



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE UNA VACUNA COMERCIAL CONTRA
COCCIDIOSIS BAJO DIFERENTES PROGRAMAS DE
ADMINISTRACIÓN EN POLLO DE ENGORDA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ESCOBEDO VIVEROS ULISES ISRAEL

ASESOR:

MVZ.MC XÓCHILT HERNÁNDEZ VELASCO



MÉXICO, D.F.

2007



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.

DEDICATORIAS

El presente trabajo se lo dedico a mi gran y único abuelo Alberto Viveros que aunque ya no esta a mi lado físicamente desde hace unos años, nunca olvidare todo sus consejos y por su puesto los jalones de tres pelos, gracias te quiero mucho.

A mi abuela Indalecia por su duradero aporte y que lo perdí también hace ya unos cuantos años.

A mis padres Rosa María y Víctor Manuel por su constante orientación y su gran apoyo en todos estos años pues sin ellos no hubiera logrado este pequeño sueño.

Al niyin por siempre haber estado a mi lado y aguantar todos mis malos ratos.

A todos los que forman parte de mi gran familia por su apertura a trasmitir sus conocimientos y tener siempre una palabra de aliento muchas gracias.

A alguien que tengo poco de conocer pero que en este tiempo se convirtió en alguien muy importante para mi y en fragmento fundamental de mi vida tu BLCB, gracias mil gracias.

Y al final pero no por eso menos importante a ti deedee, peluz, fluk, poly por el simple hecho de haberlos conocido y de existir.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme aceptado hace ya algunos años.

A invaluable apoyo de Dra. Xóchilt Hernández pues sin duda fue parte fundamental en este proyecto al brindarme gran parte de su tiempo y a la cual le estaré siempre agradecido por la oportunidad ofrecida.

Al gran apoyo que tuve y tengo de Departamento de producción Animal: Aves al haberme abierto sus puertas y al haber elaborado este proyecto.

Al Dr. Néstor Ledesma, Dra. Odette Urquiza, Dra. Magdalena Escorcía Dra. Gabriela Gómez, Dra. Casaubon, pues sin duda siempre tuve de ellos un constante apoyo a través de sus consejos.

A mi amigo el Dr. Salvador Velázquez Cano por todo el tiempo y enseñanzas que me dedico.

A los miembros del jurado por la orientación brindada.

A mis compañeros, amigos y a todos los que de manera directa o indirecta contribuyeron a la realización del presente trabajo.

LISTA DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
• Importancia de la enfermedad	3
• Etiología	4
• Ciclo reproductivo	5
• Condiciones que permiten que se presente la enfermedad	5
• El papel de la respuesta inmune	8
• Vacunación en pollo de engorda	11
• Manejo de un programa de vacunación contra coccidiosis aviar	13
JUSTIFICACIÓN	17
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS PARTICULARES	17
HIPOTESIS	18
MATERIAL Y METODOS	19
• Animales de experimentación	19
• Alimento	19
• Vacuna	19
• Inoculo de desafío	20
• Evaluación del pigmento cutáneo	20
• Aspecto físico de las heces	20
• Conteo de ooquistes en heces	20
• Numero de ooquistes en mucosa intestinal	20
• Gravedad de lesiones	21
• Índice anticoccidial	21
• Análisis estadístico	21
• Diseño de los grupos	21

LISTA DE CONTENIDOS

	Pagina
RESULTADOS	23
DISCUSION	28
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS	35
FIGURAS	38
CUADROS	45

RESUMEN

ESCOBEDO VIVEROS ULISES ISRAEL. Evaluación de una vacuna comercial contra coccidiosis bajo diferentes programas de administración en pollo de engorda (Bajo la dirección de MVZ.MC Xóchilt Hernández Velasco).

La coccidiosis aviar (CA) es la parasitosis de mayor impacto económico en la avicultura mundial por lo que el uso de la vacunación se convierte en una opción.

El objetivo fue conocer la mejor vía y tiempo de administración de una vacuna comercial contra coccidia y determinar la protección al desafío. Se utilizaron 162 aves, alojadas en piso de la estirpe Ross. Se dividieron en 9 grupos con 3 replicas, los tratamientos incluyen aspersión de la vacuna, vacunación en agua de bebida, coccidiostato en alimento (Salinomicina) un grupo con anticoccidiano durante 42 días y grupos control (ver cuadro 1 pagina 32). Al día 21 de edad fueron desafiadas con un inóculo mixto de 290,000 ooquistes. Se pesaron a las aves semanalmente y se identificaron y cuantificaron los ooquistes en heces por la técnica de flotación y McMaster, los resultados se analizaron estadísticamente con varianza y prueba de Tukey. Las lesiones sugestivas a coccidias fueron evaluadas por la escala de Johnson y Reid (1970), y la severidad de las lesiones se analizó con la prueba de Kruskal Wallis y la prueba de U de Man Witney. Los resultados demostraron que los parámetros productivos de peso y pigmento se ven afectados dependiendo de la vía y programa de aplicación de la vacuna. La administración 60 ppm de salinomicina controló de mejor manera la replicación de ooquistes y mejores parámetros productivos. Sin embargo se tiene la gran desventaja de incrementar los costos de producción al incluir, para el control de coccidiosis, una vacuna y un coccidiostato ionóforo. **Palabras clave: Coccidiosis, ionóforos, salinomicina, vacuna, pollo de engorda.**

INTRODUCCIÓN

La coccidiosis aviar (CA) es una enfermedad parasitaria del tracto intestinal causada por protozoarios del género *Eimeria* (Peek 2006). Clínicamente se caracteriza por producir diarrea, anemia, mala digestión y absorción intestinal y mortalidad variable (Moreno *et al* 2002).

De acuerdo con su localización geográfica, densidad de población y a las prácticas de producción de la avicultura moderna se ha favorecido la presentación de la CA. La CA es la enfermedad que origina mayor gasto por parte de los avicultores (Mathis 2006; Dalloul *et al* 2007). Para su combate y prevención, se ha contado con una gran diversidad de procedimientos, entre ellos el uso de productos químicos como: sulfas, tetraciclinas, nitrofuranos, piridonas y en épocas recientes, ionóforos y diclazuril (Morris *et al* 2006).

Sin embargo, además de los efectos colaterales indeseables que se han tenido con el uso de estas sustancias, tales como toxicidad, baja en el crecimiento, incremento en requerimientos nutricionales específicos, tiempo de eliminación de la droga del organismo, fácil desarrollo de resistencia y brotes subclínicos (Morris *et al* 2006).

El ave enferma se caracteriza por adoptar una posición agazapada, presenta plumas erizadas, ojos semi-cerrados, crestas y barbillas pálidas, en estas condiciones las aves tienden a agruparse y aislarse en pequeños grupos, también puede observarse mala pigmentación de piel y mala uniformidad de la parvada. Además pueden presentar diarrea de mucosa a sanguinolenta, la gravedad de los signos señalados dependerá del cuadro clínico (Ruff MD 1993).

Se caracteriza por causar signos inespecíficos, por lo que puede pasar desapercibida o confundirse con otros padecimientos digestivos. Esta presentación es la más frecuente de esta parasitosis y se caracteriza por afectar los parámetros productivos, causar mala pigmentación cutánea y baja mortalidad (McDougal y Reid, 2003).

IMPORTANCIA DE LA ENFERMEDAD

En especial, la coccidiosis aviar provoca serios problemas a la avicultura nacional, tanto a nivel rústico como tecnificado, causa mermas muy importantes en la producción, deficiente conversión alimenticia, pérdida de peso, mala pigmentación y mortalidad variable que representan pérdidas económicas en la producción de carne y huevo; aunado a estas, existe una elevada erogación económica realizada por los productores para prevenir y controlar la enfermedad mediante fármacos (Fragoso 1998; Mosqueda 1989).

La CA es la parasitosis de mayor impacto económico en la avicultura intensiva a nivel mundial. Se calcula una inversión mayor de 1.5 billones de dólares por conceptos de prevención, tratamientos, mala absorción, baja productividad y mortalidad. Además, se menciona que del 6 al 8 % de la mortalidad está asociada a coccidiosis. (Palermo 2005).

Hasta la fecha no se ha podido erradicar, sólo queda la posibilidad de vigilar su evolución y evaluar periódicamente sus alcances para controlar eficientemente su impacto en la economía de la industria avícola. Los crecientes problemas para desarrollar nuevas drogas anticoccidiales donde la inversión estimada es de 50 a 100 millones de dólares y el desaliento debido al menor costo por tonelada medicada (en 1990 una tonelada de alimento contenía en promedio cinco dólares

por concepto de coccidiostatos, actualmente es de dos a tres dólares por tonelada), (Allen *et al* 2002; Rami 2006).

El rápido desarrollo de cepas resistentes a las drogas anticoccidiales; y la creciente presión de los consumidores para eliminar los residuos de la carne, obliga a dar un nuevo enfoque a los esfuerzos hacia la prevención de la enfermedad mediante la investigación de sistemas de control biológico en lugar de controles químicos (Morris *et al* 2006; Hume *et al* 2006).

ETIOLOGÍA

Las coccidias pertenecen al phylum *Apicomplexa* y a la familia *Eimeriidae*. Existen cerca de 900 especies que afectan anélidos, insectos, reptiles, anfibios, aves y mamíferos (Van der Sluis 1993). Son 9 las especies de coccidias que afectan a las gallinas y 3 especies importantes en el pollo de engorda se reconocen a: *Eimeria tenella*, *E. maxima*, *E. acervulina*, *E. necatrix*, *E. brunetti*, *E. mitis*, *E. praecox*, *Eimeria hagani*, *E. mivati* como las más virulentas y específicas de especie, es decir las que afectan a los pollos y gallinas no afectan a otras aves ni animales, (W. Van der Sluis 1993; Moreno 1980). Dentro de cada especie, existen cepas con diferente grado de patogenicidad (Moreno, 1989).

Las eimerias han sido confirmadas en los países que cuentan con infraestructura para la producción de pollo de engorda; dentro de los países que se pueden mencionar se encuentran EE UU, Reino Unido, Republica Checa, Francia, Suecia, Argentina, Brasil y México (Guzmán 2003).

La industria brasileña en el año 1997 emitió haber tenido grandes pérdidas económicas por las dificultades en controlar los brotes de coccidiosis aviar (Guzmán 2003).

CICLO REPRODUCTIVO

Las aves se infectan al ingerir ooquistes esporulados infectantes, que por acción de enzimas y secreciones gástricas asociadas a movimientos gástricos; liberan esporozoitos y estos invaden células de la mucosa intestinal. En el interior de las células se transforman en trofozoitos, por reproducción asexual forman un esquizonte o meronte I, que al madurar libera cientos de merozoitos de primera generación, cada uno de ellos invade un nuevo enterocito y formarán trofozoito II, que produce esquizontes II ó merozoitos de segunda generación. De acuerdo a la especie puede haber hasta 4 generaciones de merozoitos. Los de la última generación invaden nuevas células e inicia el ciclo sexual dónde los microgametos fecundan a los macrogametos y dan lugar a los cigotos y estos a los ooquistes maduros no esporulados que son excretados con las heces. La esporulación se produce en la cama de la caseta (McDugal y Reid, 2003).

CONDICIONES QUE PERMITEN QUE SE PRESENTE LA ENFERMEDAD

Existen factores que afectan o favorecen la severidad de la enfermedad, como: Presencia de especies o cepas más virulentas, cantidad de ooquistes esporulados ingeridos, fin zootécnico, edad y estado nutricional e inmunológico, calidad de la cama, densidad de población, mala bioseguridad, estado de los bebederos, época del año y clima, tipo, dosis y tiempo de retiro del anticoccidiano, grado de resistencia de las eimerias al anticoccidiano utilizado (Moreno 1980; Vega 2002).

Actualmente la prevención y control de la coccidiosis es llevada a cabo por medidas sanitarias enfocadas al manejo del microclima y sobretodo de la cama (en explotaciones en piso), aunado a un tratamiento a dosis preventivas de algún producto anticoccidiano (Fragoso 1998).

El desarrollo de fármacos anticoccidianos ha sido muy amplio como: Sulfaquinoxalina, Nitrofurazona, Ácido arsenílico, Nicarbacina, Furazolidona, Amprolium, Zoalene, Buquinolato, Decoquinato, y más recientemente los Ionoforos (Monensina, Naracina, Maduramicina, Salinomicina, Semduramicina y Lasalocid), los cuales se emplearon a partir de 1970 y se han convertido en la base de los programas preventivos contra coccidiosis, tendencia que hasta hoy continúa (McDougal y Reid, 2003).

Sin embargo, debido al desarrollo de resistencia de la coccidia a algunos anticoccidianos, además de la tendencia a evitar el uso de fármacos en la crianza de los pollos, la enfermedad es todavía un motivo de preocupación entre los avicultores. Dentro de otras opciones que se han probado para la prevención de la CA, se han utilizado diversos métodos de vacunación con diferentes tipos de cepas virulentas, seleccionadas y atenuadas (Fragoso 1998).

La vacunación contra la coccidiosis representa una útil y exitosa herramienta en el control de esta enfermedad utilizada a nivel mundial y su uso se ha incrementado de manera muy importante en el sector productor de pollo (Schering.P, 1999).

Las características de pigmentación del mercado mexicano han limitado el desarrollo de esta herramienta, básicamente por la asociación del efecto colateral sobre la pigmentación que en algunos casos resulta del empleo y manejo de la vacuna (Schering.P, 1999).

En México se ha probado este tipo de inmunización en aves de diferente función zotécnica, como pollas de reposición, reproductoras, progenitoras, aves de combate y actualmente en pollo de engorda. Los resultados obtenidos en años anteriores de pruebas han variado, sin embargo los resultados han sido mejorados conforme se ha perfeccionando la técnica de la vacunación y seguimiento en campo. Ésta se ha adaptado a las condiciones cambiantes de manejo y ambiente que existen (Moreno, 1991; Moreno *et al* 2002).

A través de los años ha surgido un gran interés sobre el uso de vacunas como método profiláctico contra coccidiosis aviar. El objetivo de la vacuna es producir inmunidad protectora durante la vida productiva del ave, el principio de la vacunación se basa en la administración de cantidades controladas de ooquistes esporulados, con el objeto de estimular al sistema inmune, para montar la protección ante una infección de campo. Por esta razón es importante estimular la inmunidad contra las especies coccidia que afectan con mayor frecuencia a las aves comerciales (Cabriales, 2002).

La apreciación de la dinámica de las infecciones con *Eimeria* es importante para entender como se desarrolla la inmunidad. Si se monitorea una infección natural contando el número de ooquistes frescos presentes en la cama, se observará que el número inicial es bajo, creciendo rápidamente hasta alcanzar un pico aproximadamente a las 4 semanas de edad y entonces subsecuentemente declinar (Chapman, 2000).

Experimentos recientes han demostrado que si las aves se desafían en intervalos semanales no se adquiere una sólida inmunidad hasta la séptima semana de edad.

El ciclo de vida de las especies de *Eimeria* toma aproximadamente siete días y en general tres ciclos de replicación son necesarios para estimular una inmunidad preservadora. Es por ello deseable, entonces, que la vacunación se realice tan temprano como sea posible con el objetivo de estimular al sistema inmune lo antes posible. Las vacunas contra coccidia usualmente eran administradas cuando las aves cumplían 10 días de edad, sin embargo en los últimos años la tendencia ha sido vacunar a una edad más temprana, y actualmente algunas vacunas son administradas a los tres días de edad o incluso en la incubadora (Chapman 2000). Para todas las vacunas contra coccidiosis el reciclaje por medio de la exposición de los parásitos presentes en la cama es necesario para adquirir una sólida inmunidad, estos parásitos pueden ser cepas vacunales o bien cepas de campo. Esto ha sido demostrado en experimentos, donde las aves vacunadas han sido colocadas en jaulas y estas no han desarrollado inmunidad. (Chapman *et al* 1997).

EL PAPEL DE LA RESPUESTA INMUNE

El complejo ciclo de vida de la coccidia estimula un número variable de respuestas inmunológicas. La etapa intracelular en el ciclo reproductivo de la coccidia estimulará respuestas inmunológicas humorales y celulares tanto durante la infección primaria inicial; así como, en las infecciones subsiguientes. La protección inmune es específica de especie, excepto con *E. maxima* donde se ha reportado la inmunovariabilidad entre cepas, lo que puede resultar en una protección cruzada incompleta o ausente. Por lo tanto, es posible tener protegidas a las aves contra una cepa y ser susceptible a la infección por otra cepa de la misma especie. (Eng Hong Lee *et al* 1999).

La respuesta humoral, representada por la secreción de suero, mucina, anticuerpos locales de la mucosa intestinal y linfocitos B son el resultado directo de la interacción de macrófagos y otras células que presentan al antígeno con las etapas invasoras de esporozoitos y de merozoitos. Esta respuesta, derivada de interacciones complejas entre macrófagos, linfocitos, células ciliadas y epiteliales, representa una primera línea defensiva a todo organismo invasor en el intestino, la cual, aunque es altamente efectiva contra colonización bacteriana e infecciones virales, es limitada contra coccidias debido a que dentro de su ciclo reproductivo el parásito cambia de estado intracelular a extracelular y de reproducción asexual a sexual y por lo tanto evade la respuesta inmune. (Eng Hong Lee *et al* 1999).

Principalmente en la fase temprana de la infección parasitaria y en la última etapa de desarrollo sexual. La respuesta inmune mediada por células parece tener el papel más importante en la infección por coccidias y en el desarrollo parasitario intracelular, en general. La reacción inmune mediada por células a la infección coccidial representa una interacción aún más compleja del parásito, con función inmune asociada del tracto intestinal. Una comprensión total de este proceso requiere la identificación de varias poblaciones de linfocitos T, la caracterización de la función de macrófagos, células ciliadas y la función de células asesinas naturales (NK) y la puesta en claro de la respuesta inmune regulada de citosina y linfocina, las investigaciones en esas áreas todavía están incompletas para coccidiosis aviar. La activación antígeno-específica y la no específica de los linfocitos T, células NK y macrófagos, es componente necesario del proceso de inmunidad contra coccidiosis mediada por células (IMC). Los esporozoitos han sido observados dentro de los linfocitos CD8+T, durante la infección primaria, lo

que indica que estas células pueden estar involucradas en el transporte de merozoitos dentro del tracto intestinal. Cantidades en aumento de estas mismas células T aparecen algunas veces rápidamente, ocho días posinfección, en el epitelio del tracto, continuando infecciones coccidianas secundarias, vistas también en contacto directo con células epiteliales infectadas. Lo anterior sugiere que las células CD8+ son, de manera natural citotóxicas y pueden destruir células infectadas del huésped. (Eng Hong Lee *et al* 1999).

Las células NK parecen jugar un papel especial en la defensa temprana local de infección por coccidiosis, mientras que los macrófagos pueden ser más importantes en la fagocitosis de los esporozoitos. Ambos tipos de células son conocidas como secretoras de citocinas durante y después de la infección coccidial. Observaciones de linfocitos intraepiteliales en el intestino (IEL) han demostrado que las células NK median espontáneamente la citotoxicidad.

Estas células se encuentran en grandes cantidades en los estadios infecciosos tempranos de la coccidiosis y sugieren un posible papel de control de la proliferación parasitaria. Además, los niveles de actividad de células NK en el intraepitelio aumentan en animales infectados y coincide con la eliminación parasitaria. (Eng Hong Lee *et al* 1999; Morris *et al* 2006).

Esto indica que los IEL, NK pueden estar involucrados en el bloqueo de la invasión de esporozoitos del tracto gastrointestinal. La función exacta de los macrófagos en la respuesta inmune, además de su posible participación en la presentación antigénica, transporte de esporozoitos y la destrucción de estos posteriormente a la fagocitosis, aún no se comprende del todo. . (Eng Hong Lee *et al* 1999; Morris *et al* 2006).

Evidencia creciente sobre citocinas y linfocinas producidas durante la infección coccidiana y la inmunización hacen pensar que éstas son moléculas importantes en el control de respuesta inmune mediada por células, de huéspedes. (Eng Hong Lee *et al* 1999; Morris *et al* 2006).

El factor de necrosis tumoral es secretado por las células NK y macrófagos y ejerce ambos efectos patológico y de protección en infecciones coccidianas. Se cree que el interferón-gamma juega un papel crítico en la protección de las aves contra la infección coccidiana, como es el evidente aumento de peso del ave, la producción decreciente de occistos y la inhibición del desarrollo parasitario intracelular de aves tratadas con interferón-gamma. No se conoce exactamente como el interferón-gamma regula la actividad anticoccidiana, pero el hecho de que esta citosina activa macrófagos, células NK y linfocitos citotóxicos T lo hace un elemento de importancia en la protección inmune celular anticoccidiana (Allen *et al* 2002).

VACUNACIÓN EN POLLO DE ENGORDA

La vacunación a edad temprana con eimerias vivas en la planta incubadora confiere una inmunidad sólida en forma natural, temprana y prolongada en el ave, lo cual no ha sido logrado consistentemente con el uso de vacunas subunitarias. Esta característica se ha utilizado para desarrollar vacunas vivas para inmunizar a las aves (Chapman 2000).

La utilización de este método en condiciones favorables puede ser más rentable en comparación con la adición continua de anticoccidianos en el alimento (Moreno 1991).

Además ofrece ventajas adicionales como aumentar la vida útil de las drogas anticoccidianas mediante el reemplazo de las poblaciones de coccidias nativas

resistentes por cepas vacunales sensibles a estos productos, de modo que se optimiza el desempeño de las drogas anticoccidiales en campo (Mosqueda 1991).

El uso de vacunas proporciona una mayor flexibilidad del tiempo en el cual se envía la parvada a la planta de procesamiento, ya que la vacuna no requiere de periodo de retiro alguno. Así mismo se evita la manifestación de efectos secundarios atribuibles al uso de anticoccidiales que representa toxicidad o mala palatabilidad de la droga, lo cual puede afectar su consumo adecuado (Crouch et al 2003).

Los productos que actualmente son utilizados en pollo de engorda, contienen en general *E. acervulina*, *E. maxima*, y *E. tenella*, por ser las especies más frecuentes y de mayor importancia económica para esta industria. Algunas vacunas contienen además otras especies como *E. praecox* o *E. mivati*. Habitualmente *E. necatrix* y *E. brunetti* no se incluyen porque son poco frecuentes en pollo de engorda.

En general, existen dos tipos de vacunas disponibles contra coccidiosis, no atenuadas y atenuadas (de baja virulencia). Las vacunas no atenuadas han sido seleccionadas por ser susceptibles a drogas anticoccidias y por presentar una virulencia baja; por lo tanto, son totalmente susceptibles a estas drogas.

Las vacunas vivas atenuadas contienen especies de *Eimerias* spp, en las que se disminuyó su virulencia mediante el cultivo en embrión de pollo y selección de cepas precoces que causan un menor daño a nivel intestinal por que constan de un menor número de ciclos de reproducción asexual (Chapman 2000).

Algunos tipos de estas vacunas indican estimular la inmunidad materna de la aves con los resultados de producción similares o superiores y sin los problemas de resistencia a drogas anticoccidiales, además de eliminar el riesgo de producir cuadros de coccidiosis subclínica que pueden afectar lo parámetros productivos y provocar despigmentación cutánea (Allen *et al* 2003).

Una de las desventajas de las vacunas es que su margen de seguridad es muy estrecho; requiere una supervisión y asesoría técnica del manejo, preparación y administración de la vacuna, manejo de la cama y monitoreo de la parvada y sus parámetros productivos. A través del tiempo se ha demostrado que el efecto colateral sobre la pigmentación está relacionado con una fuerte reacción post vacunal, resultado de una pobre uniformidad durante la administración de la vacuna o mal manejo posterior de la cama (Piraces 1993).

MANEJO DE UN PROGRAMA DE VACUNACIÓN CONTRA

COCCIDIOSIS AVIAR

Las aves vacunadas pueden presentar lesiones y excretar una gran cantidad de ooquistes entre 5 y 7 días después de la vacunación y nuevamente entre 10 y 14 días después de la vacunación. Por lo anterior las parvadas vacunadas deben ser rutinariamente monitoreadas para observar la presencia de lesiones propias de la vacunación que indiquen una correcta inmunización mediante el sistema de evaluación de propuesto por Johnson & Reid (1970) para describir el nivel de lesiones esperadas. Mediante este sistema, una calificación de 0 a 4+ es asignada a las aves, donde 0 indica estado normal y 4+ se emplea en los casos más severos o mortalidad (Newman 1999).

El 65% o más de las aves no deberán presentar lesiones aparentes durante el pico de la reacción post-vacunal que se presentará entre los días 14 y 28 de edad. Entre un 95 y 100% de las aves no deberán presentar ninguna lesión después de los 35 días de edad.

E. tenella y *E. mivati*: El pico de lesiones se observa entre el día 14 y el día 24 de edad. Más de un 30% de las aves de una parvada mostrarán lesiones grado 1+, y menos de un 10% mostraran lesiones 2. A los 28 días de edad las lesiones comenzarán a disminuir o incluso desaparecerán.

E. maxima: las lesiones alcanzarán su pico entre el día 20 y 28 de edad. Más de un 15% de las aves de una parvada desarrollarán lesiones grado 1.

La evaluación macroscópica de lesiones con *E. maxima* son difíciles de evaluar. Microscópicamente se observa un reducido número de ooquistes (1-25 ooquistes en un campo macroscópico de 100x) entre un 30 a 70% de las aves. Menos de un 10 % de las aves pueden tener 100 o más ooquistes en un campo microscópico de 100x entre los 20 y 28 días de edad. Después de los 28 días es raro observar ooquistes de *E. maxima*.

E. tenella: El pico de lesiones se observa entre el día 23 y 24 de edad. Muy pocas aves muestran lesiones de *E. tenella*. Menos de un 15 % de las aves vacunadas desarrollan lesiones de grado 1+ o 2+. Es posible observar lesiones cecales en aves retrasadas o en aves que no han tenido acceso al alimento (Newman 1999).

Controlar el desarrollo de lesiones mediante una vacunación uniforme es el primer paso para hacer de la inmunización una opción viable para establecer un

programa de control de coccidiosis. Se ha subrayado que además del reciclaje de los ooquistes como resultado de la administración de la vacuna, también puede presentarse la multiplicación de cualquier cepa presente en el medio ambiente. Esto puede explicar el porque algunas veces se observan lesiones leves post vacunales en aves inmunizadas con vacunas atenuadas y no atenuadas. (Mathis, 1999; Newman 1999).

Para la prevención de reacciones posvacunales severas, se ha recomendado el uso de amprolio al 10% diez días después de la vacunación, pero esto no siempre es necesario. El manejo de los programas de restricción de alimento, las condiciones de humedad la cama, así como el estado inmunológico de las aves durante el pico de la reacción post vacunal (entre el día 16 y el día 18) son críticos para el desempeño de la vacuna y de la parvada.

El control de la enteritis necrótica durante el pico de la reacción post vacunal juega un papel importante.

Se recomienda la inclusión en el alimento de aditivos antimicrobianos con acción específica contra *Clostridium* ssp a las máximas dosis sugeridas durante este periodo (Newman 1999).

Ha sido expresada la preocupación de que el uso de vacunas vivas contra la coccidiosis pueda resultar en la introducción de especies en el medio ambiente que no se presentaban anteriormente. A pesar de que esto puede ocurrir a nivel individual de cada granja, esto es menos probable a nivel local (complejo de producción), regional o nacional.

En lugares donde se ha llevado a cabo investigaciones detalladas, las especies más comunes (ejemplo: *E. acervulina*, *E. maxima*, *E. tenella*) y las especies menos comunes (ej. *E. mitis*, *E. necatrix*) han sido aisladas y de manera general se considera que las especies de *Eimeria* están distribuidas mundialmente (Moreno 2002).

En lugares en que ésta sea una preocupación, una opción sería emplear vacunas con un número limitado de especies. Si no se realiza los manejos anteriormente mencionados en forma adecuada, si la calidad inmunológica de las aves es mala o están expuestas a factores predisponentes o complicantes, es posible que algunas vacunas provoquen lesiones moderadas e incluso una coccidiosis clínica (Newman 1999).

JUSTIFICACIÓN

Debido a que la CA es la parasitosis de mayor impacto económico en la avicultura mundial, en la cual se presenta un alto desarrollo de resistencia por parte de los anticoccidianos ya existentes y un pobre desarrollo de nuevos coccidiostatos por parte de la industria farmacéutica ; es necesario contar con diferentes alternativas para el control de la coccidiosis aviar; por lo que el uso de la vacunación se convierte en estos momentos una elección muy asequible para poder confrontar los efectos provocados por la CA.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia protectora de una vacuna contra *Eimeria* spp aplicada por diferentes programas en pollo de engorda mediante la evaluación de parámetros productivos para determinar que vía y tiempo de administración confiere mayor protección al desafío.

OBJETIVO PARTICULAR

1. Evaluar las unidades colorimétricas del pigmento amarillo en piel de pollo de engorda vacunado y desafiado mediante el colorímetro de reflectancia Minolta CR-300 para determinar el programa de vacunación que afecte en menor grado a este parámetro.
2. Evaluar y determinar el número de ooquistes excretados por gramo de heces en pollos de engorda vacunados y desafiados mediante la técnica de McMaster.
3. Evaluar el peso corporal del pollo de engorda vacunado y desafiado para determinar que programa de vacunación afecta en menor grado la ganancia de peso.

4. Evaluar el Índice anticoccidial en pollos de engorda vacunados y desafiado mediante el porcentaje de viabilidad, ganancia relativa de peso corporal, índice de lesiones y de ooquistes para evaluar que programa afectó menos este parámetro.
5. Cuantificar las *Eimerias* intracelulares presentes en epitelio, subepitelio y glándulas de duodeno, yeyuno y ciego de pollo de engorda vacunados y desafiado mediante la escala de Johnson y Reid (1970) para determinar en que programa de vacunación se redujo más la replicación de *Eimerias* en tejido intestinal al desafío.

HIPOTESIS

El uso de diferentes vías y tiempos de administración de la vacuna comercial contra coccidia determinará la protección al desafío y permitirá conocer el programa más adecuado para esta vacuna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales de experimentación

Se utilizaron 162 pollitos de engorda de la estirpe Ross de un día de edad, provenientes de una incubadora comercial que fueron alojados en corrales en piso dentro de las unidades de aislamiento del Departamento de Producción Animal: Aves (DPA: Aves) de la FMVZ de la UNAM, con una duración de 42 días. Se registró el peso corporal de todos los pollos en cada grupo semanalmente a partir del día 1 de edad. Mientras que la mortalidad se registró diariamente por réplica y grupo.

Alimento

Se administró agua y alimento *ad libitum*, manejando dos fases de alimentación: del día 1 al 21 de edad se les proporcionó alimento iniciador con 21% de proteína cruda (PC), 3000 kilo calorías (kcal) de energía metabolizable (E.M.) y 40 ppm de xantofilas. El alimento finalizador se les proporcionó del día 22 de edad al final de la prueba, con 18% de PC., 3200 kcal de E.M. y 85 ppm de xantofilas.

Ambas fases fueron elaboradas sin coccidiostato y sin promotor de crecimiento. Únicamente las aves del grupo VII recibieron alimento con coccidiostato (60 ppm de salinomicina) durante toda la prueba.

Vacuna

La vacuna tenía un título de 750, 000 ooquistes / ml, con una esporulación del 78% y contenía las siguientes especies: *E. acervulina* (17%), *E. maxima* (13%), *E. tenella* (42%) y *E. praecox* (28%). La dosis por pollo fue de 1,570 ooquistes esporulados y viables.

Inóculo de desafío

Al día 21 de edad todas las aves de los grupos I al VII fueron desafiadas en el alimento con un inóculo mixto que contenía 290,000 ooquistes, de los cuales el 73% eran esporulados. El inóculo estaba compuesto por cepas patógenas de campo de *E. acervulina* (23%), *E. maxima* (27%), *E. tenella* (12%) y *E. praecox* (38%).

Evaluación del pigmento cutáneo

El pigmento se evaluó con el colorímetro de reflectancia Minolta CR-300 (Minolta, Co. Osaka, Japón) a los 42 días de edad en la zona aptérica lateral derecha en 10 pollos de cada grupo.

Aspecto físico de las heces

El aspecto físico de las heces o Índice de excretas (I.E.) se evaluó semanalmente del día 7 al 28 de edad. Se les asignó los siguientes valores 0= normales (típicas), 1= con estrías mucosas, 2= ligeramente líquidas, 3= mucosas y 4= muy líquidas, de acuerdo a la escala de Johnson y Reid (1970).

Conteo de ooquistes en heces

Para evaluar el número de ooquistes eliminados en heces por grupo, así como el porcentaje por especie, se colectaron muestras de heces del día 3, 7, 14, 21, 28, 35 y 42 de edad. El conteo de ooquistes / g de heces (opgh) se realizó con la técnica de McMaster, al microscopio óptico y con el objetivo 40x.

Número de ooquistes en mucosa intestinal

El número de ooquistes en epitelio, subepitelio y glándulas se evaluó al día 28 de edad, en 5 aves por grupo, por medio de un lente ocular con una escala reticular ($24\mu\text{m}$ por $24\mu\text{m}$ = 0.58 mm^2) con objetivo fuerte (Johnson and Reid 1970).

Gravedad de las lesiones

Al día 7 posdesafío (28 de edad) las aves sobrevivientes de dos réplicas de cada grupo fueron sacrificadas por dislocación cervical e inmediatamente después se les extrajo el intestino. Las lesiones sugestivas a coccidias fueron evaluadas de acuerdo a la escala de Johnson y Reid (1970).

Índice anticoccidial

Se realizó tomando en cuenta el porcentaje de viabilidad, ganancia relativa de peso corporal entre el día 21 y 28 de edad, índice de lesiones de ooquistes al día 28 de edad, y se clasificó como bueno en los valores de 180 a 200, moderado de 160 a 179 y pobre menor a 160.

Análisis estadístico

Los pesos de los grupos y el número de ooquistes fueron sometidos a una prueba estadística de análisis de varianza y las diferencias entre las medias de los grupos se evaluaron con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

La severidad de las lesiones se analizó con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y con la prueba de U de Man Whitney que determinó las diferencias entre las medianas de los grupos. Todas las pruebas estadísticas se analizaron con una significancia de ($P < 0.05$.) (Shirley 1990).

DISEÑO DE LOS GRUPOS

Las aves fueron distribuidas en 9 grupos, cada uno con tres replicas de 6 pollos. Posteriormente se asignó **aleatoriamente** un tratamiento por grupo: los **grupos I y II** recibieron la vacuna por aspersion al día 1 de edad y se revacunó al **grupo II** al día 10 de edad. Al **grupo III**, se les administró la vacuna en el alimento durante las tres primeras semanas de vida, mientras que los **grupos IV y V** recibieron la

vacuna en el agua de bebida al día 3 de edad. El **grupo V** se revacunó al a los 10 días de edad. El **grupo VI** no recibió la vacuna. Al **grupo VII** se le administró la vacuna al día tres de edad y recibió alimento con 60 partes por millón (ppm) de salinomicina durante todo el ciclo. El **grupo VIII** no fue vacunado ni infectado. Mientras que al **grupo IX** únicamente se le administró la vacuna al día 21 de edad por vía oral (Cuadro 1).

RESULTADOS

Evaluación del pigmento cutáneo

Día 21 posinoculación. Los grupos III, VI, VII, VIII y IX tuvieron la mayor cantidad de amarillamiento cutáneo y fueron similares entre ellos ($p>0.05$); sin embargo, los grupos III, VI, VII y IX no tuvieron diferencia ($p>0.05$) con el II; y el VI, VII, IX y II tampoco tuvieron diferencia ($p>0.05$) con los grupos I y V. Los grupos I, II, IV y V registraron los niveles más bajos no mostraron diferencia ($p>0.05$) entre ellos (Cuadro 2 y Figura 1).

Día 28 posinoculación. Los grupos VI, VIII y IX mostraron la mayor cantidad de amarillamiento cutáneo ($p<0.05$) que el resto de los grupos. Los grupos I, II, III y VII fueron similares entre sí, pero el grupo III tuvo mayor cantidad de amarillamiento ($p<0.05$) que los grupos IV y V (Cuadro 2 y Figura 1).

Día 35 posinoculación. Los grupos 4,8 mostraron la mayor ($p<0.05$) cantidad de amarillamiento cutáneo en comparación con el resto de los grupos excepto el 9. El grupo 9 tampoco fue diferente ($p>0.05$) a los grupos 2,5,6 y 7, pero los grupos 2 y 5 tuvieron mayor ($p<0.05$) amarillamiento cutáneo que los grupos 1 y 3. (Cuadro 2 y Figura 1).

Día 42 posinoculación. Los grupos II, IV, V, VII y VIII no presentaron diferencia entre ellos ($p>0.05$), pero si fueron mayores ($p<0.05$) en cantidad de amarillamiento cutáneo en relación al resto de los grupos, excepto con el grupo IX. El grupo IX fue menor ($p<0.05$) al grupo VII y mayor ($p<0.05$) a los grupos I, III y VI (Cuadro 2 y Figura 1).

Ooquistes por gramo de heces

El grupo VIII se mantuvo negativo durante todo el tiempo que duro la prueba y los grupos VI y IX hasta el día 21 de la prueba.

Día 3 posinoculación. Todos los grupos fueron negativos a ooquistes en heces ($p>0.05$) (Cuadro 3 y Figura 2).

Día 7 posinoculación. El grupo IV presentó una mayor cantidad ($p<0.05$) de ooquistes por gramo de heces que el grupo V, mientras que el grupo VII tuvo una cantidad de ooquistes por gramo de heces similar a los grupos IV y V ($p>0.05$). El resto de los grupos fueron negativos a coccidias (Cuadro 3 y Figura 2).

Día 14 posinoculación. El grupo IV mostró una mayor cantidad ($p<0.05$) de ooquistes en heces en relación al resto de los grupos, excepto el grupo II. El grupo I es menor ($p<0.05$) al grupo IV, pero no al grupo II ($p>0.05$). Los grupos III, V y VII tuvieron menores ($p<0.05$) ooquistes en las heces que los grupos I y IV, pero no ($p>0.05$) con el grupo II (Cuadro 3 y Figura 2).

Día 21 posinoculación. El grupo IV mostró mayor ($p<0.05$) número de ooquistes en heces que los grupos II, V y VII, pero no fue diferente estadísticamente ($p>0.05$) a los grupos I y III. El grupo II presentó menor ($p<0.05$) cantidad de ooquistes en heces que los grupos I, III, IV, V y VII (Cuadro 3 y Figura 2).

Día 28 posinoculación. El grupo II mostró una mayor cantidad de ooquistes en heces que el resto de los grupos ($p<0.05$), excepto con el grupo VI. Así mismo, grupo VI no fue distinto estadísticamente al grupo IX ($p>0.05$). Los grupos I, III, IV, V y VII presentaron la menor ($p<0.05$) cantidad de ooquistes por gramo de heces (Cuadro 3 y Figura 2).

Día 35 posinoculación. El grupo IX mostró mayor ($p>0.05$) cantidad de (opgh); sin embargo, no fue diferente ($p>0.05$) a los grupos II, VI y VII. Estos a su vez no fueron diferentes ($p>0.05$) a los grupos I, IV, V y III (Cuadro 3 y Figura 2).

Día 42 posinoculación Los grupos no mostraron diferencia estadística ($p>0.05$) en el numero de ooquistes por gramo de heces (Cuadro 3 y Figura 2).

Promedio de peso semanal

Al inicio de la prueba todos los grupos tuvieron el mismo peso corporal ($p<0.05$) (Cuadro 4 y Figura 3).

Al día 7 de edad los grupos I, II, III, IV, V y VII no tuvieron peso corporal estadísticamente diferentes ($p>0.05$) entre sí; sin embargo, el grupo V fue mayor ($p<0.05$) al grupo VI pero fueron mayores con respecto a los grupos VIII, IX y VI. (Cuadro 4 y Figura 3).

Al día 14 de edad todos los grupos tuvieron el mismo peso corporal ($p<0.05$). (Cuadro 4 y Figura 3).

Día 21 de edad el grupo 9 obtuvo mayor ($p<0.05$) peso en gramos con el resto de los grupos excepto 3 y 8 ($p>0.05$). A su vez, los grupos 3 y 8 no mostraron una diferencia estadística ($p>0.05$) con los grupos 2 y 6 pero si fueron mayores ($p<0.05$) con los grupos I, IV, V y VII (Cuadro 4 y Figura 3).

Día 28 de edad. Los grupos mostraron una diferencia estadística ($p<0.05$), el grupo 8 fue mayor en peso corporal con relación a los grupos I, II, III, IV y VI, pero no con los grupos V, VII y IX ($p>0.05$). El grupo VI fue el mas bajo en peso de todos los grupos (Cuadro 4 y Figura 3).

Día 35 de edad. Todos los grupos mostraron una diferencia estadística ($p<0.05$) entre sí, excepto los grupos VII y VIII ($p>0.05$). El grupo II mostró la mejor ($p<0.05$)

ganancia de peso en gramos (Cuadro 4 y Figura 3).

Día 42 de edad. Con excepción de los grupos IV y VII todos los grupos mostraron una diferencia estadística ($p < 0.05$) en peso corporal, y el grupo V mostró el mejor peso corporal al finalizar la prueba (Cuadro 4 y Figura 3).

Ganancia relativa de peso (GRP)

La ganancia relativa de peso (GRP) obtenida al finalizar la prueba fue mayor en el grupo VII (96.67%), seguido por los grupos V (93%) y IV (92.95%). El resto de los grupos tuvo una GRP menor a 76% (Cuadro 5 y Figura 3).

Índice total de lesiones

No se encontró diferencia estadística significativa en la severidad de las lesiones intestinales entre los grupos ($p > 0.05$) (Cuadro 6 y Figura 5, 6, 7).

Índice anticoccidial

Se obtuvo a partir de los resultados de porcentaje de viabilidad, porcentaje de ganancia relativa de peso entre los días 21 y 28 de edad, índice de lesiones intestinales e índice de ooquistes.

Los grupos que obtuvieron un índice anticoccidial bueno (180 a 200) fueron IV, V, VII y VIII el resto de los grupos fueron clasificados como pobre (menor a 160) (Cuadro 7 y Figura 4).

Número de ooquistes en intestino

No se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en la cantidad de ooquistes en el duodeno a los 7 días posdesafío (Figura 5).

En relación al yeyuno, el grupo IX tuvo la mayor ($p < 0.05$) cantidad de ooquistes en comparación con los grupos VII y VIII y no mostró diferencia ($p > 0.05$) con el resto de los grupos (Figura 6).

En el ciego se encontraron las mayores cantidades de coccidias siendo el grupo VI el que presentó el mayor número ($p < 0.05$) de todos los grupos y el resto no fueron estadísticamente diferente entre ellos ($p > 0.05$) (Figura 7).

DISCUSIÓN

La vacunación contra la coccidiosis representa una útil y exitosa herramienta en el control de esta enfermedad utilizada a nivel mundial. Las características de pigmentación del mercado mexicano han limitado el desarrollo de esta herramienta, básicamente por la asociación del efecto colateral sobre la pigmentación que en algunos casos resulta del empleo y manejo de la vacuna. Los resultados obtenidos en años anteriores de pruebas han variado, sin embargo los resultados han sido mejorados conforme se ha perfeccionando la técnica de la vacunación y seguimiento en campo.

Lo anterior se puede observar en los resultados obtenidos sobre la medición del pigmento cutáneo que exponen que los grupos vacunados y desafiados presentaron a los 28 días de edad los menores niveles de pigmento en piel durante el tiempo que duró la prueba y se observó una recuperación al día 35 y mayor aún al día 42.

Este decremento en el pigmento se relaciona a que el desafío con *Eimeria* y al efecto negativo que el parásito causa en el tejido intestinal. En infecciones por *Eimeria* la absorción de nutrientes y aditivos del alimento, particularmente el pigmento, se ve reducida debido al daño directo provocado por el parásito; así como por el cambio de la morfología de la mucosa, ya que se produce una hiperplasia general, disminución del largo y número de las microvellosidades, aumento en la diferenciación celular con incremento en el número de células caliciformes; sin embargo, si la infección es controlada, el tejido intestinal puede regenerarse y recuperar su capacidad de absorción (Peek *et al* 2006).

De acuerdo a los resultados del día 42 de edad se puede precisar que los grupos que presentaron mejor pigmentación en piel son el IV, VII, II, V y VIII en orden descendente; estos resultados están en razón de la vía y método de vacunación utilizado y del efecto protector de la vacuna ante el desafío. Se observó que aunque la vacunación en agua no es la vía preferida para vacunar contra coccidia, debido a que el consumo de ooquistes es poco homogéneo (Schering.P.A 1999).

En esta prueba observamos que los grupo IV y V estuvieron dentro de los grupos con mayor pigmento amarillo en piel, esto puede deberse a que la replicación de la vacuna fue adecuada desde edades tempranas como puede observarse en el cuadro 3 y por lo tanto la inmunidad contra coccidia era sólida para el momento del desafío, mientras que el grupo no vacunado y desafiado obtuvo los niveles más bajos de pigmento amarillo en piel en los dos últimos muestreos de la prueba como era de esperarse.

El grupo vacunado por aspersión al día de edad no mostró un nivel adecuado de pigmento durante toda la prueba, pero el grupo que recibió una segunda vacunación por aspersión al día 10 de edad (grupo II) se encontró dentro de los grupos con mejor pigmentación en piel y peso corporal al final de la prueba, a pesar de que presentó altos niveles de ooquistes al día 28; lo que sugiere que la vacuna confirió protección ante una nueva exposición.

El mismo efecto se observó entre los grupos IV y V en relación al peso corporal final de la prueba, donde el grupo V que recibió una revacunación al día 10 mostró mejor peso corporal, mientras que en relación al pigmento cutáneo no hubo diferencia estadística significativa entre ambos grupos.

Estos resultados concuerdan con estudios donde se menciona que una sola vacunación contra *Eimeria* spp en ocasiones no logra conferir una inmunidad completa debido a que la reinfección depende de factores ambientales y de manejo que favorezcan la esporulación de la cepa vacunal y la reinfección de las aves en la caseta, y esta protección adecuada se alcanzará mejor si se administran vacunaciones subsecuentes. Por otra la administración de cantidades bajas de ooquistes en forma continuas y cantidad desuniforme no garantiza una protección adecuada. (Shirley *et al.*, 2005; Chapman *et al.*, 2002)

Esto último también se observó en el grupo III que recibió la vacuna en alimento en cantidades bajas en forma continua durante tres semanas y que se encontró entre los grupos que obtuvieron los niveles más bajos de pigmento, ganancia relativa de peso y fue el penúltimo en peso corporal de los grupos vacunados.

En los resultados obtenidos en el índice anticoccidial al final de la prueba se observó que la vacuna utilizada en el estudio protegió adecuadamente a las aves de los grupos IV, V, y VII, El grupo con mejor índice anticoccidial al final de la prueba se observó que la vacuna utilizada en el estudio protegió adecuadamente a las aves de los grupos IV, V, y VII.

El grupo con el mejor índice anticoccidial en relación al grupo VIII fue el grupo VII, en el cual se efectuó la vacunación a los tres días de edad y se adicionó salinomicina en el alimento.

Los resultados muestran que la administración de 60 ppm de salinomicina en el alimento durante toda la prueba controló de mejor manera la replicación de ooquistes. Chapman, 2000 y Shirley and Long, 1990 mencionan como una alternativa para el control de la coccidiosis el uso de vacunas con cepas tolerantes

a ionóforos como un mecanismo doble y conjunto para reducir o controlar las poblaciones de eimerias nativas y favorecer la replicación de las cepas vacunales. Además, los grupos IV, V y VII coincidieron con los grupos que registraron mayores niveles de coccidias excretadas en heces a edades más tempranas (día 7) (Chapman, 2000; Shirley and Long, 1990).

Lo anterior muestra que una característica importante para obtener inmunidad sólida a la infección es asegurar adecuadas reinfecciones de la cepa vacunal; ya sea mediante vacunaciones subsecuentes o bien en forma natural con un manejo adecuado del material de cama, mas que una vía de vacunación particular (Crouch, 2003).

El grupo VII también tuvo la mejor ganancia relativa de peso entre el día 21 y 28 esto se atribuye a la presencia del producto ionóforo en el alimento. La salinomicina controló la infección por ooquistes de desafío administrados al día 21 y debido a esto fue el único grupo vacunado que no presentó ninguna lesión intestinal a lo largo de la prueba. Este método donde se combina la vacunación con cepas tolerantes a ionóforos y salinomicina en el alimento asegura que se evite la presencia de lesiones intestinales y afectación en parámetros productivos debidos a una replicación masiva de ooquistes de campo y vacúnales, especialmente si esta vacuna contiene cepas no atenuadas o no seleccionada por su baja virulencia.

Sin embargo, tiene la gran desventaja de incrementar los costos de producción al incluir para el control de coccidiosis una vacuna y un coccidiostato ionóforo. La vacuna utilizada en este estudio contiene cepas de moderada virulencia, ya que al administrarla en pollos de 21 días de edad afectó el peso corporal y

moderadamente el pigmento cutáneo, también causó una cantidad mayor de ooquistes en duodeno y se relacionó a las lesiones macroscópicas similares a las del grupo no vacunado y desafiado (grupo IV).

CONCLUSIONES

La ganancia de peso y el pigmento del grupo 7 presentaron diferencias significativas en las aves vacunadas con respecto al grupo de aves no vacunadas o vacunadas con otros programas, favoreciendo estos parámetros productivos.

La vacuna utilizada en este estudio contiene cepas de moderada virulencia, ya que al administrarla en pollos de 21 días de edad afectó el peso corporal y moderadamente el pigmento cutáneo, también causó una cantidad mayor de ooquistes en duodeno y se relacionó a las lesiones macroscópicas similares a las del grupo no vacunado y desafiado.

Por lo anterior, el programa donde se combina la vacunación y la administración de salinomicina en el alimento produjo una inmunidad sólida y evitó lesiones intestinales severas y afectación en parámetros productivos relacionadas tanto a la replicación masiva de ooquistes vacúnales como de campo.

Perspectivas

Es conveniente realizar más estudios donde se combine la administración de coccidiostatos diferente a los Ionóforos y vacunas para conocer los efectos que tienen estos sobre las poblaciones de cepas vacúnales y en especial confirmar que exista un reemplazo de las cepas de campo por las vacúnales. Sin embargo se tiene la gran desventaja de incrementar los costos de producción al incluir para el control de coccidiosis una vacuna y un coccidiostato.

Tomado como base la información presentada en esta tesis, es importante señalar que el programa de vacunación aquí presentado está desarrollado acorde a una cepa de moderada virulencia, por lo que este factor es sumamente importante, considerarlo para la aplicación del programa en otro tipo de vacuna que pudiera contener cepas con características diferentes a la aquí aplicada.

REFERENCIAS

Cabriales J.J.J. Comportamiento de la Eliminación de Ooquistes como Herramienta de la Evaluación de una Vacuna contra la Coccidiosis aviar en aves Reproductoras. México. 2002. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas; 134-136

Chapman.H.D, Cherry T.E. Eye Spray Vaccination: infectivity and development of immunity to *Eimeria acervulina* and *Eimeria tenella*. Poultry Research 1997;6;274-278.

Chapman.H.D. Practical use of Vaccination for the Control of Coccidiosis in the Chicken. World's Poultry Science Journal 2000; 56; 7-20.

Chapman HD, Cherry TE, Danforth HD, Richards G, Shirley MW, Williams RB. Sustainable Coccidiosis Control in Poultry Production: the role of live vaccines. Int J Parasitol. 2002; 32(5):617-29.

Crouch C.F, S.J. Andrews. Protective Efficacy of a Live attenuated Anticoccidial Vaccine Administered to 1-dya-old Chickens. Avian pathol 2003; 32 (3); 297-304.

Eng Hong Lee. Inmunidad A La Coccidiosis: Una Representación Esquemática de Cómo Funcionan las Vacunas Vivas. Inc. 131 Malcolm Road, Guelph Ontario Canadá, N1K 1 A8.

Fragoso S.H. Evaluación De Un Inmunogeno Contra Coccidia Aviar En Pollos de Engorda Mediante Una Prueba De Piso.1998. Centro Nacional De Parasitología Animal. S.A.R.H. CENID-Parasitología Animal. Carretera Cuernavaca-Cuautla Km. 11.5, Jiutepec Morelos.

G.F Mathis, C. Broussard. Increased Level of *Eimeria* Sensitivity to Diclazuril After Using A Live Coccidial Vaccine. Avian Diseases 2006; 50; 321-324

G.M. Morris, R.B. Gasser. Biotechnological advances in The Diagnosis of Avian Coccidiosis and the Analysis of Genetic Variation in *Eimeria*. Biotechnology Advances 2006; 24; 590-603

H. W Peek, W. J. Landman. Higher Incidence of *Eimeria* spp. Field Isolates Sensitive for Diclazuril and Monensin Associated With the Use of Live Coccidiosis Vaccination With Paracox – 5 in Broilers Farms. Avian Diseases 2006; 50; 434-439

Johnson J and Reid WM. Anticoccidial drugs; Lesion scoring techniques in battery and floorpen experiments with chickens. Exp Parasitol 1970;28;30-36

Luginbuke RC and Schlotzhaver SD SAS / STAT Guide For Personal Computer. 6th ed. N.C.,SAS Institute, Cary, 1987.

M.E Hume, S Clemente-Hernández, E.O. Oviedo-Rondón. Effects of Feed Additives and Mixed *Eimeria* Species Infection on Intestinal Microbial Ecology of Broilers. Poultry Science 2006;85 (12);2106-2111

Manual Técnico. Coccivac. Schering-Plough Animal Health Corporation.1999.

Mathis G.F. The Influence of Coccidiosis Vaccine Coccivac B on Compensatory Weight gain in Broiler Chickens in Comparison With the Anticoccidial Salinomycin. In: Southern Poultry Science Society Conference, Atlanta G.A 1999; 18-19

McDougal. RL, Reid MW. Coccidiosis in Disease of Poultry. 11th ed. U.S.A. Iowa: Iowa State University Press, 2003. Pp. 974-971

Moreno D.R. Algunos Aspectos De La Coccidiosis Aviar En La Zona De Coatzacoalcos, Veracruz, México. Vet. Méx 2002; 33(1); 63-71

Moreno DR. Endoparásitos más Frecuentes en Las Gallinas. 1989 México D.F. Memorias de la III Jornada: Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.

Moreno DR. Inmunización Contra la Coccidiosis Aviar. 1991 México. D.F. Memorias de la II Jornada Avícola. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.

Moreno DR. Patogenicidad de Algunas Cepas de *Eimeria* Aisladas de Pollo en México. Veterinaria México 1980; 11; 1-7.

Mosqueda TA. Generalidades de coccidiosis. Curso de actualización: Coccidiosis Aviar.1989 México, D.F. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.

P. C. Allen, H. D. Danforth. Development of a Protective Index to Rank Effectiveness of Multiple Treatments Within an Experiment: Application to a Cross-Protection Study of Several Strains of *Eimeria maxima* and a Live Vaccine. Avian Diseases 2003; 48 (2); 370-375

P.C. Allen, R.H. Fetterer. Recent Advances in Biology and Immunobiology of *Eimeria* Species and in Diagnosis and Control of Infection With These Coccidian Parasites of Poultry. Clinical Microbiology 2002; 15(1); 58-65

Palermo JN. Current And Futures Perspectives on the Regulation of Anticoccidial Drugs and Vaccines. IXth International Coccidiosis Conference. Parana, Brazil.

Piracés SF, Cortes C. R. Factores que Afectan la Pigmentación de Pollo de Carne. México 1991. AMENA X Ciclo de conferencias internacionales sobre la avicultura. 103-107

Rami A. Dalloul, Travis W. Bliss, Yeong-Ho Hong. Unique Responses of the Avian Macrophage to Different Species of *Eimeria*. Molecular Immunology 2007; 44; 558-

566

Ruff MD. Valor De La Prueba De Sensibilidad En Coccidiosis Aviar. Avic Prof. 1993; 10(3); 109-116

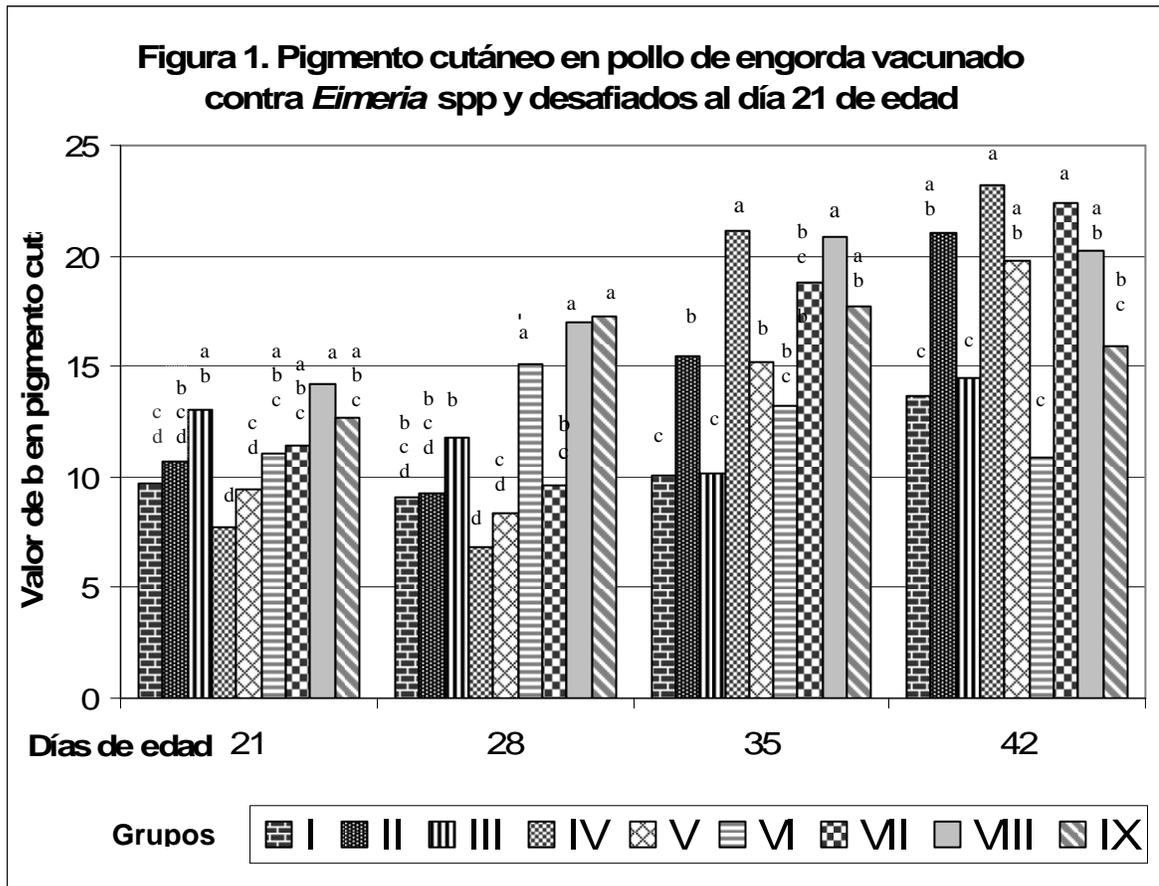
Shirley M.W and Peter L. Long. Control of coccidiosis in chickens: inmización with live vaccines. In Long PL. Coccidiosis of Man and Domestic Animals. Boca Raton Florida U.S.A., Ed. CRC Pres 1990; 321-338.

V.B Guzman, D.A.O. Silva. A Comparison between IgG Antibodies against *Eimeria acervulina*, *E.maxima* and *E.tenella* and Oocyst shedding in Broiler-Breeders Vaccinated With Live Anticoccidial Vaccines. Vaccine 2003; 21; 4225-4233

Vega Saldaña CA. Métodos para Diseñar Programas Anticoccidiales. México. 2002. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas.

Wibe van der Sluis. *Eimeria*, Quo Vadimus? in World Poultry Special Issue on Coccidiosis 1993 August; 4-8

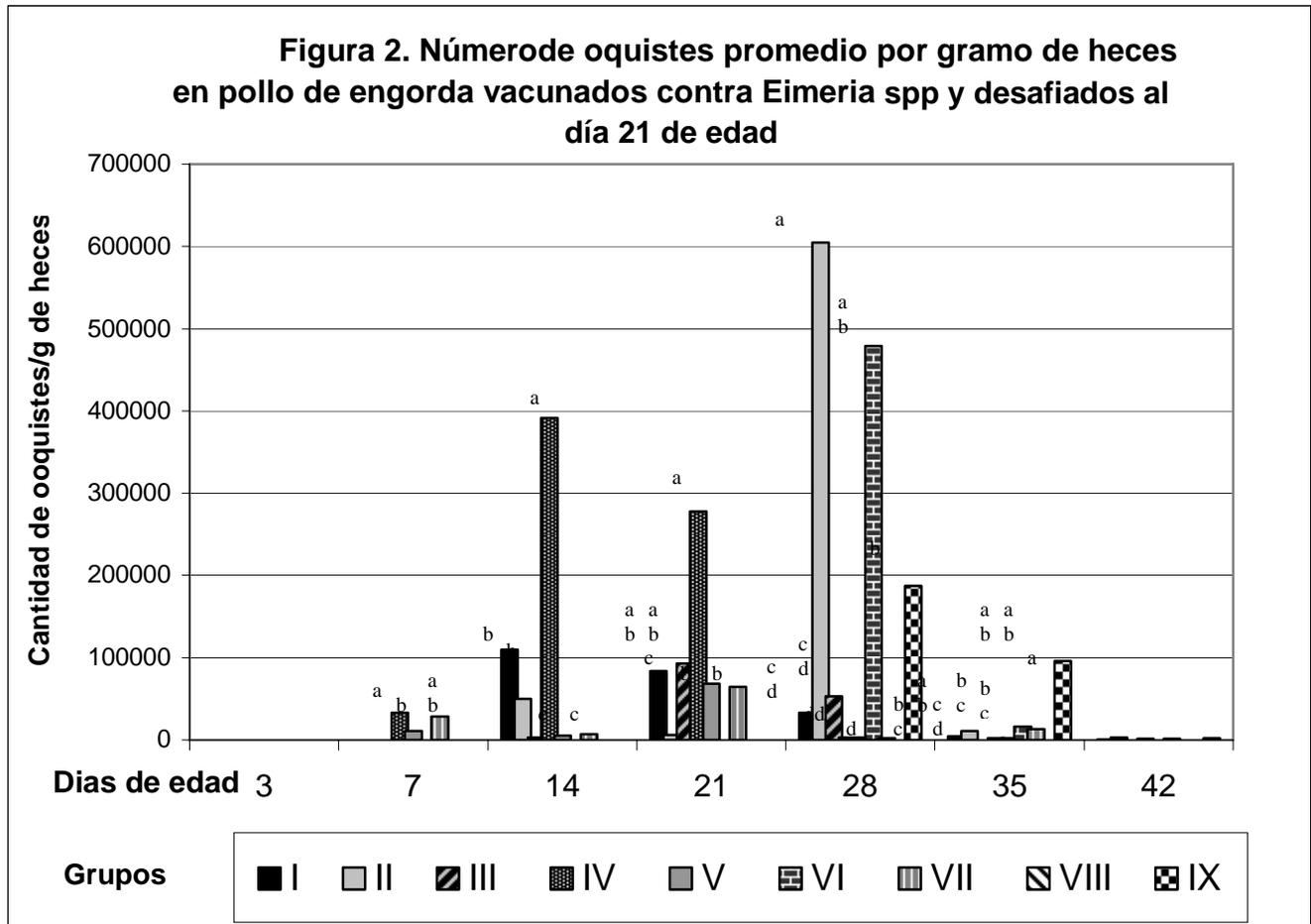
FIGURAS



*Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

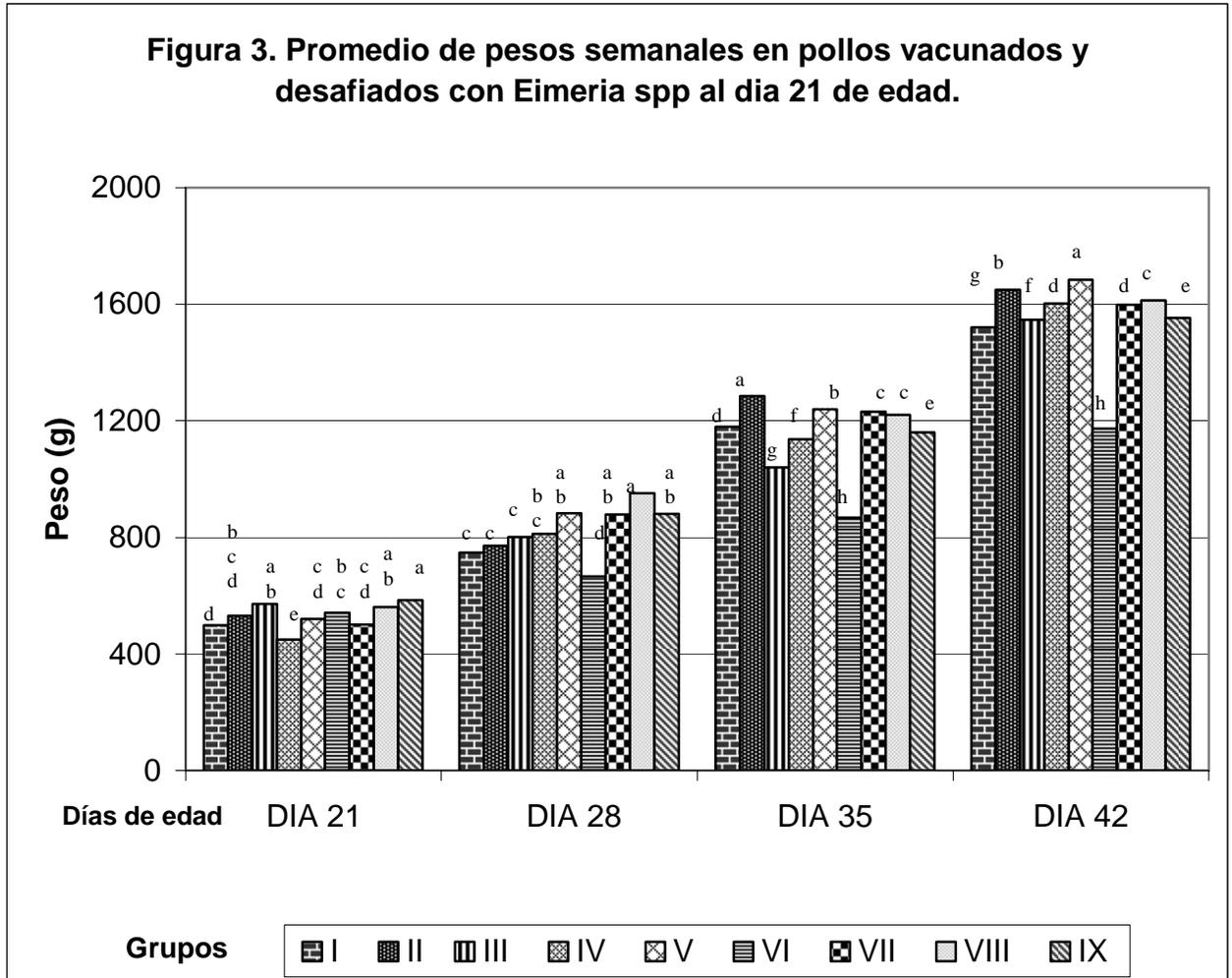
- I Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV Vacuna en agua al día 3 de edad
- V Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI No recibió vacuna
- VII Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII No fue vacunado ni desafiado
- IX Vacuna al día 21 de edad por vía oral



* Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

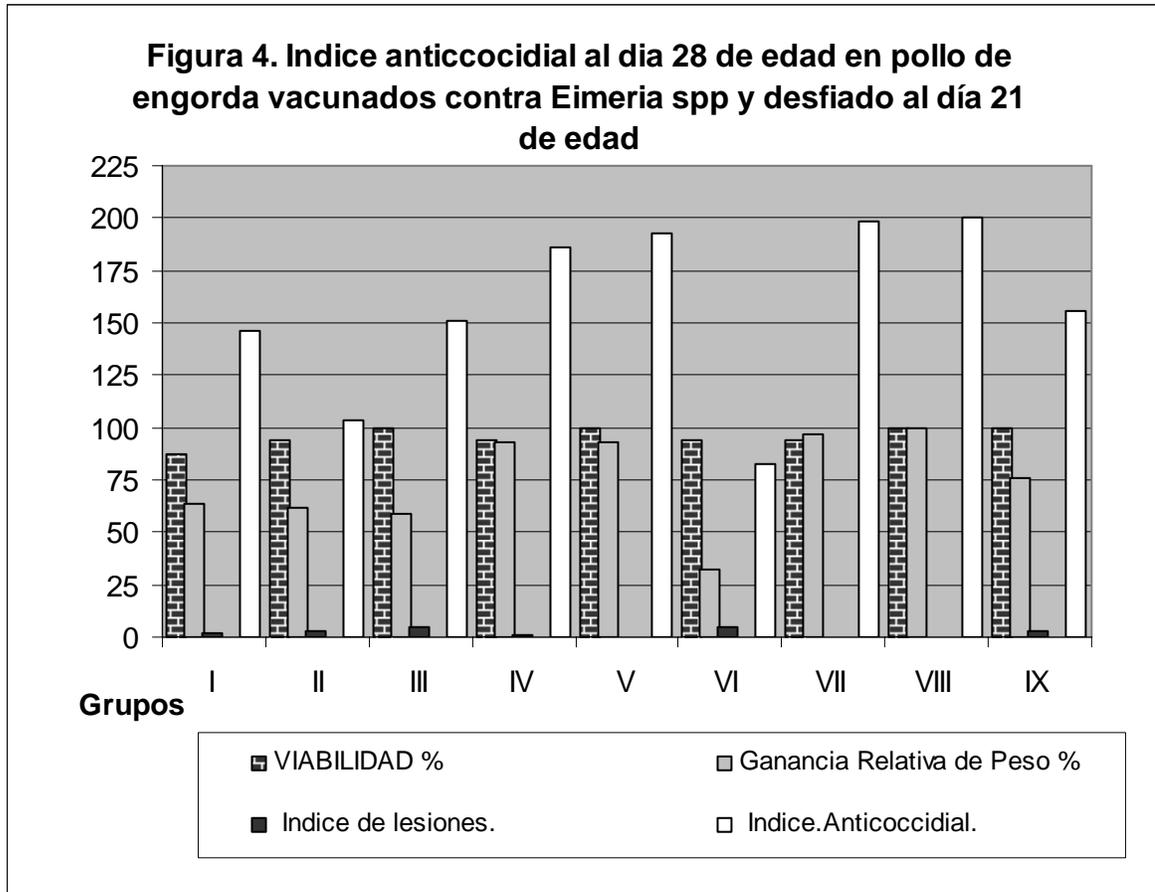
- I Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV Vacuna en agua al día 3 de edad
- V Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI No recibió vacuna
- VII Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII No fue vacunado ni desafiado
- IX Vacuna al día 21 de edad por vía oral



* Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

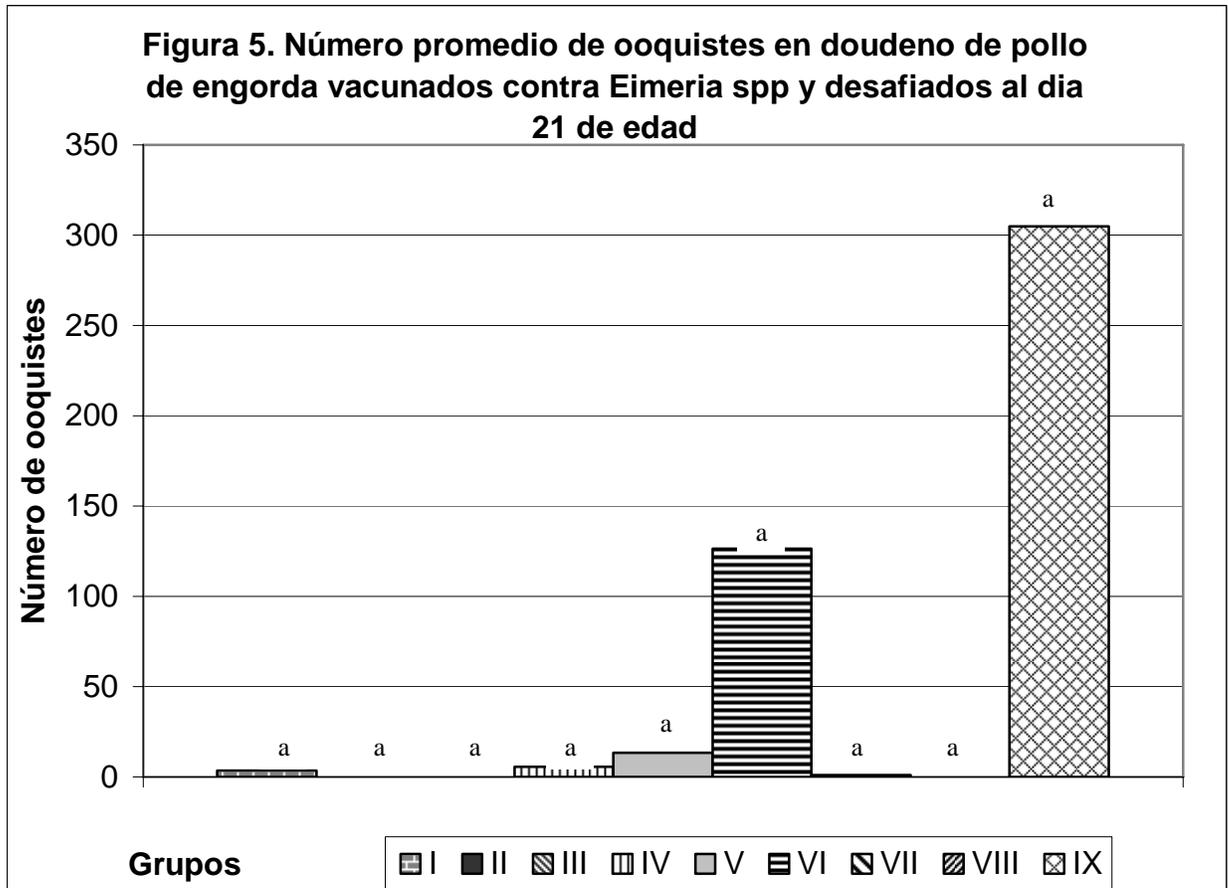
- I** Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II** Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III** Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV** Vacuna en agua al día 3 de edad
- V** Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI** No recibió vacuna
- VII** Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII** No fue vacunado ni desafiado
- IX** Vacuna al día 21 de edad por vía oral



*Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

- I** Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II** Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III** Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV** Vacuna en agua al día 3 de edad
- V** Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI** No recibió vacuna
- VII** Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII** No fue vacunado ni desafiado
- IX** Vacuna al día 21 de edad por vía oral

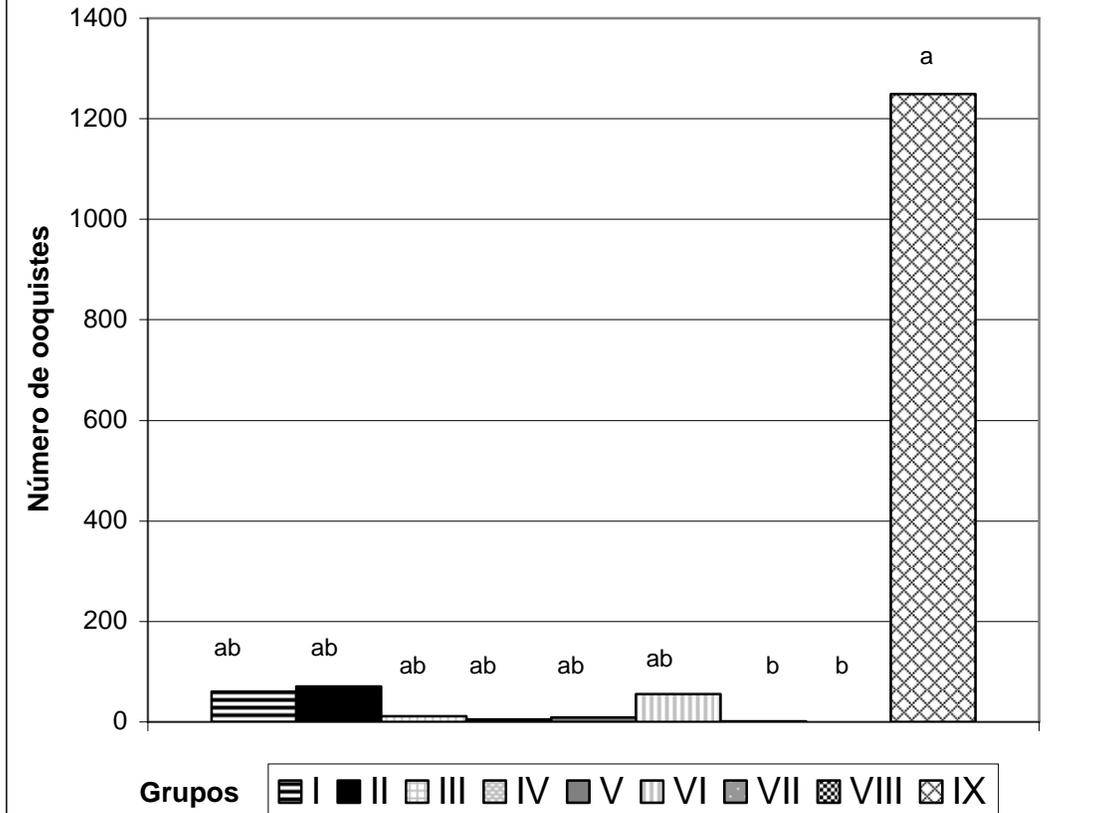


* Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

- I** Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II** Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III** Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV** Vacuna en agua al día 3 de edad
- V** Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI** No recibió vacuna
- VII** Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII** No fue vacunado ni desafiado
- IX** Vacuna al día 21 de edad por vía oral

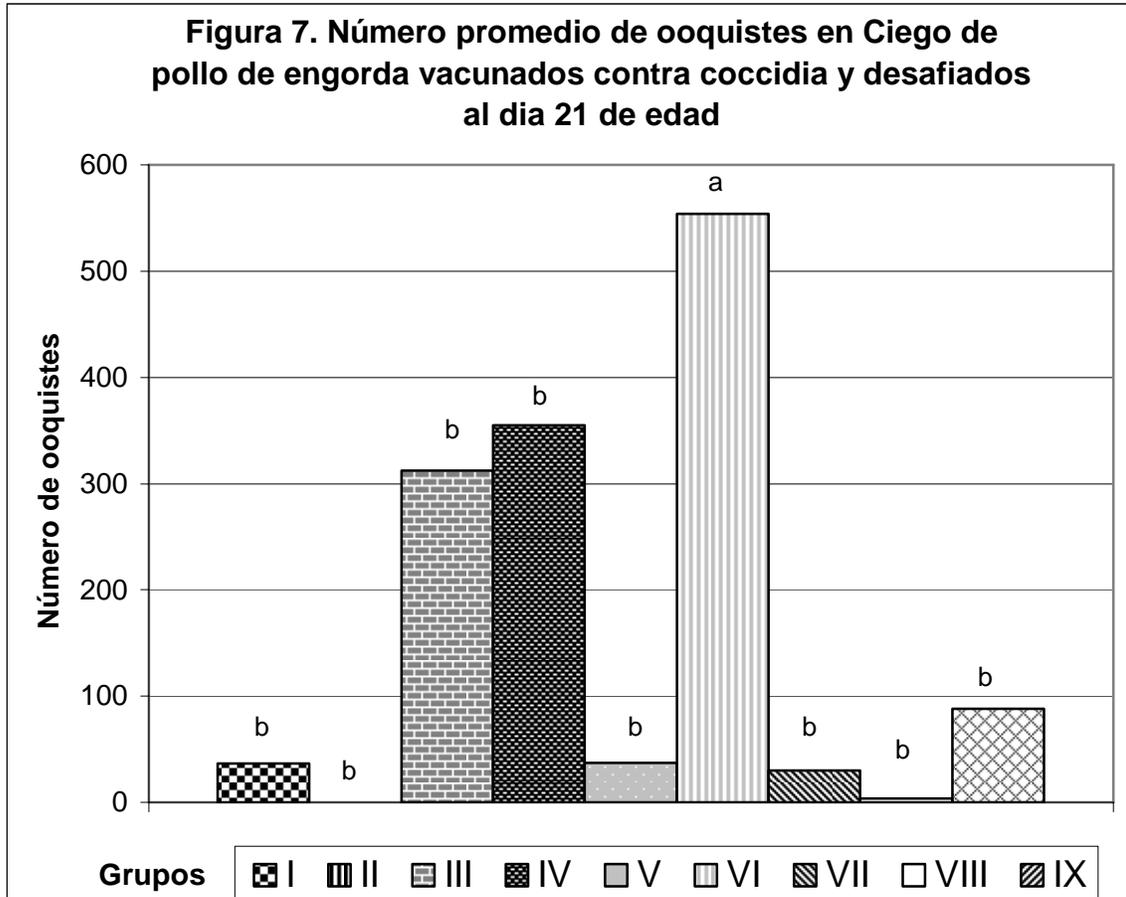
Figura 6. Número promedio de ooquistes en yeyuno de pollo de engorda vacunados contra coccidia y desafiados al día 21 de edad



*Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

- I** Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II** Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III** Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV** Vacuna en agua al día 3 de edad
- V** Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI** No recibió vacuna
- VII** Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII** No fue vacunado ni desafiado
- IX** Vacuna al día 21 de edad por vía oral



*Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

GRUPOS

- I** Vacuna por aspersión al día 1 de edad
- II** Vacuna por aspersión al día 1 y 10 de edad
- III** Vacuna en alimento durante tres semanas
- IV** Vacuna en agua al día 3 de edad
- V** Vacuna en agua al día 3 y 10 de edad
- VI** No recibió vacuna
- VII** Vacuna en agua al día tres de edad + alimento c/60ppm de salinomicina
- VIII** No fue vacunado ni desafiado
- IX** Vacuna al día 21 de edad por vía oral

CUADROS

Cuadro 1
Diseño experimental.

GRUPO	VIA Y EDAD DE LA VACUNACIÓN	DESAFIO AL DÍA 21 DE EDAD CON EIMERIA SPP.
I	ASPERSION AL DIA 1	+
II	ASPERSION AL DIA 1 Y 10	+
III	EN ALIMENTO POR 3 SEMANAS	+
IV	EN AGUA AL DIA 3	+
V	EN AGUA AL DIA 3 Y 10	+
VI	SIN VACUNA	+
VII	EN AGUA AL DIA 3 + ALIMENTOc/60ppm Salinomicina	+
VIII	SIN VACUNA	-
IX	VACUNADO DIA 21	-

Cuadro 2

Promedio del pigmento cutáneo en pollo de engorda vacunado contra *Eimeria* spp y desafiados al día 21 de edad

GRUPO	PIGMENTACIÓN CUTÁNEA			
	DÍA 21	DÍA 28	DÍA 35	DÍA 42
I VACUNA POR ASPERSION DIA 1	9.73 cd	9.085 bcd	10.03 c	13.68 c
II VACUNA POR ASPERSION DIAS 1 Y 10	10.67 bcd	9.293 bcd	15.45 b	21.03 ab
III VACUNA EN ALIMENTO POR TRES SEMANAS	13.02 ab	11.741 b	10.1967 c	14.48 c
IV VACUNA EN AGUA DIA 3	7.69 D	6.862 d	21.13 a	23.16 a
V VACUNA EN AGUA DIA 3 Y 10	9.45 cd	8.368 cd	15.24 b	19.82 ab
VI NO VACUNADO	11.02 abc	15.121 a	13.2 bc	10.91 c
VII VACUNA EN AGUA AL DIA 3 + SALINOMICINA / 3 SEMANAS	11.4 abc	9.578 bc	18.83 ab	22.43 a
VIII NO VACUNADO Y NO DESAFIADO	14.17 a	17.02 a	20.9 a	20.25 ab
IX VACUNA AL DIA 21 DE EDAD	12.64 abc	17.29 a	17.72 ab	15.89 bc

*Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística (P<0.05)

Cuadro 3

Numero de ooquistes promedio por gramo de heces en pollo de engorda vacunado contra *Eimeria* spp y desafiados al día 21 de edad

GRUPO	Número de ooquistes / g de heces						
	DÍA 3	DÍA 7	DÍA 14	DÍA 21	DÍA 28	DÍA 35	DÍA 42
I VACUNA POR ASPERSION DIA 1	0	0	109885 b	83709 ab	32984 cd	4800 bc	562 a
II VACUNA POR ASPERSION DIAS 1 Y 10	0	0	49824 bc	6348 c	604464 a	10580 ab	2768 a
III VACUNA EN ALIMENTO POR TRES SEMANAS	0	0	3120 c	93104 ab	52869 cd	360 cd	353 a
IV VACUNA EN AGUA DIA 3	0	33137 a	391500 a	277760 a	2766 d	2400 bc	1167 a
V VACUNA EN AGUA DIA 3 Y 10	0	10500 b	5311 c	68634 b	3045 d	2353 bc	293 a
VI NO VACUNADO	0	0	0	0	478780 ab	16400 ab	1334 a
VII VACUNA EN AGUA AL DIA 3 + SALINOMICINA / 3 SEMANAS	0	28141 ab	6600 c	64328 b	2480 d	13369 ab	353 a
VIII NO VACUNADO Y NO DESAFIADO	0	0	0	0	0	0	0
IX VACUNA AL DIA 21 DE EDAD	0	0	0	0	187220 b	96000 a	2280 a

*Literales distintas en una misma edad indican diferencia estadística (P<0.05)

Cuadro 4**Promedio De Peso Semanales En Pollos Vacunados Con *Eimeria* spp Y Desafiados Al Día 21 De Edad**

GRUPO	PESO CORPORAL (g) A DIFERENTES DÍAS DE EDAD						
	1	7	14	21	28	35	42
I VACUNA POR ASPERSION DIA1	40.4 a	116.1 abc	297.6 a	497.8 d	747.5 c	1180 d	1520 g
II VACUNA POR ASPERSION DIAS 1 Y 10	40.8 a	117.7 abc	298.8 a	531.5 bcd	772.2 c	1284 a	1650 b
III VACUNA EN ALIMENTO POR TRES SEMANAS	39.7 a	122.7 ab	328 a	570.8 ab	801.1 c	1039.5 g	1547 f
IV VACUNA EN AGUA DIA 3	39.5 a	113.2 abcd	288.3 a	448.7 e	811.6 bc	1136.2 f	1602 d
V VACUNA EN AGUA DIA 3 Y 10	40.9 a	125.1 a	315 a	519.8 cd	882.9 ab	1240 b	1684 a
VI NO VACUNADO	39.8 a	101.4 d	301.1 a	540.8 bc	666.3 d	868 h	1173 h
VII VACUNA EN AGUA AL DIA 3 + SALINOMICINA / 3 SEMANAS	39.6 a	122.4 ab	324.4 a	500.7 cd	878.1 ab	1232 c	1598 d
VIII NO VACUNADO Y NO DESAFIADO	40.7 a	107.8 cd	298 a	561.7 ab	952.1 a	1220 c	1614 c
IX VACUNA AL DIA 21 DE EDAD	38.9 a	111.6 bcd	303.2 a	585.2 a	881.5 ab	1160 e	1553 e

**Pesos de un igual día de edad con literales distintas son estadísticamente distintas ($P < 0.05$).

Cuadro 5**Peso Corporal Promedio Entre Los Días 21 Y 28 De Edad En Pollos Vacunado Con *Eimeria Spp* Y Desafiados Al Día 21**

GRUPO	PESO CORPORAL (g)			
	DIA 21	DIA 28	GANANCIA DE PESO	GANANCIA RELATIVA DE PESO
I VACUNA POR ASPERSION DIA1	497.8	747.5	249.7	63.96
II VACUNA POR ASPERSION DIAS 1 Y 10	531.5	772.2	240.6	61.63
III VACUNA EN ALIMENTO POR TRES SEMANAS	570.8	801.1	230.3	58.99
IV VACUNA EN AGUA DIA 3	448.7	811.6	362.9	92.95
V VACUNA EN AGUA DIA 3 Y 10	519.8	882.9	363.1	93.0
VI NO VACUNADO	540.8	666.3	125.5	32.14
VII VACUNA EN AGUA AL DIA 3 + SALINOMICINA / 3 SEMANAS	500.7	878.1	377.4	96.67
VIII NO VACUNADO Y NO DESAFIADO	561.7	952.1	390.4	100
IX VACUNA AL DIA 21 DE EDAD	585.26	881.5	296.3	75.89

Cuadro 6

Índice De Lesiones Intestinales Siete Días Posdesafío En Pollos Vacunados

GRUPO		INDICE DE LESION INTESTINAL					
			DUODENO	YEYUNO	ILEON	CIEGOS	I. LESION
I	VACUNA POR ASPERSION DIA1	*R-1 _{n=5}	0	0	0	2(2+), 1+	1
		*R-2 _{n=4}	0	0	1+	2(2+)	1.25
						TOTAL	2.25
II	VACUNA POR ASPERSION DIAS 1 Y 10	*R-1 _{n=6}	0	1+	1+	2(1+), 2+, 3+	1.5
		*R-2 _{n=6}	0	0	0	3(1+), 3+	1
						TOTAL	2.5
III	VACUNA EN ALIMENTO POR TRES SEMANAS	*R-1 _{n=6}	0	0	0	5 (2+), 3+	2.16
		*R-2 _{n=6}	0	0	0	4 (2+), 2 (3+)	2.33
						TOTAL	4.49
IV	VACUNA EN AGUA DIA 3	*R-1 _{n=6}	1+	0	0	2+	0.5
		*R-2 _{n=6}	0	0	0	0	0
						TOTAL	0.5
V	VACUNA EN AGUA DIA 3 Y 10	*R-1 _{n=5}	0	0	0	1+	0.2
		*R-2 _{n=5}	1+	0	0	0	0.2
						TOTAL	0.4
VI	NO VACUNADO	*R-1 _{n=6}	3(1+)	0	0	2+, 2(3+),4+	2.5
		*R-2 _{n=6}	1(1+)	0	0	2(2+), 3+,2(4+)	2.66
						TOTAL	5.16
VII	VACUNA EN AGUA AL DIA 3 + SALINOMICINA / 3 SEMANAS	*R-1 _{n=6}	0	0	0	0	0
		*R-2 _{n=5}	0	0	0	0	0
						TOTAL	0
VIII	NO VACUNADO Y NO DESAFIADO	*R-1 _{n=3}	0	0	0	0	0
		*R-2 _{n=2}	0	0	0	0	0
						TOTAL	0
IX	VACUNA AL DIA 21 DE EDAD	*R-1 _{n=3}	2(1+)	0	2+	2(1+)	0.5
		*R-2 _{n=2}	1+	0	0	2+	1.5
						TOTAL	2.5

*Repeticiones de un grupo.

Cuadro 7**Índice Anticoccidial Al Día 28 de edad**

GRUPOS	INDICE ANTICOCCIDIAL				
	Viabilidad (%)	Ganancia Relativa de Peso (%)	Índice de Lesiones.	Índice de Ooquistes.	Índice Anti Coccidiales.
I VACUNA POR ASPERSION DIA1	87.5	63.96	2.25	2.8	146.2
II VACUNA POR ASPERSION DIAS 1 Y 10	94.44	61.63	2.5	50.5	103.5
III VACUNA EN ALIMENTO POR TRES SEMANAS	100	58.99	4.49	4.4	150.8
IV VACUNA EN AGUA DIA 3	94.11	92.95	0.5	0.2	186.4
V VACUNA EN AGUA DIA 3 Y 10	100	93.0	0.4	0	192.6
VI NO VACUNADO	94.44	32.14	5.16	40	82.3
VII VACUNA EN AGUA AL DIA 3 + SALINOMICINA / 3 SEMANAS	93.75	96.67	0	0.2	190.2
VIII NO VACUNADO Y NO DESAFIADO	100	100	0	0	200
IX VACUNA AL DIA 21 DE EDAD	100	75.89	2.5	15.6	155.3

ÍNDICE ANTICOCCIDIAL:

BUENO 180 a 200.

MODERADO 160 a 180

POBRE < a 160