

01672



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EFFECTO DE LA INCLUSION DE CAPSAICINA A PARTIR DE
LA SEMILLA DE PAPRIKA (*Capsicum annuum*) EN LA DIETA
SOBRE LA INFECCION EXPERIMENTAL DE *Salmonella*
gallinarum Y *Salmonella enteritidis* EN GALLINAS DE
POSTURA Y POLLOS DE ENGORDA

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

POR EL

MVZ. JOSE LUIS VICENTE SALVADOR

ASESORES: MVZ. MC. Ph.D. GUILLERMO TELLEZ ISAIAS
MVZ. MSc. Ph.D. CARLOS LOPEZ COELLO
MVZ. MSc. ERNESTO AVILA GONZALEZ
MVZ. MC. EDUARDO MORALES BARRERA



MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE 1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CAPSAICINA A PARTIR DE LA SEMILLA DE
PÁPRIKA (*Capsicum annuum*) EN LA DIETA SOBRE LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL DE
Salmonella gallinarum Y *Salmonella enteritidis* EN GALLINAS DE POSTURA Y POLLÓS DE
ENGORDA**

Tesis presentada ante la

División de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México

para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

por el

MVZ. JOSÉ LUIS VICENTE SALVADOR

Asesores.

MVZ. MC. Ph.D. Guillermo Téllez Isaías

MVZ. MSc. Ph.D. Carlos López Coello

MVZ. MSc. Ernesto Ávila González

MVZ. MC. Eduardo Morales Barrera

MÉXICO D. F.

Septiembre 1997

RESUMEN

VICENTE SALVADOR JOSÉ LUIS.: Efecto de la inclusión de capsaicina a partir de semilla de páprika (*Capsicum annuum*) en la dieta, sobre la infección experimental de *Salmonella gallinarum* y *Salmonella enteritidis* en pollos de engorda y gallinas de postura. (Bajo la supervisión de M.V.Z. M.C. Ph.D. Guillermo Téllez Isaías, M.V.Z. M.Sc. Ph.D. Carlos López Coello, M.V.Z. M.Sc. Ernesto Ávila González y M.V.Z. M.C. Eduardo Morales Barrera).

Con el propósito de evaluar el efecto terapéutico de la Capsaicina (CAP) en la dieta de pollos de engorda y gallinas de postura sobre las infecciones experimentales con *S. gallinarum* y *S. enteritidis* se realizaron tres experimentos. En el primer experimento, se utilizaron 150 pollitos mixtos de la estirpe Arbor Acres x Arbor Acres de un día de edad los cuales fueron divididos aleatoriamente en tres tratamientos de 50 aves cada una. Las aves fueron alimentadas con una dieta basal (sorgo + pasta de soya) con 22% de proteína cruda (PC) y 3,000 Kcal de energía metabolizable por kilogramo (EM/Kg.) (grupo testigo) y para los otros dos grupos se le adicionó 18 y 36 ppm de CAP durante 11 días. Al segundo día de edad, fueron inoculadas con *S. gallinarum* a una dosis de 10^8 ufc/ml resistente al ácido nalidíxico (AN) y a la novobiocina (NO). Diariamente se supervisaron a las aves dos veces al día para observar los signos clínicos y recoger la mortalidad para realizar el aislamiento de la bacteria. La mortalidad empezó a partir del cuarto día posinoculación y el pico de mismo se observó al sexto día posdesafia. Las signos clínicos fueron plumas erizadas, anorexia, agrupamiento, debilidad, disnea, alas caídas, deshidratación y diarrea. Cualitativamente, los signos fueron más severos en las aves del tratamiento testigo que en los grupos tratadas. De la mortalidad diaria se realizó siembra directa a partir de hígado en placas de agar verde brillante. No se encontró diferencia significativa en el aislamiento de *S. gallinarum* a partir de la mortalidad entre las dietas testigo (16/18) y tratadas con 18 (10/11) y 36 ppm de CAP (8/11). Los animales sobrevivientes se sacrificaron al día 11 de edad y se tomaron muestras en condiciones asépticas a partir del hígado y el bazo, trabajándose como una sola muestra. Se encontró diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) a favor de la dieta tratada con 36 ppm de CAP (18/39) con respecto a los tratamientos testigo (23/32) y 18 ppm de CAP (31/39). En lo referente al aislamiento acumulado de la bacteria, se obtuvo una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) en el tratamiento con 36 ppm de CAP (26/50) con respecto a los dietas testigo (39/50) y tratada con 18 ppm de CAP (41/50). En los experimentos 2 y 3, se evaluaron el grado de protección inducida por la CAP a partir de aceite de páprika en la dieta sobre la invasión de órganos internos por *S. enteritidis* y *S. gallinarum*, además de su efecto en la pigmentación de la yema de huevo y los parámetros productivos en gallinas de postura. En cada experimento se utilizaron 90 gallinas de postura comercial de la línea

Dekalb Delta de segundo ciclo con 120 y 126 semanas de edad. Las aves fueron divididas en tres tratamientos con 30 aves cada una con tres replicas de 10 aves cada una. Las gallinas fueron alimentadas con una dieta basal (sorgo + pasta de soya) que contenía 16% de PC y 2,700 Kcal de EM/Kg. El tratamiento 1 recibió la dieta basal (sorgo + soya) sin CAP, mientras que los tratamientos 2 y 3 fueron alimentados con la dieta basal más 18 y 36 ppm de CAP respectivamente, durante 28 días. Al día 20 del experimento se colectaron 15 huevos en cada grupo en los dos experimentos para la evolución del depósito de pigmento en la yema de huevo. En el experimento 2, el promedio de luminosidad disminuyó significativamente ($P < 0.05$) en el tratamiento con 36 ppm de CAP (51.58) con respecto a los tratamientos testigo (65.17) y tratado con 18 ppm de CAP (55.87). También se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento testigo y tratado con 18 ppm de CAP en la dieta. El promedio de enrojecimiento se incrementó considerablemente ($P < 0.05$) en las dietas tratadas con 18 (+14.11) y 36 ppm de CAP (+17.44) respectivamente en comparación con la dieta testigo (-1.58). En lo referente al depósito de pigmento amarillo, se observa diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tres tratamientos [testigo (+41.70) y tratadas con 18 (+37.01) y 36 ppm de CAP en la dieta (+34.03)]. Los resultados de la pigmentación de la yema para el experimento tres fueron muy similares a los del experimento 2. Al día 25 todas las aves fueron inoculadas con 10^8 ufc/ml de *S. enteritidis* (experimento 2) y de *S. gallinarum* (experimento 3) resistentes al ácido nalidíxico (AN) y a la novobiocina (NO) respectivamente. Las aves fueron sacrificadas 72 horas posinoculación y se tomaron muestras de hígado, bazo y ovarios, trabajando el hígado y el bazo como una sola muestra. En el experimento 2 se observó un aumento ($P < 0.05$) en la resistencia hacia la invasión de hígado - bazo por *S. enteritidis* para tratamiento con 36 ppm de CAP (13/30) en la dieta en comparación con los tratamientos testigo (23/30) y 18 ppm CAP (21/30). El aislamiento de la bacteria a partir del ovario se observó la misma tendencia. El tratamiento con 36 ppm de CAP (9/30) incrementó la resistencia ($P < 0.05$) hacia la invasión de *S. enteritidis* en comparación con el tratamiento testigo (21/30) y tratado con 36 ppm de CAP (17/30). En el experimento 3 no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) en el aislamiento de *S. gallinarum* en hígado - bazo y ovarios. Los parámetros productivos en los dos experimentos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en todas las variables evaluadas (consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevo y peso del huevo). De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que la adición de CAP en la dieta aumenta la resistencia hacia la invasión de órganos internos por *S. gallinarum* en pollos de engorda y por *S. enteritidis* en gallinas de postura, no así para *S. gallinarum*; además, la adición de este producto en la dieta mejora la pigmentación de la yema del huevo y no afecta los parámetros productivos.

Palabras claves: Capsaicina, páprika, *S. gallinarum*, *S. enteritidis*, pollo de engorda, gallina de postura.

DEDICATORIA

Dedica este pequeño trabajo al creador de todas las cosas: **A DIOS EL PADRE** por haberme dado aliento de vida desde el vientre de mi madre y posteriormente una vez nacido y caminado por el mundo me rescató de las tinieblas para colocarme en la Luz Admirable de su amado Hijo **JESUS**. Ahora camino en la fe mediante su **SANTO ESPÍRITU** que me guía, me enseña y me consuela en cada momento de mi vida. **A ti DIOS** te ofrezco toda mi ser para que tu la utilices conforme a tu voluntad, porque ya no vivo yo, sino que **JESUCRISTO** vive en mí. **A ti SEÑOR** sea la honra y la gloria por los siglos de los siglos.

A mis padres terrenales: Victoriano Vicente y Teresa Salvador que desde niño me inculcaron la responsabilidad. Todo lo que yo pueda hacer por ustedes no es nada en comparación con su infinito amor que han demostrado para conmigo en todo momento. Les agradezco por toda la eternidad sus alegrías y sus llantos que he obtenido de ustedes en los momentos de júbilo y de dificultades. La recompensa final la tendremos cuando veamos la Gloria de Dios en los Alturas y juntos glorificaremos al Dios de la Verdad, porque Jesús dijo: **YO SOY EL CAMINO, LA VERDAD Y LA VIDA, NADIE VIENE AL PADRE SI NO ES POR MÍ.**

A mis hermanos Abundio, Severiano, José, Agustín, Zenaida, Sixto y Gerardo juntos con **DIOS** caminaremos de la mano proclamando Su nombre

A mis familiares Arimatea Trejo, Elizabeth Pejay, Matilde Pejay y Matilde Mercado por el amor que han demostrado a mis hermanos y que en ustedes está la responsabilidad de instruir a sus hijos en el camino correcto para que cuando sean ancianos no se aparten de **LA VERDAD**.

A mis sobrinos: Miguel Angel, Israel, Maribel, Misael, Emanuel, Ana Karem, Eleazar, Gibron, Josué y Diana a ustedes les corresponde llevar a la **LUZ ADMIRABLE** su generación.

"Y Jesús alzando los ojos a lo alto, dijo: Padre, gracias te doy por haberme oído" (Juan 11:41)

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Al Departamento de Producción Animal: Aves

Al Dr. Guillermo Téllez Isaías:

Doy gracias a Dios por permitirme conocer a una persona tan maravillosa como el Dr. Téllez que en todo momento, ya sea como académico o como amigo, me mativo a continuar superándome en el ámbito intelectual. La base para la realización de mis estudios de Maestría surgió a partir de los consejos y sugerencias de él. Personas con ese carisma hay pocos. Gracias Doctor y que Dios te siga bendiciendo conforme a sus riquezas en Gloria.

Al Dr. Carlos López Coello:

Por su invaluable amistad y gran calidad humana y profesional ya que en todo momento encontré disposición para compartir sus conocimientos. Doctor que el Señor te guarde y te fortalezca todos los días para continuar adelante en sus actividades.

Al Sr. Fernando Lissarrague Gireud: por su comprensión y apoyo incondicional recibido para la realización de mis estudios

A mis compañeros de clases (Xochitl Hernández, Ma. Elena Rubio, Juan Carlos del Ríos, Víctor Petrone, Ruben Merino, Marco Juárez y Alejandro Hernández) por su amistad y que ese espíritu de compañerismo que reino durante nuestra estancia en las aulas continúe y se fortalezca más todavía para el beneficio de nuestra Institución.

A todo el plantel docente, técnicos administrativos y de servicio social del DPA:Aves

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

Al personal que labora en PRODEMEX oficina México por su amistad y disposición para trabajar en equipo.

A Productos Deshidratados de México S.A de C.V.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarios campo Chapingo Estado de México.

Al USAID- University Development Linkage Project

No.: PCE 5063 - A-00-2045-00

POR EL FINANCIAMIENTO OTORGADO PARA LA REALIZACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO

¿ ESTÁS ESCUCHANDO A DIOS ?

« Y dijeron a Moisés: Habla tú con nosotros, y nosotros oiremos; pero no hable Dios con nosotros, para que no muramos » (Éxodo 20:19)

NO ES QUE DESOBEDEZCAMOS A DIOS DE FORMA CONSCIENTE Y DELIBERADA: ES QUE SENCILLAMENTE NO LE PRESTAMOS ATENCIÓN. DIOS NOS HA DADO SUS MANDAMIENTOS, PERO NOSOTROS NO LOS ATENEMOS -NO POR UNA DESOBEDIENCIA VOLUNTARIA, SINO PORQUE NO LE AMAMOS Y RESPETAMOS DE VERDAD. «SI ME AMÁIS, GUARDA MIS MANDAMIENTOS» (JUAN 14:15). CUANDO NOS DEMOS CUENTA DE QUE HEMOS ESTADO CONSTANTEMENTE FALTÁNDOLE EL RESPETO A DIOS , NOS SENTIREMOS LLENOS DE VERGÜENZA Y DE HUMILLACIÓN POR HABERLE IGNORADO.

« HABLE TÚ CON NOSOTROS...; PERO NO HABLE DIOS CON NOSOTROS... » MOSTRAMOS CUÁN POCO AMOR TENEMOS PARA CON DIOS AL PREFERIR ESCUCHAR A SUS SIÉRVOS ANTES QUE A ÉL. NOS GUSTA ESCUCHAR TESTIMONIOS PERSONALES, PERO NO QUEREMOS QUE EL MISMO DIOS NOS HABLE. ¿POR QUÉ NOS ATEMORIZA TANTO QUE DIOS NOS HABLE? PORQUE SABEMOS QUE CUANDO DIOS HABLA, O BIEN HACEMOS LO QUE ÉL NOS MANDA, O HIEMOS DE ADMITIR Y CONFESARLE QUE NO PENSAMOS OBEDECERLE. PERO SI QUIEN NOS HABLA ES SIMPLEMENTE UNO DE LOS SIERVOS DE DIOS, TENEMOS LA SENSACIÓN DE QUE LA OBEEDIENCIA ES ALGO OPTATIVO, NO IMPERATIVO. RESPONDEMOS DICRIENDO: «BUENO, ESTO ES TAN SÓLO TU OPINIÓN, AUNQUE NO NIEGO QUE LO QUE HAS DICHO SEA PROBABLEMENTE LA VERDAD DE DIOS.»

¿ESTOY CONSTANTEMENTE HUMILLANDO A DIOS IGNORÁNDOLO, MIENTRAS ÉL CONTINÚA TRATÁNDOME CON AMOR COMO A HIJO SUYO? CUANDO POR FIN LE DOY OÍDO, LA HUMILLACIÓN QUE HE AMONTONADO SOBRE ÉL CAE SOBRE MÍ. ENTONCES MI RESPUESTA ES: «SEÑOR, ¿POR QUÉ FUI TAN INSENSIBLE Y OBSTINADO? » ÉSTA ES SIEMPRE LA PREGUNTA INEVITABLE EN EL MOMENTO QUE ESCUCHAMOS A DIOS. NUESTRO DELEITE, AL ESCUCHARLE FINALMENTE, QUEDA EMPAÑADO POR LA VERGÜENZA QUE SENTIMOS POR HABER TARDADO TANTO EN HACERLO.

Oswald Chambers: En pos de lo supremo (Análisis de las Sagradas Escrituras). Editorial CLIE

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	II
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE DE CUADRO	IX
ÍNDICE DE GRÁFICAS	X
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	XI
INTRODUCCIÓN	I
1 REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 Tifoidea aviar	4
1.2 <i>Salmonella enteritidis</i>	5
1.3 Origen y efecto de la capsaicina de semilla de páprika	8
2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	10
3 EXPERIMENTO I	
Efecto preventivo de la capsaicina adicionada a la dieta de pollos de engorda sobre la infección experimental con <i>Salmonella gallinarum</i>.	
3.1 MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1.1 Material biológico	12
3.1.2 Capsaicina	12
3.1.3 Animales experimentales	12
3.1.4 Diseño experimental	12
3.1.5 Signos clínicos	13
3.1.6 Colonización de órganos internos por <i>S. gallinarum</i>	13
3.1.7 Análisis estadístico.....	13

3.2 RESULTADOS	
3.2.1 Signos clínicos	14
3.2.2 Periodo de incubación e índice de mortalidad.....	14
3.2.3 Reaislamiento de <i>S. gallinarum</i> de la mortalidad	14
3.2.4 Reaislamiento de <i>S. gallinarum</i> en aves sobrevivientes	14
3.2.5 Reaislamiento acumulado de <i>S. gallinarum</i>	14
4 EXPERIMENTOS 2 Y 3	
Efecto de la inclusión de capsaicina a partir de semilla de páprika (<i>Capsicum annuum</i>) en la dieta contra las infecciones experimentales con <i>S. enteritidis</i> y <i>S. gallinarum</i> en gallinas de postura.	
4.1 MATERIAL Y MÉTODOS	
4.1.1 Material infectante	15
4.1.2 Capsaicina (CAP)	15
4.1.3 Animales para experimentación	15
4.1.4 Diseño experimental	16
4.1.5 Colonización de órganos por <i>S. enteritidis</i> y <i>S. gallinarum</i>	16
4.1.6 Pigmentación de la yema de huevo	16
4.1.7 Parámetros productivos	16
4.1.8 Análisis estadístico	17
4.2 RESULTADOS	
4.2.1 Pigmentación de la yema de huevo	17
4.2.2 Parámetros productivos	17
4.2.3 Invasión a órganos internos por <i>S. enteritidis</i> y <i>S. gallinarum</i>	18
DISCUSIÓN	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
LITERATURA CITADA	29
CUADROS Y GRÁFICAS	35

ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
1	Efecto de la inclusión en la dieta de CAP durante 11 días sobre la mortalidad de pollitos de engorda inoculados experimentalmente con 10^8 ufc/ml de <i>Salmonella gallinarum</i> al día 2 de edad	36
2	Efecto de la adición de CAP en la dieta de pollos de engorda por 11 días sobre el aislamiento de <i>S. gallinarum</i> a partir de hígado de la mortalidad	36
3	Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda durante 11 días sobre el aislamiento de <i>S. gallinarum</i> a partir de hígado y bazo de las aves sobrevivientes	37
4	Recuperación acumulada de <i>S. gallinarum</i> en aves alimentadas con CAP en la dieta durante 11 días e infectadas experimentalmente con 10^8 ufc/ml al segundo día de edad	37
5	Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta de 120 semanas de edad durante 28 días sobre la pigmentación de la yema de huevo (Experimento 2)	38
6	Efecto de la adición de CAP en la dieta por 28 días sobre la pigmentación de la yema de huevo de gallinas de postura Dekalb Delta de 126 semanas de edad (Experimento 3)	38
7	Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de gallinas Dekalb Delta de segundo ciclo con 120 semanas de edad sobre los parámetros productivos (Experimento 2)	39
8	Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas Dekalb Delta de segundo ciclo con 126 semanas de edad sobre los parámetros productivos (Experimento 3)	39
9	Efecto de la adición de CAP en la dieta durante 28 días en gallinas de postura Dekalb Delta con 120 semanas de edad sobre la invasión de órganos internos por <i>S. enteritidis</i> (Experimento 2)	40
10	Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta con 126 semanas de edad durante 28 días sobre la invasión de <i>S. gallinarum</i> a órganos internos (Experimento 3)	40

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Número		Página
1	Efecto de la inclusión en la dieta de CAP durante 11 días sobre la mortalidad de pollitos de engorda inoculados experimentalmente con 10^8 ufc/ml de <i>S. gallinarum</i> al segundo día de edad.....	41
2	Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda durante 11 días sobre el aislamiento de <i>S. gallinarum</i> a partir de hígado en las aves muertas mediante siembra directa	41
3	Efecto de la adición de CAP en la dieta de pollos de engorda durante 11 días sobre el aislamiento de <i>S. gallinarum</i> a partir de hígado - bazo de las aves sobrevivientes	42
4	Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda durante 11 días sobre el aislamiento de <i>S. gallinarum</i> en órganos	42
5	Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta sobre la pigmentación de la yema de huevo (Experimento 2)	43
6	Efecto de la adición de CAP en la ración de gallinas de postura Dekalb Delta sobre la pigmentación de la yema de huevo (Experimento 3)	43
7	Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta durante 28 días sobre la invasión de órganos internos por <i>S. enteritidis</i> (Experimento 2)	44
8	Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta durante 28 días sobre la invasión de <i>S. gallinarum</i> a órganos internos (Experimento 3)	44

ÍNDICE DE ABREVIATURA

Abreviatura	Significado
AN	Ácido nalidixico
AVB	Agar verde brillante
CAP	Capsaicina
CICC	Caldo infusión cerebro corazón
CT	Caldo tetrionato
DPA	Departamento de Producción Animal
E.U.A.	Estados Unidos de América
EM/Kg.	Energía metabolizable/kilogramo
FMVZ	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
HPLC	Cromatografía Líquida de Alta Presión
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuaria
Kcal	Kilocalorías
NO	Novobiocina
NPIP	Lineamientos del Plan Nacional de Mejoramiento Avícola
PC	Proteína cruda
PVI	Péptido Vasoactivo Intestinal
SNC	Sistema Nervioso Central
TA	Tifoidea aviar
TSA	Agar tripticasa soya
ufc/ml	Unidades formadoras de colonias/ mililitro
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América
PT	Fagotipo

INTRODUCCIÓN

La presencia de *Salmonella spp* en la industria avícola tiene un lugar preponderante dentro de la economía, debida a que origina una alta morbilidad y mortalidad (42) y a los consumidores les ocasiona un problema serio de salud. Varios investigadores han mencionado que la salmonelosis es uno de los problemas infecciosos más importantes en los Estados Unidos de América (E.U.A.) desde la década de los setentas con aproximadamente 2'000,000 de casos en humanos por año (82). Por lo tanto, las infecciones en las aves por estas microorganismos, representa una fuente potencial de contaminación de alimentos para consumo humano; razón por la cual, este tema tiene una gran trascendencia a nivel mundial. Con excepción de los países escandinavos y algunas áreas y operaciones avícolas localizadas, las infecciones paratifoideas son comunes en aves productoras de carne y huevo. En los últimos años *S. enteritidis* y *S. typhimurium* han sido las principales especies responsables de los brotes de salmonelosis humana (54). *Salmonella enteritidis* represento del 50 al 90% de los brotes en Europa (29) y aproximadamente 18% en los E.U.A. (54). Las pérdidas ocasionadas por esta infección en las aves por conceptos de programas de prevención, control y erradicación, tratamiento, mortalidad, baja producción de huevo y carne; y en humanos por tratamiento, hospitalización y ausentismo laboral asciende a un billón de dólares anuales (3).

La salmonelosis es causada por una bacteria intracelular facultativa y pertenece al género *Salmonella* agrupado en la familia *Enterobacteriaceae*; es un bacilo Gram negativo, no esporulado, móvil con excepción de *S. gallinarum* y *S. pullorum*. Su hábitat natural es el tracto intestinal de los animales y el hombre; pero también sobrevive y se multiplica en otros medios (25,40). El género *Salmonella* se encuentra subdividida en 65 subgrupos y hasta el momento se han clasificado 2,200 serotipos antigénicamente distintos, aunque solo 50 de ellos se presentan de manera significativa afectando a los animales. Los serotipos que se aislan con mayor frecuencia en las aves son: *S. heidelberg*, *S. infantis*, *S. hadar*, *S. typhimurium*, *S. pullorum*, *S. gallinarum*, *S. anatum*, *S. thompson*, *S. agona*, *S. habana*, *S. ubandaka*, *S. indiana*, *S. montevidea* y *S. cerro* (22). La clasificación se basa en las características de los antígenos somáticos para la formación de serogrupos y de los antígenos somáticos y flagelares para la identificación de la especie (25,40).

Las infecciones por estas bacterias son divididas en tres grandes grupos de acuerdo a su predilección por el huésped:

- 1.- Adaptado al huésped animal: incluye en este grupo varios patógenos importantes de los animales domésticos, como *Salmonella cholerae-suis* y serotipos de *S. enteritidis*, *S. gallinarum*, *S. pullorum*, *S. dublin* y *S. abortus-equi* (18).

2.- Adaptados al hombre: Este grupo incluye a *S. typhimurium* y algunos serotipos de *S. enteritidis* que son raramente encontradas en animales. Las infecciones por estas bacterias se caracterizan por un período de incubación prolongado (10 a 20 días o más) y producen una enfermedad generalizada con invasión al torrente sanguíneo. Tiene la tendencia a producir portadores los cuales pueden volverse endémicos (18).

3.- No adaptados: Este grupo incluye unos 1,300 serotipos distintos de *S. enteritidis* que afectan al hombre y a los animales con la misma facilidad y no es evidente que haya huésped predilecto. En el hombre, la enfermedad consiste en un gastroenteritis que comienza entre las 6 y 24 horas después de la ingestión de la bacteria (18).

La epizootiología del complejo de *Salmonella* en las aves puede ocurrir en diferentes etapas del ciclo productivo (en los primeros 5 días de edad, al momento de la madurez sexual y durante la inducción de la pelecha) (54). Cuando la bacteria es ingerida por el huésped susceptible; ésta, puede causar una gran variedad de síndromes infecciosos o simplemente multiplicarse sin producir signos clínicos de la enfermedad.

Normalmente la mucosa intestinal de un hospedero sano es generalmente impermeable para los organismos patógenos debido a un gran número de mecanismos de protección que operan sobre estas superficies (19). La mucosa del aparato digestivo de un individuo sano se encuentra constantemente cubierta por sustancias secretadas con actividades antibacterinas y anticuerpos que impiden que el patógeno colonice estas superficies. Los organismos sueltos son barridos del contenido luminal por medio de farmas mecánicas tales como la deglución, la peristalsis y la excreción. Los microorganismos pueden avanzar al afectar los mecanismos de defensas locales. Aún así, las bacterias que se pueden unir, son eliminadas a través de la descamación de las células epiteliales locales (69).

En el caso de las bacterias potógenas éstas son capaces no sola de evadir las defensas locales del huésped al adherirse a las células de la mucosa, sino también alcanzan superficies nuevas de las células colonizadas y sus descamaciones. Eventualmente estas bacterias penetran las células epiteliales a través de la invasión (53). De hecho, el mecanismo de adhesión de la bacteria a la célula del epitelio intestinal está mediada por: las adhesinas bacterianas, la quimiataxis, la penetración al gel mucosa de las vellosidades intestinales, la adherencia a los receptores de la mucosa, la quimiataxis a superficies profundas y la unión a células epiteliales (6,53)

La virulencia de una bacteria está directamente relacionada con su capacidad invasiva o la producción de toxinas. Los potógenos bacterianos dependen de su habilidad para sobreponerse a las barreras del huésped e infectarlo.

El ileon distal ha sido identificado como el sitio de multiplicación bacteriana donde se asocia con el recubrimiento epitelial. La *Salmonella* normalmente entra al huésped por medio de la ingestión, posteriormente pasa del lumen intestinal a sitios más profundos. Al examinar de cerca la interacción inicial, se ha observado una degeneración de las vellosidades intestinales y posteriormente penetra la superficie apical de los enterocitos (62). Una vez que la bacteria ha traspasado los tejidos subepiteliales, ésta queda expuesta a tres importantes sistemas de defensa del organismo: los fluidos tisulares, el sistema linfático y las células fagocíticas (80).

Durante la respuesta inmune, el organismo puede responder con el reclutamiento correcto del antígeno específico y también debe inducir un conjunto adecuado de funciones efectoras para la eliminación total del patógeno en particular que este produciendo la infección. En el caso de los problemas producidos por *Salmonella spp* requiere de la iniciación de la respuesta inmune precisa mediada por Linfocitos T, mientras que la neutralización de las toxinas solubles requiere de anticuerpos; por lo tanto, la fagocitosis constituye el primer mecanismo de defensa más importante contra las bacterias intracelulares facultativas. La bacteria es fagocitada y puede ser destruida por diferentes mecanismos: por el pH ácido de la vacuola digestiva, por la formación de metabolitos reactivos del oxígeno (peróxido de hidrógeno) y nitrógeno durante el proceso de explosión respiratorio o también mediante las enzimas que se encuentran dentro de las lisosomas. Después de la penetración del epitelio, la patogenicidad final depende de la multiplicación y diseminación de la bacteria, así como la producción de toxinas, daño celular, y/o de la respuesta inflamatoria (77,80).

1 REVISION DE LITERATURA

1.1 TIFOIDEA AVIAR

La tifoidea aviar (TA) se encuentra presente en la avicultura comercial de algunos países de Latinoamérica, África y Medio Oriente (56). Durante el año de 1993 en México, esta enfermedad fue reconocida en los estados de Chiapas, Coahuila, Durango, Hidalgo, Jalisco, Puebla, Eda. de México y Tlaxcala mediante pruebas diagnósticas de laboratorio (43). La TA es una enfermedad septicémica de las gallinas, pavos y otras aves domésticas y silvestres, que se caracterizó por producir una mortalidad considerable en las aves reproductoras y en su progenie (57). Su presencia se ve favorecida ante las deficientes medidas sanitarias en diversas explotaciones de reproductoras y al tipo de transmisión de la infección (vertical u horizontal) (51,56). Las aves infectan no solo a su propia progenie en virtud de la transmisión a través del huevo (vertical); sino que también pueden infectar a las parvadas criados en las casetas circunvecinas (horizontal). Estos tipos de explotaciones pueden constituirse en reservorios importantes de la infección (51).

En 1987, Romérez (61) estimó que de la población total de reproductoras pesadas en México, aproximadamente el 40%, correspondiente a 33 empresas avícolas estaban infectadas por lo cual se produjo un menor número de huevos, una disminución en la incubabilidad y fertilidad, además de un incremento en el costo del huevo incubable. De lo anterior se deduce que en ese año se dejaron de producir más de 1,200 toneladas de carne de pollo.

Durante las últimas décadas, las pérdidas en la avicultura producidas por esta infección se debe principalmente, a la alta mortalidad en aves de todas las edades (10 - 50%), baja en la producción de huevo, retraso en el crecimiento, disminución en la fertilidad e incubabilidad, además de los gastos derivados por los programas de prevención, control y erradicación (35,56,60).

La TA es causada por una bacteria intracelular facultativa del género *Salmonella* especie *gallinarum*, es inmóvil y contiene antígenos somáticos 1, 9, 12 (25). Tiene la capacidad de colonizar y penetrar al tracto gastrointestinal y a la circulación sanguínea causando una anemia hemolítica severa con pérdida de más de 70% de los eritrocitos circulantes originales. Se piensa que los eritrocitos modificados por la endotoxina bacteriana son eliminados por el sistema retículo-endotelial (4). Por otra parte, invade los órganos internos

causando congestión y aumento en el tamaño del hígado y el bazo, puntas de necrosis en estos órganos y la presencia de foliculas aváricas defarmes y hemarrágicas (56,60).

Bajo condiciones de laboratorio se ha observado mortalidad a partir del cuarta día posinoculación en pollos de engorda cuando fueran desafiadas con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum*, alcanzando un nivel máximo entre los días 6 y 7 posdesafío y produjeran un 90% de mortalidad (30,83).

Los signos clínicos observadas en las aves afectadas por infección natural con este patógeno son: depresión, anorexia, deshidratación y diarrea, mientras que las lesiones son observadas con mayor severidad en el hígado, bazo e intestina (83).

Actualmente en México, cuando se presenta una infección a nivel de praxenitoras, la parvada debe de ser eliminada por completo. En el caso de gallinas reproductoras, se debe de monitorear al 100% de las aves y eliminar a las que presenten reacción positiva. Además se emplea el tratamiento masivo con antibióticos y la vacunación sobre brate con la vacuna R9 (11,51).

1.2. *Salmonella enteritidis*

La salmonelosis producida por *S. enteritidis* es una enfermedad que afecta a las aves y puede ser aislada también a partir de bovinos, equinos, perros, gatos, roedores y hombre, razón por la cual se considera como una zoonosis. También es posible su aislamiento a partir de alimentos y agua de bebida (32).

Este microorganismo es un bacilo que tiene antígenos samáticos 1, 9 y 12 además de antígenos flagelares en fase 1 g y m (20,25). El complejo epizootiológico de *S. enteritidis* en las aves puede ocurrir en diferentes etapas del ciclo productivo (54). La producción de huevos contaminados, es una de las consecuencias epidemiológicas más importantes de la infección por este patógeno en gallinas de postura. No fue sino hasta muy recientemente, que se presumió que la gran mayoría de la contaminación de los huevos por esta bacteria, se presenta como resultado de la penetración bacteriana a través del cascarón cuando este se encuentra demasiado sucio o fracturado. El efecto clínico de una infección inducida por *S. enteritidis* en gallinas de postura, es una baja en la producción de huevos entre un 10 a 30% durante varias semanas, disminución en el porcentaje de fertilidad e incubabilidad y aumento en el índice de conversión alimenticia. Esta infección se puede transmitir vertical u horizontalmente (27).

La *S. enteritidis* es la responsable de la gran mayoría de los problemas en salud pública en los E.U.A. y se ha observado un incremento considerable de brotes desde 1985 (41). En un estudio epidemiológico reciente, se indica

que el número de infecciones en humanos debido a este microorganismo se ha sextuplicado (210 casos más) en el Noreste de los E.U.A. entre 1976 y 1986. En 35 de estos brotes, el origen de infección fue la carne de pollo y el 77% estuvo asociado al consumo de huevo clasificado como grado A (9,85). Nagaraja (52) del Centro de Control de Enfermedades de los E.U.A. informó que durante el período de 1973 a 1985 se presentaron 28 brotes; de los cuales, en 43% de ellos la especie involucrada fue *S. enteritidis*. Entre 1985 y 1990, ocurrieron 484 brotes afectando a más de 9,000 personas con un saldo de 47 decesos (7,85).

Cada año, aproximadamente 5 millones de estadounidenses son infectados y alrededor de 2,000 personas mueren por estas infecciones (13,85). Los problemas en humanos se han presentado después de consumir alimentos preparados a base de huevo a carne contaminado. Los signos clínicos aparecen entre 12 y 72 horas después de la ingestión de alimento contaminado y estos son: gastroenteritis aguda, fiebre, dolor de cabeza, dolor abdominal, náuseas, vómito y diarrea (9). La mayoría de los brotes recientes de infecciones por *S. enteritidis* se han asociado con el consumo de huevos de grado A (72). La Organización Mundial de la Salud observó un aumento considerable en el aislamiento de *S. enteritidis* en 24 (69%) de 35 países entre 1979 y 1987. El mayor incremento en el número de casos de infecciones humanas por este patógeno en el período de estudio fueron en E.U.A., Europa y América del Sur (65).

Durante enero de 1988, en el Reino Unido se presentaron 24 brotes, 17 de ellos correspondieron a *S. enteritidis*. Las muestras positivas a este patógeno se han incrementado de manera notable en la última década, de un registro inicial de 9% en 1982, a 33% en 1987 y a 51% en 1988 (70).

Rasidbergovic *et al.* (66) presentaron un estudio realizado en Bosnia y Herzegovina en el período 1988 - 1991 con los siguientes resultados; en 1988, de 62 muestras tomadas y enviadas al laboratorio 16 (25.80%) de ellas resultaron positivas al aislamiento de *S. gallinarum*; en 1989, de un total de 1,774 muestras, 337 (18.99%) de estas resultaron positivas a *S. typhimurium* y para los años 1990 y 1991 la especie más comúnmente aislada fue *S. enteritidis* con 307 muestras positivas que representaban el 26.11%.

Otro estudio realizado en Suecia por Lindbland (42) durante el período comprendido de 1982 - 1988 indicó que 12 (30%) de 39 parvadas de pollos de engorda y 8 (7.9%) de 102 parvadas de gallinas de postura estaban infectadas con *S. enteritidis* y para el período 1989 - 1992 solamente 3 (6.4%) de 47 parvadas con una población total de 262,000 gallinas de postura resultaron positivas al aislamiento de este microorganismo.

Por otra parte Ferris y Miller (22) del Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios de E.U.A. informaron que de julio de 1990 a junio de 1991 se realizaron 32,813 aislamientos de *Salmonella spp.*; de estos, 4,824 muestras

fueron positivas a *S. enteritidis* observándose un incremento de 220% con respecto al año anterior (1,499 casos). El 53% de los aislamientos correspondieron a pollos de engorda y a gallinas de postura, mientras que el 47% restante fueron aisladas a partir del medio ambiente.

En México los casos de salmonelosis registradas en humanos durante 1987 ascendieron a 68,423 y para 1991 se incrementó a 105,104 (81). En Mayo de 1994 se reportó la presencia de *S. enteritidis* fagotipo (PT) 4 en una granja de postura comercial en el sudeste de California en los E.U.A. (64), este fagotipo es muy invasivo y virulento para pollos de engorda. En México también se ha identificado a *S. enteritidis* PT 4, estos aislamientos fueron recuperados en su mayor parte de pollo de engorda y reproductoras a partir de hígado, médula ósea, saco vitelino, vesícula biliar, corazón, bazo, pulmón, ovario y huevos (34). Adicionalmente Mancera *et al.* (46) han obtenido aislamientos de *S. enteritidis* clasificados como PT 2 y 8 de progenitoras, reproductoras, gallinas de postura comercial, pollos de engorda, plumón de nacedora y huevo.

En un experimento realizado por Shivaprasad *et al.* (70) sobre la patogenicidad de la *S. enteritidis*, observaron que al inocular dosis de 2×10^8 a 4×10^8 ufc/ml, las aves mostraron signos de depresión, disminución en la producción de huevo, anorexia y diarrea. A la necropsia, las aves presentaron hepatomegalia, severa deshidratación, intestino con contenido acuoso y exudado fibrinoso en el peritoneo.

Con el objetivo de elevar la producción y mejorar la calidad de los productos y subproductos de la industria avícola, es necesario establecer medidas de control rigurosas para la prevención de la salmonelosis como son: disposiciones higiénico-sanitarias, vigilancia epidemiológica, diagnóstica oportuna, constatación de aves progenitoras y reproductoras, así como de granjos de postura comercial y de engorda, eliminación de las aves enfermas y portadoras crónicas, inmunización y eliminación de los vectores con la tendencia a la erradicación de la enfermedad (35).

Independientemente de las medidas antes mencionadas, existen prácticas alimenticias en diferentes grupos étnicos que se cree limitan las infecciones intestinales provocadas por bacterias del género *Salmonella*, entre estas actividades se encuentra ampliamente difundido el consumo de pimientos del género *Capsicum* como condimento y aderezo de los alimentos (33).

1.3 ORIGEN Y EFECTO DE LA CAPSAICINA DE SEMILLA DE PÁPRIKA

La páprika es un pimiento rojo brillante, grande y larga producida por las plantas del género *Capsicum* especie *annuum* (78). Debido a sus efectos biológicos diversas y peculiares en humanos, las pimientos han sido utilizadas desde hace mucho tiempo como aditivos y preservativos de los alimentos y como hierba medicinal para diversas enfermedades como prurito a dolor por constipación (12). Estos pimientos tienen un componente irritante y pungente que es la capsaicina (CAP). Este compuesto se encuentra en grandes cantidades en la semilla y en las venas de los pimientos, y en menor proporción en el resto de la fruta incluyendo el cáliz y el tallo (78).

Bioquímicamente la CAP deriva de la vanilil amina (8-metil-N-vanilil-6-monoamina), es insoluble en agua pero soluble en alcohol y éter (49). Ejerce un efecto irritante y vasoactivo en la pared intestinal facilitando la secreción de ácidos gástricos y esta asociada a un incremento en la infiltración de células polimorfanucleares y macrófagos en la mucosa intestinal (21,37). Participa en la transmisión de los impulsos nerviosos hacia el Sistema Nervioso Central (SNC) a partir de las fibras sensoriales periféricas aferentes localizadas en el tracto gastrointestinal y estimula la liberación de una gran variedad de péptidos contenidos en las terminaciones nerviosas. Entre los péptidos más importantes se encuentra la sustancia P que actúa como modulador de la respuesta inflamatoria e inmune del huésped. Este neuropéptido estimula la proliferación de linfocitos T principalmente, pero también aumenta la liberación de las enzimas lisosomales y la quimiotaxis de las células polimorfanucleares (16,74,80). Otros péptidos como el péptido vasoactivo intestinal (PVI), la neurakinina A y un péptido similar a la calcitonina, ejercen diversos efectos locales en los tejidos de la pared intestinal como son: cambios en el flujo sanguíneo, aumento en la permeabilidad vascular, crecimiento y reparación de tejidos, aumento en la actividad del músculo liso, así como algunos procesos inmunológicos del huésped (16,21,37,74). Este efecto se ha considerado como un factor importante en el mecanismo natural de defensa de la mucosa intestinal (37,63,74).

Existen pocos estudios acerca del uso de la CAP en la dieta contra las infecciones de *S. gallinarum* y *S. enteritidis* respectivamente en pollos de engorda y gallinas de pastura. Téllez *et al.* (76) estudiaron el efecto de la CAP sintética en la dieta de pollos de engorda durante 14 y 19 días, encontrando un 40 y 50% de protección respectivamente contra la infección de *S. enteritidis*. Estudios realizados por Vicente *et al.* (84) publicaron resultados satisfactorios con el uso de la CAP a partir de semilla de páprika en la dieta de pollos de engorda obteniendo una reducción en la colonización e invasión de *S. enteritidis* en órganos internos de un 35% y sin ningún efecto detrimental sobre la ganancia de peso. Hernández (36) demostró que la adición de diferentes niveles de este compuesto en la dieta de pollos de engorda por 16 días disminuye la colonización e invasión de órganos

internos por *S. gallinarum* en comparación con el grupo testigo, por lo que se plantea el concepto de que este producto podría ser útil en la prevención de la salmonelosis en la industria avícola.

En el caso de gallinas de postura, actualmente no existe información acerca del papel que juega la CAP contra las infecciones de *S. enteritidis* y de *S. gallinarum*, por lo tanto resultó interesante evaluar la capacidad protectora que tiene este producto contra las infecciones experimentales de dichas bacterias en gallinas de postura y determinar además su efecto sobre los parámetros productivos y la pigmentación de la yema. El experimento realizado en pallas de engorda tuvo al finalidad de evaluar la protección que induce la CAP sobre el porcentaje de mortalidad, porcentaje de aislamiento a partir de la mortalidad y de los animales sobrevivientes cuando las aves son alimentadas por 11 días con CAP en la dieta e inoculadas al segundo día del experimento.

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Hipótesis en pollos de engorda

- La adición de Capsaicina (CAP) en la dieta de pollos de engorda, disminuye la mortalidad causada por *Salmonella gallinarum* cuando son desafiados experimentalmente por vía oral con 10^8 ufc/ml al segunda día de edad.
- La adición de CAP en la dieta disminuye el porcentaje de colonización e invasión a órganos internos por parte de *Salmonella gallinarum*.

2.2 Hipótesis en gallinas de postura

- La inclusión de CAP en la dieta de gallinas de postura disminuye el porcentaje de invasión a órganos internos (hígado - bazo y ovario) por parte de *Salmonella enteritidis* y *Salmonella gallinarum* después de la inoculación experimental con 10^8 ufc/ml.
- La adición de CAP en la dieta mejora la pigmentación de la yemas de huevo evaluadas con un colorímetro de reflectancia.
- Los parámetros productivos no se ven alterados en gallinas de postura alimentadas con una dieta adicionada con CAP.

2.3 Objetivo general

Evaluar el efecto preventivo de la CAP adicionada a la dieta en diferentes concentraciones, contra las infecciones experimentales con *S. gallinarum* y *S. enteritidis* en gallinas de postura y *S. gallinarum* en pollos de engorda.

2.4 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto protector de la CAP adicionada a la dieta, contra la infección de *S. gallinarum* en pollitos de engorda en cuanto a: porcentaje de mortalidad, recuperación de la bacteria a partir de la mortalidad y de los animales sobrevivientes.
- Evaluar el grado de protección a las invasión de órganos internos (hígado - bazo y ovarios), inducida por la CAP adicionada a la dieta en gallinas de postura contra las inoculaciones experimentales de *S. gallinarum* y *S. enteritidis* respectivamente.
- Evaluar el efecto de la CAP sobre los parámetros productivos y la pigmentación de la yema.

3 EXPERIMENTO 1

Efecto preventivo de la capsaicina adicionada a la dieta de pollos de engorda sobre la infección experimental con *Salmonella gallinarum*.

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Material biológico

Se utilizó una cepa patógena de campo de *S. gallinarum* (U-2)^a resistente al ácido nalidíxico (AN) y a la novobiocina (NO), la cual se mantuvo en Agar nutritiva hasta antes de su preparación. El inóculo de desafío, se sembró en caldo infusión cerebro - corazón (CICC) por 24 horas a 37°C. La concentración de células viables del inóculo se determinó mediante espectrofotometría, siembra y cantea de colonias en placas de Agar tripticosa saya (TSA).

3.1.2 Capsaicina (CAP)^b

Producto extraída a partir del pericarpia y de la semilla de los pimientos del género *Capsicum* variedad *annuum*, con 24,475 unidades Scaville de picor y 3.457 gramos/kilogramo de xantófilas totales.

3.1.3 Animales experimentales

Se utilizaron 150 pollitos de engorda mixtos de la estirpe Arbor Acres x Arbor Acres de un día de edad proveniente de una incubadora comercial. Las aves fueron alojadas en una batería eléctrica ubicada en una de las unidades de aislamiento biológico del Departamento de Producción Animal (DPA): Aves de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), U.N.A.M. Se realizó un estudio bacteriológico previo de la dieta, cama contenida en la caja de transporte y de 10 pollitos al azar a partir de hígado y saco vitelino para descartar la presencia de *Salmonella spp* utilizando métodos de cultivo estándar (t). Las aves fueron alimentadas con una dieta basal (sorgo + pasta de soya) que contenía 22% de proteína cruda y 3,150 Kcal de EM y se adicionó t8 y 36 ppm de CAP. Estas dietas y el agua fueron suministradas a los pollos a libre acceso por 11 días.

3.1.4 Diseño experimental

Las aves fueron distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos con 50 aves cada uno divididos en dos replicas de 25 aves cada uno bajo un diseño estadístico completamente al azar:

^a Donada por el Dr. Mario Padrón Navarro.

^b Productos Deshidratados de México S.A. de C.V. Matías Romero 330. Col. del Valle México D.F.

Grupos	Tratamientos	No. de aves
1	Dieta testigo	50
2	Dieta + 18 ppm de CAP	50
3	Dieta + 36 ppm de CAP	50

La concentración de CAP presente en el aceite de páprika se determinó mediante Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC).

Al día 2 de edad las aves fueron desafiadas individualmente por vía oral con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum* resistente a la NO y al AN. Las aves sobrevivientes se sacrificaron al día 11 y los órganos fueron cultivadas de acuerdo a las lineamientos del Plan Nacional de Mejoramiento Avícola (NPIP por sus siglas en Ingles) de los E.U.A. (2).

3.1.5 Signos clínicos

Después de la inoculación con *Salmonella gallinarum*, las aves fueron observadas dos veces al día para evaluar los signos clínicos inducidos por la bacteria.

3.1.6 Colonización de órganos internos por *Salmonella gallinarum*

De la mortalidad diaria, se realizó siembra directa a partir de hígado en placas de agar verde brillante (AVB). Las aves sobrevivientes fueron sacrificadas al día 11 mediante dislocación cervical e inmediatamente después, se tomaron muestras asépticamente a partir de hígado y bazo, trabajándose estos órganos como una sola muestra de acuerdo a las lineamiento de NPIP (2). Las muestras se cultivaron en tubos conteniendo caldo tetratiato (CT) y fueron incubadas por 18 horas a 37 C. Posteriormente se homogeneizaron y acto seguido, se sembraron en placas de AVB adicionadas con 200  g/ml de AN y 25  g/ml de NO. Las placas fueron incubadas por 24 horas a 37 C para posteriormente realizar la lectura de las placas y determinar la presencia de *S. gallinarum*.

3.1.7 Análisis estadístico

Se realizó una prueba de Ji-cuadrada (87) para determinar las diferencias en la invasión de *Salmonella gallinarum* a órganos internos de las aves mu rtas y de los animales sobrevivientes. Además, se realizó la misma prueba para la mortalidad.

3.2. RESULTADOS

3.2.1 Signos clínicos

La signos clínicos observadas en el presente experimenta fueran: plumas erizadas, anorexia, agrupamiento, debilidad, disnea, alas caídas, deshidratación y diarrea. Cualitativamente, las signos fueron más severas en las aves del grupo testigo.

3.2.2 Período de incubación e índice de mortalidad

El período de incubación se observó en un rango de 4 a 5 días y el pica de mortalidad a los 6 días posinfección. Dieciocho (36%) aves del grupo testigo murieron durante las 9 días de infección; once (22%) aves del grupo alimentado con 18 ppm de CAP en la dieta murieron en ese mismo lapso de tiempo y para el tercer grupo (36 ppm de CAP), once (22%) aves murieron durante las 9 días posinfección. No se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 1 y gráfica 1).

3.2.3 Reaislamiento de *S. gallinarum* de la mortalidad

El número total de muestras positivas al aislamiento de *S. gallinarum* mediante siembra directa en placas de AVB a partir de hígado fueron 16 de 18 (88.88%) pollos en la dieta testigo. En el tratamiento con 18 ppm de CAP en la dieta, 10 (90.90%) aves de las 11 muertas resultaron positivos al aislamiento de este microorganismo y solo 8 (72.72%) aves de 11 resultaron positivos al aislamiento de la bacteria en el tratamiento con 36 ppm de CAP en la dieta. No se encontró diferencia estadística entre tratamientos (Cuadro 2 y gráfica 2).

3.2.4 Reaislamiento en aves sobrevivientes

El total de muestras positivas al aislamiento de *S. gallinarum* a partir de hígado y baza de las aves sobrevivientes disminuyó significativamente ($P < 0.05$) en el grupo tratado con 36 ppm de CAP (18/39) con respecto al grupo tratado con 18 ppm de CAP (31/39) y testigo (23/32) (Cuadro 3 y gráfica 3).

3.2.5 Reaislamiento acumulado de *S. gallinarum*

Los resultados obtenidos en el aislamiento acumulado de *S. gallinarum*, no indicaran diferencia estadística significativa entre las dietas testigo (39/50) y tratado con 18 ppm de CAP (41/50). El tercer tratamiento (26/50) presentó un incremento altamente significativo ($P < 0.01$) en la resistencia hacia la invasión de hígado - baza en comparación con las otros dos tratamientos (Cuadro 4 y gráfica 4).

4 EXPERIMENTOS 2 y 3

Efecto de la inclusión de capsaicina a partir de semilla de páprika (*Capsicum annuum*) en la dieta contra las infecciones experimentales con *S. enteritidis* y *S. gallinarum* en gallinas de postura.

4.1 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.1 Material infectante

En el experimento 2 se utilizó una cepa de *S. enteritidis* obtenida en el Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios en Ames Iowa, y aprobada por el Departamento de Agricultura de las E.U.A. (USDA) para su uso en el laboratorio. En el experimento 3 se utilizó una cepa patógena de campo de *S. gallinarum* (U-2)^a. Estas dos bacterias son resistentes al AN y a la NO las cuales se mantuvieron en agar nutritiva hasta antes de su preparación. Las cepas para los desafíos, fueron cultivadas en CICC por 24 horas a 37°C. La concentración de las células viables de cada inocula se determinó mediante valores de absorbancia en un espectrofotómetro; se realizó una dilución logarmica y se sembró en TSA para obtener las unidades formadoras de colonias (ufc) por ml. Se realizó la dilución de las cepas en solución amortiguadora (SSF).

4.1.2 Capsaicina (CAP)

Producto extraída a partir del pericarpio y de la semilla de los pimientos del género *Capsicum* variedad *annuum*, con 24,475 unidades Scoville de picor y 3,457 gramos/kilograma de xantófilas totales.

4.1.3 Animales para experimentación

En cada experimento se utilizaron 90 gallinas de postura de la línea Dekalb Delta de segundo ciclo con 120 y 126 semanas de edad respectivamente provenientes de una granja experimental alojadas en jaulas individuales para aves de postura ubicadas en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en Chapingo Edo. de México. Se realizó un estudio bacteriológico del alimento para descartar la presencia de *Salmonella* spp utilizando mtadas de cultivo estándar (1). Se proporcionó a las aves una dieta basal (sarga + posta de soya) que contenía 16% de PC y 2,700 Kcal de EM/Kg con 10 ppm de xantófilas amarillas^b y agua *ad libitum* durante 28 días. A dos dietas se le adicionaron 18 y 36 ppm de CAP.

^a Donada por el Dr. Mario Padrón Navarro.

^b Florafil-93[] Productos Deshidratados de México S.A. de C.V. Matias Romero 330, Col. del Valle México D.F.

4.1.4 Diseño experimental

En cada experimento, las gallinas fueron distribuidas aleatoriamente en 3 tratamientos experimentales de 30 aves con tres replicas cada una de 10 aves conforme a un diseño estadístico completamente al azar:

Grupos	Tratamientos	No. de aves
1	Dieta basal testiga	30
2	Dieta basal + 18 ppm de CAP	30
3	Dieta basal + 36 ppm de CAP	30

La concentración de CAP presente en el aceite de páprika se determinó mediante HPLC.

A los 24 días de los experimentos, las aves fueron trasladadas a una de las unidades de aislamiento biológico del DPA: Aves de la FMVZ, U.N.A.M. y al día siguiente (día 25) fueron desafiadas individualmente por vía oral con 10^8 ufc/ ml de *S. enteritidis* (experimento 2) y con *S. gallinarum* (experimento 3) resistentes a la NO y al AN. Las aves fueron sacrificadas 72 horas posinoculación y los órganos se cultivaron de acuerdo con los lineamientos del NPIP (2) de los E.U.A.

4.1.5 Colonización de órganos por *S. enteritidis* y *S. gallinarum*

Los dos experimentos siguieron la misma metodol gia. Setenta y dos horas posdesafio las aves fueron sacrificadas por dislocación cervical e inmediatamente después se colectaron de manera aséptica muestras de hígado, bazo y ovarios, trabajándose el hígado y el bazo como una sola muestra conforme a la técnica del NPIP. Los  rganos se cultivaron en tubos conteniendo CT con 1 ml de yodo y se incubaron durante 18 horas a 37 C. Después de este periodo el caldo fue homogeneizado y sembrado en placas de AVB adiccionadas con 25  g/ml de NO y 200  g/ml de AN para evitar el crecimiento de otras bacterias. Las placas fueron incubadas por 24 horas a 37 C y posteriormente se determinó la presencia de colonias lactosa negativas resistentes al AN y a la NO. Además de realizaron pruebas bioquímicas para confirmar el aislamiento de *Salmonella*.

4.1.6 Pigmentación de la yema de huevo

Se colectaron 15 huevos por grupo al día 20 de los experimentos y se evaluó el depósito de pigmento en la yema del huevo mediante el uso de un calorímetro de reflectancia^c bajo la escala CIELab.

4.1.7 Parámetros productivos

Para la evaluación de esta variable se registró diariamente la producción y peso del huevo, así como el consumo de alimento, para posteriormente calcular la conversión alimenticia.

^c Chroma meter CR-200 Minolta Corporation, 101 Williams Drive, Ramsey, New Jersey.

4.1.8 Análisis estadístico

Las variables de la pigmentación y los parámetros productivos (producción de huevo, peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia) fueron evaluadas mediante un análisis de varianza (87). Las diferencias significativas fueron determinadas con la prueba múltiple de Tukey con el paquete estadístico S.A.S. (44). Además se realizó un análisis de Ji-cuadrada (87) para determinar las diferencias significativas en cuanto a la invasión de órganos por *S. enteritidis* y *S. gallinarum* respectivamente.

4.2 RESULTADOS

4.2.1 Pigmentación de la yema de huevo

Para el experimento 2 en el Cuadro 5 se resumen los valores promedios de las lecturas de pigmentación para los grupos evaluados. Los valores de luminosidad (L) mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el tratamiento testigo (65.17) con respecto a los tratados con 18 (55.87) y 36 ppm de CAP (51.58) respectivamente. También se observó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratados con 18 y 36 ppm de CAP en la dieta. En el promedio de enrojecimiento (a), se obtuvo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) para el tratamiento testigo (-1.58) en comparación con las dietas tratadas con 18 (+14.11) y 36 ppm de CAP (+17.44). El promedio de amarillamiento (b) disminuyó significativamente ($P < 0.05$) en el tratamiento con 36 ppm de CAP (+34.03) con respecto al tratamiento testigo (+41.70), pero no hubo diferencia significativa con la dieta tratada con 18 ppm de CAP (+37.01) (gráfica 5). Para el experimento 3, en el cuadro 6 se resumen los promedios de las lecturas realizadas a partir de yema de huevo para la evaluación del depósito de pigmento obtenidas con el calorímetro de reflectancia. En cuanto al valor de L se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tres tratamientos experimentales (67.15, 57.56 y 51.92 unidades respectivamente). En lo referente al valor de a se observó diferencia estadística ($P < 0.05$) entre la dieta testigo (-2.05) y las dietas tratadas con 18 (+12.25) y 36 ppm de CAP (+ 15.19). Para la variable de b, los huevos producidos por las aves del tratamiento con 36 ppm de CAP (+36.86) disminuyeron significativamente ($P < 0.05$) con respecto al testigo (+43.70). No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre la dieta con 18 ppm de CAP (+39.05) contra los tratamientos testigo y 36 ppm de CAP en la dieta (gráfica 6).

4.2.2 Parámetros productivos

En el experimento 2, no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos testigo y medicados con 18 y 36 ppm de CAP en la dieta en las variables de consumo de alimento por grupo (23.90, 22.30 y 22.87 kg respectivamente), conversión alimenticia (2.818, 2.881 y 2.539 kg), producción de huevo por grupa (8.52, 8.17 y 9.05 kg) y peso del huevo (62.67, 62.98 y 63.19 gramos) (cuadro 7). Para el experimento

3, en el Cuadro 8 se concentran los resultados obtenidos en los tres tratamientos experimentales (testigo, tratado con 18 y 36 ppm de CAP en la dieta). No se observó diferencia estadística significativa entre las tres tratamientos experimentales en las variables de producción de huevo (7.45, 7.87 y 7.76 kg), pesa del huevo (63.92, 62.81 y 63.67 gramos), consumo de alimento (20.47, 18.70 y 20.97 kg) y conversión alimenticia (2.797, 2.374 y 2.769 kg).

4.2.3 Invasión de órganos internos

En el experimento 2, los resultados obtenidos en el aislamiento de *S. enteritidis* en hígado y bazo mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) en la dieta tratada con 36 ppm de CAP (13/30) con respecto a las dietas testigo (23/30) y tratada con 18 ppm de CAP (21/30). El número de muestras positivas al aislamiento de esta bacteria en ovario se observó una baja significativa ($P < 0.05$) en las aves que consumieron la dieta con 36 ppm de CAP (9/30) con respecto a las dietas testigo (21/30) y tratada con 18 ppm de CAP (17/30) (Cuadro 9 y gráfica 7). Para el experimento 3, los resultados en la invasión de hígado - bazo por *S. gallinarum* no se obtuvo diferencia significativa entre las dietas tratadas con 18 (10/22) y 36 ppm de CAP (9/30) contra la dieta testigo (12/22). En lo referente al aislamiento de ésta bacteria en ovario, tampoco se obtuvo diferencia significativa en los tres tratamientos experimentales (Cuadro 10 y gráfica 8). Durante el transporte de las aves del campo experimental del INIFAP al Departamento de Producción Animal: Aves se presentó mortalidad en los grupos testigo y tratado con 18 ppm de CAP.

DISCUSIÓN

Recientemente las pimientos del género *Capsicum* variedad *annuum* han llamado la atención de varios investigadores para conocer el mecanismo de acción de la CAP, que es el componente pungente de estos productos, debido a que existen antecedentes y prácticas alimenticias en diferentes grupos étnicos de varios países en donde se cree que estas productos limitan las infecciones intestinales provocadas por patógenos gastroentericos.

La resistencia obtenida en estos experimentos puede deberse a un incremento en el grosor de la lámina propia inducida por el efecto irritante del compuesto evaluado. Téllez *et al.* (76) indicaron que la adición de 18 ppm de CAP sintética en la dieta de aves Leghorn durante 14 y 19 días, incrementó el grosor de la mucosa epitelial con infiltración moderada de células mononucleares y de heterófilos en la lamina propia. Los cambios morfológicos observados en las células epiteliales de la mucosa son los resultados de la hiperplasia de las enterocitos y a la alteración de los mecanismos de proliferación, migración y maduración celular producido por la CAP adicionada a la dieta, el cual interfiere con la interacción entre el huésped y la bacteria, debido a que la CAP ejerce una influencia negativa sobre el metabolismo bacteriano. Vicente *et al.* (84) observaron que la adición de CAP a partir de semilla de páprika (18 y 27 ppm) en la dieta en pollas de engorda durante 16 días, confiere resistencia hacia la invasión de órganos internos (hígado - bazo) por *S. enteritidis* el cual fue asociado con un cambio en el pH del contenido cecal. Hernández (36) observó un incremento en la resistencia a la invasión de *S. gallinarum* a órganos internos en pollos de engorda alimentados con diferentes niveles de CAP proveniente de la semilla de páprika en la dieta durante 16 días.

La penetración intestinal de *Salmonella spp.* inicia con el reclutamiento de grandes cantidades de células polimorfonucleares en el sitio de la inflamación (67,71,77). El movimiento de estas células de la sangre periférica hacia el tejido dañado es un aspecto fundamental de la inflamación y es característica de la fase aguda de las infecciones por bacterias intracelulares facultativas. De hecho, esta es la fase inicial del proceso inflamatorio previo al arribo de las macrófagos de la sangre periférica al sitio de inflamación. Las salmonelas son fagocitadas por las células polimorfonucleares; sin embargo, en el caso de las macrófagos, estas bacterias pueden sobrevivir dentro de ellas (77,80). Ceniceros (14) publicó que los heterófilos son capaces de eliminar a *Salmonella gallinarum*. Sin embargo, existen interacciones entre el huésped y la bacteria, en el cual la bacteria logra penetrar la mucosa intestinal evadiendo la respuesta inmune para posteriormente producir la enfermedad.

Aunado a lo anterior, la adición de CAP en la dieta de las aves produce un cambio en el pH intracelular y extracelular y se ha asociado con un incremento en el número de células que participan en la síntesis activa de ADN nuevo. El pH ácido luminal no solamente ejerce un efecto inhibitorio sobre el metabolismo bacteriano sino que también modifica los receptores celulares epiteliales de los enterocitos debido a un incremento en la división celular provocada por la activación de la síntesis de ADN (75).

El complejo epizootológico de las infecciones por *Salmonella spp* se presenta en los primeros cinco días de edad, al momento de la madurez sexual y durante la inducción de la pelecha (54). Los signos clínicos observados en aves jóvenes son: plumas erizadas, debilidad, anorexia, deshidratación y ceguera (31,60) las cuales fueron similares a las observadas en el presente trabajo.

La mortalidad producida en pollos de engorda por *S. gallinarum* fue del 36% en las aves que consumieron la dieta testigo y de 22% en las dietas tratadas con 18 y 36 ppm de CAP. Goday (30) observó un 100% de mortalidad en aves inoculados al día de edad con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum*, mientras que Valladares *et al.* (832) mencionan una mortalidad de 90% cuando son inoculados con la misma dosis al día de edad. Existen datos de que las aves recién nacidas son más susceptibles a las infecciones, debido a que no tienen microflora intestinal madura. Ésta microflora requiere de días a tres semanas para madurar completamente y conferir una protección aceptable a las aves hacia la colonización de patógenos aviares (15).

Con base a la información existente, la gran mayoría de los brotes de salmonelosis en humanos se ha asociado con el consumo de huevos de grado A, por lo consiguiente se planteó la necesidad de evaluar el nivel de contaminación de los ovarios ya que posteriormente podrían producir huevos infectados.

Con respecto a la diseminación de la bacteria hacia los ovarios; en el experimento 2 (inoculado con *S. enteritidis*) se observó una disminución significativa en la invasión bacteriana en las aves que consumieron la dieta tratada con 36 ppm de CAP en comparación con las otras dietas experimentales. Para el experimento 3 (inoculado con *S. gallinarum*) se observó una disminución no significativa en las aves del grupo tratada con 36 ppm de CAP en la dieta con respecto a los otros grupos experimentales.

Trabajos previos indican que después de la ingestión de la bacteria por las aves, la *Salmonella* coloniza el tracto intestinal y a menudo, invade y se disemina hacia varios órganos internos (26). En las infecciones de transmisión auténticamente vertical, la bacteria es depositada en la albúmina y en la yema del huevo durante la fase de formación del mismo y no son afectadas por la desinfección del cascarón (5). Humphrey (39) y Gast y Beard (28) demostraron que el interior del huevo puede infectarse, probablemente como resultado de

la contaminación de la membrana vitelina durante la ovulación. *Salmonella enteritidis* tiene la capacidad de invadir órganos internos y pasar a través de los folículos preovulatorios para posteriormente entrar a la yema. Alternativamente, puede atraerse con ciertos componentes de la pared folicular, lo cual permite a la bacteria ser transportado al interior del oviducto después de la ovulación para que se lleve a cabo la transmisión transovárica e interactuar con los componentes celulares del foliculo preovulatorio de la gallina (79).

La producción de huevo incubable libre de contaminación que asegure la obtención de pollitos de buena calidad, es una preocupación y a la vez un objetivo en la industria ovícola. *Salmonella typhimurium* es capaz de colonizar en un mayor porcentaje la membrana corioalantoidea y el saco vitelino cuando ésta logra penetrar el cascarón. Esta bacteria puede sobrevivir en el interior del huevo durante todo el período de incubación y cuando el pollo pica las membranas, es contaminado (57). La mayoría de los embriones afectados por esta vía generalmente eclosionan, por lo que provoca una contaminación alta en pollitos sanos en las máquinas nacedoras ya sea por vía aerógena o por contacto con superficies o pollitos infectados. La introducción de huevos contaminados en su interior por diferentes bacterias a la sección de nacimientos puede magnificar un problema de mortalidad y retraso en el crecimiento de los pollos de engorda, debido a que muchas bacterias no sólo se transmiten en forma horizontal en las máquinas nacedoras, sino también durante la selección del pollito, el transporte y los primeros días de vida (55). Pineda (59) observó signos clínicos a partir del segundo día de edad en pollitos nacidos de huevos contaminados. Las aves demostraron cojeras e inflamación de la articulación tibia-tarsiana en 0.5 a 1.0%, la mortalidad a la primera semana de edad fue de 1 a 1.5% en aves sin tratamiento y para las semanas siguientes la selección de pollitos aumentó pero no excedía del 2 al 3%.

La frecuencia y significancia de la contaminación del huevo por estas bacterias han sido controversiales. En un estudio experimental se encontró hasta un 70% de huevos contaminados en un periodo corto de tiempo, pero ha sido difícil su aislamiento en parvadas infectadas naturalmente aún cuando se han aislado en órganos internos (54). En otro estudio, las gallinas fueron inoculadas con 10^9 ufc/ml de *S. enteritidis* fagotipo 13a y posteriormente se sacrificaron para determinar el grado de invasión más allá del tracto intestinal y la diseminación a varios órganos internos (28). Durante las primeras cinco semanas posteriores a la inoculación se recuperó *S. enteritidis* a partir del 60% de los ciegos, 13% de los hígados, 49% de los bazos, 19% de los ovarios y 17% de los oviductos muestreados. En ese mismo intervalo de tiempo, en las gallinas expuestas por contacto se aisló *S. enteritidis* en el 43% de los ciegos, 36% de los hígados, 38% de los bazos, 7% de los ovarios y 21% de las oviductos (26). En el presente estudio se observó que la invasión de hígado - bazo por parte de *S. enteritidis* disminuyó significativamente en el grupo tratado con 36 ppm de CAP en la dieta (43.33%) en comparación con los grupos testigo (76.67%) y tratado con 18 ppm de CAP en el alimento

(70.00%); mientras que para las muestras de avarios, se encontró un 30% de muestras positivas para el grupo tratado con 36 ppm de CAP y de 56.67% y 70.00% para los grupos tratados con 18 ppm de CAP y testigo respectivamente. En las aves desafiadas con *S. gallinarum* no se obtuvo diferencia estadística significativa en cuanto a la invasión de hígado - bazo y ovarios entre los grupos experimentales. Al realizar una comparación de los resultados del presente trabajo con los datos anteriormente señalados, se observó que el porcentaje de muestras positivas son similares en los dos trabajos en hígado - bazo y ovarios, con la única diferencia de que en este estudio las muestras se obtuvieron al tercer día posinoculación y en el otro estudio las muestras se obtuvieron a la quinta semana posdesafío.

Reportes de literatura indican que la producción de huevo contaminada se detecta alrededor de 4 a 8 días en aves inoculadas experimentalmente y por lo general ocurre en grupos, mientras que en parvadas infectadas naturalmente se detectan los primeros aislamientos alrededor de las 14 días y esta se presenta de manera intermitente (38). Shiprasasad *et al.* (70) indican una diseminación bacteriana hacia las huevas de entre 5 y 16 días posinoculación y la albúmina frecuentemente es contaminada que la yema, lo cual sugiere que la fuente de transmisión del organismo es el oviducto o la cavidad peritoneal.

Los mecanismos exactos que pudieran incrementar esta resistencia hacia la invasividad de tejidos por parte de *S. enteritidis* y *S. gallinarum* en aves que han consumido CAP no han sido bien establecidas, pero existen evidencias en donde se indica que el uso de CAP en la dieta induce un cambio en el pH del contenido cecal (36,76,84), produciendo un medio desfavorable para la sobrevivencia, multiplicación y adherencia de la bacteria hacia la pared intestinal y su subsecuente penetración y diseminación a órganos internos.

Uno de los posibles mecanismos por el cual se incrementó la resistencia hacia la invasión de órganos internos por *S. gallinarum* en pallos de engorda y de *S. enteritidis* en gallinas de postura, se debe a que la adición de CAP en la dieta estimula las terminaciones nerviosas localizadas en el tracto intestinal e induce la liberación de ciertos péptidos como la sustancia P, el PVI y la neurakinina A entre otras, que produce diversos efectos locales en los tejidos (16,21,37,73).

La sustancia P es un decapeptido que se encuentra en el tracto gastrointestinal y en el cerebro (73,80) el cual puede actuar como neurotransmisor o neuromodulador en los nervios periféricos sensitivos (12,73). La liberación de la sustancia P es mediada por un mecanismo vesicular normal Ca^{2+} dependiente, el hecho de que la depolarización inducida por K^{+} provoca la liberación de ciertos péptidos después de la taquifilaxia hacia la CAP, se ha sugerido que este compuesto no es capaz de inducir una completa liberación. Como la CAP es una molécula relativamente lipofílica, su disolución en estructuras lipídicas probablemente contribuye a su acción

sobre las membranas sensoriales que afecta la fluidez de la membrana y permeabilidad de iones de la membrana plasmática. El resultado de estos cambios, se refleja en un aumento de la permeabilidad de Ca^{2+} y de otros posibles cationes que atraviesan la membrana (12).

En las terminaciones nerviosas libres, la CAP induce la iniciación de los impulsos nerviosos y la liberación de la sustancia P (58,73). Alrededor de los vasos sanguíneos existen fibras que contienen varios neuropéptidos, lo que podría reforzar más su papel en la migración celular a sitios de inflamación. La presencia de estas fibras en el SNC y en sitios donde ocurre la maduración celular (medula ósea y tejido linfático intestinal) refuerza la base sobre la regulación de la respuesta inmune en el SNC y en el tracto gastrointestinal (17).

Recientemente se ha demostrado que la administración de CAP en los animales en forma directa (inyectable) o indirecta (adicionada al alimento) inducen la liberación de varios neuropéptidos como la sustancia P, el PVI, la somatostatina y la neurokinina A entre otras que modulan la función de los linfocitos. La sustancia P estimula a los linfocitos T para actuar como células efectoras y destruir las células infectadas por virus, células cancerígenas y cuerpos extraños. Las células T juegan un papel importante en la protección del cuerpo contra la invasión de organismos intracelulares (80). Stanisz *et al.* (73) indicaron que la respuesta proliferativa de linfocitos en Bazo, placas de Peyer y nódulos linfáticos mesentéricos fue incrementada por la sustancia P debido a un aumento significativo en la incorporación de $[^3H]$ timidina por los linfocitos. También observó un incremento en la síntesis de IgA en los nódulos linfáticos mesentéricos (40%), en las células esplénicas (700%) y en placas de Peyer (300%). El PVI mejoró la síntesis de IgA en las placas de Peyer (20%) y en el bazo (30%). La inmunoglobulina predominante fue la IgA y los linfocitos responsables de la síntesis de IgA son más abundantes en las placas de Peyer que en el bazo y en los nódulos linfáticos periféricos. La respuesta inmune inducida por IgA es altamente regulada por células T (cooperadores y supresores) las cuales son abundantes en el intestino, particularmente en las placas de Peyer. La sustancia P ha sido implicada en las reacciones de hipersensibilidad debido a que se han detectado niveles altos en terminaciones nerviosas con inflamación crónica y también por su habilidad para inducir la respuesta inmune por parte de los polimorfonucleares y de los mastocitos para dar inicio al proceso de fagocitosis (7,58,77). Payan *et al.* (58) evaluaron el efecto de la sustancia P en la proliferación de linfocitos T de la sangre periférica humana mediante la incorporación de $[^3H]$ timidina y de $[^3H]$ Leucina después de inducir alteraciones en la síntesis de ADN y de proteínas, observando un incremento significativo en la incorporación de $[^3H]$ timidina por los linfocitos T.

Es posible que las variaciones en la concentración local del péptido vasoactivo intestinal y de la sustancia P regule la respuesta de IgA en los diferentes sitios de la mucosa intestinal. La sustancia P se incrementa

rápida en las tejidas con procesos inflamatorios crónicos y al parecer el PVI interactúa con los mastocitos y las células palmarfanúcleares para inducir la liberación de histamina por parte de los mastocitos y mejorar la fagocitosis (73).

Como observación adicional, se evaluó el depósito de pigmento en la yema de huevo. Las propiedades de color en un alimento, cuando es servido, despierta un interés anticipado antes de la ingestión de los mismos. El color es un signo inherente de la calidad de un alimento y es asociado a un producto fresco, saludable y apto para consumo humana; razón por la cual este parámetro es de suma importancia para el productor.

Los resultados obtenidos en el presente estudio en la pigmentación de la yema evaluada con un colorímetro de reflectancia bajo el sistema de CIELab, mostraron una disminución en el volar promedio de luminosidad (L), lo cual indica que a medida que se incrementa la concentración de pigmentos en la dieta, la yema se vuelve más oscura y disminuye su capacidad para reflejar la luz. Los valores promedios de enrajecimiento (a) se incrementaron significativamente conforme se aumentó la concentración de aceite de semilla de páprika en la dieta, mientras que los valores promedios de amarillamiento (b) disminuyeron. Estos resultados concuerdan con lo observado por Fletcher y Hallaram (24) donde indicaron que la adición de pequeñas cantidades de páprika en la dieta resulta en un incremento en el valor de a. Cuando se adiciona 3 mg/kg. de xantófilas rojas de páprika y 15 mg/kg. de xantófilas amarillas en la dieta se encuentran valores promedios de +13.10 en a y de +54.92 en b, mientras que el volar de L es de 57.53.

En este trabajo se observaron que los promedios en las dietas testigos (10 mg/kg. de xantófilas amarillas) fueron para a, -1.58 en el experimento 2 y de -2.05 en el experimento 3, mientras que los promedios en b fueron de +41.70 en el experimento 2 y de +43.75 en el experimento 3 y para L los promedios fueron de 65.17 en el experimento 2 y de 67.10 en experimento 3. Los resultados obtenidos en las dietas testigos fueron similares a los reportados por Marales y vila (50) en un estudio con 8 mg/kg. de xantófilas amarillas donde los promedios para L, a y b fueron 66.64, -7.26 y +37.73 respectivamente.

Existen estudios previos de diferentes investigadores (23,24) quienes coinciden en señalar que conforme se incrementa la concentración de xantófilas rojas en la dieta, se observa un aumento en los valores de a lo cual se detecta visualmente y también por medios de aparatos que miden la intensidad de calor en la yema (abancos y colorímetros de reflectancia). Fletcher y Hollaron (24) demostraron que al agregar oleorresina de páprika en dosis bajas a una dieta con xantófilas amarillas de flor de cempasuchitl se mejara el calor de la yema de los huevos. Fletcher y Holloran (23) adicionaron a la dieta para gallinas de postura 13 ppm de páprika produciendo el mismo calor (12 en el abanco de Rache) que con 60 ppm de xantófilas amarillas

provenientes de la flor de cempasuchitl, para producir una coloración amarilla naranja en la yema de huevo. Por otra parte, Berry (10) señaló que la adición de pimientos en la dieta de gallinas de pastura produce un tono naranja o rajizo en la yema. Benedek (8) observó que al adicionar páprika en la dieta, el tono rojo a naranja en la yema se incrementa rápidamente y se hace más manifiesta conforme se prolonga el tiempo de consumo. La adición de 1% de páprika en la dieta produce yemas con un color deseable.

La transferencia de los xantofilos de la dieta a la yema sigue un proceso rápido. En este estudio se observó la presencia de pigmento en las yemas a partir del tercer día de posttratamiento y alcanzó su máxima concentración entre los días 10 y 12, el cual persistió hasta la finalización de la prueba. Marusich *et al.* (48) detectó la presencia de xantofilos en la yema en un lapso de 48 horas después de suministrar una dieta rica en carotenoides. El color intenso de la yema alcanza una meseta (concentración constante) de 8 - 14 días dependiendo de la fuente de oxycarotenoides en la ración. La uniformidad de la pigmentación empieza a ser observado entre el día 9 y 10 después de ingerir una ración con alta concentración de xantofilos. Por otra parte, Williams *et al.* (86) observaron que cuando se cambia una dieta libre de xantofilos a una dieta con niveles altos de pigmentos rojos y amarillos, el depósito de estos se incrementa rápidamente a partir del día dos y alcanzan su máxima concentración entre 8 y 10 días. Scott *et al.* (68) indican un incremento proporcional en el depósito de pigmento en la yema relacionada con la cantidad de xantofilos presentes en la dieta y la máxima pigmentación y uniformidad en las mismas se alcanzó entre los días 10 y 12 después de consumir el alimento con alta concentración en xantofilos.

Para obtener una buena pigmentación en la yema de huevo o en la piel de los pollos de engorda se debe tomar en cuenta varios factores. La cantidad de pigmento depositado en la piel o en la yema tiene una relación directa con la concentración de carotenoides presente en la dieta. Se ha demostrado que la luteína y la zeaxantina son depositados en mayor proporción en la yema que la criptaxantina y los carotenos. Marusich y Bauernfeind (47) informaron que aves alimentadas con dietas bajas de xantofilos y posteriormente suplementada con carotenoides purificados, la zeaxantina es depositada en un 24.35% y la luteína en un 11.45%. La criptaxantina y los carotenos estaban ausentes. La luteína y la zeaxantina son depositadas en tejido adiposo, hígado, tarsos, piel y huevos.

La cantidad de xantofilos detectadas en la yema varía también de acuerdo al ritmo de producción de las gallinas. Las aves buenas ponedoras depositan menos pigmento en comparación con las gallinas malas ponedoras (45).

La cantidad de grasa en la dieta es de suma importancia debido a que actúa como transportador y de esta manera incrementa el depósito de carotenoides en la yema del huevo o en la piel (47). Otros factores que afectan el depósito de pigmenta en la piel de pollos de engorda o en la yema son: la capacidad genética de las aves para la absorción y depósito de xantófilas en la piel y en la yema, la fuentes de xantófilas, la calidad de mezclado en la dieta, el método de extracción y los problemas infecciosos o parasitarios (48,68).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidas en la presente investigación y bajo las condiciones experimentales empleadas, se pueden generar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1.- La adición de CAP en la dieta de pollos de engorda y gallinas de postura produce un efecto negativo sobre la penetración de *Salmonella gallinarum* y de *Salmonella enteritidis* hacia órganos internos.
- 2.- La disminución en la invasión bacteriana hacia los tejidos internos de las aves depende de la concentración de CAP adicionada a la dieta.
- 3.- La inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda desde el primer día de edad disminuye el porcentaje de invasión de *Salmonella gallinarum* a hígado y bazo, cuando son inoculadas con esta bacteria (10^8 ufc/ml) al segundo día de edad.
- 4.- La mortalidad general en los tratamientos no se encontró diferencia estadística significativa, pero si se observó un menor porcentaje en las aves que fueron alimentadas con dietas adicionadas con CAP.
- 5.- El período de incubación se encontró en un rango de 4 a 5 días y el pico de mortalidad se observó al sexto día posinoculación. Estos resultados concuerdan con lo asentado en la literatura.
- 6.- En el caso de las gallinas de postura, la inclusión de CAP en la dieta no induce efectos negativos sobre los parámetros productivos (Producción y peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia).
- 7.- En lo referente a la pigmentación de la yema, se observó un incremento en el nivel de enrojecimiento conforme se incrementaba la concentración de CAP en la dieta. Este aumento se debe a que durante la extracción de la CAP de la semilla de páprika no se puede separar completamente las xantófilas rojas presentes en ella.
- 8.- En las gallinas infectadas con *Salmonella enteritidis* se observó una disminución en la invasión y colonización de hígado - bazo y ovario.
- 9.- En las gallinas desafiadas con *S. gallinarum* no se observó diferencia estadística significativa en la variable de invasión bacteriana. Cabe mencionar que durante el transporte de las aves del campo

experimental del Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agrropecuaria en Chapingo Estado de México al DPA: Aves de la FMVZ, UNAM, se presentó mortalidad en las aves del grupo testigo y tratado con 18 ppm de CAP.

Tomando en cuenta que los frutos de la planta del género *Capsicum* variedad *annuum* son ampliamente utilizados en la industria avícola como fuentes naturales de xantófilos rojos resulta interesante conocer la concentración de Capsaicina que contienen dichos productos y sus efectos sobre la salud de las aves a nivel comercial, debido a que durante el proceso de elaboración de los pigmentos es difícil de separar el picor. Con base en la información existente se menciona que la Capsaicina produce un incremento en el consumo de alimento, la cual repercute en la ganancia de peso al final del ciclo; por lo que se sugiere llevar a cabo experimentos en pollos de engorda durante un ciclo completo.

L I T E R A T U R A C O N S U L T A D A

1. Andrews, H. W., Poelma, P. L., Wilson, C. R. and Romero, A.: Isolation and identifications on *Salmonella* in: Bacteriological analytical manual, 5th. Ed. *Associations of Official Analytic Chemistry*, Washington, D. C. pp 1 - 29 (1978).
2. Anónimo: United State Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service. *National Poultry Improvement Plan and Auxiliary Provisions. Veterinary Services, Publications A.P.H.I.S. 91: 40. U. S Government Printing Office.* (1989).
3. Altech times: The *Salmonella* control at the gastrointestinal level. *Supplement for Feedstuff*, 68 (7) February 12th (1994).
4. Assoku, R. K. G. and Penhale, W. S.: The pathogenesis of fowl typhoid: The influence of anemia and erythrocyte clearance on the susceptibility of the fowl to bacterial endotoxin. *J. Comp. Pathol.* 84: 443 - 453 (1974).
5. Baxter-Jones, C.: Control de la transmisión vertical de *Salmonella*. *Avicultura Profesional* 1 (14): 18 - 19 (1996).
6. Beachey, E. H.: Bacterial adherence: Adhesin-receptor interactions mediating the attachment of bacteria to mucosal surfaces. *S. of In. Dis.* 143: 325 - 345 (1981).
7. Bean, N. H. and Griffin, P. M.: Foodborne disease outbreaks in the U. S., 1973 - 1987: Pathogens, vehicles and trends. *J. Food Protect.* 53 (9) 804 - 817 (1990).
8. Benedek, L.: Coloring of the yolk of hen eggs by feeding paprika. *Z. Untersuch. Lebensm.* 74: 297 - 302 (1937).
9. Benenson, A. S.: Salmonellosis. In: Control of communicable diseases in man. 15th ed., *American Public Health Assn.* pp 381 - 385 (1990).
10. Berry, L. N.: Test of the value of ground chili pepper in the laying hen ration. *New Mexico Agr. Exp. Sta. press Bull.* 785 (1936).
11. Bouzauboa, K., Nagaraja, K. V., Newman, J. A. and Pomeroy, B. S.: Use of membrane proteins from *S. gallinarum* for prevention of fowl typhoid in chickens. *Avian Dis.* 36: 699 - 704 (1987).
12. Buck, S. H. and Burks, T. F.: The neuropharmacology of capsaicin: Review of some recent observation. *Pharmacol. Rev.* 3 (38): 179 - 226 (1986).
13. Caldwell, D. J., Ramírez, G. A., Jeffrey, J. S., Roger, T. M., Hitchens, G. A. and Hargis, B. M.: Metodologías alternativas para la reducción de *Salmonella enteritidis* en cadáveres de pollos de engorda al ser procesadas. Memorias de la XIX Convención Nacional ANECA. Puerto Vallarta, Jal. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas* 40 - 44 (1994).
14. Ceniceros, R. M. A.: Evaluación de la actividad fagocitaria y bactericida de los monocitos y heterofilos aviares contra *Salmonella gallinarum*. Tesis de Maestría. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* UNAM. México, D.F. 1994.
15. Cox, N. A. y Bailey, J. S.: *Salmonella* en la avicultura: el problema y la intervención de la investigación. Memorias del curso de actualización sobre *Salmonella enteritidis* y *Campylobacter* en las aves domésticas. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.* pp 1 - 4 (1991).

16. Croitoru, K., Ernest, P. B., Bienestock, J., Podal, I. and Stanisz, A. M.: Selective modulation on the natural killer activity of murine intestinal intraepithelial leukocytes by the neuropeptide substance P. *J. Immunol.*, 71: 1196 - 1201 (1990).
17. Danek, A., O'doriso, M. S., O'doriso, M. T. and George, M.J.: Specific binding sites for vasoactive intestinal polypeptide on nonadherent peripheral blood lymphocytes. *J. Immunol.* 131:1173 - 1177 (1983).
18. Damjavov, I.: Biology of disease: Lectin cytochemistry and histochemistry. *Lab Invest.* 57:5 - 20 (1987).
19. Deschner, E. E., B. Cohen and R. Raecht: Acute and chronic effect of dietary cholic acid on colonic epithelial cell proliferation. *Digestion* 21: 290 - 296 (1981).
20. Dreesen, D. W., Bamhart, H. M., Julia, L. Burke., Chen, T. and Johnson, D. C.: Frequency of *Salmonella enteritidis* and other *Salmonellae* in the ceeca of spent hens at time of slaughter. *Avian Dis.*, 36: 247 - 250 (1992).
21. Felten, D. L., Felten, S. Y., Carlson, S. L., Olschowka, J. A. and Livant, S.: Noradrenergic and peptidergic innervations of lymphoid tissue. *J. Immunol.*, 135: 755 - 758 (1985).
22. Ferris, K. S. and Miller, D. A.: *Salmonella* serotypes from animals and related sources reported during Jul. 1990 - Jun. 1991. *Proc.-Annual Meeting of the United State Animal Health Associations*, 95: 440 - 454 (1991).
23. Fletcher, D. L. and Halloran, H. R.: An evaluation of a commercially available marigold concentrate and paprika oleoresin on egg yolk pigmentation. *Poultry Sci.* 60:1846 - 1853 (1981).
24. Fletcher, D. L. and Halloran, H. R.: Egg yolk pigmenting properties of a marigold extract and paprika oleoresin in a practical type diet. *Poultry Sci.* 62:1205 - 1210 (1983).
25. Freeman, A. B.: Microbiología de Burrows. 22ª ed. *Interamericana-McGraw Hill* (1989).
26. Gast, R. K.: Aplicación de modelos experimentales para comprender y detectar las infecciones por *Salmonella enteritidis* en pollos. Memorias del curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección por *Salmonella enteritidis*". México D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 1 - 7 (1994).
27. Gast, R. K. and Beard, C.W.: Evaluation of a chicks mortality model for predicting the consequence of *Salmonella enteritidis* infections in laying hens. *Poultry Sci.* 71: 281 - 287 (1992).
28. Gast, R. K. and C. W. Beard: Production of *Salmonella enteritidis*-contaminated eggs by experimental infected hens. *Avian Dis.* 34: 438 - 446 (1990).
29. Gerik, K.: The present *Salmonella* situations in animal and men. *WHO Consultations on control of Salmonella in animal prevention of Salmonella infections in Men.* Jena, Germany, Nov. 21 - 26 (1993).
30. Godoy, V. O.: Patogenicidad de una cepa de *Salmonella gallinarum* en pollos de engorda de un día de edad en una infección experimental. Tesis de Licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* UNAM, México D.F. 1994.
31. Gordon, R y Jordan, F.: Enfermedad de las aves. 2ª ed. *El Manual Moderno*, pp 8 - 28 México D.F. 1982.
32. Goren, E.: Combinación de la aplicación de medicamentos y microflora intestinal como una herramienta en el tratamiento de las infecciones por *Salmonella enteritidis*. Memorias del Curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección por *Salmonella enteritidis*". México, D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.* 13 - 26 (1994).

16. Croitoru, K., Ernest, P. B., Bienstock, J., Podai, I. and Stanis, A. M.: Selective modulation on the natural killer activity of murine intestinal intraepithelial leukocytes by the neuropeptide substance P. *J. Immunol.*, 71: 1196 - 1201 (1990).
17. Danek, A., O'dorisio, M. S., O'dorisio, M. T. and George, M.J.: Specific binding sites for vasoactive intestinal polypeptide on nonadherent peripheral blood lymphocytes. *J. Immunol.* 131:1173 - 1177 (1983).
18. Damjavov, I.: Biology of disease: Lectin cytochemistry and histochemisntry. *Lab Invest.* 57:5 - 20 (1987).
19. Deschner, E. E., B. Cohen and R. Raecht: Acute and chronic effect of dietary cholic acid on colonic epithelial cell proliferation. *Digestion* 21: 290 - 296 (1981).
20. Dreesen, D. W., Barnhart, H. M., Julia, L. Burke., Chen, T. and Johnson, D. C.: Frequency of *Salmonella enteritidis* and other Salmonellae in the ceca of spent hens at time of slaughter. *Avian Dis.*, 36: 247 - 250 (1992).
21. Felten, D. L., Felten., S. Y., Carlson, S. L., Olschowka, J. A. and Livant, S.: Noradrenergic and peptidergic innervations of lymphoid tissue. *J. Immunol.*, 135: 755 - 758 (1985).
22. Ferris, K. S. and Miller, D. A.: *Salmonella* serotypes from animals and related sources reported during Jul. 1990 -Jun. 1991. *Proc.-Annual Meeting of the United State Animal Health Associations*, 95: 440 - 454 (1991).
23. Fletcher, D. L. and Halloran, H. R.: An evaluation of a commercially available marigold concentrate and paprika oleoresin on egg yolk pigmentation. *Poultry Sci.* 60:1846 - 1853 (1981).
24. Fletcher, D. L. and Halloran, H. R.: Egg yolk pigmenting properties of a marigold extract and paprika oleoresin in a practical type diet. *Poultry Sci.* 62:1205 - 1210 (1983).
25. Freeman, A. B.: Microbiología de Burrows. 22ª ed. *Interamericana-McGraw Hill* (1989).
26. Gast, R. K.: Aplicación de modelos experimentales para comprender y detectar las infecciones por *Salmonella enteritidis* en pollos. Memorias del curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección por *Salmonella enteritidis*". México D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 1 - 7 (1994).
27. Gast, R. K. and Beard, C.W.: Evaluation of a chicks mortality model for predicting the consequence of *Salmonella enteritidis* infections in laying hens. *Poultry Sci.* 71: 281 - 287 (1992).
28. Gast, R. K. and C. W. Beard: Production of *Salmonella enteritidis*-contaminated eggs by experimental infected hens. *Avian Dis.* 34: 438 - 446 (1990).
29. Gerik, K.: The present *Salmonella* situations in animal and men. *WHO Consultations on control of Salmonella in animal prevention of Salmonella infections in Men.* Jena, Germany, Nov. 21 - 26 (1993).
30. Godoy, V. O.: Patogenicidad de una cepa de *Salmonella gallinarum* en pollos de engorda de un día de edad en una infección experimental. Tesis de Licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* UNAM, México D.F. 1994.
31. Gordon, R y Jordan, F.: Enfermedad de las aves. 2ª ed. *El Manual Moderno*, pp 8 - 28 México D.F. 1982.
32. Goren, E.: Combinación de la aplicación de medicamentos y microflora intestinal como una herramienta en el tratamiento de las infecciones por *Salmonella enteritidis*. Memorias del Curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección por *Salmonella enteritidis*". México, D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.* 13 - 26 (1994).

33. Hargis, B. M., Tellez, I. G., Ray, P. M., Caldwell, B. L. y Kogut, M. H.: Nuevos mecanismos de resistencia en enfermedades entéricas: Posible utilización práctica para la prevención de salmonelosis en parvadas comerciales. Memorias de la XVIII Convención Anual ANECA. Cancún, Q.R. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas* pp 91 - 97 (1993).
34. Heneidi, Z. A., Mancera, M. A. Y Vásquez, N. J.: Fagotipificación de *Salmonella enteritidis* en México. Memorias de la XX Convención Anual ANECA. Acapulco, Gro. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, 182 - 191 (1995).
35. Hernández, H. I: Campaña Nacional contra la tifoidea aviar en México. VII Congreso sobre control y erradicación de la tifoidea aviar. Monterrey N.L. México. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*. 40 - 50 (1987).
36. Hernández, V. X.: Efecto de la adición en la dieta del ácido capsico proveniente de semilla de páprika (*Capsicum annuum*) contra la infección experimental por *Salmonella gallinarum* en pollos de engorda. Tesis de Licenciatura. *Fac. de Med. Vet y Zoot.* UNAM. México, D.F. 1995.
37. Holzer, P.: Capsaicin as a tool for studying the sensory neuron functions. *Adv. Exp. Med. Biol.* 298: 3 - 15 (1990).
38. Humphrey, T. J.: Infección por *Salmonella enteritidis* en pollos y gallinas de postura. Memorias del Curso de actualización sobre *Salmonella enteritidis* y *Campylobacter* en las aves domesticas. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas* pp: 20 - 26 (1991).
39. Humphrey, T. J.: Health implications of the infection of eggs laying hens with *Salmonella enteritidis* phage type 4. *World's Poultry Sci. J.* 46: 5 - 13 (1990).
40. Jawetz, E., Melnick, J. L. y Adalberg, E. A.: Microbiología Médica. 11a. ed. *El Manual Moderno* 1985.
41. Lee, L. R.: The public health impact of *Salmonella enteritidis* infections in the United State. *Proc. 92nd Annual Meeting of the U. S Animal Health Associations*, 548 - 549 (1989).
42. Lindblad, J.: Puntos fundamentales de la producción de productos de aves de corral sin *Salmonella*, cría de primera fase, haciendas de incubación, nacimiento, producción comercial, alimentos, saneamiento y supervisión. Memorias del Curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección por *Salmonella enteritidis*". México, D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 35 - 44 (1994).
43. Lucio, E. D. y Baez F. M.: Situación epidemiológica de las principales enfermedades de las aves en México. Memorias de la XVIII Convención Anual ANECA. Cancún Q.R. México. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 362 - 385 (1993).
44. Luginbue, R. C. and Schlotzhaver, S. D.: SAS/STAT guide for personal computers. 6th ed. *SAS Institute. Cary, N.C.* pp 555 - 573 (1987).
45. Mackay, E., Mountney, G. J. and Naber, E.C.: Yolk color resulting from different levels of paprika extract in the ration. *Poultry Sci.* 42: 32 - 37 (1963).
46. Mancera, M.A., Vásquez, N.J. y Heneidi, Z.A.: Situación actual de la *Salmonella enteritidis*, su distribución y posible origen. Memorias de la XXI Convención Anual ANECA & Proceeding of the forty-fifth WPDC, Cancún Q.R. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas* pp. 245 - 247 (1996)
47. Marusich, W. L. and Bauemeifind, J. C.: Oxicarotenoids in poultry feeds. In: Carotenoids as colorants and vitamin a precursors. Edited by Bauemeifind, J. C. Ed. *Academic press* pp 320 - 462 1981.

48. Marusich, W., De Ritter, E. and Bauernfeind, J. C.: Evaluation of carotenoid pigments for coloring eggs yolks. *Poultry Sci* 39: 1338 - 1345 (1960).
49. Merck Company Incorporation: The Merck Index 5th ed. *Rahway*, New Jersey 1940.
50. Morales, B. E. y Ávila, G. E.: Xantofilas amarillas y rojas Avelut para pigmentar la yema del huevo. Memorias de la XIX Convención Anual ANECA. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas* pp.171 - 176 (1994).
51. Mosqueda, A. T.: Medidas sanitarias para prevenir la tifoidea aviar. Memorias de la VII Congreso sobre control y erradicación de la tifoidea aviar. Monterrey, N.L. México. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 22 - 32 (1987).
52. Nagaraja, K. S.: *Salmonella enteritidis*: un problema reciente-Revisión. Memorias de la XV Convención Anual ANECA. Cancún, Q.R. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas* pp. 53 - 57 (1990).
53. Ofek, I., Sharon, N. and Mirelman, M.: Adherence of *Escherichia coli* to human mucosal cells mediated by mannose receptors. *Nature* 256: 623 - 625 (1977).
54. Opitz, H. M.: Medidas esenciales para un programa efectivo de reducción de riesgo contra *Salmonella enteritidis* en granjas ponedoras. Memorias del Curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección de *Salmonella enteritidis*". México, D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 45 - 54 (1994).
55. Padrón, N. M.: Calidad microbiológica del huevo incubable. *Avicultura profesional*. 4 (9):173 - 178 (1992).
56. Padrón, N. M.: Control y prevención de la tifoidea aviar en aves reproductoras pesadas. Memorias de la II Jornada Médico - Avícola México, D.F. *Fac. de Med. Vet y Zoot.* UNAM. México, pp. 128 - 149 (1991).
57. Padrón N. M.: Generalidades sobre pullorosis y tifoidea aviar. Memorias del VII Congreso sobre control y erradicación de tifoidea aviar. Monterrey N.L. México, *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 13 - 21 (1987).
58. Payan, D. G., Brewster, D. R. and Goetzl, E.: Specific stimulation of human T lymphocytes by Substance P. *J. Immunol.* 4 (131): 1613 - 1615 (1983).
59. Pineda, P. L.: Inflamación en articulaciones de pollito de engorda. *Acontecer Avícola* 17 (IV): 11 - 15 (1996).
60. Pomeroy, B. S. and Nagaraja K. V.: Fowl typhoid in: Diseases of poultry. Edited by: Calneck, B. W., Barnes, H. J., Beard, C. W., Reid, W. M. and Yorder, H. W. 9th ed. *Iowa State University Press*, Ames Iowa, 87 - 98 (1991).
61. Ramírez, H.: Repercusiones económicas de la tifoidea aviar en reproductoras pesadas. Memorias del VII Congreso sobre Control y Erradicación de la tifoidea aviar, Monterrey N.L. México, *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 33 - 39, (1987).
62. Rao, V. and V. Vhauchan: The pathology and pathogenesis of *Salmonella* infection in experimental chicks. *Res. Vet. Sci.* 42: 281 - 293 (1987).
63. Rawdon, B. B.: Gastrointestinal hormones in birds: morphological, chemical and developmental aspect. *J. Exp Zool.* 232: 659 - 670 (1984).
64. Read, D. H., Kinde, H. and Daft, B. M.: Pathology of *Salmonella enteritidis* phagotype 4 infection in commercial layer chickens in Southern California. *Proc. 44th Western Poultry Diseases Conference*. Davis California, 76 - 78 (1995).

65. Rodrigue, D. C., Tauxe, R. V. and Rowe, B.: International increase in *S. enteritidis*: A new pandemic?. *Epidemiol. Infect.* 105: 21 - 27 (1990).
66. Rosidbergovic, E., Mulanekic, N., Gagic, A., Maslic, S., Karazovic, A.D. and Muhovic, A.: Prevalence and aetiology of *Salmonella* on poultry farms in Bosnia and Herzegovina in the period 1988 - 1991. *Veterinaria (Sarajevo)* 41 (suppl. 1): 34 - 42 (1992).
67. Ruskin, J. and Reminton, J.: Role of the macrophage in acquired immunity to phylogenetically diverse intracellular organisms. *J. Immunol.* 103: 252 - 259 (1969).
68. Scott, M. L., Ascarelli, I. and Olson, G.: Studies of egg yolk pigmentation. *Poultry Sci.* 47: 863 - 877 (1968).
69. Sellewood, R., Gibbons, R. A., Jones, G. W. and Rutter, J. M.: Adhesion of enteropathogenic *E. coli* to pig intestinal brush borders: The existence of two pig phenotypes. *J. Med. Microbiol.* 8: 4405 - 4411 (1975).
70. Shrivrasad, H. L., Timonery, J. F., Morales, S., Lucio, B. and Baker, R. C.: Pathogenesis of *Salmonella enteritidis* infection in laying chickens. I. Studies on egg transmission, clinical signs, faecal shedding and serological response. *Avian Dis.* 34: 548 - 557 (1990).
71. Simon, H. B. and J. Sheargren: Enhancement of macrophage bactericidal capacity by antigenically stimulated lymphocytes. *Cell Immunol.* 4: 163 - 174 (1972).
72. St. Louis, M. E., Morse, D. L. and Potter, M. E.: The emergence of grade A eggs as a major source of *S. enteritidis* infections. *JAMA* 259 (14):2103 - 2107 (1988).
73. Stanisz, A. M., Befus, D. and Bienenstock, J.: Differential effectors of vasoactive intestinal peptides, Substance P, and Somatostatin on immunoglobulin synthesis and proliferation by lymphocytes from Peyer's patch, mesenteric lymph node and spleen. *J. Immunol.*, 136: 152 - 155 (1986).
74. South, E. H. and Ritter R. C.: Overconsumption of preferred foods following capsaicin pretreatment of the area postrema and adjacent nucleus of the solitary tract. *Brain Res.* 228: 243 - 251 (1983).
75. Téllez, I. G., Dean, C. E., Corrier, D. E., DeLoach, J. R., Jeager, L. and Hargis, B. M.: Effect of dietary lactose on cecal morphology, pH, organic acids and *Salmonella enteritidis* organ invasion in Leghorn chicks. *Poultry Dis.* 72:636 - 642 (1993).
76. Téllez, I. G., Jeager, L., Dean, C. E., Corrier, D. E., De Loach, J. R., Williams, J. D. and Hargis, B. M.: Effect of prolonged administration of dietary Capsaicin on *Salmonella enteritidis* infection on Leghorn Chicks. *Avian Dis.* 37: 143 - 148 (1993).
77. Téllez, I. G., Kogut, M. H. y Hargis, B. M.: Inmunoprofilaxis contra la infección de *Salmonella enteritidis* (SE) mediadas por Linfoquinas en pollos Leghorn. Memorias del Curso de actualización sobre "Control y prevención de la infección de *Salmonella enteritidis*". México, D.F. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas*, pp. 60 -76 (1994).
78. The News Encyclopedia Britannica, Vol. VII. 15th ed. Ed.: *Encyclopedia Britannica*, Inc. USA. 1974.
79. Thiagarajan, D., Saeed, A. M. and Asem, T. K.: Mechanism of transovarian transmission of *Salmonella enteritidis* in laying hens. *Poultry Sci.* 73:89 - 98 (1994).
80. Tizard, I.: *Inmunología Veterinaria*. 3^a ed. *Interamericana-McGraw Hill*. Philadelphia, Pennsylvania, 1989.

81. Trejo, R. M.: Efecto de la irradiación gamma sobre huevos comerciales de gallinas tipo Leghorn inoculados con *Salmonella enteritidis*. Tesis de Licenciatura. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. (1993).
82. Tood, C. D.: Poultry-associated foodborn diseases- Its occurrence, cost, sources and prevention. *J. Food Prot.* 43: 129 - 130 (1980).
83. Valladares, J. C., Téllez, I. G., Wong G. R., Urquiza, B. O. y Hargis B. M.: Infección experimental con *Salmonella gallinarum* en pollos de engorda recién nacidos. Memorias de la XIX Convención Anual ANECA, Pto. Vallarta, Jal. *Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.* pp. 354 - 357 (1994).
84. Vicente, S., Tellez G., Ceniceros, M. A., Lopez C, C. and Hargis, B. M.: Effect of administration of dietary paprika seed on *Salmonella enteritidis* en broiler chicks. *Proc. 44th WPDC*, Davis California, pp 129 (1995).
85. Waltman, W. D., Home, A. M., Pickle, C. and Johnson, D. C.: Prevalence of *Salmonella enteritidis* in spent hens. *Avian Dis.* 36: 252 - 255 (1992).
86. Williams, W. P., Davies, R. E. and Couch, J. R. : The utilization of carotenoids by the hen and chick. *Poultry Sci.* 42: 691 - 699 (1963).
87. Zar, J.: Bioestadistical analysis. 2nd. ed. *Prentice Hall Inc.* Englewood Cliffs, New Jersey, pp 348 - 351 (1984).

CUADROS

Y

GRÁFICAS

Cuadro 1

Efecto de la inclusión en la dieta de CAP durante 11 días sobre la mortalidad de pollitos de engorda inoculados experimentalmente con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum* al día 2 de edad.

TRATAMIENTOS	Días posinoculación									Número de aves			%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Iniciadas	Muertos	Sobreviv.	Mortalidad
Dieta testigo	0	0	0	1	2	8	4	2	1	50	18 a	32	36.00
Dieta + 18 ppm CAP	0	0	0	0	1	4	3	2	1	50	11 a	39	22.00
Dieta + 36 ppm CAP	0	0	0	0	1	4	4	2	0	50	11 a	39	22.00

Valores con igual literal en la misma columna indica ausencia de diferencia estadística.

Cuadro 2

Efecto de la adición de CAP en la dieta de pollos de engorda durante 11 días sobre el aislamiento de *S. gallinarum** a partir de hígado de la mortalidad.

TRATAMIENTO	Número de aves		Reaislamiento de <i>S. gallinarum</i>		
	Iniciadas	Muertas (%)	Positivo	Negativo	% de positivos
Dieta testigo	50	18 (36.00) a	16 a	2	88.88
Dieta + 18 ppm CAP	50	11 (22.00) a	10 a	1	90.90
Dieta + 36 ppm CAP	50	11 (22.00) a	8 a	3	72.72

Valores con igual literal en la misma columna indica ausencia de diferencia estadística.

* Inoculada al día dos de edad con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum*

Cuadro 3

Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda durante 11 días sobre el aislamiento de *S. gallinarum* a partir de hígado y bazo de las aves sobrevivientes*.

TRATAMIENTO	Número de aves sobrevivientes	Reaislamiento de <i>S. gallinarum</i>		
		Positivo	Negativo	% de positivos
Dieta testigo	32	23 a	9	71.87
Dieta + 18 ppm CAP	39	31 a	8	79.49
Dieta + 36 ppm CAP	39	18 b	21	46.15

Valores con diferente literal en la misma columna indica diferencia estadística significativa (P < 0.05)

* Inoculados por vía oral al segundo día de edad con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum*

Cuadro 4

Recuperación acumulada de *S. gallinarum* en aves alimentadas con CAP en la dieta durante 11 días e infectadas experimentalmente con 10^8 ufc/ml al segundo día de edad.

TRATAMIENTO	Número de aves iniciadas	Reaislamiento de <i>S. gallinarum</i>		
		Positivo	Negativo	% de positivos
Dieta testigo	50	39 a	11	78.00
Dieta + 18 ppm CAP	50	41 a	9	82.00
Dieta + 36 ppm CAP	50	26 b	24	52.00

Valores con diferente literal en la misma columna indica diferencia estadística significativa (P < 0.01)

Cuadro 5

Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta de 120 semanas de edad durante 28 días sobre la pigmentación de la yema de huevo (Experimento 2).

Tratamiento	Promedio \pm desviación estándar		
	Luminosidad (I)	Enrojecimiento (a)	Amarillamiento (b)
Dieta testigo	65.17 \pm 2.54 a	- 1.58 \pm 2.65 b	+ 41.70 \pm 1.61 a
Dieta + 18 ppm CAP	55.87 \pm 1.79 b	+ 14.11 \pm 1.40 a	+ 37.01 \pm 3.68 ab
Dieta + 36 ppm CAP	51.58 \pm 2.73 c	+ 17.44 \pm 1.90 a	+ 34.03 \pm 4.02 b

[n= 15] Valores seguido de una literal diferente en la misma columna indica diferencia estadística (P <0.05).

Cuadro 6

Efecto de la adición de CAP en la dieta por 28 días sobre la pigmentación de la yema de huevo de gallinas de postura Dekalb Delta de 126 semanas de edad (Experimento 3).

Tratamiento	Promedio \pm desviación estándar		
	Luminosidad (L)	Enrojecimiento (a)	Amarillamiento (b)
Dieta testigo	67.10 \pm 2.01 a	- 2.05 \pm 1.98 b	+ 43.75 \pm 1.32 a
Dieta + 18 ppm CAP	57.56 \pm 1.96 b	+ 12.25 \pm 1.35 a	+ 39.05 \pm 2.58 ab
Dieta + 36 ppm CAP	51.92 \pm 3.01 c	+ 15.19 \pm 1.65 a	+ 36.86 \pm 3.09 b

[n=15] Valores con diferente literal en la misma columna indica diferencia estadística significativa (P <0.05)

Cuadro 7

Efecto de la inclusión de CAP* en la dieta de gallinas Dekalb Delta de segundo ciclo con 120 semanas de edad sobre los parámetros productivos (Experimento 2).

TRATAMIENTO	Postura (%)	Media ± Desviación estándar			
		Conv. Alim. (Kg)	Consumo alim. (Kg)	Prod. Huevo (Kg)	Peso Huevo (g)
Dieta testigo	53.86	2.818 ± 0.179	23.90 ± 1.25	8.52 ± 0.860	62.67 ± 2.60
Dieta + 18 ppm CAP	50.13	2.881 ± 0.243	22.30 ± 0.68	8.17 ± 0.839	62.98 ± 2.01
Dieta + 36 ppm CAP	57.20	2.539 ± 0.201	22.87 ± 0.76	9.05 ± 0.861	63.19 ± 2.20

* Adicionada a la dieta por 28 días.

Cuadro 8

Efecto de la adición de CAP* en la dieta de gallinas Dekalb Delta de segundo ciclo con 126 semanas de edad sobre los parámetros productivos (Experimento 3).

TRATAMIENTO	Postura (%)	Media ± Desviación estándar			
		Conv. Alim. (Kg)	Consumo alim. (Kg)	Prod. Huevo (Kg)	Peso Huevo (g)
Dieta testigo	55.55	2.797 ± 0.455	20.47 ± 0.46	7.45 ± 1.252	63.92 ± 2.57
Dieta + 18 ppm CAP	59.68	2.376 ± 0.038	18.70 ± 1.42	7.86 ± 0.469	62.81 ± 2.42
Dieta + 36 ppm CAP	58.10	2.769 ± 0.482	20.97 ± 1.65	7.78 ± 1.790	63.67 ± 2.47

* Adicionada a la dieta por 28 días.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 9

Efecto de la adición de CAP en la dieta durante 28 días en gallinas de postura Dekalb Delta con 120 semanas de edad sobre la invasión de órganos internos por *S. enteritidis** (Experimento 2).

Tratamiento	Positivos / total (%)	
	Hígado + bazo	Ovario
Dieta testigo	23 / 30 (76.67) a	21 / 30 (70.00) a
Dieta + 18 ppm CAP	21 / 30 (70.00) a	17 / 30 (56.67) a
Dieta + 36 ppm CAP	13 / 30 (43.33) b	9 / 30 (30.00) b

[n= 30] Valores con literal diferente en la misma columna indica diferencia estadística significativa (P < 0.05).

* Inoculada al día 25 del experimento con 10⁸ ufc/ml de *S. enteritidis* por vía oral.

Cuadro 10

Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta con 126 semanas de edad durante 28 días sobre la invasión de *S. gallinarum* a órganos internos* (Experimento 3).

Tratamiento	Positivos / total (%)	
	Hígado + bazo	Ovario
Dieta testigo	12 / 22 (54.54) a	8 / 22 (36.36) a
Dieta + 18 ppm CAP	10 / 22 (45.45) a	6 / 22 (27.22) a
Dieta + 36 ppm CAP	09 / 30 (30.00) a	5 / 30 (16.66) a

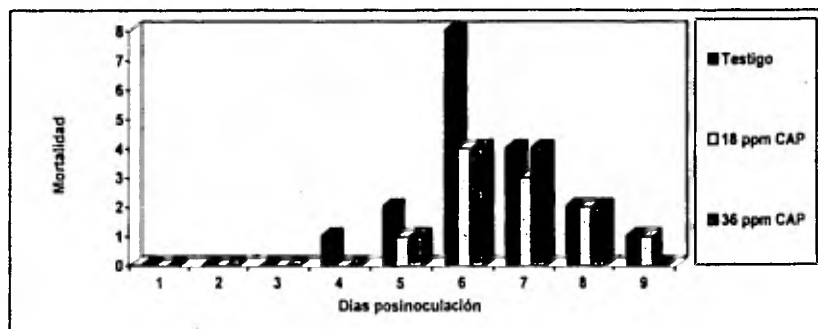
Valores con igual literal en la misma columna indica ausencia de diferencia estadística (P > 0.05)

n= variable debido a la mortalidad que se presentó durante el transporte de las aves al DPA: Aves, F.M.V.Z.

* Inoculada al día 25 con 10⁸ ufc/ml de *Salmonella gallinarum*.

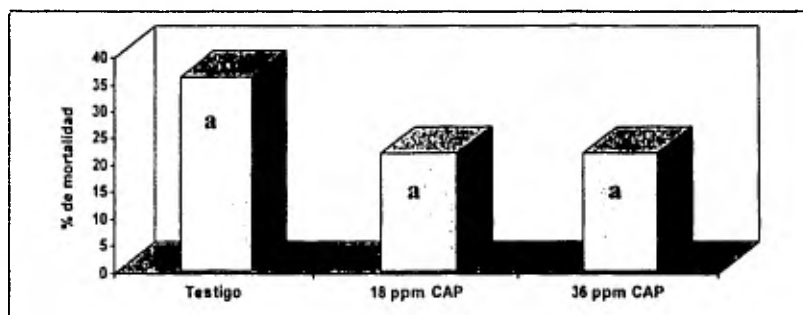
Gráfica 1

Efecto de la inclusión en la dieta de CAP durante 11 días sobre la mortalidad de pollitos de engorda inoculados experimentalmente con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum* al segundo día de edad.



Gráfica 2

Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda* durante 11 días sobre el aislamiento de *S. gallinarum* a partir de hígado en las aves muertas mediante siembra directa.

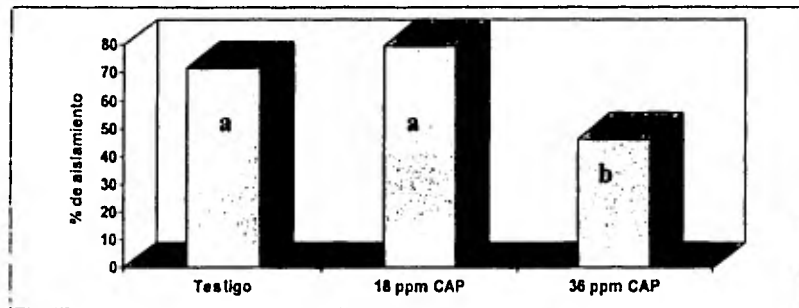


Barras con literal similar indica ausencia de diferencia estadística ($P > 0.05$).

* Inoculados con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum* al día dos de edad.

Gráfica 3

Efecto de la adición de CAP en la dieta de pollos de engorda* durante 11 días sobre el aislamiento de *S. gallinarum* a partir de hígado y bazo de las aves sobrevivientes.

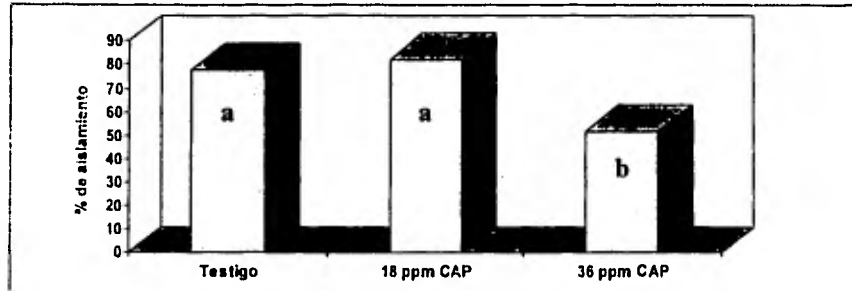


Barra con diferente literal indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

* Inoculados al día dos de edad con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum*

Gráfica 4

Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de pollos de engorda* durante 11 días sobre el aislamiento de *S. gallinarum* en órganos internos.

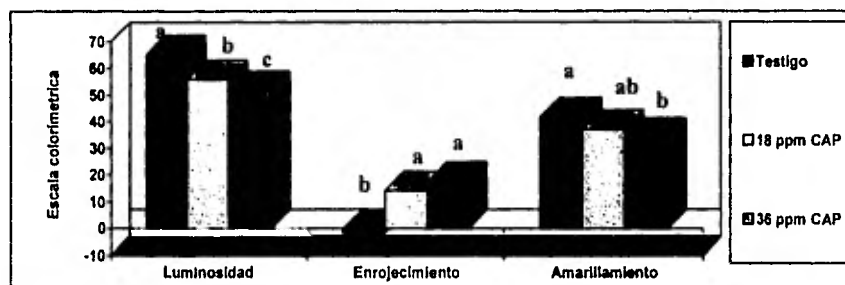


Barra con diferente literal indica diferencia estadística significativa ($P < 0.01$)

* Desafiados experimentalmente con 10^8 ufc/ml de *S. gallinarum* al día 2 de edad.

Gráfica 5

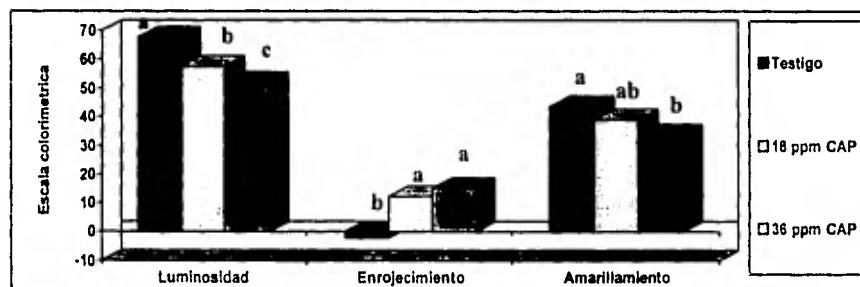
Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta sobre la pigmentación de la yema de huevo (Experimento 2).



Barra con diferente literal indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

Gráfica 6

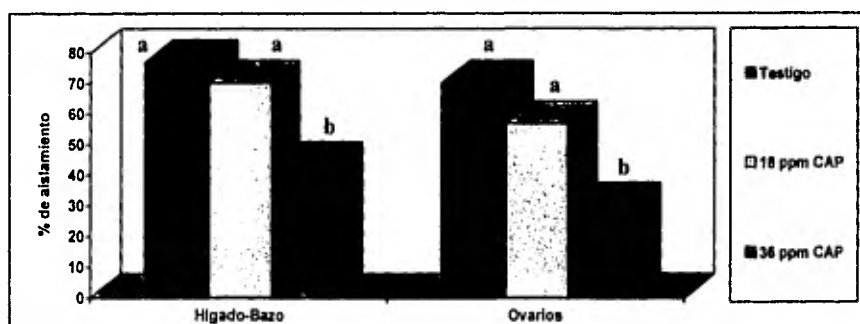
Efecto de la adición de CAP en la ración de gallinas de postura Dekalb Delta sobre el depósito de pigmento en yema de huevo (Experimento 3).



Barra con diferente literal indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)

Gráfica 7

Efecto de la adición de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta durante 28 días sobre la invasión de órganos internos por *S. enteritidis** (Experimento 2).

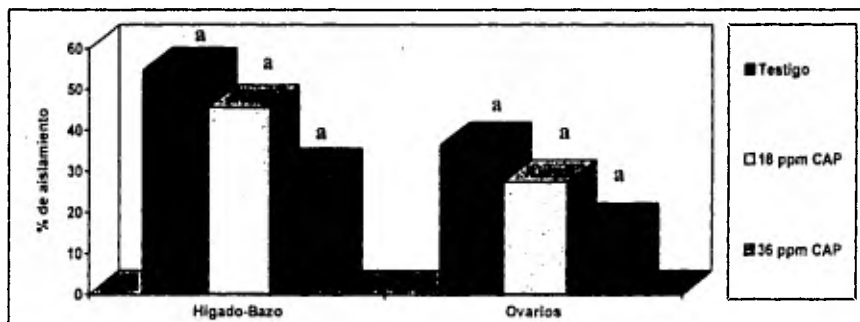


Barra con diferente literal indica diferencia estadística (P<0.05).

* Inoculada con 10^4 ufc/ml de *S. gallinarum* al día 25 del experimento.

Gráfica 8

Efecto de la inclusión de CAP en la dieta de gallinas de postura Dekalb Delta durante 28 días sobre la invasión de *S. gallinarum** a órganos internos (Experimento 3)



Barra con la misma literal indica ausencia de diferencia estadística.

* Inoculada con 10^4 ufc/ml de *S. gallinarum* al día 25 del experimento.