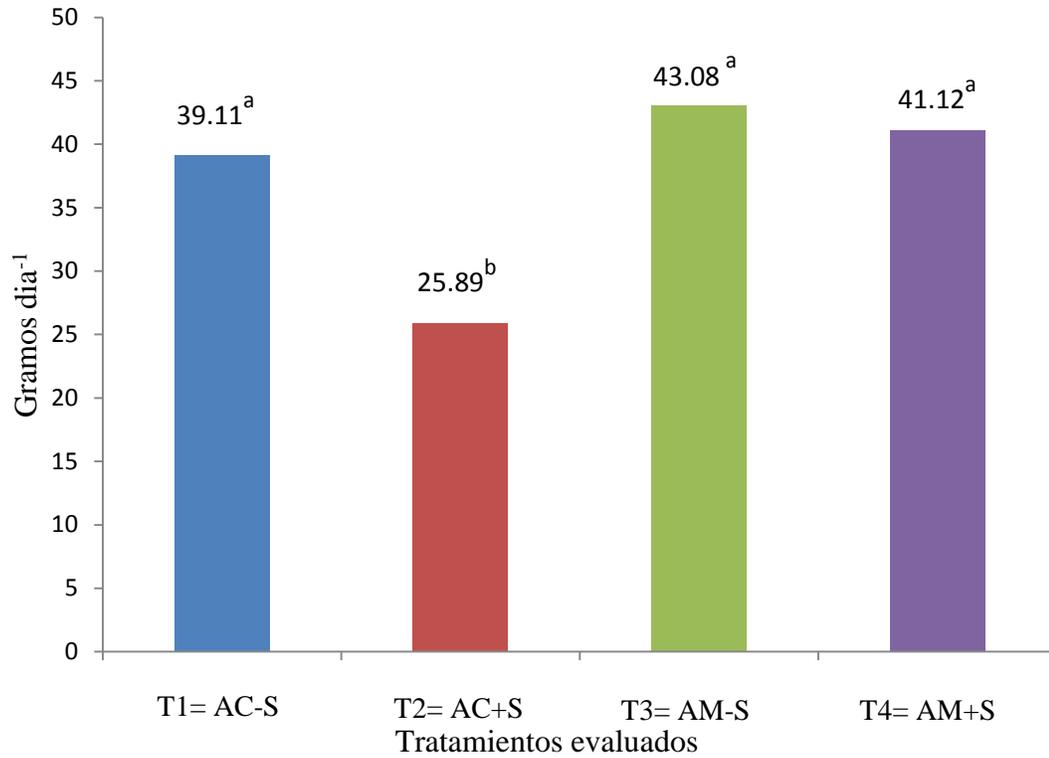


Figura 2. Ganancia Diaria de Peso (gramos día⁻¹)

AC=Alimento comercial, AM= Alimento comercial adicionando extracto de *Macleaya cordata*, -S= Sin desafío, +S=Desafiados con *Salmonella*. Literales diferentes en barra corresponden a valores estadísticamente diferentes ($p < 0.05$).

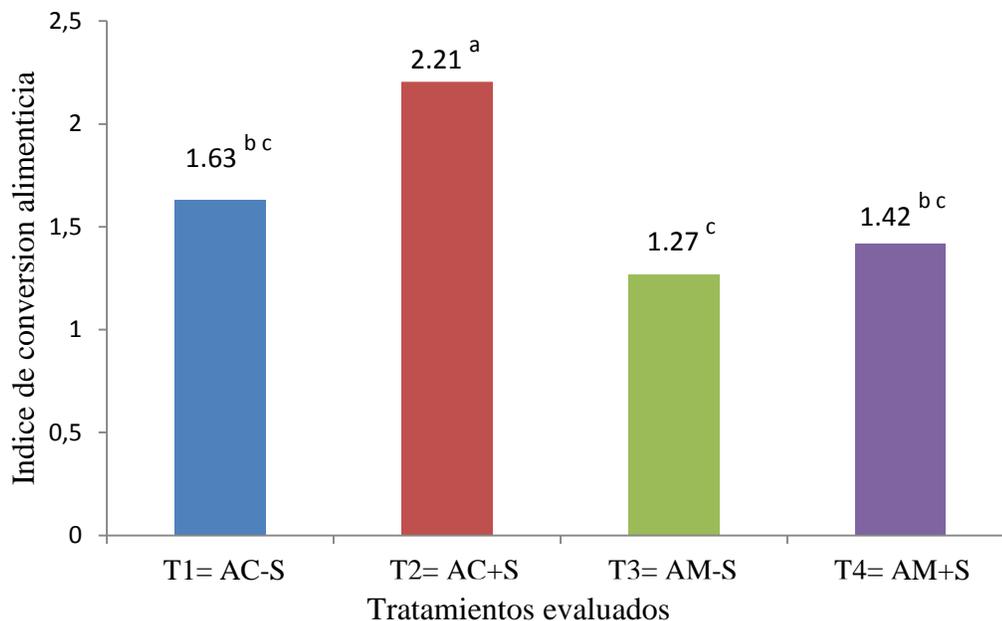


Figura 3. Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

AC=Alimento comercial, AM= Alimento comercial adicionando extracto de *Macleaya cordata*, -S= Sin desafío, +S= Desafiados con Salmonella. Literales diferentes en barra corresponden a valores estadísticamente diferentes ($p<0.05$).

El conteo de unidades formadoras de colonia (UFC) en buche, duodeno y molleja fue diferente entre tratamiento ($p<0.05$), encontrando únicamente 10 UFC mL⁻¹ en el buche de los pollo del T2 (cuadro 4). Estos resultados pueden deberse a que en el buche se hace el almacenamiento de alimento para el remojo y humectación de estos y regulación de la repleción gástrica y además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, por la secreción de moco, la molleja presenta una función de barrera de un pH que elimina bacterias dañinas para el ave, la molleja no segrega mucosidad alguna (Álvares, 2002). El duodeno presenta un pH muy ácido para la proliferación de algunas bacterias, lugar donde el jugo gástrico ejerce su mayor acción (Doyle, 2000). El extracto de *Macleaya cordata* tiene como principal alcaloide la sanguinarina, el cual tiene una acción sobre el sistema digestivo como antiinflamatorio y una acción como inhibidor de enzimas que participan en la degradación de aminoácidos.

Cuadro 4.Conteo de las unidades formadoras de colonia (UFC) encontradas en los órganos de los pollos en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Unidades formadoras de colonias (UFC mL ⁻¹)		
	Buche	Molleja	Duodeno
T1	0 ^b	0 ^b	0 ^b
T2	10 ^a	0 ^b	0 ^b
T3	0 ^b	0 ^b	0 ^b
T4	0 ^b	0 ^b	0 ^b

CONCLUSIÓN

Estos resultados muestran que el uso del extracto de *M. cordata* usado como aditivo en la alimentación, mejora los índices productivos en pollos de engorda, puede favorecer la respuesta inmune de las aves contra *S. thypimurium*, y brinda una alternativa para disminuir el uso de antibióticos en los sistemas de producción avícola.

LITERATURA CITADA

- Álvarez A. 2002. Fisiología comparada de los animales domésticos. UNAH. La Habana. Pg 234-250
- AOAC INTERNATIONAL, 2012 Methods Committee Guidelines for Validation of Microbiological Methods for Food and Environmental Surfaces
- Arbor A. 2001. Manual de manejo del pollo Arbor Acres. Glastonbury, Connecticut, Estados Unidos. Pag. 1-32.
- Argueta A. 1994. Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. 3vols. Instituto Nacional Indigenista. D.F. 1786 p.
- Calva E. 2000. *Salmonella typhi* y la fiebre tifoidea: de la biología molecular a la salud pública. Instituto de Biotecnología, UNAM.D.F. México. Pag.23.
- Calzadilla J. F., Pérez Q. M., Piad B. R. 2006. Influencia de un prebiótico a base de hidrolizado de Levadura en la ecología microbiana de aves. *Avanzada Científica* 9 (1):Pág. 1-7.
- Carrillo J. V. 2009 Situación actual sobre el uso de aditivos en la alimantacion animal. Laboratorio ALPHARMA.
- Doyle F., Slesson S. 2000. Crecimiento compensatorio de animales de granja. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos.
- Escobedo Ch. E., Esquivel A., Fernández C.G., Escobar J. I., Flores, N. G. 2000. Estudio de la eficiencia y seguridad de brodimoprim contra trimetoprim sulfametoxazol en niños con gastroenteritis bacteriana. Pag.52, 383-384.
- Fooks, L. y Gibson, G. 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *The british journal of nutrition* 88 (1): S39-S49.
- Gallardo J, Villamar L, Guzmán H, Ruiz N. 2004 Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México. México, D.F.: SAGARPA.
- Gong Z. 2002. Ingredientes activos de Investigación Macleaya acaricida, "Northwest Universidad de Agricultura y Silvicultura".
- Guarner F. A., Khan G., Garisch J., Eliakim R., Gangl A., Thomson A., Krabshuis J., Mair T. L. 2008. Guías prácticas: Probióticos y Prebióticos, Organización Mundial de Gastroenterología

- Gutiérrez C. L., Montiel V. E., Aguilera P. P., González A. M. C. 2000. “Serotipos de *Salmonella* identificados en los servicios de salud de México” Salud Pública de México, 42.
- Harris F., Chatfield L., Phoenix D. 1995, Antibiotic: the Bacterial Resistance Movement Sunken Back, Biologist 43: 62-64.
- Hernandez A. L. O. 2006. Actividad bacteriana de *Chrysactina Mexicana gray* sobre enteropatógenos en gallinas evaluación *in vitro* e *in vivo*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería. UASLP.
- Hubbard F. 1994. Manual de manejo para el pollo de engorde Hubbard. Estados Unidos. Pag. 1-3.
- INEGI, 2007. Regiones agropecuarias de San Luis Potosí: Censo Agropecuario 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía., México: INEGI.
- INEGI, 2012. Perspectiva estadística. San Luis Potosí.
- Jaramillo J.H., Méndez S.M., Murillo H.M., Soto P.E., Sarfati M.D. 2009. Laboratorio Avimex S.A de C.V
- Jeffrey J. J. M., Ochoa.R. F. O., Cabello P. S., Fernández.C. C. 2009. Proyecciones para el Sector Agropecuario de México. SAGARPA.
- Jego B. B., Donal J. 2000. Análisis de la variabilidad genética correspondiente a la selección de líneas comerciales.
- Joshua D. L., Chung S. Y. 2003. Cancer chemopreventive activity and bioavailability of tea and tea polyphenols. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis Volumes 523-524, February-March, Pages 201-208.
- Koutsos E. A., Garcia L. J. C., Klasing K. C. 2007. Maternal and dietary carotenoids interactively affect cutaneous basophil responses in growing chickens (*Gallus gallus domesticus*). Comparative Biochemistry and Physiology, Part B. 147:87.92.
- Lillehoj H. 2007. Mejorando la Inmunidad Innata de Aves a través de nuevas estrategias inmunológicas y genómicas. XX Congreso Latinoamericano de Avicultura, 25 al 28 de septiembre de 2007, Porto Alegre, Brasil, Pag. 53 al 72.
- Lord S. S. 1999. El uso de antibióticos en producción animal y la resistencia antimicrobiana. Pag 7. XI Reunión Interamericana de Salud Animal a Nivel Ministerial (RIMSA XI)

- Mamun-Or-Rashid A. N. M., Sen M. K., Jamal M. A. H. M., Nasrin. S. 2013. Department of Biotechnology and Genetic Engineering, Faculty of Applied Science and Technology, Islamic University, Kushtia-7003, Bangladesh. Scientific Officer, Plant Biotechnology Division, National Institute of Biotechnology, Savar, Dhaka, Bangladesh. A comprehensive ethno-pharmacological review on *Lippia alba* M. Pag 17.
- Márquez M. 2007. Las principales enfermedades de carácter infectocontagioso que sufren las aves. Avicultores, UNAM, México. 57, Pag.24-27.
- Mellor S. 2001. Natural appetisers from plants. Feed Mix; 9:29-31.
- Navarro, N. M. 2008. Bacterias inmunes a los antibióticos, una peligrosa amenaza. Revista Universidad de Sonora. 22:47.49.
- Niewold T. A. 2007. The non antibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action? A hypothesis. Poultry Science; 86:605-609.
- Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. 2014 Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Artículo 2.2.
- North, M.O. and D.D. Bell. 1993. Manual de producción avícola. 39 edición. Editorial. El manual moderno S.A de C.V. Mexico D.F. Santafe de Bogota.
- Organización Mundial de la Salud México 2008. “Informe Anual de la Red de Monitoreo/Vigilancia de la Resistencia a los Antibióticos”
- Parra L.M., Rodríguez J.C., Rodríguez A. 2002. Evaluación comparativa de los parámetros zootécnicos de tres estirpes de pollo de engorde (Ross 308, Cobb 500 y Hubbard clásico) en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado. Bogotá D.C; Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
- Pelczar M. J. 1982. Microbiología. Editorial Mc. Graw Hill, Cuarta Edición, México. 1436.
- Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Germany, 2013 Wallufer. Str. 10ª, D-65343, Eltville Alemania.
- Rastrojo H. S., Paez L. E., Toledo R. S., Alvino L. F. 2000. Dietas vegetales para pollos de engorde de alta productividad. Viscosa (Argentina): Universidad federal de Viscosa.
- Roche S. F.2009. Pigmentation en la aviculture. Roche vitaminas, Mexico S.A de C.V.
- Rojas A. M. 2000. Tratado de medicina tradicional mexicana. Bases históricas, teoría y práctica clínico terapéutica.

- Rosero J. P., Elkin F. G., Freddy J. L. 2011. Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol. 10 No. 1.
- SAS Institute. 1991. SAS User's Guide: Statistics, SAS Institute Inc., Cary, NC. Pag. 1028.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, México (SIAP). 2014.
- Sturkie P. D. 1986. Avian physiology. Fourth edition springer-verlag. New York. Berlin Heidelberg, Tokyo.
- Terzolo H. R. 2012. Estudio bacteriológico de las salmonelosis de las aves (*S.pullurum*, *S. gallinarum*, *S. Enteritidis* y *S.Typhimurium*) en América Latina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Área de Producción Animal.
- Unión Nacional de Avicultores (UNA), situación de la avicultura mexicana 2013, consultado en enero 2014, disponible en: <http://una.org.mx/2013/avicultura-mexicana.html>.
- Vargas J. E. 2009. Evaluación de líneas de pollo (*Gallus gallus*) de engorde Ross 308 y Cobb 500 en operación de cargil. Nicaragua
- Vrba J., Orolino E., J. Ulrichova. 2012. Induction of home oxygenome-1 by Macleya cordata extract and its constituent sanguinarina in RAW2647 cells. Fitoterapia 83: 329-335
- Zapata P. E. 2009. Conteo bacteriano en órganos del aparato digestivo de pollos infectados con *Salmonella typhimurium*, con adición de extracto de *Chrysactina mexicana*, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.