

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL POLLO DE ENGORDA
UTILIZANDO FLAVONOIDES COMO SUSTITUTO DEL PROMOTOR
DE CRECIMIENTO BACITRACINA DE ZINC EN LA DIETA

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

VALADEZ LÓPEZ MIGUEL ÁNGEL

ASESORES: M.C. BEJAMÍN FUENTE MARTÍNEZ
MSc. ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi madre que está en el cielo y a quien le debo lo que soy, es por ella que al fin mis logros se concretaron; tarde, pero aquí te lo entrego mi gordita.

A mi padre que inconscientemente, y sin proponérselo, me enseñó a buscar un nuevo camino lejos de él, camino que hoy se ve culminado en esta tesis que es la llave para seguir nuevos senderos en mi vida. Por su fortaleza ante la adversidad ante las enfermedades, y ante la vida, por no rendirse, por ser congruente en sus palabras y acciones.

A mis abuelos Serafn y Emiliana, con sus enseñanzas y consejos me dieron el rumbo y dirección para no desviarme de mis metas, muchas gracias abuelitos gracias por haber venido a este mundo y plantar su semilla plasmada en nosotros sus nietos, nunca los olvidaremos.

A mis hermanos y su familia: Josefina, Alejandra, Daniel, José Manuel y David. Por mantenernos siempre unidos, por omitir las pequeñas diferencias que como seres humanos tenemos y anteponer, el amor y convivencia que nos enseñó nuestra madre. De igual manera a mis cuñados: Cheli, Pedro y Martín por enriquecer nuestra familia y ser parte de ella.

A mis sobrinos: Barby, Nancy, Pedrito, Cheche, Martincito, Cuquis, y Rorris. Para que este trabajo sea un ejemplo de constancia, y vean que pueden lograr lo que se propongan. A todos los quiero por igual.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que por medio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia me formo como un mejor ser humano y profesionista.

Al Dr. Ernesto Ávila González, quien me permitió trabajar con él y me compartió su enseñanza profesional, pero sobre todo su calidad humana, es nuestro ejemplo a seguir.

Al Dr. Benjamín Fuente Martínez, por brindarme su asesoría, apoyo, conocimiento y amistad.

Al Dr. René Morales, quien me enseñó el gusto por las aves, de quien aprendí la forma de trabajar, por ser un gran amigo y un profesionista que admiro.

Al Dr. Ezequiel Sánchez, quien ha sido un maestro en este centro y a quien le agradezco sus enseñanzas y consejos.

Al personal académico del CEIEPAV, Drs., Arturo, Elizabeth, Tomás y Jaime, que con su experiencia me guiaron para la culminación de esta tesis.

A los Drs. Javier Tirado y Manuel Soto por sus aportes económicos que contribuyeron a la realización de esta tesis.

A mis tíos: Eduardo y Guille, por brindarme su ayuda al llegar a esta ciudad, por sus consejos y amistad. Alejandro y Agus, por su generosidad, sus enseñanzas, por brindarme un hogar y enseñarme a trabajar. Toña y Nahum, por su cariño y amistad. Tomas y Ma. Eugenia, por su hospitalidad y hacer mi niñez muy divertida. Magdalena Y Manuel, por brindarnos siempre su ayuda y consejo desde que éramos pequeños.

A mis compañeros de Facultad, Martha, Sandra, Arturo, Antonio Torres, Rolando Nieto, con quienes construimos conocimiento, compartimos mañanas, tardes y noches de estudio, momentos de nerviosismo en exámenes y practicas inolvidables.

A Edith y Amada quienes me han acompañado de igual manera incondicionalmente en los buenos y malos momentos, siempre las tengo presente, muchas gracias.

A mis compañeros del CEIEPAV. Isaías, Alfredo, Lulú, David y Jennifer. Y las secretarías Oliva e Irma. Por convivir y enriquecer la estancia en este centro.

De igual forma a mi compañera de trabajo la Sra. Alicia Castro. Quien me ayudo cuando más necesitado estaba muchas gracias por ser como una madre para mí. También a mis compañeros del Colegio de Bachilleres quienes han sido una gran compañía dentro de esta institución y me han enseñado a disfrutar el trabajo.

Contenido	Pagina
ÍNDICE	
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 Situación actual de la avicultura.	2
2.2 Antibióticos Promotores de Crecimiento.	3
2.3 Características óptimas para un Promotor de Crecimiento Antibiótico.	5
2.4 Mecanismo de acción de los antibióticos promotores del crecimiento.	6
2.5 Bacitracina de zinc como promotor de crecimiento.	7
2.6 Resistencia bacteriana.	8
2.7 Diferentes tipos de promotores del crecimiento.	12
2.8.1 Extractos vegetales como promotores del crecimiento.	14
2.8.2 Flavonoides como promotores de crecimiento.	14
2.8.3 Origen de los flavonoides.	15
2.8.4 Biosíntesis natural de los flavonoides.	16
2.8.5 Clasificación de los flavonoides.	17
2.8.6. Funciones de los flavonoides.	22
2.8.7 Aplicaciones de los flavonoides.	22
3. JUSTIFICACIÓN.	25
4. HIPÓTESIS.	26
5. OBJETIVOS.	27
6. MATERIAL Y MÉTODOS.	28
7. RESULTADOS.	31
8. DISCUSIÓN	37
9. CONCLUSIONES.	39
10. LITERATURA CITADA	40
11. APÉNDICE I	44

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1 Dietas basales empleadas en la prueba de flavonoides.	29
Cuadro 2 Resultados promedio de las variables productivas en 42 días de experimentación.	36
Figura 1 Estructura química de las Flavanonas.	18
Figura 2 Estructura química de las Flavonas.	19
Figura 3 Estructura química de los Flavonoles.	20
Figura 4 Estructura química de las Flavanoas.	20
Figura 5 Estructura química de las Isoflavonas.	21
Figura 6 Estructura química de las Antocianinas.	21
Figura 7 Ganancia de peso semanal a 6 semanas.	32
Figura 8 Consumo de alimento semanal de pollos alimentados con diferentes promotores de crecimiento.	33
Figura 9 Conversión alimenticia semanal de pollos alimentados con diferentes promotores de crecimiento.	34

1.- RESUMEN

VALADEZ LÓPEZ MIGUEL ANGEL. Parámetros productivos del pollo de engorda utilizando flavonoides como sustituto del promotor de crecimiento bacitracina de zinc en la dieta (bajo la dirección de M.C. Benjamín Fuente Martínez y MSc. Ernesto Ávila González.)

Con la finalidad de evaluar el efecto de la sustitución del antibiótico promotor de crecimiento, bacitracina de zinc por flavonoides en dietas sorgo + soya para pollos de engorda en los parámetros productivos; peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, se llevó a cabo un experimento durante 42 días. Se utilizaron 520 pollitos de un día de nacidos, de la estirpe Ross 308. Los pollos se distribuyeron conforme a un diseño completamente al azar en 20 pisos de 26 aves cada uno (mitad machos, mitad hembras). Los tratamientos fueron: 1. Dieta testigo sin promotor de crecimiento, 2. Como dieta 1 + Bacitracina de zinc a dosis de 50 ppm, 3. Como 1 + flavonoides 2 Kg por tonelada, 4.- Como 1 + 25ppm de bacitracina zinc + Flavonoides 1Kg/ton. Los resultados obtenidos para ganancia de peso (2468^a, 2616^b, 2613^b, 2524^a) para los tratamientos 1,2,3 y 4 respectivamente indicaron diferencia ($p < 0.05$) entre tratamientos, con una mayor ganancia de peso en los tratamientos que incluyeron promotores de crecimiento (antibiótico y flavonoides) respecto al tratamiento testigo, y al tratamiento bacitracina de zinc + flavonoides al 50% de su dosis. Para consumo de alimento (4506^a, 4670^a, 4645^a, 4505^a g) y la conversión alimenticia (1.825^a, 1.787^a, 1.778^a, 1.786^a) el análisis de los datos indicó que no existió diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos para estas variables. Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye que la adición de flavonoides en sustitución del antibiótico promotor de crecimiento bacitracina de zinc en las dietas comerciales para pollo de engorda es una opción viable para las dietas.

2.- INTRODUCCIÓN

2.1 Situación actual de la avicultura en México.

La avicultura en México, se ha consolidado durante las últimas décadas dentro del sector pecuario como la organización que oferta más proteína de origen animal en el país. La importancia, radica en ser ésta una de las de más bajo precio en el mercado y cuya calidad sobrepasa los estándares; lo cual se refleja en que un 60.2% de la población incluye en su dieta productos avícolas y tuvo un consumo per cápita de carne de pollo de 25.03 kg en el 2006. Desde el año de 1997 el pollo es la carne más consumida por el mexicano, actualmente constituye casi el 50% del consumo de carnes del país. Esto nos convirtió en el sexto país consumidor de carne de pollo y en el quinto país productor a nivel mundial en el año 2006. ¹

El sector avícola mexicano participó con el 63.2% de la producción pecuaria en el 2006; 33% aportó la producción de pollo, 30.1% la producción de huevo y 0.20% la producción de pavo, enfatizando en que la producción de pollo durante el periodo de 1994 a 2006 aumento a un ritmo de crecimiento anual del 5.5%. Actualmente se estima que nuestro país cuenta con un producción de 243 millones de pollos al ciclo donde cabe destacar que la avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal. ²

Debido a la modernización y desarrollo de la industria avícola en áreas como la genética, nutrición, manejo y control de enfermedades, es como se ha podido constatar el crecimiento de dicho sector, a través del desarrollo de líneas de investigación en estas áreas, sin embargo es de amplio conocimiento la

dinámica que se va concibiendo día con día, así como las preferencias de consumo que se generan en el mercado debido a las circunstancias que ponen a la industria avícola en primer plano acerca de la alimentación de los animales por lo cual se buscan nuevas alternativas para mantenerse como una de las industrias más importantes dentro del sector pecuario; así como para hacer frente a la competencia y apertura de este sector a otros países principalmente con aquellos con quien nuestro país tiene firmados tratados económicos de libre comercio ^{1,2}

2.2 Antibióticos Promotores de Crecimiento

Los antibióticos promotores de crecimiento pueden definirse de una manera práctica como sustancias no nutritivas que mejoran el crecimiento de animales aparentemente sanos, y son administrados a una concentración relativamente baja en la dieta, mientras que a nivel terapéutico se administran para el control de enfermedades.³

Durante los últimos años la industria avícola ha evolucionado a grandes pasos en sus diferentes áreas, lo cual conlleva finalmente a una mayor eficiencia en el desarrollo de las parvadas; sin embargo, como en muchas otras áreas de la producción pecuaria y dada la problemática mundial las empresas han tenido que considerar también la salud y bienestar público, siendo para la industria avícola un gran paradigma el manejo de los antibacterianos como promotores del crecimiento. En las últimas 5 décadas se han empleado los antibióticos en el alimento de las aves con fines de promoción del crecimiento y para protegerlas de microorganismos patógenos intestinales, aunque actúen

también contra los no patógenos, hechos que han llevado a un sinnúmero de investigaciones sobre los efectos benéficos de estas prácticas sobre el crecimiento y flora normal de las aves y las implicaciones que tienen en salud pública.⁴

En Medicina Veterinaria, los antibióticos comenzaron a ser utilizados en el alimento también para tratamientos de animales enfermos, y cuando era considerado necesario realizaban tratamientos profilácticos en animales asintomáticos, todo esto comenzó a ocurrir a partir de la década de los 50. En esa época al alimentar cerdos con desechos de fermentación de tetraciclinas, se descubrió que esos cerdos crecían más que los que recibían otros alimentos. Al asociarse la respuesta lograda con el origen del alimento, se estaba descubriendo la capacidad de los antibióticos de contribuir al crecimiento de los animales, al mejorar los parámetros productivos. Este es el inicio histórico del uso de antibióticos como promotores de crecimiento cuando son adicionados en cantidades subterapéuticas.⁵

Los antibióticos como promotores del crecimiento de los animales, también son denominados “modificadores digestivos”; en este grupo se encuentran la bacitracina, flavomicina, avilamicina, enramicina, entre otros. En la actualidad tanto en la Comunidad Europea como en otros países de América (Sudamérica) y Asia es un pequeño porcentaje de antibacterianos el que se acepta para este fin. La mayoría no resultan aptos porque su baja dosificación tiende a generar resistencias bacterianas, otros porque son tóxicos para el animal y algunos porque generan residuos en los tejidos o en los productos de

origen animal potencialmente peligrosos para la salud pública. Aun así, los antibióticos promotores de crecimiento (APC) son los aditivos más utilizados en la industria pecuaria.^{4,5}

2.3 Características óptimas para un Promotor de crecimiento antibiótico.

La regulación europea ⁶ da una nueva definición de aditivo promotor de crecimiento antibiótico siendo cualquier sustancia, microorganismo o preparación que intencionalmente se agregue al alimento de los animales con el fin de mejorar uno o más de las siguientes funciones;⁶

- a) Favorecer las características del alimento.
- b) Favorecer las características de los productos de origen animal.
- c) Mejorar el color de los peces y aves en su presentación.
- d) Satisfaga las necesidades nutricionales de los animales,
- e) Que no tenga un efecto negativo al medio ambiente a consecuencia de la producción animal.
- f) Efecto favorable sobre el bienestar animal, particularmente por modificar la flora gastrointestinal o la digestibilidad de los ingredientes,
- g) Que tengan efecto coccidiostato o efecto contra Histomonas.

Por lo cual un aditivo no deberá:

- Tener un efecto adverso sobre la salud animal, humana o que afecte el medio ambiente.
- Que su presentación comercial tenga información engañosa con los usuarios.

2.4 Mecanismo de acción de los antibióticos promotores del crecimiento.

Los antibióticos provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de las aves lo cual se traduce en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso y de su fin productivo. ⁵

Algunos procesos metabólicos modificados por los antibióticos promotores del crecimiento (APC) son: ⁶

- La excreción de nitrógeno.
- La eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células.
- La síntesis proteica.

Los APC también producen modificaciones en el tubo digestivo:

- Cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos).
- Disminuye el ritmo de tránsito de la digesta.
- Aumentan la absorción de algunos nutrientes (por ejemplo, vitaminas).
- Reducen la producción de amoníaco, aminos tóxicas y otras toxinas que tienen que ser inactivadas a nivel hepático.
- Adelgazan el grosor de la pared intestinal.

El establecimiento de una población bacteriana en el tubo digestivo de las aves, se inicia en las primeras horas de vida; los diferentes tipos de

microorganismos que colonizan son sumamente sensibles a cualquier cambio que ocurra en el tracto gastrointestinal como pH, temperatura, nutrientes, fluidos, etc. Esto mismo conlleva a una estrecha relación entre el pH y el tipo de bacterias de la flora bacteriana de las aves; asimismo se sabe que un pH ácido va a inhibir en su mayoría el crecimiento de bacterias patógenas. Cabe mencionar que al nacimiento las aves en el intestino tienen un pH que fluctúa entre 5.5 a 6, lo cual facilita la proliferación de bacterias patógenas, además de que las aves jóvenes no tienen la capacidad suficiente de producción de ácido clorhídrico para mantener así un pH bajo y evitar la proliferación de bacterias patógenas. La flora bacteriana tiene un efecto directo sobre la función y metabolismo del lumen intestinal, por lo que las modificaciones positivas en la microflora reduce las demandas metabólicas de las aves ya que algunos nutrientes son obtenidos directamente de los metabolitos de las bacterias; también se ve beneficiada la tasa de recambio de la células de la mucosa luminal con la administración de antibióticos o prebióticos, con la reducción o modificación de la microflora.^{5, 7}

La situación así planteada debe asegurar entonces, que los nutrientes proporcionados en la dieta, sean absorbidos, digeridos y distribuidos a los tejidos en forma apropiada, por lo que el uso de cualquier sustancia que actúe como promotor de crecimiento debe cumplir con este propósito.⁸

2.5 Bacitracina de zinc como promotor de crecimiento.

La bacitracina de zinc es uno de los APC más utilizado en la industria avícola mexicana aunque en otros países ya esté prohibido el uso, es producida por

ciertas cepas de *Bacillus licheniformis* y por *Bacillus subtilis* var. *Tracy* constituidos por varios componentes, entre ellos los más importantes son el A, B Y C, por lo que comercialmente se encuentran bacitracinas A, B, C, D, E, F y G, siendo la bacitracina F un metabolito de degradación de la bacitracina A en bacitracina F, una forma casi sin actividad antimicrobiana.⁹

Farmacodinamia.

Al ser un antibiótico polipeptídico inhibe la síntesis de la pared celular bacteriana, interfiere directamente sobre la síntesis de peptidoglicanos elementos esenciales en la constitución de la pared bacteriana y ésta hace a la bacteria osmóticamente sensible, lo que resulta en lisis bacteriana. Su acción exige la presencia de cationes bivalentes como el zinc. El uso en medicina veterinaria es como promotor del crecimiento.⁹

2.6 Resistencia bacteriana.

El uso de antimicrobianos en nutrición animal antibióticos y quimioterapéuticos data de hace más de 50 años. Las primeras experiencias (en pollos) que demostraron sus efectos benéficos datan del periodo de los años 40, y ya para la década de los 60 su empleo comercial estaba ampliamente extendido en Europa. En aquellos años el uso de sustancias que a mayores dosis tenían actividades terapéuticas era práctica usual (penicilinas, estreptomycinas, tetraciclinas). Muy pronto surgieron críticas a esta práctica, alegando posibles riesgos para la salud humana.⁹

En 1969 se publicó en el Reino Unido un informe elaborado por un comité científico presidido por el Prof. Swann¹⁰ que, si bien reconocía la escasez en

aquel momento de datos científicos para evaluar dichos riesgos, recomendó abandonar el uso de antimicrobianos en el alimento de uso terapéutico, o con análogos empleados en medicina humana.¹⁰

Es claro que hay bacterias resistentes a los antimicrobianos y que están presentes en los animales pero su contribución a la existencia o variedad de microorganismos resistentes en humanos sigue siendo muy controvertida.¹¹

La aparición de bacterias resistentes a los antibióticos es un proceso complejo que comprende distintos mecanismos y es una consecuencia inevitable de su uso terapéutico o subterapéutico. La administración de dosis bajas durante largo tiempo crea las condiciones ideales para la inducción de resistencias⁵ lo que constituye el principal argumento de los defensores de la prohibición de los APC. Aunque no se ha establecido claramente una relación directa entre el uso de APC y el aumento de resistencias bacterianas a los antibióticos, lo que si es cierto es el posible riesgo que puede suscitar el incluirlos en las dietas animales¹², es por eso que la Unión Europea con base en el “principio de precaución” han decidido a partir del 1 de enero del 2006 la total prohibición del uso de APC, en la alimentación animal principalmente con aquellos que tengan análogos de uso en medicina humana.⁵

El riesgo de la presencia de APC en la alimentación animal puede tomar diferentes cauces dentro de los cuales existen problemas como los siguientes.¹³

- Alérgicos.

- Tóxicos.
- Asociados a las resistencias bacterianas

Los problemas alérgicos son conocidos y afectan a la población sensibilizada, en general las bajas concentraciones de antibióticos alérgicos no alcanzan para sensibilizar pacientes pero si para desencadenar reacciones que, aunque no sean graves eventualmente, pueden llegar a serlo.

Los problemas toxicológicos, por su parte, son bastante difíciles de probar, dadas las bajas concentraciones residuales de estos APC por lo que es probable que no existan riesgos toxicológicos, con sus claras excepciones y condiciones específicas.¹³

Aunque la resistencia bacteriana ha sido asociada ampliamente a la presencia de residuos antibióticos en alimentos para humanos es difícil creer que las concentraciones residuales de APC presentes en alimentos provenientes de animales tratados sean capaces de seleccionar bacterias resistentes, dado que a tan bajas concentraciones los antibióticos no pueden actuar sobre microorganismos resistentes ni sensibles. Especialmente cuando esas concentraciones se encuentran por debajo del nivel de dosis sin efecto microbiológico.¹⁴

La resistencia bacteriana es un problema grave que representa una preocupación mundial, que se produce por múltiples causas, que probablemente sea inevitable y por lo que se tiene que trabajar en forma

interdisciplinaria con el fin de limitar el surgimiento de esta y contrarrestar los efectos al máximo.⁵

El riesgo más grande para la salud de los consumidores que implica el uso de APC en animales no está dado por los residuos, sino por el desarrollo de resistencias en bacterias de los mismos animales dado que estas resistencias pueden hacer ineficiente los tratamientos terapéuticos veterinarios, sin dejar de lado el riesgo de transferencia de bacterias resistentes de los animales al hombre, o de genes portadores de información que codifica resistencia de bacterias de animales a bacterias humanas.¹⁴

La base del desarrollo de la resistencia bacteriana está en la selección de cepas resistentes que producen ciertas concentraciones de antibiótico. El antibiótico no induce resistencia, solamente selecciona. La resistencia de una bacteria no es la misma para todos los miembros de la población puede haber variedades con susceptibilidad totalmente diferente. Cuando las concentraciones que el antimicrobiano puede alcanzar en el organismo no superan la concentración mínima inhibitoria por un tiempo prolongado y en dosis adecuada, la bacteria tiene amplias posibilidades de sobrevivir a ese tratamiento y se podría definir ya como una bacteria resistente.⁵

Los crecientes hallazgos de cepas multiresistentes en bacterias zoonóticas como *Salmonella* y *E. coli*, aumentaron los niveles de preocupación en los organismos sanitarios y en el público en general. Los partidarios de prohibir los APC, alegan que los antibióticos se usan “de forma abusiva” en los animales de

producción, consideran que son innecesarios y que contribuyen a elevar los costos de producción trayendo como consecuencia un aumento en el precio al mercado, además enfatizan en el hecho de que se posterga la salud humana a favor de los intereses económicos.⁵

Por esto a partir del 1 enero del 2006, se prohibió el uso total de APC en la alimentación animal en la Unión Europea, es de suma importancia considerar las alternativas que se tienen para que la industria avícola no se vea afectada en su funcionamiento general.¹⁵

Estas nuevas alternativas son el incluir en las dietas extractos vegetales con propiedades antimicrobianas, prebióticos, probióticos y nutraceuticos, que sean capaces de aumentar la velocidad de crecimiento, mejorar la conversión alimenticia, promover la salud intestinal disminuir la morbilidad y mortalidad en animales y que sean inocuos al consumidor.¹⁶

2.7 Diferentes tipos de promotores del crecimiento.¹⁷

- Ácidos orgánicos.
- Enzimas.
- Probióticos.
- Prebióticos.
- Simbióticos.
- Extractos vegetales como promotores del crecimiento.
- Arsenicales orgánicos.
- Humatos.

Una alternativa se dirige hacia el desarrollo de drogas con mecanismos de acción similares, lo que no sería más que el descubrimiento de nuevos antimicrobianos con mecanismos de acción diferente de los críticamente importantes en la clínica médica humana. Una ruta más compleja pero importante sería el mejoramiento de la sanidad animal, siendo este rubro algo elemental ya que según los investigadores Prescott y Bagot (1993), los promotores de crecimiento antibiótico funcionan mejor cuando peores sean las condiciones sanitarias en la granja, situación que no es fácil de conseguir ya que por razones económicas en algunos países las condiciones sanitarias no son condicionantes para la producción.¹⁷

Una alternativa más es el uso de enzimas con el fin de mejorar el nivel de digestión de algunos componentes de la dieta, incrementando sustancialmente el nivel de aprovechamiento de los nutrientes.¹⁸

Los Probióticos están siendo utilizados en forma variable, los cuales son microorganismos que se incluyen en la dieta y que actúan en función del principio de exclusión competitiva, en que una bacteria o grupo de ellas coloniza el intestino del ave, con lo que se evita que otras bacterias principalmente patógenas ocupen el lugar de las que se desean, además de que algunos Probióticos actúan estimulando el sistema fortaleciendo al ave, es importante señalar que pueden actuar influenciando el metabolismo intestinal haciéndolo más eficiente. En la producción del pollo de engorda actualmente se espera obtener ganancias de peso y conversiones alimenticias cada vez

mejores con ciclos de producción más cortos, por lo que los nutriólogos han buscado alternativas en beneficio de la producción y la calidad de los productos avícolas. Tal es el caso de las líneas de investigación que se generan con el fin de usar sustitutos principalmente de origen natural, al uso subterapéutico de los antibióticos como promotores de crecimiento.^{19, 20}

2.8.1 Extractos vegetales como promotores del crecimiento.

La utilización de plantas y hierbas medicinales es una práctica común en algunas regiones de nuestro país, ya que son una alternativa viable por su origen natural amplia variedad y características biodegradables. Probablemente son los productos más antiguos utilizados en medicina humana pero su uso en animales es relativamente nuevo, se sabe que muchos extractos de plantas tienen efectos bactericidas, bacteriostáticos, fungistáticos, pero muy poco del verdadero mecanismo de acción de las sustancias, así como de su principio activo.²¹

2.8.2 Flavonoides como promotores de crecimiento.

Los flavonoides son pigmentos naturales vegetales no nitrogenados, presentes en las plantas que se caracterizan por ser polifenólicos, solubles en agua y poseer una estructura química basada en un esqueleto hidrocarbonado del tipo C6-C3-C6, que corresponde a un anillo bencénico unido a una cadena propanica, y que está unida a su vez a otro anillo bencénico. En la mayoría de los flavonoides los anillos aromáticos se cicla por la acción de la enzima isomerasa con lo cual se crea el núcleo del flavano.²²

Dependiendo del grado de saturación y patrón de sustitución de grupos funcionales en la estructura base, se da lugar a flavonoides con designaciones comunes como flavonoles, flavonas, chalconas, auronas, isoflavonoides etc. Así como a sus derivados glicosidos que portan moléculas de azúcares e incluso derivados ácidos de azúcares. Suelen encontrarse también parcialmente polimerizados dando lugar a dimeros, trimeros, etc. Hasta formar complejos multienlazados como los taninos condensados.²²

Denominados vitamina P por su descubridor el Dr. Alberto Stent-Gyorgyi (premio Nóbel) los flavonoides existen desde que las plantas comenzaron a poblar la tierra, pero no fueron reconocidos hasta 1930, año en que el Dr. Alberto Stent-Gyorgyi aisló de la cáscara del limón una sustancia denominada citrina que regulaba la permeabilidad de los capilares. Actualmente se encuentran en estudio líneas de investigación relacionadas con el mecanismo de acción de los diferente tipos de flavonoides y los efectos que tiene.²³

2.8.3 Origen de los flavonoides.

Los flavonoides aparecieron por primera vez en los ancestros de las embriofitas, que comprende al grupo monofiletico de todas las plantas terrestres, desde los musgos hasta las angiospermas. Se cree que fueron una de las adaptaciones clave para la transición a la vida terrestre desde el alga verde ancestral, debido a su capacidad de absorber la radiación ultravioleta, mucho más intensa en la atmósfera que en el agua.²²

2.8.4 Biosíntesis natural de los flavonoides.

La ruta del ácido siquímico, que es dependiente de la luz se inicia en los cloroplastos por condensación de dos productos fotosintéticos, la eritrosa 4-P con el fosfoenol piruvato (PEP), y por diversas modificaciones se obtiene el ácido siquímico, del cual derivan directamente algunos fenoles en los vegetales. Pero la vía del ácido siquímico puede proseguir en otros compuestos al agregarse una segunda molécula de PEP lo cual conduce a la formación de fenilalanina, que por acción de la enzima fenilalanina amonioliasa (PAL) se transforma en el ácido cinámico. Posteriormente, el ácido cinámico es transformado en ácido cumárico por incorporación de un grupo hidroxilo a nivel del anillo aromático y la acción de una CoA ligasa lo transforma en cumaroil CoA, el precursor de la mayoría de los fenoles de origen vegetal, entre los que se encuentran los flavonoides.^{22, 24}

La acción de la enzima fenilalanina amonioliasa es fundamental para la vida de las plantas y por ello está estrictamente modulada, entre otros factores esta enzima es activada por la luz, y depende además de diferentes hormonas vegetales. La actividad de la enzima fenilalanina amonioliasa suele aumentar cuando a los vegetales se les somete a situaciones de estrés como puede ser la falta de agua, infecciones fúngicas o bacterianas y radiaciones ultravioleta. Otro factor que activa esta enzima es el frío, y por ello, las plantas sometidas a bajas temperaturas presentan coloraciones rojizas en tallos y hojas. Se conoce también que al florecer las plantas en primavera que siguen a inviernos muy fríos, las flores desarrollan colores muy intensos.^{22, 24}

2.8.5 Clasificación de los flavonoides

Algunos dan el color amarillo y el nombre en general a estos principios, dado que *flavus* en latín significa amarillo. De este nombre deriva la palabra flavonoide. Otros son los que proporcionan la coloración rojiza de los rebrotes o de las hojas en otoño, de los frutos y flores, muchas variedades de color en las flores dependen del pH del medio. Un medio ácido proporciona coloraciones rojas intensas, un medio alcalino dará la coloración azul y un medio neutro proporciona coloraciones violetas. Estas variaciones explican porque una misma planta, varía de color según donde este plantada.²⁵

En general los flavonoides son pigmentos cuya gama de colores comprende del blanco al rojo y los tonos violáceos aunque hay algunos que no presentan coloraciones. Existen muchas clases de flavonoides de los cuales se han aislado más de 6000 compuestos pero los de más importancia o más comunes se pueden dividir en seis clases, estas clases de flavonoides tienen una gran variedad de funciones relacionadas con la salud humana pero de igual forma en la salud animal aunque existan pocos estudios y difusión de la función que los flavonoides realizan en la salud y producción animal.²⁶

Las seis principales clases de flavonoides son las siguientes:

- Flavanonas.
- Flavonas.
- Flavonoles.
- Flavanas.
- Isoflavonas.

- Antocianinas.

Flavanonas.

Son precursoras de otros flavonoides (Fig.1) más complejos, se encuentran como tales en altas concentraciones en los cítricos. Las más importantes son la naringenina, liquiritigenina, eriodictiol, rutina, hesperidina y la quercitina. Potencializan la absorción de la vitamina C, así como la fijación de agrobacterias fijadoras del nitrógeno del tipo *Rhizophium*.^{27,28}

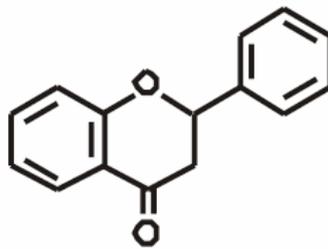


Figura 1. Estructura química de las Flavanonas

Flavonas.

Son compuestos generalmente amarillos por lo que se encuentran principalmente en flores ya que estas dan su coloración y frutos como en la piel de las uvas, son las responsables de la coloración amarillenta de los vinos blancos (Fig.2).

Hay tres flavonas importantes la tricetina, presente en el polen de las flores, la apigenina, se encuentra en forma predominante en hierbas, en cereales, frutas y vegetales, el tercer compuesto más importante de este grupo es la luteolina, la cual es un pigmento liposoluble de color amarillento que aparece en verduras y hortalizas de color verde oscuro, frijoles, algas, y en los pétalos de

algunas flores y plantas superiores, su función es la de proteger a la planta contra la radiación solar. Esta misma propiedad resulta eficaz para proteger la retina humana de las radiaciones ultravioleta del sol. En la avicultura de nuestro país es de amplio conocimiento el uso de este compuesto en la pigmentación de la piel y yema de los huevos de las aves en alta producción.^{24, 29}

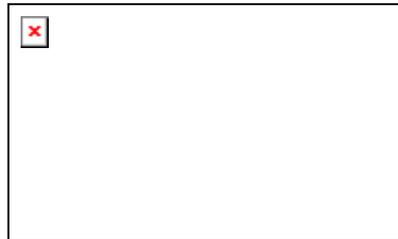


Figura 2. Estructura química de las flavonas

Flavonoles.

Los flavonoles (Fig.3) se encuentran en todas las plantas, principalmente en las comestibles, suelen ser incoloros o amarillos. Los más importantes de este grupo son tres; son la quercitina la cual se encuentra en el té verde, pero principalmente y en forma abundante en la cebolla, aunque también esté presente en frutas como la manzana o la pera, le atribuyen propiedades de tipo analgésico y antiinflamatorio entre otras. El kaempferol presente en las inflorescencias de la planta y más común entre frutas y vegetales frondosos. La mirícetina está presente en las uvas, cerezas y té. En las frutas los flavonoles se encuentran principalmente en la piel.^{23, 30}

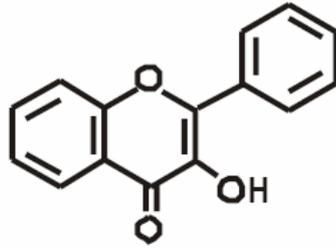


Figura 3. Estructura química de los flavanoles

Flavanas.

Son generalmente incoloras se encuentran en frutas y el té proporcionan el sabor astringente de la cerveza, el jugo de fruta, de el té y el vino. Los más representativos de este grupo son la catequina y los taninos (Fig.4), Se le conocen propiedades antioxidantes importantes entre otras.^{23, 30}

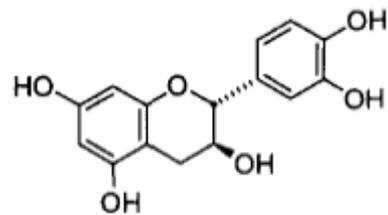
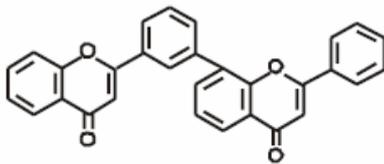


Figura 4. Estructura química de las Flavanas.

Isoflavonas.

También conocidos como isoflavonoides (Fig.5), se encuentran en legumbres pero de forma particular en el frijol de la soya. Este flavonoide es una clase distinta de flavonoide por sus diferencias estructurales y de función con los otros tipos de flavonoides. Poseen actividad estrogénica, los más conocidos son la daidzeina y la genisteina. Se encuentran en frijoles negros, alfalfa y chicharos.³¹

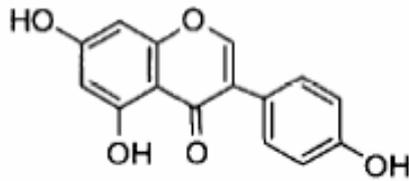


Figura 5. Estructura química de las Isoflavonas.

Antocianinas.

Son los pigmentos hidrosolubles presentes en el líquido vacuolar de las células responsables de la mayoría de las coloraciones rojas, azules y violetas de las flores y hojas (Fig.6) El termino antocianina fue propuesto por Marquart en 1835 para describir el pigmento azul de la col lombarda (*Brassica oleracea*).

Actualmente las antocianinas engloban a los pigmentos rojos, violetas y azules de las plantas, se produce un efecto batocrómico al cambiar de pH. Un factor que contribuye a la variedad de colores en flores, hojas y frutas es la coexistencia de varias antocianinas en un mismo tejido. Las antocianinas, además de en las flores también pueden encontrarse en las hojas, lo que hace que se muestre un color rojizo en la hoja. Esta coloración puede deberse a un mecanismo de defensa, a estimular la polinización o bien a una degradación de la clorofila. Como ejemplo de antocianinas son las siguientes: Cianidina, Peonidina, Delfinidina, Petunidina, Malvidina y Pelargonidina.^{22, 23}

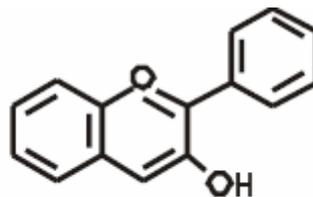


Figura 6. Estructura química de las antocianinas.

2.8.6 Funciones de los flavonoides.

Los flavonoides desempeñan funciones fisiológicas en las plantas, en general y debido a su condición de polifenoles se oxidan con mucha facilidad y actúan como antioxidantes eliminando del medio radicales libres. Los flavonoides incoloros se acumulan en las capas más superficiales de las plantas y captan hasta el 90% de las radiaciones ultravioleta, impidiendo los efectos nocivos de estas radiaciones en los tejidos internos. También tienen la función de atraer a las presas, del mismo modo algunos flavonoides confieren aromas y colores a los frutos que los hacen más apetecibles para los herbívoros, con lo que se favorece la dispersión de semillas en las heces, también protegen a las plantas generando sabores principalmente amargos o texturas como los taninos, que pueden resultar desagradables para los herbívoros, por lo que este tipo de animales se nutren de otras plantas. A nivel de microorganismos, se observa como el eriodictiol y la apigenina, exudados por la raíz del frijol (*Pisum sativum*) inducen la nodulación de la agrobacteria *Bradyrhizobium japonicum*.²²

2.8.7 Aplicaciones de los flavonoides.

Debido a la gran cantidad de compuestos flavonoides que se encuentran en la naturaleza, existen diversos beneficios que se pueden mencionar en las siguientes propiedades:

Propiedades antioxidantes; La mayoría de ellos y especialmente las catequinas del té verde, tienen una alta capacidad para neutralizar los radicales libres e impedir los efectos dañinos que estos tienen en la salud.²⁸

Propiedades anticancerosas; se ha demostrado, que pueden inhibir el desarrollo de algunos tipos de de células cancerosas en pruebas in vitro e in vivo.³¹

Propiedades cardiotónicas; tienen efecto tónico sobre la musculatura cardiaca, potenciándolo y mejorando la circulación sanguínea, esto se atribuye principalmente a la quercetina aunque aparece en menor intensidad la genisteina y la luteolina.^{22, 29}

Propiedades contra la fragilidad capilar; mejoran la resistencia de los capilares y favorecen el que estos no se rompan, por lo que resultan adecuados para prevenir el sangrado. Entre estos se pueden mencionar a la hesperidina, la rutina y a la quercetina.²⁸

Propiedades antitrombóticas; la capacidad de estos componentes para impedir la formación de trombos en los vasos sanguíneos posibilita una mejor circulación y la prevención de enfermedades cardiovasculares así como la disminución del colesterol de baja densidad.²⁸

Propiedades hepatoprotectoras; Algunos flavonoides han demostrado su eficacia contra enfermedades hepáticas. La silimarina se ha probado experimentalmente como protectora y regeneradora del hígado.^{22, 29}

Propiedades antiinflamatorias y analgésicas; Los taninos presentes en los vinos, tienen propiedades astringentes, vasoconstrictoras y antiinflamatorias, entre otros compuestos.³¹

Propiedades antimicrobianas; Esta propiedad de particular interés tiene mucha significancia ya que por su origen químico de polifenoles, amplio margen de seguridad, fácil vía de eliminación en los organismos, bajo o nulo impacto ambiental, bajo costo, y además que se pueden obtener de residuos de otras industrias, el uso como promotores de crecimiento en la alimentación de las aves es una opción considerable.³²

Por siglos las preparaciones de los ancestros que contenían estos flavonoides se usaron para tratar diversas enfermedades, entre ellas las causadas por microorganismos patógenos, actualmente se han aislado estos componentes y se les identifica propiedades quimioterapéuticas, debido a la estructura química que lo forma, como la quercetina que inhibe la DNA girasa de las bacterias, la epigalactocatequina inhibe la función de la membrana citoplasmática y las licochalconas inhiben el metabolismo energético de las bacterias. Entre otros, estos compuestos representan lo más novedoso en la búsqueda de nuevos antimicrobianos, en un futuro las nuevas investigaciones permitirán aclarar el desarrollo de estos compuestos para que sean aceptados como agentes antimicrobianos.^{33,34}

3.- JUSTIFICACIÓN.

Con estos antecedentes se planteó el presente estudio, debido a que existe escasa información del efecto antimicrobiano de los Flavonoides y no hay información sobre el efecto de promoción del crecimiento en pollo de engorda; se realizó el presente trabajo, con la finalidad de evaluar el producto Cabanin™ CS Powder que contiene principios naturales: polifenoles, incluyendo taninos y diversos flavonoides (corteza del árbol de la castaña dulce, *Castanea sativa*, residuos de la uva en la producción del vino, *Vitis vinifera*, y productos cítricos, *Citrus*.) sobre una base mineral, y que se recomienda como promotor de crecimiento en sustitución del promotor de crecimiento antibiótico.

4.-HIPÓTESIS

La sustitución de bacitracina de zinc como promotor de crecimiento por flavonoides de la corteza del árbol de la castaña dulce, residuos de la uva en la producción del vino y productos cítricos en el alimento, no afecta el comportamiento productivo de pollos de engorda.

5.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Evaluar el comportamiento productivo del pollo de engorda, adicionando flavonoides en substitución de la bacitracina de zinc, como promotor de crecimiento en dietas tipo práctico.

OBJETIVOS PARTICULARES.

1. Valorar la ganancia de peso a pollos de engorda alimentados con flavonoides en substitución de la bacitracina de zinc.
2. Cuantificar el consumo de alimento a pollos de engorda, alimentados con flavonoides en substitución de la bacitracina de zinc.
3. Calcular la conversión alimenticia a pollos de engorda, alimentados con flavonoides en substitución de la bacitracina de zinc.

6.- MATERIAL Y METODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av.) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en la calle de Salvador Díaz Mirón S/N en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2250 m.s.n.m. entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo Enero el mes más frío y Mayo el más caluroso, su temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.³⁵

Se utilizaron 520 pollitos mixtos (mitad machos y mitad hembras), de la estirpe Ross de 1 día de edad con un peso promedio de $43 \pm 0.6\text{g}$, los cuales fueron alojadas en piso de cemento con cama de paja en una caseta de ambiente natural. Las aves se distribuyeron en 20 pisos de 26 aves cada uno. El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso durante todo el experimento.

Las aves se alimentaron con dietas con base en sorgo + pasta de soya. Se empleó como una dieta basal sin promotor de crecimiento, los niveles de nutrientes excepto energía, cubrieron ampliamente las necesidades del NRC 1994.³⁶

Las dietas basales se muestran en el Cuadro 1. Los tratamientos experimentales, consistieron como se señala a continuación:

CUADRO 1. DIETAS BASALES EMPLEADAS EN LA PRUEBA DE FLAVONOIDES.

INGREDIENTES	DIETAS Kg	
	INICIACION	FINALIZACION
SORGO	546.282	626.639
PASTA DE SOYA 48%	358.742	301.486
ACEITE VEGETAL	48.693	34.544
FOSFATO DE CALCIO	18.667	11.528
CARBONATO DE CALCIO	15.353	13.748
SAL	4.399	3.888
DL-METIONINA	2.626	1.597
PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES *	2.500	2.500
L-LISINA HCL	1.088	0
CLORURO DE COLINA 60%	1.000	0.800
COCCIDIOSTATO	0.500	0.500
ANTIOXIDANTE	0.150	0.100
PIGMENTO AMARILLO	0	2.670
TOTAL	1000	1000

ANÁLISIS CALCULADO DE NUTRIENTES

PROTEINA CRUDA (%)	22.00	20.00
E. M. AVES (Kcal / Kg)	3100	3100
CALCIO TOTAL (%)	1.00	0.80
FOSFORO (DISP.)%	0.50	0.35
SODIO (%)	0.18	0.16
LISINA (%)	1.28	1.04
TREONINA (%)	0.87	0.79
MET + CIST (%)	0.95	0.80

* Aporta por tonelada: Vitamina A (12,000,000 UI) Vitamina D₃ (2,500,000 UIP), Vitamina E (15,000 UI), Vitamina K (2.0 g), vitamina B₁ (2.25g), Vitamina B₂ (7.5 g), Vitamina B₆ (3.5 g), Vitamina B₁₂ (20 mg), Acido Pantotenico (12.5 mg), Niacina (45 g), Hierro (50 g), Zinc (50 g), Manganeso (110 g), Cobre (12 g), Yodo (0.30 g), Selenio (200 mg), Cobalto (0.20 g).

- Tratamiento 1.- Dieta basal sin promotor de crecimiento
- Tratamiento 2.- Como 1 + bacitracina zinc 50ppm
- Tratamiento 3.- Como 1 + flavonoides 2 Kg. por tonelada
- Tratamiento 4.- Como1 +bacitracina de zinc 25ppm + flavonoides
1Kg/ton

Se empleó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos cada uno con 5 repeticiones.

Se llevaron registros durante 6 semanas de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Al final del estudio a las variables obtenidas de los parámetros productivos, se les realizó un análisis estadístico conforme al diseño experimental completamente al azar empleado.³⁷

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde $i = 1, 2, 3$ y 4

$J = 1, 2, 3, 4$ y 5

Y_{ij} = variable de respuesta.

μ = Media general.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

7.- RESULTADOS

En las Figuras 7,8 y 9, se muestra el comportamiento semanal de los pollos con los distintos tratamientos. Se puede observar en la Figura 7, que la ganancia de peso de las aves a partir de la segunda semana de edad en general fue mayor para los tratamientos que llevaron promotores del crecimiento. Notándose resultados mayores para los que llevaban el antibiótico o los flavonoides. Se distingue que la combinación de bacitracina de zinc y flavonoides a dosis del 50% tendió a ser similar al tratamiento testigo.

Para consumo de alimento Figura 8, se observa que el tratamiento 2 que incluyó como promotor del crecimiento bacitracina de zinc y el tratamiento 3 en que se adicionó como promotor a los flavonoides a dosis normal, tendieron a consumir mayor cantidad de alimento que con los tratamientos 1 y 4.

En la Figura 9, se muestra la conversión alimenticia acumulada semanalmente, en donde se observa que las mejores conversiones alimenticias a lo largo del estudio fueron para los tratamientos 2 con bacitracina de zinc, el tratamiento 3 con flavonoides y tratamiento 4 con la combinación a dosis del 50% de bacitracina y flavonoides (en el Apéndice I, se muestran los datos numéricos para cada semana de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia).

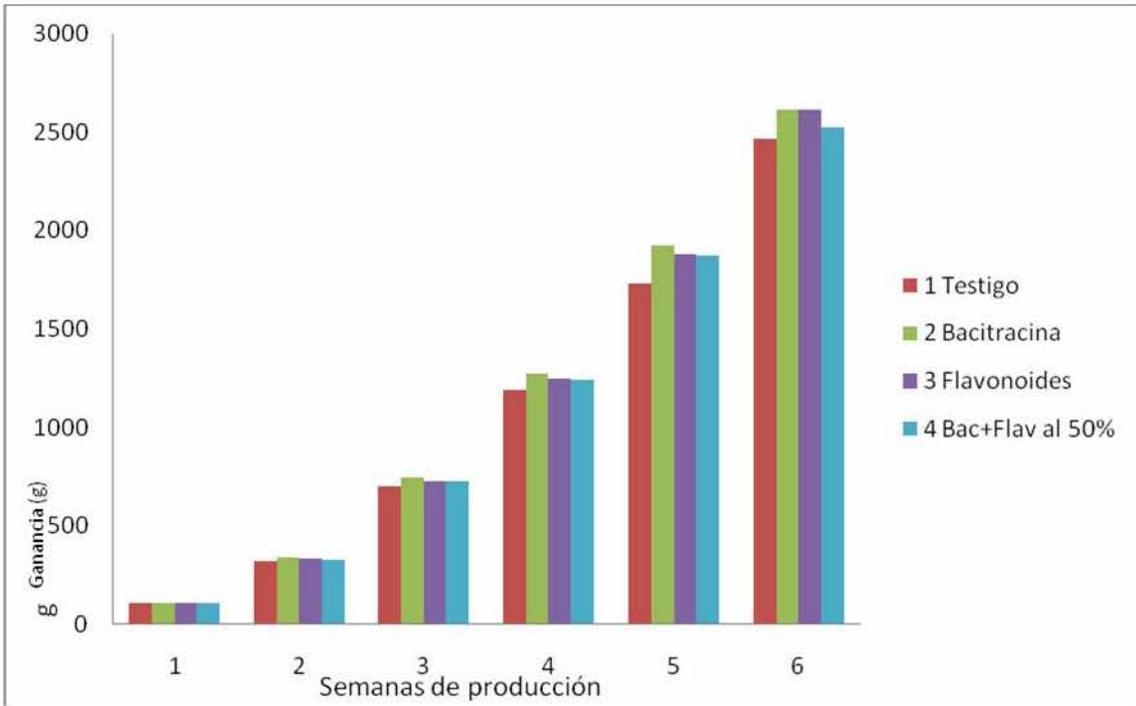


Figura. 7 Ganancia de peso semanal a 6 semanas.

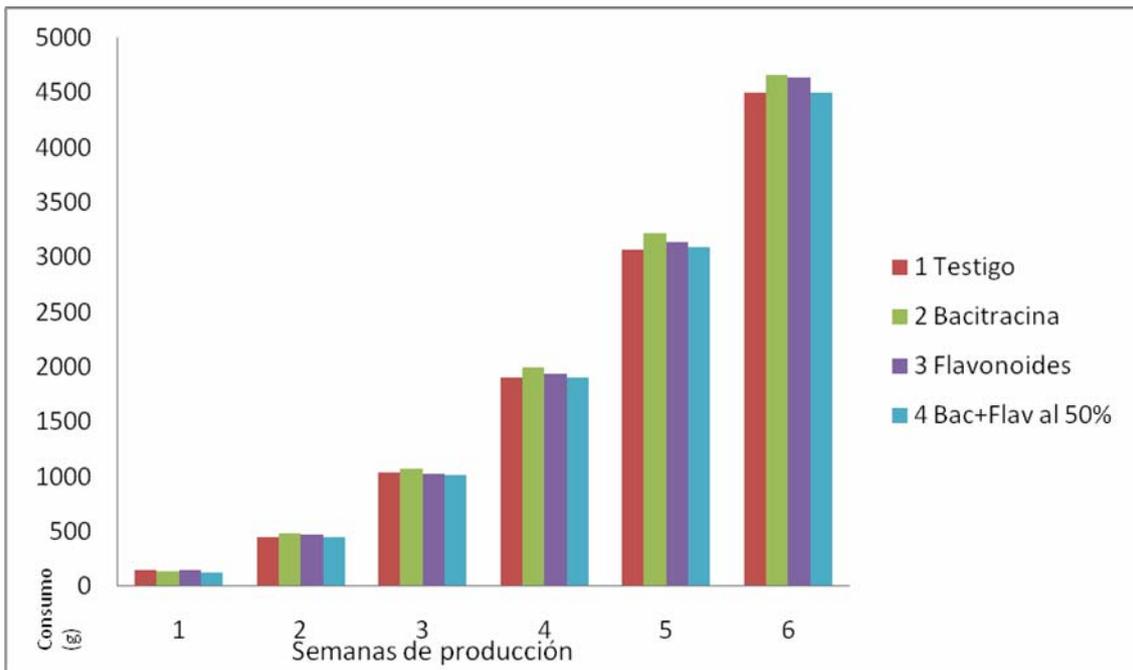


Figura. 8 Consumo de alimento semanal de pollos alimentados con diferentes promotores de crecimiento.

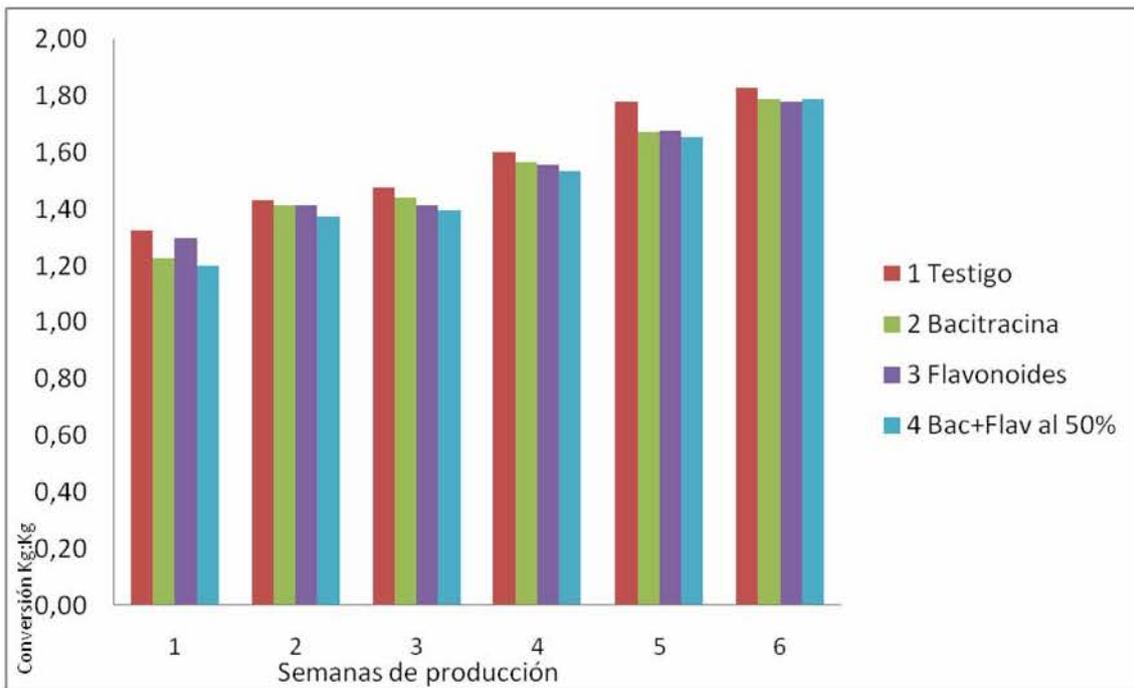


Figura. 9 Conversión alimenticia semanal de pollos alimentados con diferentes promotores de crecimiento.

Los resultados promedio obtenidos en 6 semanas de experimentación, se muestran en el Cuadro 2. Para peso final y ganancia de peso, hubo efecto significativo ($P < 0.07$) a tratamientos; al descomponer la suma de cuadrados de tratamientos y realizar comparaciones entre los mismos, se puede ver que existió un efecto promotor del crecimiento ya sea con el empleo de bacitracina de zinc o flavonoides y que la combinación de estos dos promotores a mitad de la dosis empleada no tuvo efecto sinérgico promotor del crecimiento.

En consumo de alimento y conversión alimentaria, se aprecia que no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P > 0.05$). No obstante se puede ver en la conversión alimentaria que, esta fue más favorable numéricamente con la suplementación de bacitracina de zinc o flavonoides.

CUADRO 2. RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS EN 42 DÍAS DE EXPERIMENTACIÓN.

TRATAMIENTO	PESO FINAL g	GANANCIA DE PESO g	CONSUMO DE ALIMENTO g	CONVERSION ALIMENTARIA Kg/Kg
1.- Dieta basal sin promotor de crecimiento	2511 ^a	2468 ^a	4506 ^a	1.825^a
2.-Como dieta 1 + bacitracina zinc 50ppm	2659 ^b	2616 ^b	4670 ^a	1.787^a
3.-Como dieta1 + flavonoides 2 Kg. por tonelada	2657 ^b	2613 ^b	4645 ^a	1.778^a
4.- Como dieta1 + bacitracina de zinc 25ppm + flavonoides 1Kg/ton	2566 ^a	2524 ^a	4505 ^a	1.786^a

Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.07)

8.- DISCUSION

De los resultados encontrados y bajo las condiciones experimentales empleadas se puede inferir que los resultados en peso de los pollos corroboran una vez más, el efecto promotor del crecimiento del antibiótico bacitracina de zinc, el cual incrementó la ganancia de peso respecto al testigo en 5.9%.

Por otra parte los flavonoides incrementaron la respuesta en el peso en 5.8%, valor muy similar al observado con el antibiótico.

Los tratamientos 1 dieta basal y 4 combinación al 50% de la dosis de bacitracina de zinc y flavonoides se comportaron productivamente de manera similar, al igual que los tratamientos 2 dieta basal + bacitracina de zinc 50 ppm y el tratamiento 3 dieta basal + flavonoides 2 kg/ton tuvieron un comportamiento productivo igual, pero diferente significativamente ($p > 0.07$) a los tratamientos 1 y 4. Estos resultados corresponden a la efectividad para mejorar el crecimiento, que proporciona el uso de bacitracina de zinc en dietas para pollo de engorda durante más de 50 años en la alimentación de las aves.

El empleo del antibiótico al 50% de sus dosis en combinación con flavonoides al 50% de su dosis, no produjeron efecto promotor; esto es debido probablemente a que la dosis de bacitracina de zinc y de los flavonoides fue la mitad de la dosis empleada en los tratamientos 2 y 3. Probablemente por esta razón, el efecto bactericida o bacteriostático del antibiótico y los flavonoides no fueron suficientes a nivel intestinal para destruir flora microbiana nociva y mejorar el comportamiento productivo del pollo.

La creencia de que la carne de pollos tratados con APC, puede crear resistencia a las enfermedades en humanos, debido a tan bajas

concentraciones (ppm) de los antibióticos, que no pueden actuar sobre ellos, originando microorganismos resistentes o no sensibles. La anterior preocupación en las personas encargadas de la salud de los humanos, se ha incrementado en los últimos años; debido al gran impacto mediático de las “crisis alimentarias” (Encefalitis Espongiforme Bovina, Dioxinas, nitrofuranos, etc.) aunado a los problemas presentados por la influenza aviar, que hacen pensar a la sociedad que los aditivos en el alimento en general constituyen una seria preocupación para más del 70% de la población.⁵

Por esta razón para no afectar la salud de los consumidores por lo que implica el uso de APC en animales y por los residuos, que pueden hacer ineficiente los tratamientos terapéuticos, en algunos países se han eliminado estos APC y se emplean otras alternativas;^{14, 15} en este estudio los flavonoides aparentan ser una nueva perspectiva.

9.- CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones experimentales empleadas, se puede concluir que:

La utilización de flavonoides, un producto a base de corteza del árbol de la castaña dulce, residuos de la uva en la producción del vino y productos cítricos, como promotor del crecimiento en pollos de engorda puede ser una alternativa a los promotores de crecimiento antibióticos como aditivo en los alimentos.

10.- LITERATURA CITADA

- 1.- Una.org.mx. México: Unión Nacional de Avicultores. Monografía de indicadores económicos del sector avícola 2006. consumo per cápita de pollo. Citado 2006 febrero 16. Disponible desde: URL:http://www.una.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid=27
- 2.- Unión Nacional de Avicultores. Compendio de indicadores económicos del sector avícola en 2005-2006. Dirección de Estudios Económicos. Abril 2006. México DF.
- 3.- Cuca GM, Ávila GE, Pro MA. Alimentación de las aves. 8° ed Universidad Autónoma Chapingo, Edo de México, 1996.
- 4.- Sumano LH, Gutiérrez OL. Farmacología clínica de las aves. ed. FMVZ UNAM. México DF, 2005
- 5.-Errecalde JO. Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Incidencia del desarrollo de resistencias en salud pública. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. ed. FAO, 2004.
- 6.- Granero-Rosel MA. New European legislation on feed additives. In Recent advances in animal nutrition 2004, Gainswothy,P.C. & Wiseman, J. Editors J. Nottingham University Pres,UK. pp 67-71.
- 7.- Donoghue JD. Antibiotic residues in poultry tissues and eggs: human health concerns? Poultry Sci. 2003; 82: 618-621.
- 8.- Jeroch H. Nutrición de las Aves. edit. Acribia. Zaragoza.1978.

- 9.- Botsoglov NA, Fletouris DJ. Drug residues in foods. Pharmacology, food safety and analysis. Ed Marcel Dekker, Inc. New York. 2001
- 10.- Ewing WN, Cole DJA. The living gut. 1st published, edit. Context publications. England, 1994
- 11.- Quigley L. A closer look at antibiotic resistance. Meat and Poultry 2002;12: 22-28
- 12.- Cortes CA, Ávila GE, Casaubon HMT, Carrillo DS. El efecto del *Bacillus Toyos* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. Vet-Méx., 2000;31:301-307.
- 13.- Barrow PA, Mead GC, Wray C, Duchet MS. Control of food poisoning in salmonella in poultry biological options. World's Poultry Science Journal 2003,59:373-383
- 14.- Roe MT, Pillai SD. Monitoring and identifying antibiotic resistance mechanisms in bacteria. Poultry Science 2003. 82:622-626
- 15.- Cepero, B.R. Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la Unión Europea: Causas y Consecuencias. Memorias del XII Congreso Nacional Amena; 2005 Yucatán. Mexico (DF): Asociación de Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, 2005
- 16.- Juárez BA. Evaluación de diferentes promotores del crecimiento en dietas para pollo de engorda (tesis de licenciatura). (DF) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.
- 17.- Prescott J. Baggot J. Terapéutica antimicrobiana en medicina veterinaria. 3^a ed. Intermedia Buenos Aires. 1993
- 18.- Hertrampf WS, Alternative antibacterial performance promoters. Poultry international 2001: 40: 50-55

- 19- Gómez GDA. Efecto de la adición de un prebiótico (harina de *Aspergillus* sp) en el alimento sobre la inmunidad humoral intestinal de los pollos contra *Salmonella enteritidis* y *Eimeria* spp (tesis de licenciatura).(D.F.), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.
- 20.-Gómez UFJ. Evaluación de la Colistina como promotor de crecimiento para pollos de engorda (tesis de licenciatura). (D.F.) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1996
- 21.- Kamel C. Tracing models of actino and the roles of plant extracts in non-ruminants. En Recent advances in animal nutrition 2001, Gainswothy, P.C. & Wiseman, J. editors. J. Nottingham University Pres, UK. pp 135-150.
- 22 es.wikipedia.org España wikipedia la enciclopedia libre updated 2001 citada 2006. Disponible desde: <http://es.wikipedia.org/wiki/flavonoide>
- 23.-Walle T. Absorption and Metabolism of Flavonoids. Free Radical & Medicine 2004, Vol.36, No. 7, pp 829-837.
- 24.- Peterson J, Dwyer J. Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. Nutrition Research 1998 ;18: 1995-2018
- 25.- Real Academia Española. Definición de flavonoide. Diccionario de la lengua española. España. 2001
- 26.- Pérez TG. Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. Rev. Cubana Invest. Biomed. 2003;22: 1; 48-57
- 27.- Di Majo D, Giammanco M, La Guardia M, Tripoli E, Giammanco S, Finotti E. Flavanonas in *Citrus fruit*: Structure antioxidant activity relationships. Food Research International. 2005;38: 1161-1166.

- 28.- Rio del JA, Fuster MD, Gómez P, Porras I, Garcia A, Ortuño A. *Citrus lemon*: a source of flavonoids of pharmaceutical interest. *Food Chemistry*.2004;84: 457-461.
- 29.-Delaney B, Philips K, Vasquez A, Wilson D, Cox HB, Manthey J. Genetic toxicity of a standardized mixture of citrus polymethoxylated flavones. *Food and Chemical Toxicology*.2002;40:617-624.
- 30.- Botanical. España: Botanical online flavonoide y bioflavonoides. Consultada 2006. Disponible desde: <http://www.botanical-online.com/medicinalesflavonoides.htm>
31. Rice EC. Serial Review: Flavonoids and Isoflavonoids (Phytoestrogens): Absorption, Metabolism and Bioactivity. *Free Radical biology & Medicine*.2004;36:827-828.
32. Mellor S. Antibiotics are not the only growth promoters. *World Poultry*. 2000; 1: 14-15.
- 33.- Basile A, Sorbo S, Giordano S, Ricciardi L, Ferrara S, Montesano D. Antibacterial and allelopathic Activity of extract from *Castaña Sativa* leaves. *Fitoterapia* 2000: 71: S110-S116
- 34.- Cushine T. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*.2006;27:181:185
- 35.- Garcia E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koopen. 2ª ed. México DF. Instituto de Geografía, UNAM, 1973.
- 36.- National. Research Council 1994 Nutrient Requirements of poultry National academy press.1994
- 37.- SAS Institute, 1994 SAS®. User's Guide: Basic (Release 6.08 Ed) SAS Inst. Inc., Cary, N.C.G

11.- APÉNDICE I

Cuadro 3. Datos semanales de ganancia, consumo y conversión de pollos alimentados con distintos promotores de crecimiento.

Ganancia de peso (g)				
Semana	Testigo	Bacitracina	Flavonoides	Bac+flav. al 50%
1	111	112	112	110
2	319	341	332	327
3	703	749	725	725
4	1191	1276	1246	1245
5	1733	1923	1880	1873
6	2468	2616	2613	2523
Consumo acumulado (g)				
Semana	Testigo	Bacitracina	Flavonoides	Bac+flav. al 50%
1	147	137	145	132
2	456	482	469	448
3	1038	1078	1025	1012
4	1904	1995	1936	1909
5	3077	3216	3146	3098
6	4506	4669	4645	4505
Conversión acumulada(g)				
Semana	Testigo	Bacitracina	Flavonoides	Bac+flav. al 50%
1	1,32	1,22	1,29	1,20
2	1,43	1,41	1,41	1,37
3	1,48	1,44	1,41	1,40
4	1,60	1,56	1,55	1,53
5	1,78	1,67	1,67	1,65
6	1,83	1,78	1,78	1,79