

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS



**PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS Y REOLÓGICOS EN POLLO DEBIDOS AL
RETIRO DE SUPLEMENTOS VITAMÍNICOS Y/O MINERALES TRAZA
EN LA ÚLTIMA SEMANA DE ENGORDA.**

Tesis que presenta;

M. en C. ALBERTO TAYLOR PRECIADO

Para optar por el grado de

DOCTOR EN NUTRICIÓN ANIMAL

Director: Ph.D. José Gerardo Montejano Gaytán.

Asesores: Ph.D. Enrique Arista Puigferrat

Ph.D. José Rogelio Orozco Hernández.

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco. Julio 2000

AGRADECIMIENTOS

A Dios Nuestro Señor por estar siempre presente en mi vida.

A Rocío Beto y Alan, un regalo del cielo y con quienes comparto mis sueños y fracasos a ustedes, todo mi amor y entrega.

A mis amados Padres: Alberto y María Eugenia, un humilde tributo a su permanente guía, apoyo moral y espiritual.

A mis hermanos: María Eugenia, Martha, Rosalina, Juan, Patricia, Carlos y Laura.

A mi Universidad de Guadalajara por darme todas las oportunidades de desarrollo profesional y con quien orgullosamente comparto mi vida.

A mis amigos: Ruth, Albert y Rodolfo a quienes agradezco su confianza, incondicional apoyo y amistad sincera.

LISTA DE ABREVIACIONES

Alim.	.....	Alimento
DC	.....	Diéno Conjugados
EE	.....	Error Estándar
EM.	.....	Energía Metabolizable
g.	.....	Gramo
GDP	.....	Ganancia diaria de peso
hrs.	.....	Horas
kcal.	.....	Kilocalorías
kg.	.....	Kilogramo
µg.	.....	Microgramo
mg.	.....	Miligramo
ml.	.....	Mililitro
mm.	.....	Milímetro
M	.....	Metro
M ²	.....	Metro cuadrado
M.N.	.....	Moneda Nacional
Mt.	.....	Minerales traza
N	.....	Newtons
Nm.	.....	Nanómetro
P	.....	Probabilidad
P.C.	.....	Proteína Cruda
Ppm.	.....	Partes por millón
Qro.	.....	Querétaro
TIF	.....	Tipo Inspección Federal
Ton.	.....	Tonelada
V.	.....	Vitaminas
vs:	.....	versus

CONTENIDO

	PÁGINA
LISTA DE ABREVIACIONES.....	IX
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
1.0. INTRODUCCIÓN	1
2.0. ANTECEDENTES	4
2.1. VITAMINAS	5
2.1.1. HIDROSOLUBLES	5
2.1.2. LIPOSOLUBLES	6
2.2. MINERALES TRAZA	9
2.3. PEROXIDACIÓN LIPÍDICA	12
2.4. IMPACTO DEL ESTRÉS SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE.....	17
3.0. OBJETIVOS	20
4.0. HIPÓTESIS	21
5.0. MATERIAL Y MÉTODOS	22
5.1. PRODUCTIVIDAD.....	26
5.2. CALIDAD DE CARNE.....	26
5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27

6.0. RESULTADOS	28
6.1. PRODUCTIVIDAD.....	28
6.2. CALIDAD DE LA CARNE.....	36
6.3. CONSERVACIÓN	44
7.0. DISCUSIÓN.....	54
8.0. CONCLUSIONES.....	61
9.0. LITERATURA CITADA	62

RESÚMEN

El presente estudio se desarrolló en una granja, ubicada en la población de Ezequiel Montes, Qro. Utilizando 500 pollos, variedad Hy-Bro, con 49 días de edad y una dieta [sorgo-pasta de soya; con 18.5% de proteína cruda (PC) y 3,150 Kcal. EM]. Se evaluó (durante 5 días); el retiro de vitaminas (V), minerales traza (Mt), y la interacción (+/-V,+/-Mt), sobre: consumo de alimento, ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia, peroxidación de grasas, dureza muscular y su conservación en anaquel (3 pollos/repetición)]. Los parámetros se analizaron como un diseño aleatorizado (diferencias con alfa 0.05), con arreglo factorial 2 x 2, y 5 repeticiones de 25 pollos cada una. El consumo de alimento promedió 199 g./día, sin efecto de Mt. ($P > 0.05$), afectado con V ($P = 0.06$) y la interacción ($P < 0.05$). El consumo de agua fue afectado; sin V ($P = 0.065$) y con Mt. ($P < 0.05$), y la interacción ($P < 0.05$). La GDP promedió 104 g./día, con 3.9% cuando V ($P = 0.09$), comparada con -V y +Mt. ($P = 0.14$), pero afectado por la interacción ($P < 0.05$). La conversión (promedio 2.01), resultado negativa 11.62% con -V, ($P < 0.05$) y 7.02% +Mt. ($P > 0.05$). Los diéanos resultaron iguales ($P > 0.05$; promedio 0.0132), con efectos sobre la interacción ($P < 0.05$). La pechuga fue 17.52% más dura ($P < 0.05$) con V, igual el muslo con 8% ($P < 0.05$) y 16.6% con -Mt. ($P < 0.05$), ambos músculos afectados por la interacción ($P < 0.05$).

La dureza de los músculos resultaron afectados ($P < 0.05$) por el tiempo de conservación, sin diferencias entre ambos. La interacción Tiempo x -V con y sin Mt. x dureza en músculos resultaron afectados ($P < 0.05$)

ABSTRACT

The study was undertaken using 500 Hy-Bro chickens, averaging 49 days of age receiving a sorghum-soybean meal diet [18.5% crude protein (CP) y 3,150 Kcal. EM] to evaluate the effect of vitamins (V), trace minerals (Mt) supplementation, and their interaction (+/-V, +/-Mt), withdrawal on: feed intake, mortality, daily gain (GDP), feed conversion, lipid peroxides, breast and drumstick hardness, and storage (3 chicks/replicate). Parameters were evaluated as a randomized trial (alpha 0.05), 2 x 2 factorial arrangement, and 5 replicates (25 animals each). Intake of feed averaged 199 g./d, unaffected by ($P > 0.05$), but with V ($P = 0.06$) and interaction ($P < 0.05$). Water intake was affected by; no V ($P = 0.065$), with Mt. ($P < 0.05$), and the interaction ($P < 0.05$). The GDP averaged 104 g./d, increased 3.9% with V ($P = 0.09$), compared with -V and +Mt. ($P = 0.14$), but affected with the interaction ($P < 0.05$). Feed/gain, (mean 2.01), when -V, was negative 11.62%, ($P < 0.05$), and 7.02% when +Mt. ($P > 0.05$). No peroxydes were observed with treatments ($P > 0.05$; mean 0.0132), with effects on interaction ($P < 0.05$). Breast hardness with V was 17.52% higher ($P < 0.05$), such as drumstick with 8% ($P < 0.05$) and 16.6% with -Mt. ($P < 0.05$), both muscles affected by the interaction ($P < 0.05$).

Hardness on breast and drumstick were affected ($P > 0.05$) by shelf time, with no difference between muscles. Interaction Time x -V x with and without Mt. resulted affected ($P > 0.05$).

INTRODUCCIÓN

Actualmente, y a nivel mundial, todo alimento balanceado para aves es suplementado con vitaminas y minerales traza, no existiendo duda sobre su importancia biológica. Las vitaminas, producidas en su totalidad a nivel industrial por métodos químicos y bacteriológicos, se adicionan para satisfacer los requerimientos nutritivos del organismo, siendo necesaria también la adición de los minerales traza. Sin embargo, se discute científicamente en torno a la definición de los niveles óptimos de requerimiento y suplementación, para coadyuvar a la intensa producción animal (9).

Pero, resulta prácticamente imposible estandarizar los requerimientos de vitaminas y minerales traza suplementarios por diferentes razones, tales como:

- A) La genética: Cuyo aporte científico constantemente promueve nuevas líneas y estirpes animales al mercado, con características fisiológicas y productivas muy particulares, implicando respuestas bioquímicas, inmunológicas, de viabilidad y producción que no en todas las geografías y climas responden a los criterios esperados de producción.
- B) El manejo: La deficiente automatización de las empresas avícolas, provoca que en cualquiera de sus procesos operativos existan rezagos tecnológicos, resultando en deficiente respuesta animal, costos más altos de producción y consecuentemente menor utilidad de operación financiera.
- C) La nutrición: Los nutrimentos que conforman las raciones alimenticias no siempre son los mismos en calidad por lo que constantemente deben considerarse las deficiencias a que están sujetas estas, implicando un constante monitoreo de las particularidades nutricionales de los ingredientes (25, 26, 41, 42, 63).

El esfuerzo realizado en el campo de la nutrición animal, y publicado en revistas como el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (42), promueven la información actualizada en lo referente a nutrimentos, y sus recomendaciones son respetadas para estandarización de requerimientos nutricionales en diferentes especies, etapas de crecimiento y producción, pero éstas quedan en entredicho, pues únicamente determinan la demanda mínima de nutrimentos, pero considera márgenes de seguridad para cualquier imperativo en el proceso de producción animal (1, 9, 26, 49).

El ave en explotación intensiva, es la especie animal con mayores requerimientos en vitaminas y minerales traza, comparándolo con el cerdo y el humano, por lo que cuesta más la inclusión de estos nutrimentos en las dietas comparado con otras especies animales. Así el valor estimado del consumo de vitaminas a nivel mundial fluctúa en \$ 17,000'000,000 (Diez y siete mil millones de pesos 00/100 M.N.) calculado en base a 150 gr. de concentrado vitamínico por tonelada de alimento (33), aunque actualmente se manejan concentraciones superiores a los 250 gramos por tonelada por motivo de dispersión en el mezclado.

Por lo tanto, puede partirse de la siguiente premisa: si la suplementación de vitaminas y minerales traza sobrepasan los requerimientos para crecimiento y producción, afectando los costos de producción, ó que su suplementación tenga posibles respuesta positivas pese a su costo. Además, a través de muchas investigaciones sobre estos nutrimentos se ha demostrado su positivo efecto sobre; su contribución para contrarrestar el estrés por efecto de la temperatura (8, 10, 14, 15, 18-21, 28, 37, 44, 51, 53), la calidad del cascarón (7, 40, 41, 45), el porcentaje de incubabilidad del huevo (47), incremento de inmunidad (11, 16, 18, 20, 28, 29, 40, 41, 43, 44, 54, 57, 58, 59, 60), el control de trastornos patológicos (14, 15, 19, 21, 22, 32, 35, 51-54, 62).

Poca investigación se ha realizado sobre las necesidades de vitaminas y minerales traza en la última semana de engorda del pollo, donde se sugiere un 20% de aumento en crecimiento corporal y hasta un 25% en el consumo total de alimento (49).

Aunque los suplementos de vitaminas y minerales traza conforman una pequeña parte del costo del alimento 0.5% (34), y su costo promedio actual frise los \$ 50.00 (Cincuenta pesos 00/100 M.N.) por tonelada de alimento, su retiro a los 5 días antes de finalizado el período de engorda, puede conducir en su proporción a un factor de ahorro en la producción. Esto último ha provocado interés en el medio productivo de aves en los Estados Unidos y varios países de Europa, motivando a pensar en el impacto que tendrá en el futuro el consumo de vitaminas y minerales traza en las raciones alimenticias para animales.

Actualmente un 20% de los productores de pollo de engorda, no adicionan vitaminas en los últimos 5 días previos al sacrificio sin medir consecuencias y aprovechan el uso de otros ingredientes, como harina de pescado, que favorece el consumo de minerales traza considerando no haber la necesidad de su suplementación (20, 27, 33, 50).

La producción de pollo de engorda en México, se caracteriza en gran medida por una mera aplicación de los sistemas productivos acuñados por la avanzada tecnología extranjera, aún en la utilización de líneas genéticas aviares, algunas, poco apropiadas para las propias condiciones climatológicas naturales.

Así en la muy variada climatología de nuestro país, las temperaturas fluctúan con diferencias extremas en pocas horas, lo que obliga al ave a adecuarse fisiológicamente a dicho medio, teniendo consecuentemente respuestas no concordantes conforme a los patrones productivos estipulados para cada estirpe de ave (17), condicionando al avicultor a utilizar de manera casi cotidiana productos que en cierta medida restablecerían los patrones fisiológicos óptimos (electrolitos y premezclas de vitaminas hidrodispersables) . Por lo anterior, este aspecto toma su relevancia cuando los procesos productivos deben estudiarse en condiciones propias de nuestro país.

2. ANTECEDENTES

Los avicultores mexicanos, han logrado que la actividad productiva de huevo para plato, huevo incubable, y pollo de engorda alcancen niveles de eficiencia y productividad equiparables a los obtenidos en países desarrollados en este campo, contribuyendo al incremento (5%) en el consumo de proteína animal per capita a nivel rural, comparado a hace 30 años. (17)

Este efecto se relaciona estrechamente con la industria productora de alimentos balanceados para animales. En 1995 se fabricaron 13 millones de toneladas de alimentos balanceados (48), apoyando una producción avícola de 830 millones de pollo de engorda y 86 millones de gallinas, un aumento de 9% y 7%, respectivamente en relación a 1993 (47). En 1998 se fabricaron 17.5 millones de toneladas de las cuales el 7.5 fueron producidas para alimentar 88.5 millones de aves de postura y 144.2 millones de pollo de engorda (4). Aún así los costos de producción (especialmente la alimentación), continúan siendo el primer factor en el encarecimiento del producto final, por lo que los productores buscan constantemente el ahorro en este rubro.

Por lo anterior y de igual forma, el 20% de los productores de pollo de engorda en los estados unidos, están retirando los suplementos de vitaminas y minerales traza la última semana antes del sacrificio, manejo basado solamente en el aspecto economía, por lo que, este retiro se implementa dentro de los 7 días, llegando a considerarse la factibilidad de prolongar el lapso¹. En México, no se ha considerado factible el retiro de estos ingredientes debido a “posibles mermas” no comprobadas en estudios previos debido a que se teme repercusiones como: manifestación de problemas metabólicos, bajo rendimiento, reducción de utilidades y posible pérdida de líquidos en canal, entre otros factores², por lo tanto las empresas avícolas aún las integradas no realizan este proceso debido a la falta de bases científicas³.

¹ Coelho, Mike. 1996. Animal Nutrition, Technical Service Dept. BASF Corp., Parsippany, N.J., USA. (Comunicación personal).

² Ramírez, L.G. 1996. Gerente de control de calidad de la compañía Pilgrim's Pride, S.A. de C.V. Planta Querétaro, Qro. México. (Comunicación personal).

³ Peñalva, G. 1996. Director de nutrición animal de la compañía Bachoco, S.A. de C.V. Planta Celaya, Gto. México. (Comunicación personal).

Por consiguiente, realizar estudios tendientes a retroalimentar esta laguna del conocimiento, ayudará a aclarar el efecto que el retiro de estos micronutrientes (vitaminas y/o minerales traza) durante la última semana de engorda, pudiera tener sobre los parámetros productivos, así como la calidad y características organolépticas de la carne del ave.

2.1 VITAMINAS

Las vitaminas son necesarias para el mantenimiento normal de los procesos corporales (crecimiento, salud, fertilidad, producción). Generalmente, el animal no puede sintetizar por sí mismo algunos de estos agentes biológicamente naturales, por lo que deben ser suplementados con el alimento. Las vitaminas son por lo tanto denominadas, micronutrientes esenciales, cada una cumple una función específica y no pueden ser suplidas entre sí (9) y son clasificadas en dos grupos: hidrosolubles y liposolubles por su solubilidad en agua y lípidos, respectivamente.

2.1.1. HIDROSOLUBLES.

Dentro del grupo clasificado como: vitaminas hidrosolubles se encuentran principalmente aquellas del complejo “B”: [Tiamina (B₁), Riboflavina (B₂), Ácido Nicotínico (Niacina o B₃) Ácido Pantoténico (B₅), Piridoxina (B₆), Biotina (H₂), Cobalamina (B₁₂), Ácido Fólico, y Colina], además la vitamina “C” ó ácido ascórbico, las cuales a causa de su solubilidad en agua pueden ser excretadas en orina y rara vez se acumulan en el organismo en concentraciones tóxicas.

Dentro de su función biológica, las vitaminas hidrosolubles, sirven como coenzimas y cofactores en reacciones enzimáticas del metabolismo de proteínas, carbohidratos y lípidos. Estas funciones operan a diversos niveles según; dieta, fase, velocidad de crecimiento y producción por lo que, ocasionan variaciones en las necesidades del animal.

2.1.2. LIPOSOLUBLES.

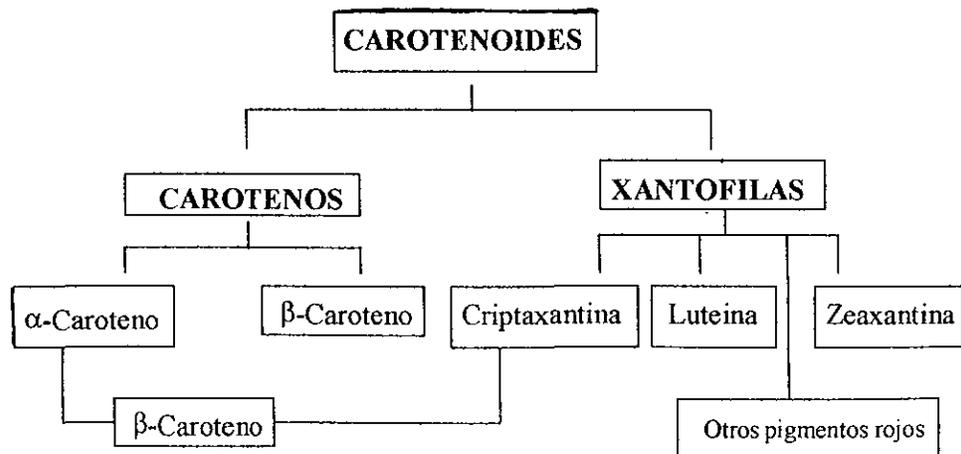
Las vitaminas liposolubles, son representadas por: A (Retinol), D (7-Dehidrocolesterol), E (α -Tocoferol) y K (Naftoquinona), grupo que tiene la particularidad de ser moléculas no polares hidrófobas, derivadas del isopreno, digeridas y absorbidas en el tracto gastrointestinal de la misma forma que los lípidos. A diferencia de las vitaminas hidrosolubles, estas son excretadas a través de la bilis, vía heces fecales, siendo poco probable su excreción por orina.

La **vitamina A**, es un termino genérico que se refiere a compuestos, diferentes de los carotenoides (Figura 1), que muestran la actividad biológica del retinol (indispensable en el proceso de la visión, de la maduración del sistema nervioso, degeneración glandular y esterilidad).

Los carotenoides son sintetizados solo por las plantas y algunas bacterias, siendo la principal fuente de estos. La absorción a nivel intestino, puede ser deficiente y depende de la presencia de lípidos para ello.

En un proceso de conversión funcional, los carotenoides constituyen una sexta parte como fuente de vitamina A, esto es: 1.8 mg. de β -caroteno resulta en 0.3 μ g. de vitamina "A", que a su vez es reconocida como una Unidad Internacional [U.I. (9)].

Figura 1. Derivación de los carotenoides encontrados en la naturaleza e ingredientes.



La **vitamina D**, es una auténtica prohormona del tipo de los esteroides, formándose en las plantas y los animales a partir del ergosterol y del 7-dehidrocolesterol respectivamente, difiriendo desde el punto de vista químico, solo en las cadenas laterales de la posición 21, la radiación con la luz ultravioleta abre espontáneamente el anillo B del ergosterol ó del 7-dehidrocolesterol conduciendo a la producción del ergocalciferol (vitamina D₂), en plantas y del colecalciferol (vitamina D₃), por la radiación de la piel en animales.

Por su parte la **vitamina E**, (α -tocoferol), esta contenida en el aceite presente en los vegetales, en particular el germen de trigo, semillas de arroz y algodón, y en ingredientes de origen animal, este se encuentra en el aceite de hígado de pescado y leche. La vitamina se requiere con mayor necesidad en las aves de corral y ganado bovino, por sus efectos sobre la fertilidad (tocoferol, se deriva del griego *tocos* nacimiento y *ferrein* permitir).

Aunque en la naturaleza existen siete tocoferoles, todos son 6-hidroxicromanos o tocóles con hidrógenos sustituidos por radicales y cadenas isoprenoides, el tocoferol es la forma más amplia y distribuida en la naturaleza y la de mayor actividad biológica como vitamina con funciones de carácter antioxidante en los sistemas biológicos compuestos.

La **vitamina K**, (del danés: koagulation), es representada por compuestos con naftoquinonas con radicales isoprenoides y para el caso, la menadiona es el compuesto progenitor de la serie de estos, y es necesaria para formar una de las menaquinonas en tejidos animales (vitamina K₂) y la filoquinona es la forma principal de la vitamina en los vegetales (35).

Los requerimientos de los nutrimentos antes mencionados, han sido establecidos en pruebas de laboratorio y campo y sugeridos como bases para las diferentes etapas de crecimiento de los animales domésticos. Sin embargo no representan más que una guía para los nutriólogos y fabricantes de alimento cuando se trata de elaborar una dieta balanceada.

La prueba de esto, es que el aumento del 25% sobre los niveles recomendados de vitaminas (V) por el NRC (42), incrementan la conversión alimenticia, y un 3% la producción de pollo de engorda, por lo que la compañía Hoffman La Roche (25), recomienda aumentar un 20% los niveles de estos nutrimentos a partir de productos comerciales.

Reconociendo entonces el valor nutricional de los micronutrientes V y Mt. y la multiplicidad de factores poco conocidos o aún desconocidos en sus propiedades sobre la producción animal, Skinner, *et al.* (50), evaluaron en pollos de distinto sexo (período de 42 a 49 días de nacimiento) diferentes suplementaciones de vitaminas y minerales: a) sin vitaminas, b) sin minerales traza, c) sin vitaminas y sin minerales traza y d) testigo, (con suplemento de vitaminas y minerales traza).

Los autores no encontraron interacción entre el sexo y los tratamientos sobre; peso final, conversión y consumo de alimento, porcentaje de materia cárnica y desórdenes en patas (discondroplasias). Infiriendo que, al no haber cambios detrimentales, pudieran extenderse los períodos de retiro de estos suplementos en las raciones. Sin embargo, indica que al existir problemas de aflatoxicosis ú otra patología, el suplemento debe considerarse necesario. Teeter, *et al.* (56), han tratado de definir las posibilidades del retiro de suplementos de V+Mt. en períodos de 42 a 49 días, bajo otros factores de influencia tales como de estrés calórico, llegando a obtener algunos resultados como:

- 1) No se detectó interacción entre medio ambiente y dieta.
- 2) El estrés calórico (35°C) redujo todas los parámetros estudiados, excepto: grasa abdominal y porcentaje de carne en canal, las cuales se incrementaron.
- 3) Aunque el retiro de la suplementación de Mt. no modificó los resultados, se notaron reducciones (de carácter numérico) en la conversión y la ganancia de peso (2.9%) las cuales se vieron deprimidas por efecto del medio ambiente.
- 4) El retiro de Mt. de la ración no tuvo consecuencias detrimentales, mientras que dietas carentes de V, mostraron efectos de reducción en: ganancia de peso, conversión alimenticia, viabilidad, peso específico y rendimiento de pechuga.

- 5) La ganancia de peso y conversión alimenticia bajo los efectos del retiro de suplemento de V fueron más notorios que cuando se retiraron V+ Mt.
- 6) La producción de anticuerpos no cambio por efecto ambiental ó retiro de suplementos.

En conclusión los efectos negativos del retiro de V en la ración en presencia de Mt. fueron severos y combinados (V y/o Mt.) resultaron de mediana severidad (21).

Otros se enfocaron en el caso del retiro de la vitamina C en gallinas de postura encontraron una depresión en el consumo voluntario y del crecimiento por consecuencia probable del estrés calórico inducido, en pollo de engorda sugirieron que 150 ppm. de ácido ascórbico disminuye el efecto de ciertos tipos de estrés (37).

Por otro lado, en gallinas de postura (variedades ligeras y pesadas), a las que se les retiro el suplemento de Mt. en sus raciones, no se encontró efecto en los parámetros: producción de huevo, masa de huevo, consumo y conversión alimenticia, peso promedio de huevo, peso de cáscara, índice de fertilidad y porcentaje de postura (2).

Otro estudio en pollos (55), se realizó para determinar el efecto del retiro de V y/o Mt. en edades de 28 a 49 días, encontrando que el retiro de V reduce el peso vivo de pollo así como su peso en canal y de pechuga así como el contenido de ácido pantoténico.

2.2. MINERALES TRAZA.

Los minerales traza tomaron interés en la fisiología animal a finales del siglo XIX, al descubrir que los organismos vivos contenían compuestos especiales y que a su vez estaban conformados por metales, sin pensar en su significado biológico, hasta que paulatinamente una serie de investigaciones aisladas sacaron a la luz la importancia de los minerales traza tales como: La turacina y porfirina roja en las plumas de ciertas aves que contenían menos de 7% de cobre en la sangre de reptiles; sicotopina, un componente de zinc que pigmenta la sangre de los moluscos, etc., hasta el descubrimiento de la respiración celular y los procesos oxidativos del hierro, que iniciaron mas tarde el estudio de las enzimas con compuestos metálicos ó metalo-enzimas en la función biológica de los seres vivos.

Posteriormente en el descubrimiento de la interrelación entre exceso y deficiencia de los minerales traza con la presencia de trastornos patológicos, originó mayor interés al grado de conocer que existía una interrelación entre los mismos minerales en el organismo, siendo divididos después para su estudio en macrominerales y Mt., clasificación efectuada de acuerdo más a su concentración en los sistemas biológicos que a su importancia fisiológica.

El único factor común entre los Mt. es que normalmente se encuentran y actúan en los tejidos vivos en bajas concentraciones, normalmente se expresan por esa misma concentración en partes por millón (ppm). Su estrecho límite de interrelación originan que el funcionamiento biológico sea el correcto para garantizar el crecimiento, salud, fertilidad y producción.

Los elementos traza actúan primariamente como catalizadores en los sistemas enzimáticos de las células, sirviendo en una gama de funciones que van desde débiles efectos iónicos a asociaciones específicas conocidas como metalo-enzimas. Donde los metales están firmemente asociados con proteínas, existiendo en cierto número de átomos de metales por molécula de proteína. No pudiendo ser reemplazados estos átomos por otros metales (61).

Una pequeña cantidad de elementos químicos como: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, azufre, calcio y fósforo integran aproximadamente el 98% de la materia seca del organismo animal y el potasio, sodio, magnesio y cloro, un 1.5% más.

Además, se encuentran todavía otros 40 elementos en los tejidos de los animales, la mayoría de ellos sin embargo, solo en pequeñas cantidades. Por dicha razón se les denomina oligoelementos o Mt. conjuntamente integrando todos ellos aproximadamente el 0.25% de la sustancia corporal total.

Los Mt. son por lo tanto elementos químicos que se encuentran en una concentración promedio que no sobrepasa el nivel de 50 mg. por kilogramo de masa corporal. El contenido de hierro puede sobrepasar ligeramente dicho valor, sin embargo, desde un punto de vista funcional se agrupa dentro de los Mt.

Así, los oligoelementos con importancia práctica en la nutrición animal son: Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Yodo (I), Selenio (Se), Cobalto (Co), estando sus formas comerciales como: sulfatos, óxidos y en menor proporción carbonatos, además del Yodato de calcio y de potasio y Selenito de sodio. Los sulfatos son generalmente menos económicos y solubles, pero más higroscópicos.

Los micronutrientes como las V y los Mt., juegan un papel importante dentro de los sistemas biológicos principalmente en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas, además del mantenimiento del sistema hídrico a niveles moleculares que posteriormente se traduce en la integridad de los tejidos, órganos y sistemas que comprenden el organismo vivo.

Además, de lo anterior, ha sido comprobado en diferentes investigaciones (3, 16, 23, 24, 48) que las vitaminas y los minerales, juegan un papel muy importante en la vida de anaquel de la carne, impidiendo la oxidación de los lípidos, textura, humedad, etc., que como producto final demostrarían un cierto grado de daño como la rancidez, lo que equivale a una canal con cierto olor, en detrimento del precio final al consumidor y por consecuencia un rechazo a la palatabilidad por el sabor, así como otro factor poco medido en forma directa como lo es la textura.

Es de considerarse la importancia de los datos obtenidos por Belay (10), quién determinó a través de excretas, elevadas pérdidas en las concentraciones de Mt. (Cu, Mg, Zn, Ca, P, Na, Fe, Mo, y Mn.) en pollos sometidos a estrés calórico, sugiriendo que el aporte de Mt. debe ser elevado y constante en las raciones.

Los trabajos de algunos investigadores (8, 11, 18, 20, 29, 44, 54, 57, 58, 59, 61), difieren entre sí, al reportar que las deficiencias de vitaminas y mineras traza reprimen la inmunidad del pollo, por que los efectos positivos de la suplementación de V+Mt., durante el estrés calórico deben considerarse, incluyendo la potencial interacción con la temperatura ambiental, señalando unos, la represión inmunológica por estrés calórico (11, 15, 18 - 20, 28, 29, 40, 43, 44, 54, 56, 59) otros, que no existe tal situación (46, 55, 64) ó que induce la producción de anticuerpos en pollos inmunizados con virus de Newcastle, (8, 19).

Por lo que, estas diferencias pueden ser atribuidas a interacciones entre medio ambiente y composición de las dietas.

2.3. PEROXIDACIÓN LIPÍDICA.

La peroxidación lipídica es un proceso complejo conocido que ocurre tanto en tejidos vegetales como animales. Dicho fenómeno envuelve la formación y propagación de radicales de lípidos que capturan oxígeno y procede al rearrreglo de dobles ligaduras en lípidos polinsaturados, con la eventual destrucción de las membranas lipídicas, produciendo una variedad de productos colaterales (alcoholes, cetonas, aldehídos y éter). La peroxidación del ácido linoléico únicamente resulta en la formación de al menos 20 productos de degradación.

Las membranas biológicas son frecuentemente ricas en ácidos grasos polinsaturados y se encuentran inmersas en un fluido metálico rico en oxígeno. Por lo tanto, no es de sorprenderse que las membranas lipídicas sean susceptibles al ataque peroxidativo.

La peroxidación usualmente inicia su proceso con la abstracción del átomo de hidrógeno de un ácido graso insaturado, resultando en la formación de un lípido radical. El rearrreglo de las dobles ligaduras resulta en la formación de dienos conjugados. El ataque del oxígeno molecular produce un lípido peróxido-radical la cual puede capturar un átomo de hidrógeno de un lípido adyacente para formar un hidroperóxido lipídico o formar un lípido hidroperóxido.

El efecto de la suplementación de vitamina E en las raciones de pollo y la reducción de la rancidez de su carne, es evidente y el tocoferol contenido en la pechuga es producto por la presencia de la vitamina en el alimento y visceversa. Por lo tanto, hay una relación positiva entre el contenido de vitamina E en el alimento y el grado de rancidez en la carne. Altos contenidos de vitaminas E, C y riboflavina, mejoran la calidad de la canal y evitan el escurrimiento con 100 UI, 100 ppm. y 25 ppm. respectivamente.

Por otra parte, a fin de mejorar el sabor de la carne de anaquel se reporta que conforme se incremente la concentración de vitamina E a 100, 200 y 300 UI./kg. de alimento mejora el sabor (38). Sin embargo, la vitamina puede no estar presente continuamente en la ración para

evitar la rancidez, por lo que puede adicionarse a discreción y en diferentes tiempos, con un mínimo de 40 UI./kg. de alimento (36).

La industria de pollo ha sufrido considerables cambios durante los últimos 190 años, donde se ha incrementado el número de aves en producción, la eficiencia, y a la par la selección cualitativa de la carne por el consumidor, donde éste ha aumentado sus consumos hasta un 70% en pavos y 30% en pollos de carne en empaque. Los consumidores evalúan con base a calidad de la carne, color y textura (7, 22, 23). Para los procesadores la textura es más importante que el color. Un color anormal y cambios en la textura “normal” de la carne exudada afectan adversamente el mercado y rendimiento de la carne (7, 22, 62), considerándose en este momento el problema denominado PSE (pale, soft and exudative meat).

El problema en cerdos PSE conlleva problemas como capacidad reducida de la carne por mantener humedad, extractabilidad proteica, y propiedades de la carne [gel strength (13, 62)], demostrándose que el grado de desnaturalización miofibrillar está muy relacionado con el decremento de la capacidad de absorción de agua en el PSE porcino. Mas aún, la mioglobina en carne con PSE es oxidada a metahemoglobina resultando un color gris-rosáceo y exudado en la superficie de la carne dando una apariencia pálida; La carne de cerdo con PSE, pierde al cocinarse, un 5% más de agua que lo hace menos jugoso y tierno que la de un cerdo normal.

El PSE en pollos parece ser igual al PSE de cerdos (62), el músculo pectoral muestra indicios de *rigor mortis* parecidos al del cerdo afectado. El pre-sacrificio y sacrificio de aves aceleran el metabolismo muscular de las aves, causando acumulación de ácido láctico. Por lo tanto, la calidad muscular decrece en cuanto el pH decrece, y la textura se vuelve más rígida debido a la combinación de altas temperaturas al cocinado, aunado al exceso del ácido láctico debido a que desnaturaliza y precipita las proteínas sarcoplasmicas contenidas en las miofibrillas.

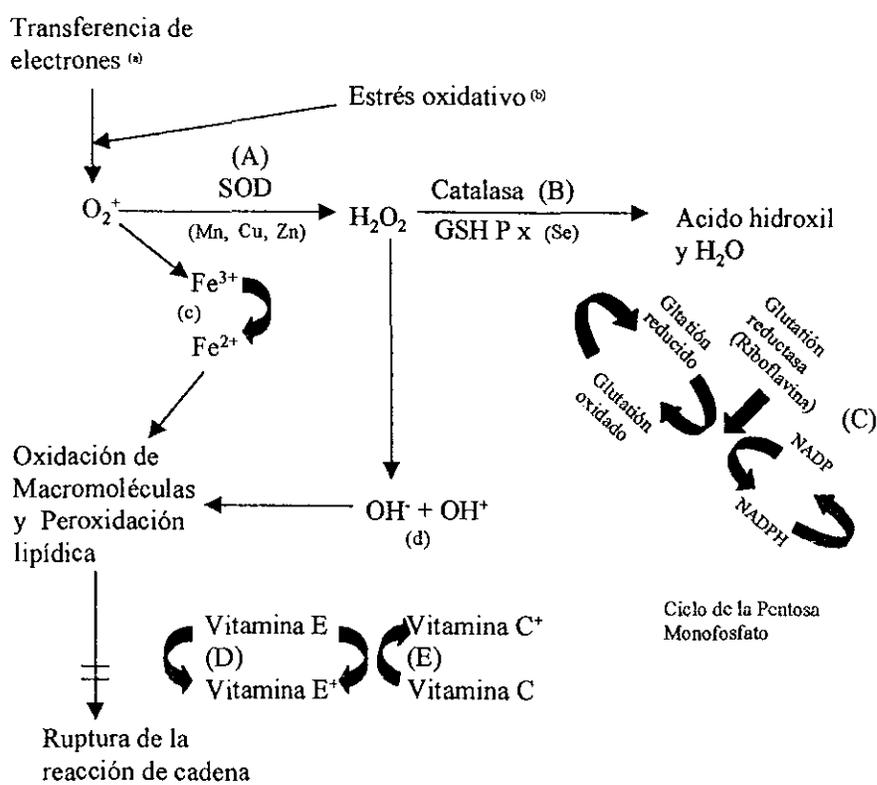
Los aspectos bioquímicos de la carne con PSE son similares a la deficiencia de vitamina E, que resulta en una acumulación de metabolitos oxido reactivos (**ROM**) tales como: la sola molécula de oxígeno, el anión superóxido, radicales hidroxilo y férricos, las cuales todos son iniciadores del proceso oxidativo. Estos, son producidos endogénicamente durante el metabolismo normal pero son producidos más allá del control fisiológico (13). En un orden fisiológico normal existen dos sistemas que protegen contra la acumulación celular de los ROM y sus productos tóxicos: 1) El sistema de macromoléculas que cubren el metal para desprender electrones reactivos vía de la pentosa monofosfato y 2) Un sistema de rompimiento de la cadena antioxidante para detener la oxidación lipídica (Figura 2).

En el primer sistema la dismutasa superóxido (Cu, Mn, Zn, como cofactores), glutatión peroxidasa (Selenio como cofactor) y la catalasa (Hierro como cofactor) remueven el oxígeno reactivo y peróxido antes que reaccione con promotores de la reacción química de Fenton. La reducción de peróxidos está acompañada de la oxidación del glutatión (**GSH**) la cual es regenerada reduciendo equivalentes del NADPH hecho posiblemente por la riboflavina que contiene la enzima glutatión reductasa.

En el segundo sistema los antioxidantes actúan después de iniciada la reacción de la cadena de peroxidación lipídica. La riboflavina puede actuar también como un antioxidante pero la vitamina E es el principal antioxidante en este sistema (46). La vitamina E termina las cadenas peroxidativas por reacción directa con una variedad de radicales orgánicos. La vitamina E es oxidada cuando ROM son producidos, pero puede regenerarse por medio del ácido ascórbico. Con la deficiencia de vitamina E, las transferasas S-glutatión de los conjugados GSH con radicales peróxido resulta en el consumo de GSH.

Ambas, la deficiencia de vitamina E y el PSS en cerdos mantienen en el plasma una elevada actividad de piruvato-cinasa y creatin-cinasa, debido a los radicales libres en las membranas de las células (21, 22). Por esto, el depósito de vitamina E en el músculo a nivel celular y subcelular incrementado por su adición en la ración alimenticia, no solo mejora la integridad de la membrana celular sino que influencia el grado de PSE en la carne.

Figura 2. Generación de radicales libres



(21)

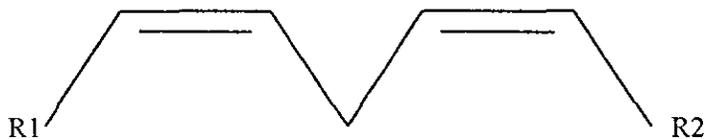
Aunque PSE en pollos es genéticamente inducido por estresantes externos, el grado de su manifestación puede ser modulado mediante la nutrición (15), donde ciertos nutrimentos potenciales pueden moderar esta condición patológica en cerdos, pavos y pollo. Adecuadas cantidades de Mn, Cu, Zn, Se. y Riboflavina, son importantes para maximizar la función de la supraóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y glutatión reductasa para convertir peróxidos que no puedan participar en las reacciones de Fenton (2, 10, 11, 21, 22, 23, 36, 38, 62).

Las prácticas usuales de producción pueden tensionar al animal. La selección genética intensiva para el rápido crecimiento e incremento de la masa muscular han incrementado la susceptibilidad de aves (15, 30). La selección para rápido crecimiento crea en los músculo un incremento natural de su trabajo metabólico y puede dañarlo cuando existe un estrés por microisquemia (54).

El estrés irrumpe en las membranas celulares, esto, resulta en una lisis de eritrocitos e incrementa el piruvato en plasma y la concentración de creatinina-cinasa. El calcio es liberado en organelos y musculos haciéndolos rígidos. Existiendo a la par una acelerada glucolisis, y decreciendo el pH, sanguíneo, incrementando el lactato y la concentración de pCO_2 , así como un incremento en la temperatura corporal (32).

Para efectos de considerar los análisis que sobre oxidación lipídica se realizarán en este proyecto se documenta a continuación el razonamiento químico. En química orgánica, el término diénos conjugados (DC), se refiere a dos dobles ligaduras separadas por una ligadura simple. Esta estructura es visual en ácidos grasos polisaturados (PUFA; Figura 3). Es generalmente aceptado que la presencia de DC en lípidos, signifiquen oxidación de lípidos.

Figura 3. Estructura de un ácido graso polinsaturado (PUFA).



(12)

De hecho, debido a la estructura del divinilmetano, los PUFA son particularmente susceptibles a la abstracción de hidrógeno por un ataque de radicales libres convirtiéndose ellos mismos en intermediarios con radicales libres. Esto resulta en un arreglo de dobles ligaduras a DC y en presencia de O_2 , la formación de hidroperóxidos de ácidos grasos.

El DC es un fuerte cromóforo que puede ser detectado espectrofotométricamente, cuando éste está presente en ácidos grasos muestra una absorción característica en la región ultravioleta cercana a 234 nm., utilizando la segunda derivativa ya que con esta técnica se eliminan posibles datos erróneos en los picos de absorbancia cercanos a los 234 nm. que produce bandas más cercanas, mostrando longitudes de onda que no se observan en un análisis de espectrofotometría normal.

Con cualquier otra sustancia conteniendo lípidos se exhibe una absorción ultravioleta con longitudes de onda hacia los 200 nm. El efecto de moléculas orgánicas conteniendo DC son caracterizados por una intensa absorción en la llamada banda K que puede medirse con respecto a su pico de absorción entre 215 a 250 nm. Esta banda K, se encuentra en los 233 nm. con una lectura secundaria entre los 260 a 280 nm.

La presencia de DC en ácidos grasos insaturados y oxidados, es debido a la resonancia, seguido por un ataque de radicales libres sobre la molécula del hidrógeno de grupos metileno, separando las dobles ligaduras en estos compuestos (12).

2.4. IMPACTO DEL ESTRÉS SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE.

Las membranas celulares a nivel muscular se rompen resultando en un escape de enzimas específicas a la sangre, así los peróxidos reaccionan incrementando la temperatura, seguida de una extensiva desnaturalización tanto de la proteína conectiva como la soluble del músculo, existiendo adherencias por la proteína sarcoplásmica y reducida solubilidad de la proteína miofibrilar.

En pavos se presenta mediante un daño muscular caracterizado por microisquemia, hiperconcentración de fibras musculares, pérdida de la estriación con marcada fragmentación de miofibrillas y necrosis granular con fagocitosis por células mononucleares y fuerte proliferación de tejido conectivo y tejido graso en el endomesio y perimesio (30, 32, 51).

Uno de los factores que causan el deterioro de la materia cárnica es la oxidación lipídica, que depende a su vez de múltiples factores como: tipo de músculo, almacenamiento, temperatura edad, dieta del animal y otros. Al parecer es mas significativo el contenido de ácidos grasos polinsaturados en cuanto a la rancidez. Esto es, a menos grado de ácidos grasos insaturados mayor incremento de rancidez determinado por el ensayo del ácido tiobarbiturico (22, 46).

La peroxidación usualmente inicia con la abstracción de un átomo de hidrogeno de el ácido graso insaturado resultado en la formación de un radical lípido. El nuevo arreglo de las doble ligaduras resulta en la formación de diénos conjugados.

El ataque del oxígeno molecular produce un radical peróxido la cual puede quitar un átomo de hidrogeno de un lípido adyacente ó formar un hidoperóxido lípido ó forman un endoperóxido. La formación de endoperóxidos lipídicos en ácidos grasos insaturados contienen al menos tres dobles ligaduras interrumpidas que pueden llevar a la formación de un subproducto de degradación como lo es el malonilaldehído.

Se ha observado que llegan substratos de algunas drogas experimentando hidroxilación imhiben la peroxidación lipídica sugiriendo que la peroxidación y el metabolismo de algunas drogas compiten por equivalentes reductores transportadores de electrones comunes. Los anitoxidantes butil hidroxitolueno (BHT) y el tocoferol (vitamina E) han demostrado inhibir la peroxidación lipídica del NHDP dependiente a nivel microsomal (*in vitro*), así, el tocoferol y prometazina (*in vivo*), también afectan la peroxidación a nivel microsomal por la reducción del NHDP - dependiente.

El NHDN no reemplaza al NHDPH en promover la rápida peroxidación de lípidos en microsomas intactos en presencia de ADP - Fe⁺³. Sin embargo, en presencia de ADP-Fe⁺³ el y EDTA-Fe⁺³, el NADH es igual de efectivo que el NADPH en promover la peroxidación microsomal.

Existe por otra parte la peroxidación no enzimática de membranas microsomales y es probable, mediante hemoproteínas endógenas y transición de metales, así como la desestabilización de membranas microsomales por exposición de agentes caotrópicos promovidos probablemente por componentes de la cadena de transporte de electrones. Se ha demostrado que el citocromo microsomal P-450, interactúa con hidroperóxidos exógenos para promover el consumo de oxígeno y producción de peróxidos de sus subproductos.

Altas concentraciones de metales de transición promueven la autoxidación especialmente en proceso de agentes reductores tales como el ascorbato y cisteína. Otras condiciones aceleran la peroxidación incluyen; radiación gamma, luz en presencia de fotosensibilizadores, presión hiperbárica, hiperoxia, ozono, oxido de nitrógeno, iniciadores de radicales tales como ácido dialúrico (12).

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Evaluar bajo las condiciones prácticas de producción de pollo de engorda, el retiro de suplementos vitamínicos y/o minerales traza en el alimento, durante los últimos cinco días de engorda.

3.2. PARTICULARES

1. Medir con dietas elaboradas con combinaciones (con y/o sin) de suplementos vitamínicos y minerales traza sobre los parámetros productivos y calidad de la carne* (*estudios reológicos).
2. Determinar el efecto de los tratamientos sobre el costo-beneficio del proceso productivo del pollo de engorda.

4. HIPÓTESIS

El retiro de suplementos vitamínicos y/o minerales traza en raciones para pollo de engorda durante los últimos cinco días de engorda no afecta los parámetros productivos y la calidad de la canal.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en una granja experimental de la Compañía Graneleras Montes, S.A. de C.V. ubicada a 5 km. de la población de Ezequiel Montes. y a 35 minutos al Noreste de la Ciudad de Querétaro, Qro.

En una caseta con de 7 m. de ancho por 100 m. de longitud con piso de cemento y desnivel del 1.0% (a partir del centro de la caseta y hacia sus lados) con cortinas de protección a partir de 1 m. de altura del piso, se dividió una parte del área para permitir la colocación de 16 jaulas en piso con dimensiones de 2 m² cada una para una densidad de 15 aves por jaula y utilizando comederos de bote y bebederos de niple.

Se utilizaron 500 pollos de la variedad Hy-bro con 1 día de nacidos los cuales se alojaron en casetas con cama de rastrojo de maíz, y se les proporcionó el manejo y la alimentación recomendados por la casa incubadora (Pilgrim's Pride, S.A. de C.V.). A los 55 días de edad se les ofreció una dieta, base sorgo-pasta de soya, conteniendo 18.5% de proteína cruda y 3,150 Kcal./EM (Cuadro 3 y 4).

Cinco días antes del sacrificio, se evaluó el comportamiento productivo, utilizando para el efecto, cuatro tratamientos con cinco repeticiones de 25 pollos cada una, elegidos al azar y fueron asignados a las siguientes raciones:

- Con suplementos vitamínicos y minerales traza (**TESTIGO**).
- Con suplementos vitamínicos sin minerales traza.
- Dieta balanceada sin suplementos vitamínicos con minerales traza.
- Dieta balanceada sin suplementos vitamínicos y sin minerales traza

Cuadro 3. Dieta empleada en el presente experimento.

Ingrediente	kg./Ton.
Sorgo, 9.0% ¹	625.00
Pasta de soya, 45.6%	228.00
Harina de carne, 54%	50.00
Aceite de soya	44.00
Gluten de maíz, 60%	25.00
Pigmento amarillo, 11g./kg.	8.00
Carbonato de calcio	5.00
Fosfato Monocálcico, 21 %	4.00
Sal fina	4.00
DL- Metionina, 99% (pureza)	1.30
Sulfato de cobre	1.00
Cloruro de colina, 60% (pureza)	0.80
Coccidiostato	0.50
Trisox	1.00
Minerales pollo (Premezcla)	0.50
Altic	0.50
Vitaminas pollo (Premezcla)	0.20
L-treonina, 98% (pureza)	0.20
Lisina HCl., 98.5% (pureza)	0.20
Stafac-25	0.30
Lucantín Rojo (Cantaxantina 1%)	0.02

¹Proteína Cruda

Cuadro 4. Análisis calculado de la composición nutricional de la ración.

Nutrimento	Concentración
Materia seca, %	89.005
Proteína, %	18.500
Grasa, %	7.321
Cenizas, %	3.378
EM, Mcal./kg.	3.150
Lisina, %	0.946
Metionina, %	0.427
L-Treonina, %	0.761
Triptofano, %	0.220
Calcio, %	0.809
Fósforo, %	0.652
Fósforo disponible, %	0.600
Sodio, %	0.251
Potasio, %	0.703
Cloro, %	0.351
Colina, g./kg.	1.479
Ácido linoléico, %	3.304
Xantofilas amarillas, ppm.	3.750

El suplemento de minerales traza fue en premezcla comercial (Lutavit Min BM)¹ conteniendo: Mn: 120 g., Zn: 100 g., Fe: 120 g., Cu: 12 g., I: 0.70 g., Se: 0.40 g., Co 0.20 g., excipiente cbp: 1,000 g/ ton de alimento, con una dosificación de 500 g/ ton. de alimento.

Además, el suplemento vitamínico (Lutavit Blend BM)², se obtuvo en premezcla comercial que contiene: Vitamina A: 48 millones de UI; D₃: 8 millones, E: 100 g., K₃: 10 g., B₁: 8 g., B₂: 20 g., B₆: 12 g., B₁₂: 80 mg., Biotina: 300 µg., ácido Pantoténico: 40 g., ácido Nicotínico: 120 g., ácido Fólico: 3.20 g., excipiente cbp: 1,000 g., con una dosificación comercial recomendada de 200 g./ton. de alimento para pollo en finalización.

¹ Pérez, L.M. 1994. Lutavit Mín. BM. Premezcla mineral para pollo. Div. Nutrición Animal. BASF Mexicana, S.A. de C.V. Folleto de Información Técnica. pp. 1-10

² Pérez, L.M. 1994. Lutavit Blend BM. Premezcla vitamínica para pollos. Div. Nutrición Animal. BASF Mexicana, S.A. de C.V. Folleto de Información Técnica. pp.1-6

5.1. PRODUCTIVIDAD.

Antes, durante y al final el período de pruebas (49-56 días), se midió: consumo de agua, consumo de alimento y mortalidad (cada 24 hrs.). Peso del ave (1^{er}, 3^{er} y 5 días), así mismo al final de las pruebas se calculó la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento total, conversión alimenticia (alimento consumido/GDP), y mortalidad (%).

5.2. CALIDAD CARNICA.

En un término no mayor de 3 horas, posteriores a la recolección de aves en la granja, se procesaron en rastro TIF. Se seleccionaron, tres aves de cada repetición, correspondiendo al 1° de seis estudios seriales que se realizaron en los siguientes períodos de conservación bajo congelación a menos 10° C: 72 h, 10, 30, 60 y 90 días.

La dureza (Newtons) de los músculos de pechuga y pierna se analizaron utilizando un aparato Kramer Shear Press, montada en una máquina universal de pruebas, modelo Q-Test I (SynTech, Corp., U.S.A.), utilizando una velocidad de cabezal para corte, de 100 mm/min. (34, 39). Lo anterior se realizó en el laboratorio de control de calidad de ingredientes y productos cárnicos del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Querétaro.

Los cortes de las muestras cárnicas correspondientes a los músculos del muslo y pechuga en cada caso y prueba, se llevaron a pesos de 2.0 g. cada muestra y con dimensiones de 2.0 cm. de largo por 2.0 cm. de ancho y cuatro mm. de espesor, de acuerdo a las dimensiones de la cubeta contenedora de muestras a cortar.

Los valores de peroxidación se obtuvieron en el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Querétaro, utilizando la técnica propuesta para detección de diénos conjugados (coeficiente de extinción molar; $2.52 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$) por segunda derivada. La detección se realizó por ultravioleta (234 nm.) con un espectrofotómetro Bekman DU-65 (13).

5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico fue completamente al azar para un arreglo factorial de tratamientos 2×2 . Cada tratamiento contó con 5 repeticiones de 25 pollos cada una, y se hizo correlación entre variables medidas y tratamientos a evaluar. Se estableció un alfa 0.05 para declarar diferencias estadísticas entre los tratamientos y en caso de que éstas existieran se separaron utilizando el método de Duncan.

6.0. RESULTADOS

6.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS.

Los resultados obtenidos durante el estudio en el consumo diario de alimento promedió 199 g. y tendió a ser afectado por la adición de la premezcla de V ($P = 0.06$; 199 y 214 g.; con y sin, respectivamente, Gráfica 1) y con Mt. fue 207 g. ($P > 0.05$; 209 y 205 gr., con y sin, respectivamente; Gráfica 2). Sin embargo, el parámetro resultó afectado por la interacción ($P < 0.05$; Cuadro 5).

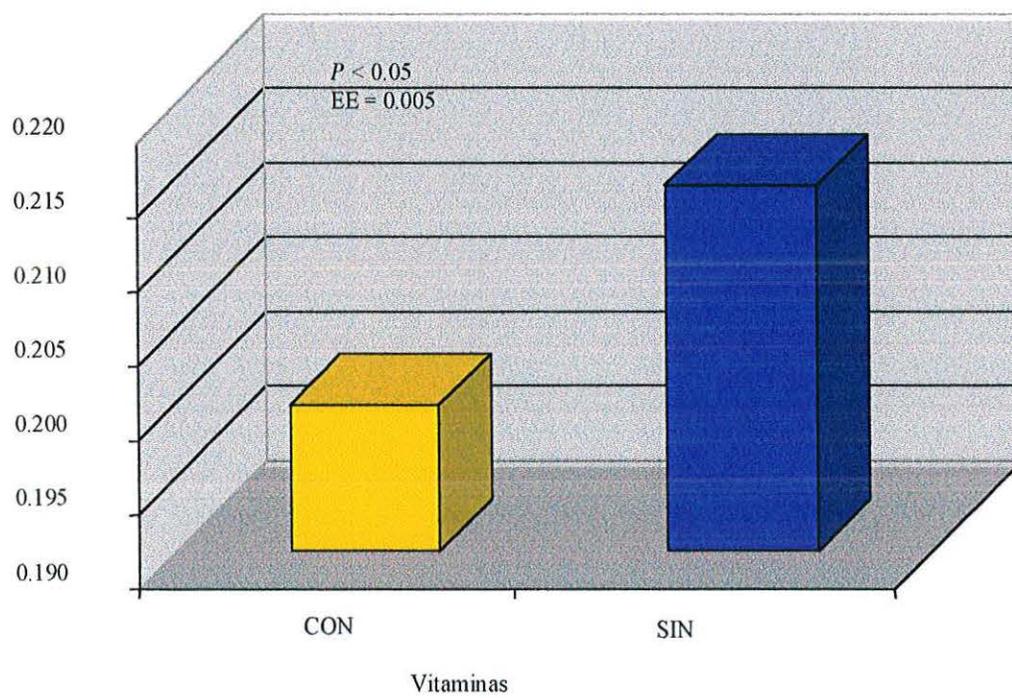
Por otro lado, la GDP, promedió 104 g. sin ser afectada por la adición de V ($P = 0.19$, Gráfica 3), pero siendo 3.9% mayor con V (106 y 102 g.; con y sin, respectivamente). Con la adición de Mt. también se presentó este efecto ($P = 0.14$; Gráfica 4), en cambio la interacción sí mostró un efecto ($P < 0.05$; Cuadro 5).

El consumo promedio de agua de bebida fue 7.2% más elevado sin la adición de vitaminas ($P = 0.065$; 0.461 vs. 0.479 litro/día; con y sin, respectivamente). Dicha diferencia también fue en promedio de 7.2% cuando la ración contenía Mt. ($P < 0.05$), así como con la interacción entre éstos y V ($P < 0.05$; Cuadro 5).

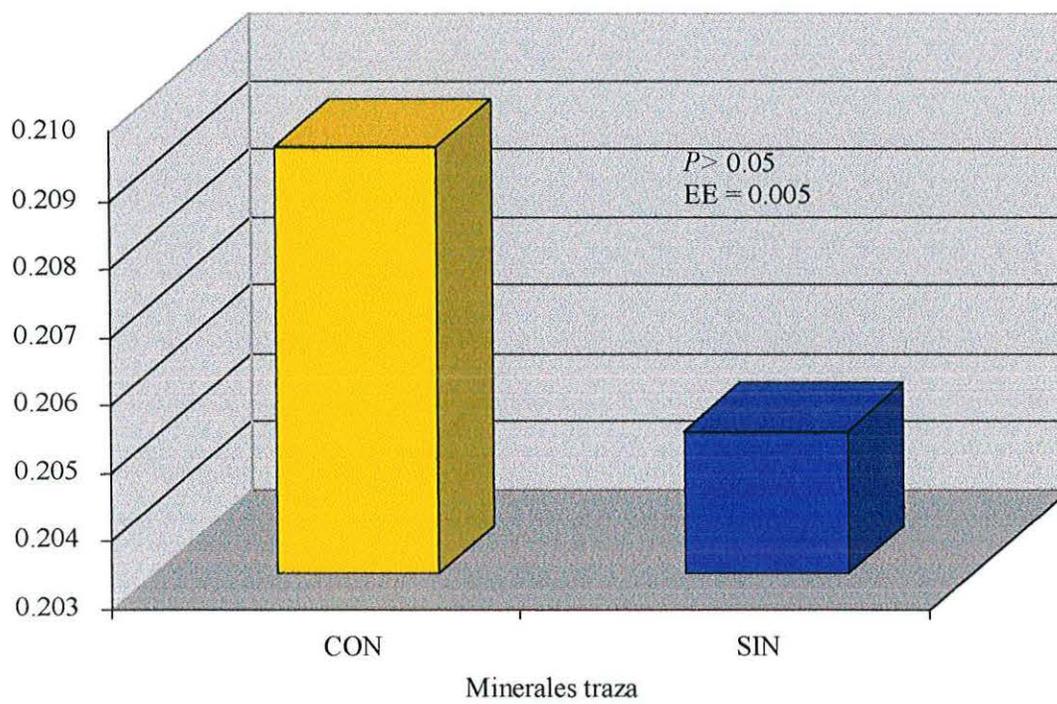
La conversión (consumo de alimento / GDP) fue en promedio de 2.01 y presentó un 11.62% de detrimento con el retiro de V ($P < 0.05$; Gráfica 5). Pero, con la adición de Mt la diferencia entre tratamientos fue de 7.1% ($P > 0.05$; Gráfica 6), observándose además efecto de la interacción sobre la variable ($P < 0.05$; Cuadro 5).

A través de los parámetros consumo de alimento, conversión y GDP, se obtuvo el costo por efecto del tratamiento, encontrando que con V fue 5.2% menor sobre -V (\$2.29 y \$2.41, respectivamente), así también, el costo de Mt. fue un 1.8% más elevado que para -Mt. (\$2.37 y \$2.32). Los tratamientos con y sin (V o Mt), y sus interacciones presentaron diferencias ($P < 0.05$), siendo el grupo control (V+Mt) el más rentable respecto a V-Mt, -V+Mt, -V-Mt, con 12.8, 10.3 y 3.9%, respectivamente (Cuadros 5, 8).

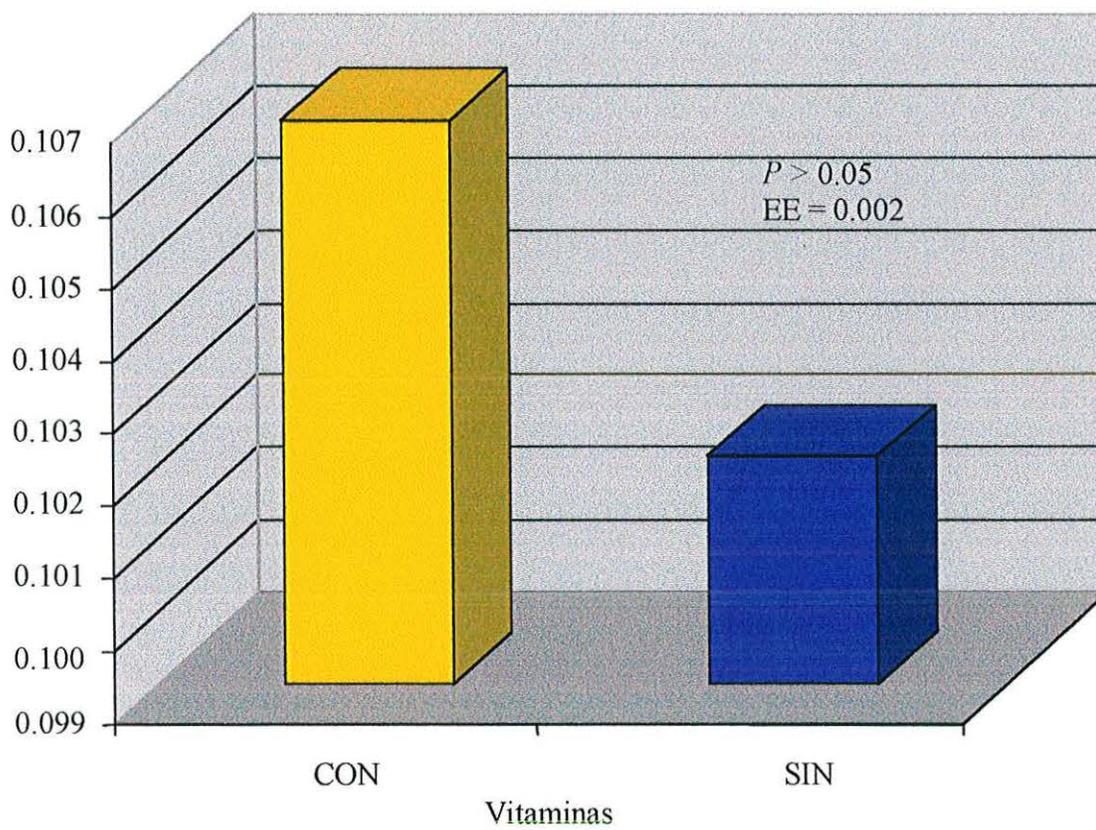
Gráfica 1. Efecto del retiro de vitaminas sobre el consumo diario de alimento (g. por día).



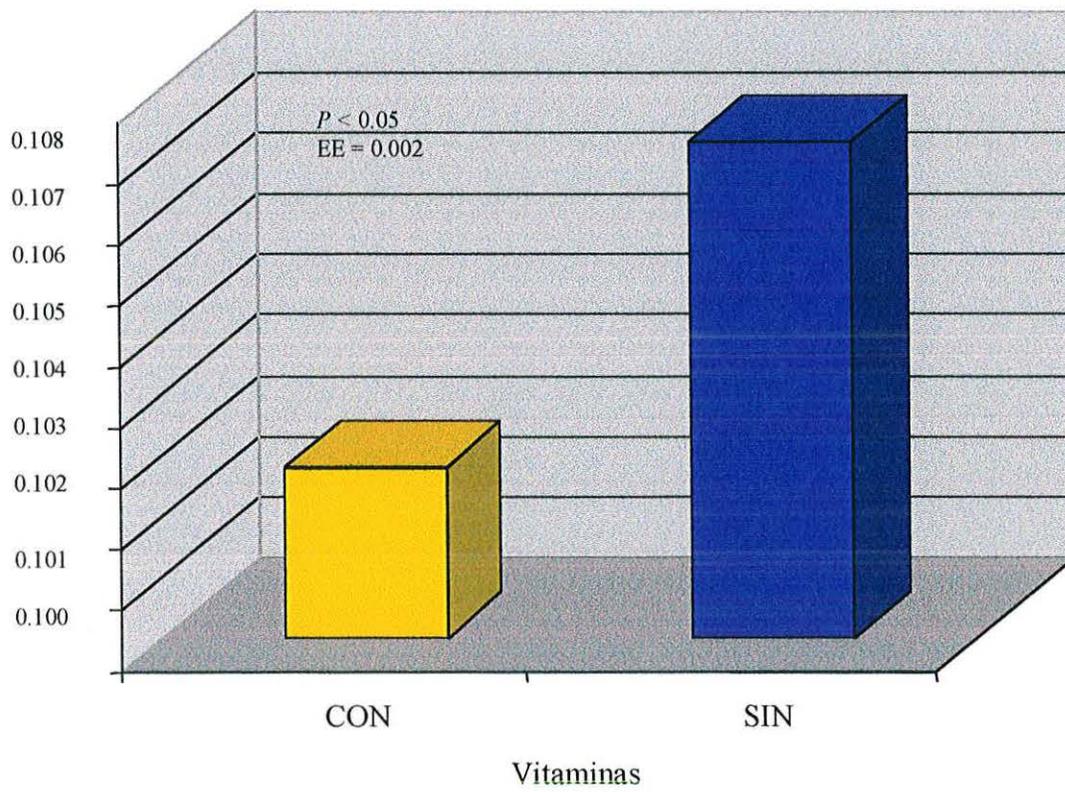
Gráfica 2. Efecto de la adición de minerales traza sobre consumo de alimento (g. por día)



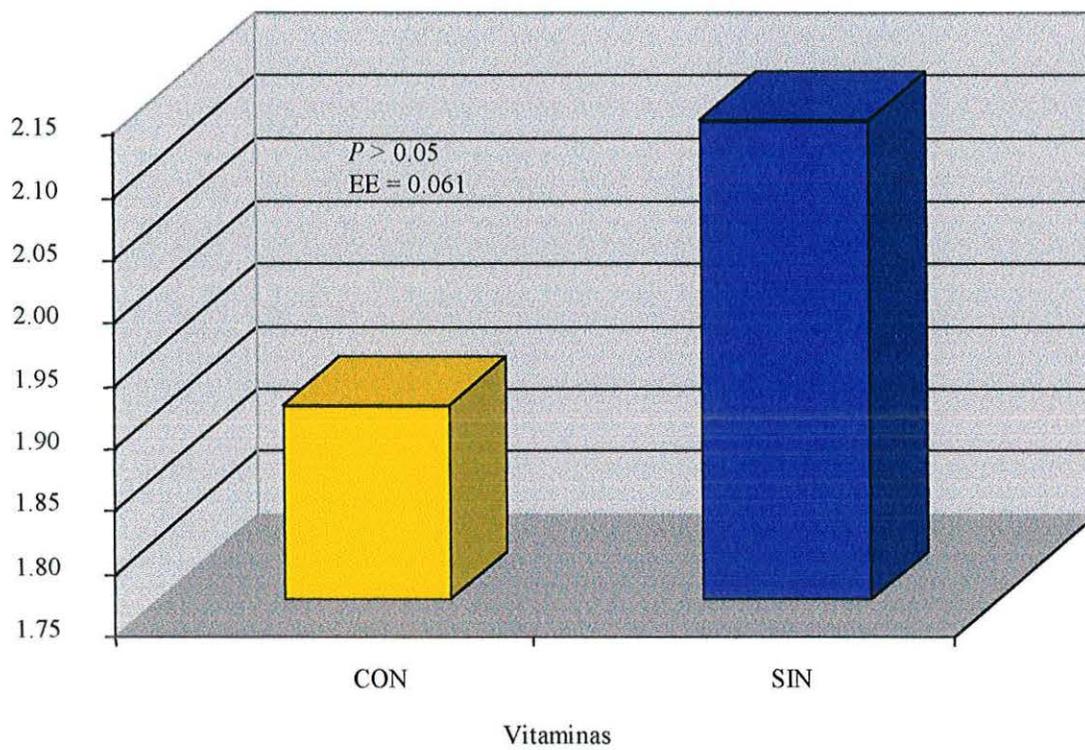
Gráfica 3. Efecto de la adición de vitaminas sobre ganancia diaria de peso (GDP).



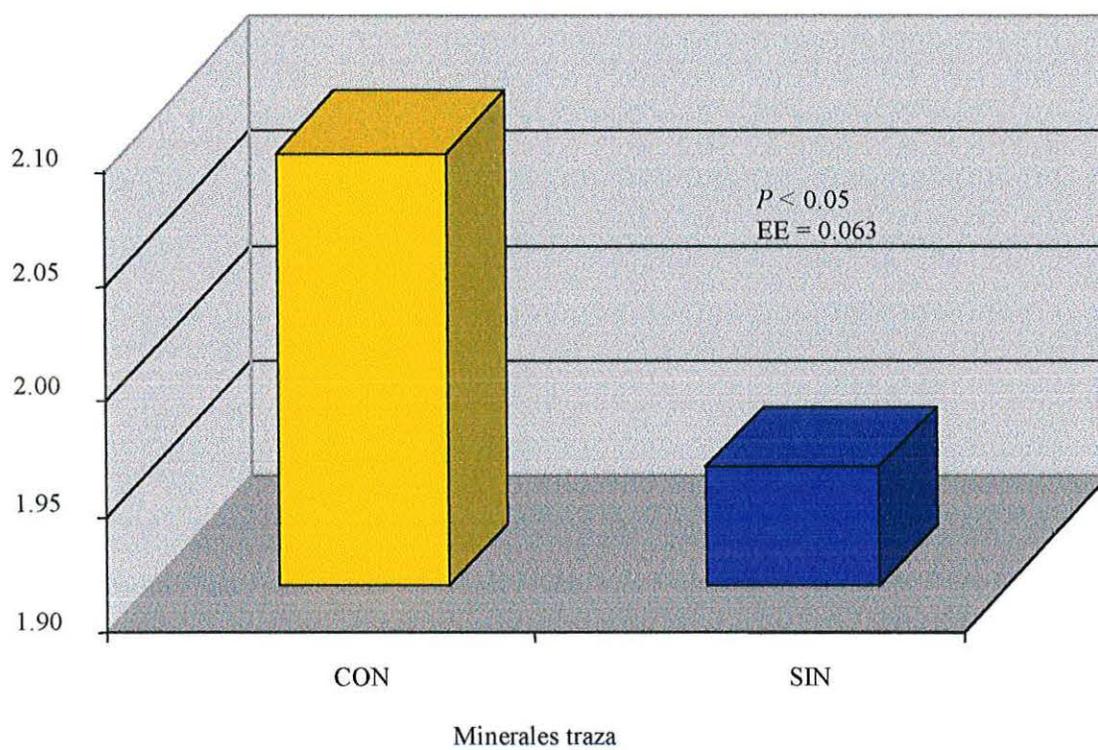
Gráfica 4. Efecto de la adición de minerales traza sobre la ganancia diaria de peso (GDP).



Gráfica 5. Efecto de la adición de vitaminas sobre conversión (kg. alim./kg. GDP).



Gráfica 6. Efecto de la adición de minerales traza sobre la conversión (consumo de alim./GDP).



Cuadro 5. Efecto del retiro de la premezcla de vitaminas y/o minerales sobre los parámetros productivos de pollos durante los últimos 5 días.

Parámetro	Minerales Vitaminas	+	+	-	-	EE*
		+	-	+	-	
Consumo,						
Alimento, kg./día		0.192a	0.225b	0.206a	0.203a	0.007
Agua, ml./día		0.538a	0.434b	0.384c	0.522d	0.009
Ganancia de peso (GDP), kg./día		0.103a	0.100b	0.110c	0.104a	0.003
Conversión, kg. alim./kg. de GDP		1.907a	2.265b	1.905a	1.990ab	0.088
Costo (\$) kg. alim./ 5 días.		2.21	2.54	2.37	2.28	
Costo (\$)/ kg. de GDP,		1.597a	1.781b	1.826c	1.662ab	0.020

a-c. literal diferente por renglón significa diferencia estadística ($P < 0.05$).

*Error Estándar.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

6.2. CALIDAD DE LA CARNE.

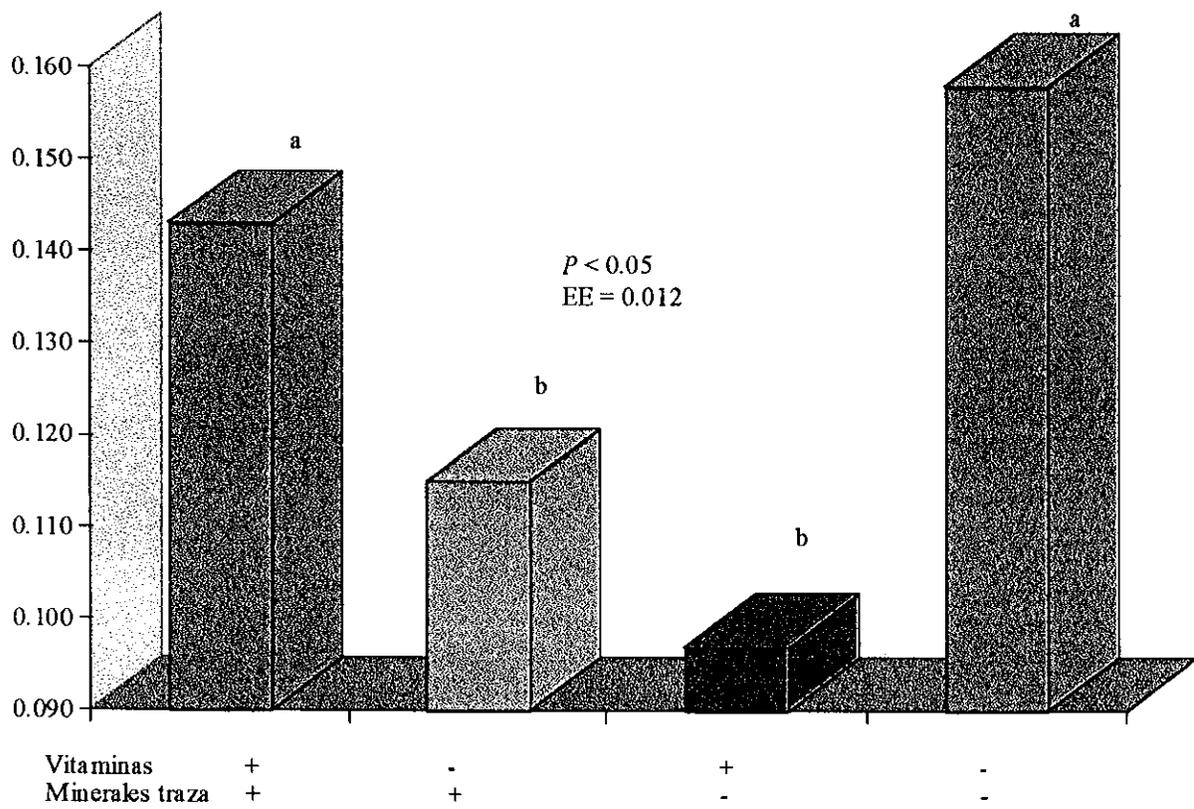
6.2.1. CONTENIDO DE DIÉNOS

El parámetro utilizado como respuesta de la oxidación de las grasas (contenido de diénos totales) de la carne evaluada, fue en promedio 0.0132 (E.E. = 0.0008) y no se encontró efecto de la adición o retiro de V ($P > 0.05$; 0.012 y 0.014; con y sin, respectivamente) o Mt. ($P > 0.05$; 0.0129 y 0.0127; con y sin, respectivamente) sobre el mismo. Pero la combinación de ambos afectó este parámetro ($P < 0.05$; Gráfica 7).

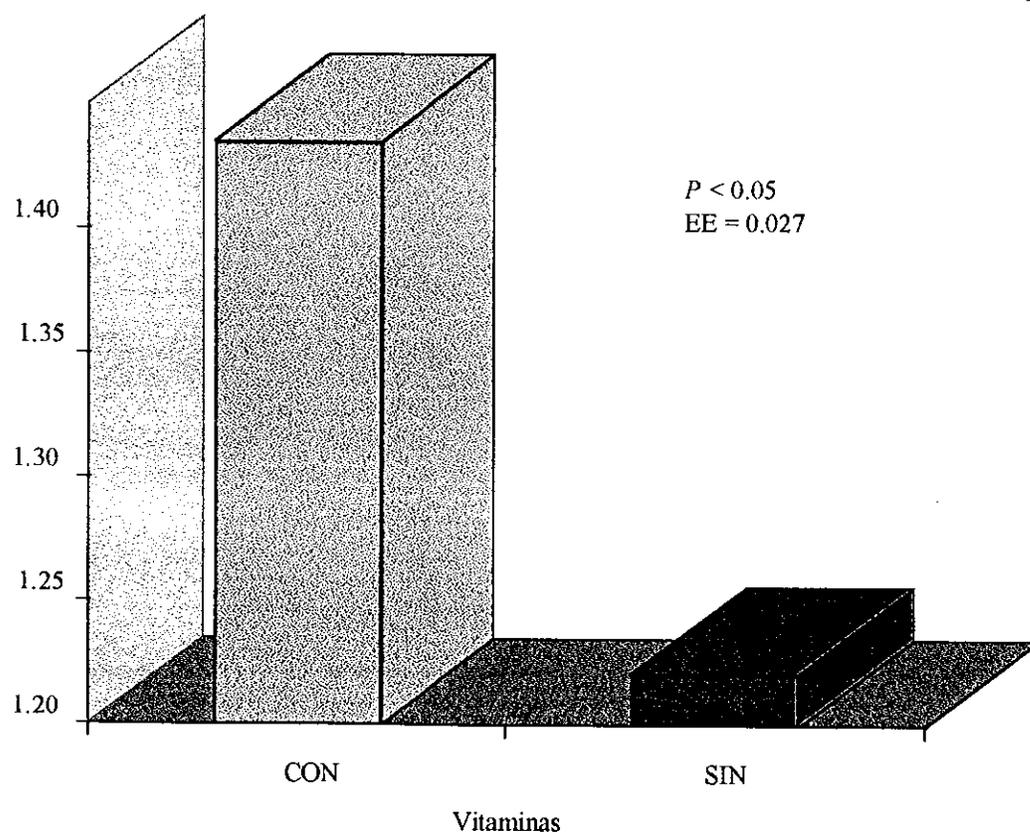
6.2.2. FIRMEZA DE LA CARNE.

La dureza (expresado como; 1×10^3 Newtons) del tejido muscular de la pechuga fue un 17.52% más elevada ($P < 0.05$; Gráfica 8) con la adición de V a la ración, comparado con la ausencia de estas. También el parámetro antes mencionado fue afectado de manera significativa por la adición de Mt. ($P < 0.05$; Gráfica 9), y así como por la combinación de ambos tratamientos ($P < 0.05$; Gráfica 10).

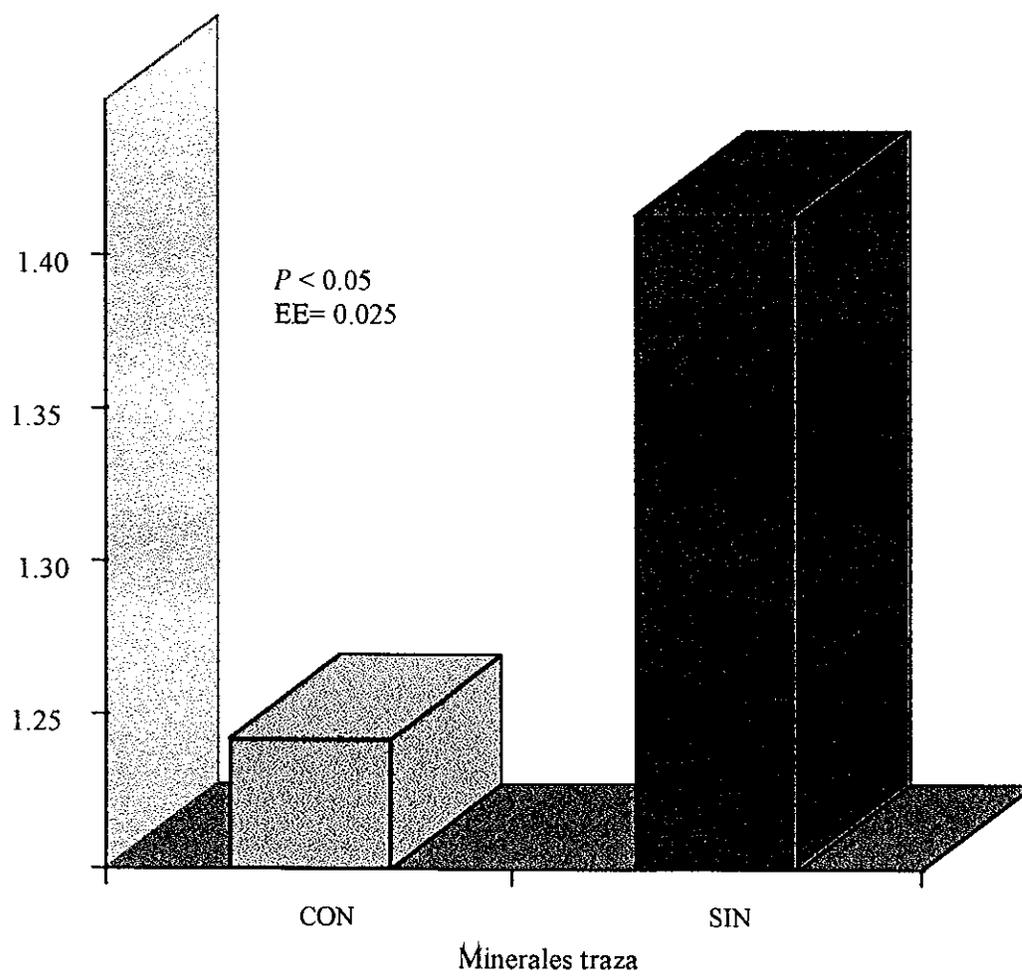
Por otro lado, la dureza del músculo del muslo fue 8% más elevada con la adición de V, en la ración, comparada con la ausencia de éstas ($P < 0.05$; Gráfica 11), así también la ausencia de Mt. en la ración la diferencia fue 16.6% más elevada con respecto al grupo Mt. ($P < 0.05$; Gráfica 12) y de 6% comparado con la ración testigo. Además de los efectos separados de cada uno y sus interacciones ($P < 0.05$; Gráfica 13).

Gráfica 7. Efecto de los tratamientos en el contenido de diénos (I^{10}) de la carne de pollo

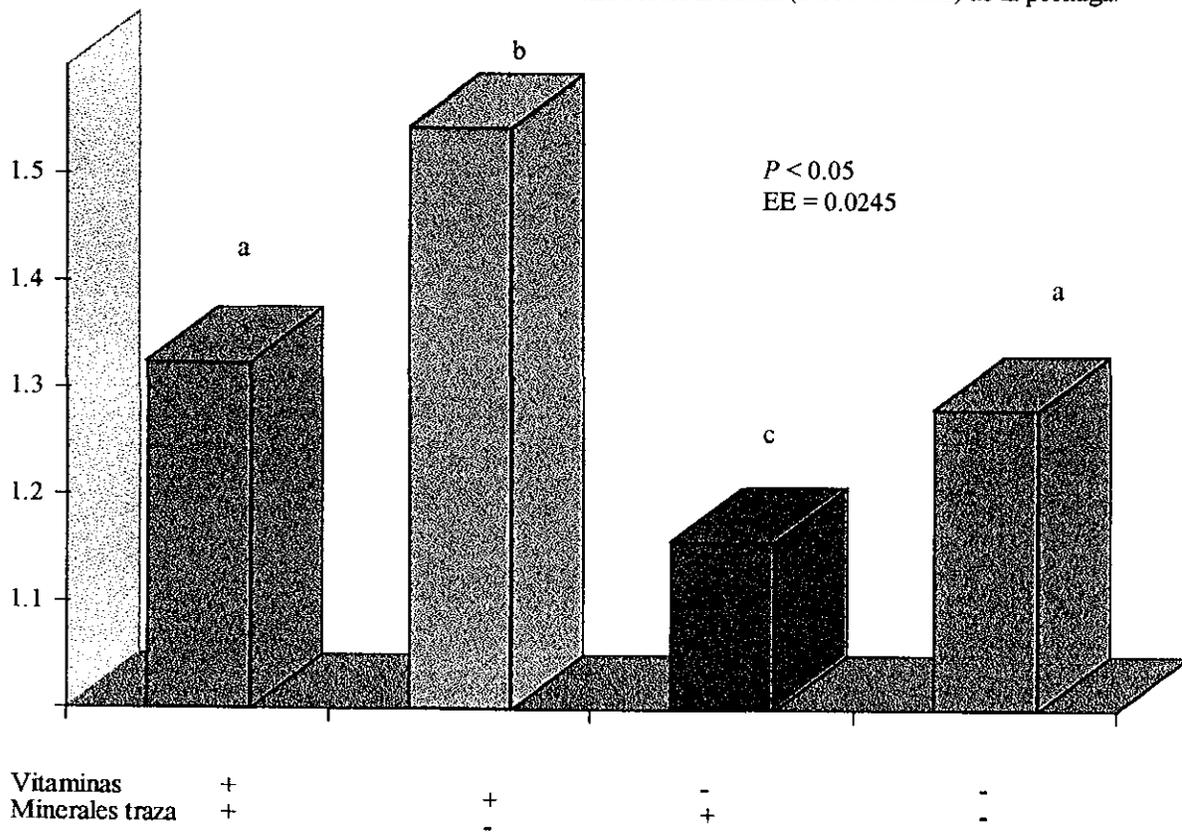
Gráfica 8. Efecto de la adición de vitaminas sobre la dureza (1×10^3 Newtons) del músculo de la pechuga.



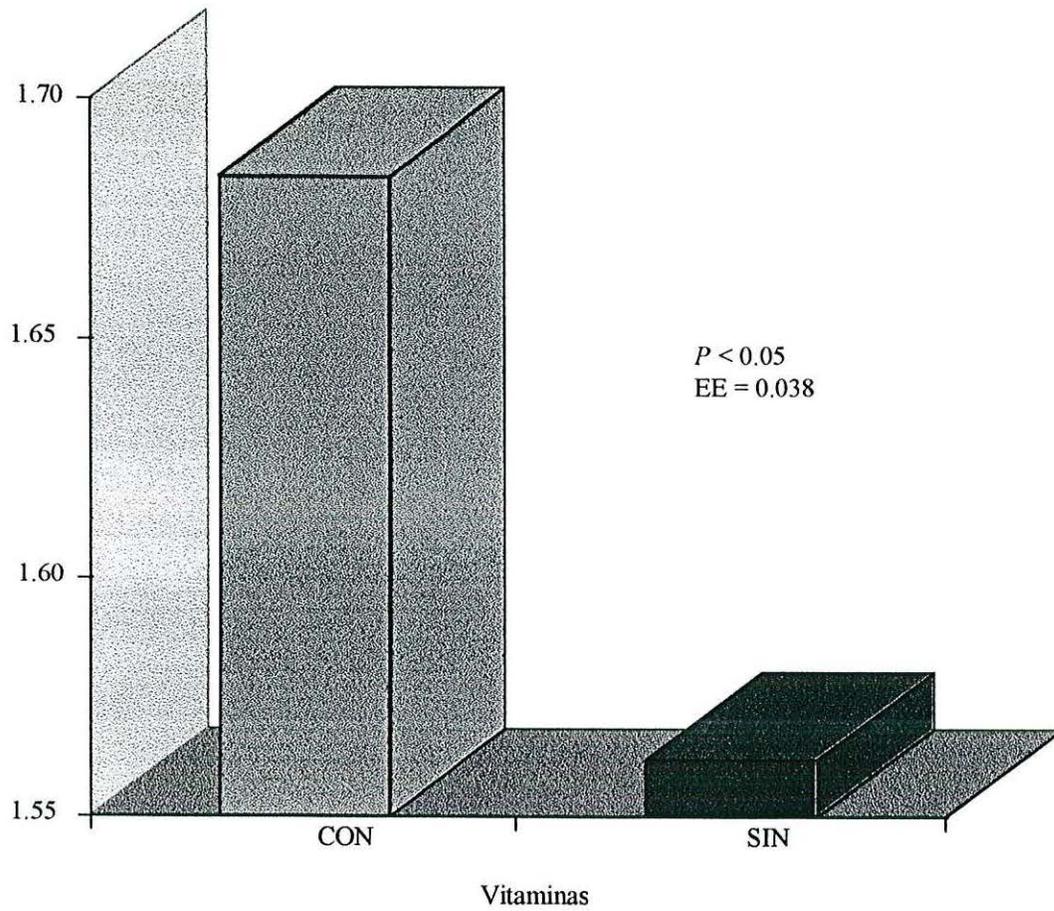
Gráfica 9. Efecto de la suplementación con minerales trazas sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de la pechuga.



Gráfica 10. Efecto de la combinación mineral traza-vitaminas sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de la pechuga.



Gráfica 11. Efecto de la adición de vitaminas y sobre la dureza (1×10^3 Newtons) del músculo del muslo.

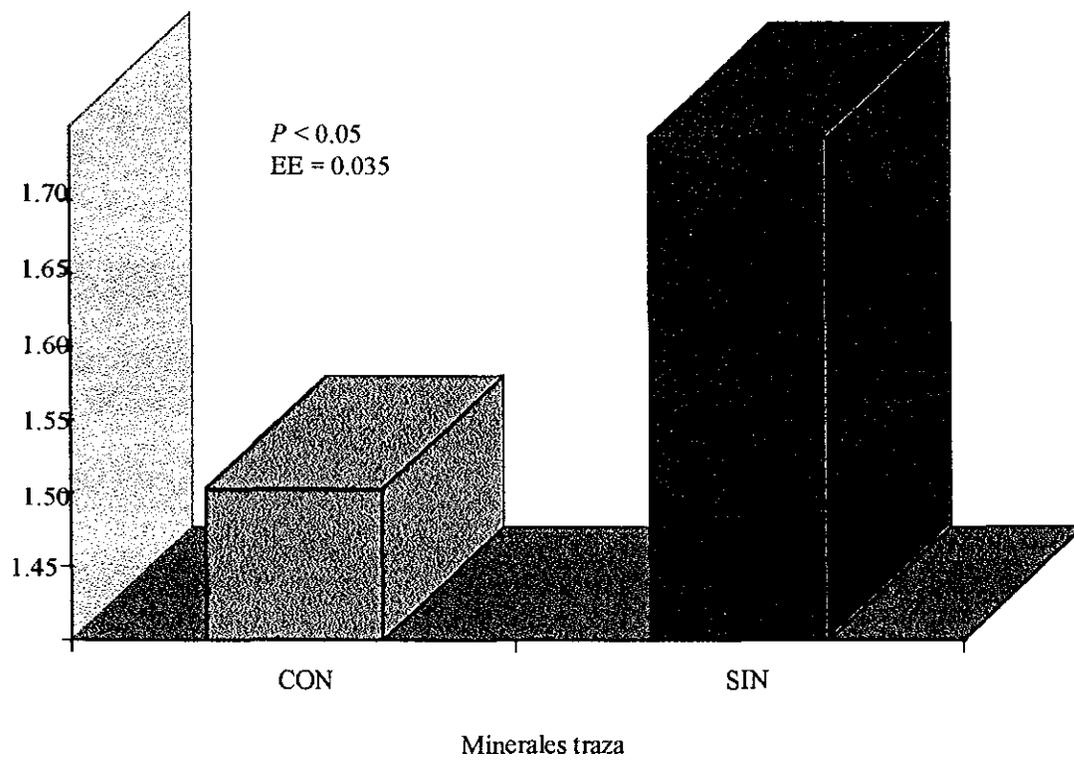


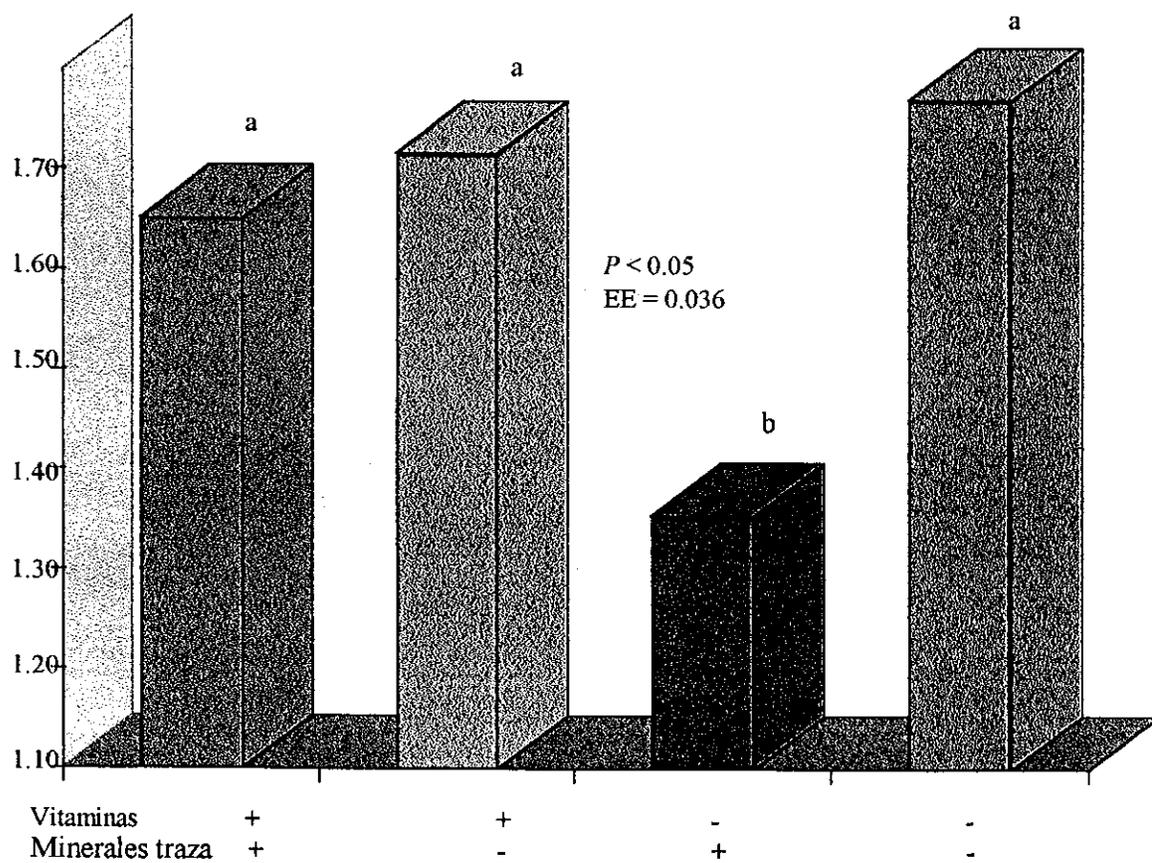
CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Gráfica 12. Efecto de la adición de minerales traza sobre la dureza (1×10^3 Newtons) del músculo del muslo.



Grafica 13. Efecto de la adición vitamina-mineral sobre la dureza (1×10^3 Newtons) del músculo del muslo.

6.3. ALMACENAMIENTO.

6.3.1. TIEMPO DE CONSERVACIÓN

La dureza del músculo de la pierna aumentó ($P < 0.05$; Gráfica 14) con el pasar del tiempo de conservación. De manera similar, fue el efecto del tiempo de conservación sobre la dureza del músculo de la pechuga ($P < 0.05$; Gráfica 15). Pero, al comparar ambos músculos en el tiempo de conservación no se encontró diferencia ($P > 0.05$; Gráfica 16).

6.3.2. INTERACCIÓN CONSERVACIÓN-SUPLEMENTACIÓN.

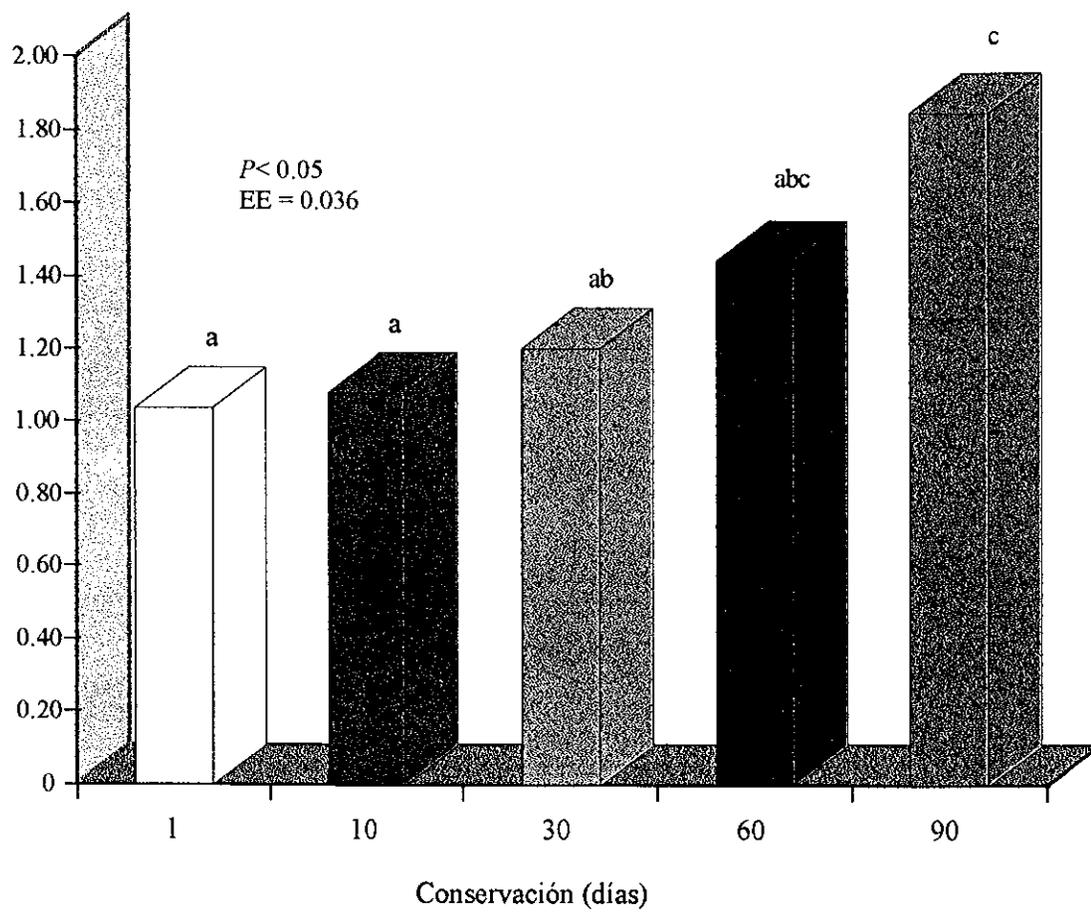
El tiempo de conservación conjuntamente con la adición de V, presentaron poca diferencia global sobre la dureza (1.319 y 1.325; $P > 0.05$; con y sin, respectivamente), con un 3.7% al inicio (0 días) y 12.2% a los 90 días para el músculo del muslo (Gráfica 17). Sin ser afectada la dureza por la interacción vitamina-tiempo ($P > 0.05$).

Por otro lado, el efecto del tiempo de conservación y la adición de Mt. a la ración, sobre la dureza del músculo de pierna fue más marcado, pasando la diferencia (con y sin Mt.) desde 11.3 hasta 30% más duro sin Mt. comparado con la dieta que los contenía (1.394 y 1.2512, con y sin respectivamente; $P < 0.05$; Gráfica 18).

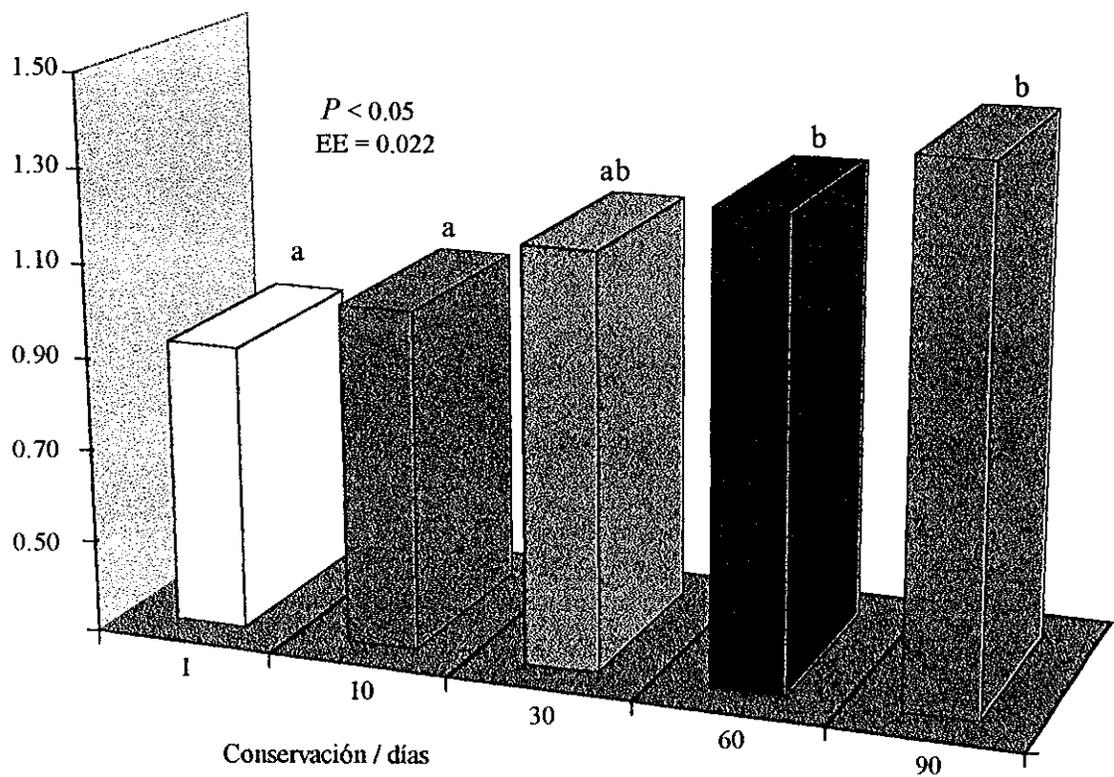
Además el parámetro presentó el efecto de la interacción tiempo de conservación - suplementación de Mt. ($P < 0.05$; E.E. = 0.053), así como de la interacción triple tiempo x V x Mt. ($P < 0.05$; Cuadro 6).

La dureza del músculo de la pechuga fue afectada por la interacción tiempo de conservación - suplementación de V ($P < 0.05$; Gráfica 19) y Mt. en la ración ($P < 0.05$; Gráfica 20). Siendo más la dureza de la pechuga, a medida que avanzaba el tiempo de conservación y sin Mt. Pero globalmente fueron similares ($P > 0.05$; 1.179 y 1.169; con y sin Mt; E.E. = 0.035). El parámetro no fue afectado por la interacción triple tiempo x V x Mt. ($P > 0.05$; Cuadro 7).

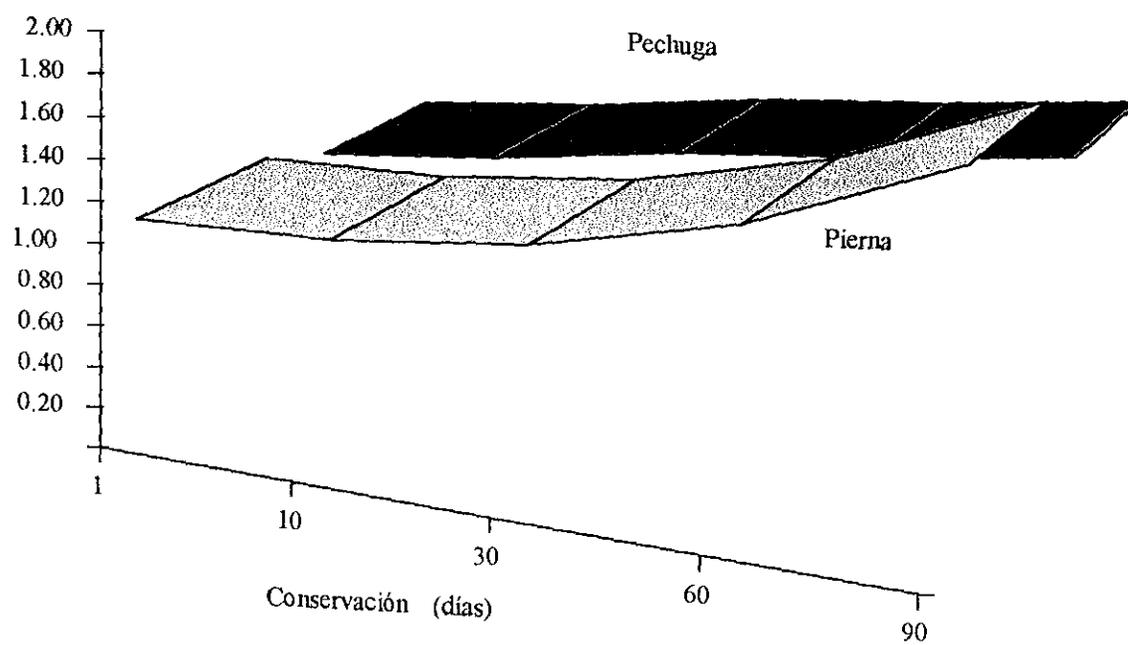
Gráfica 14. Efecto del tiempo de conservación sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de músculo de pierna.



Gráfica 15. Efecto de conservación en dureza (1×10^3 Newtons) de músculo de la pechuga.

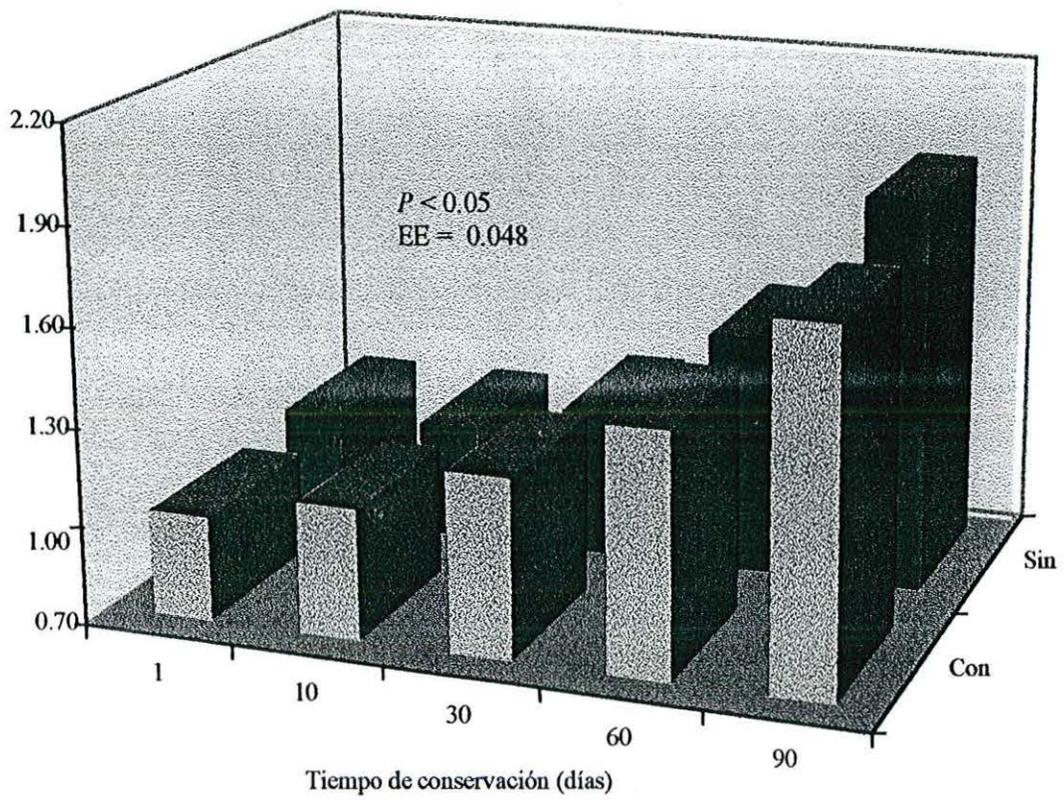


Gráfica 16. Efecto de la conservación en dureza (1×10^3 Newtons) muscular.

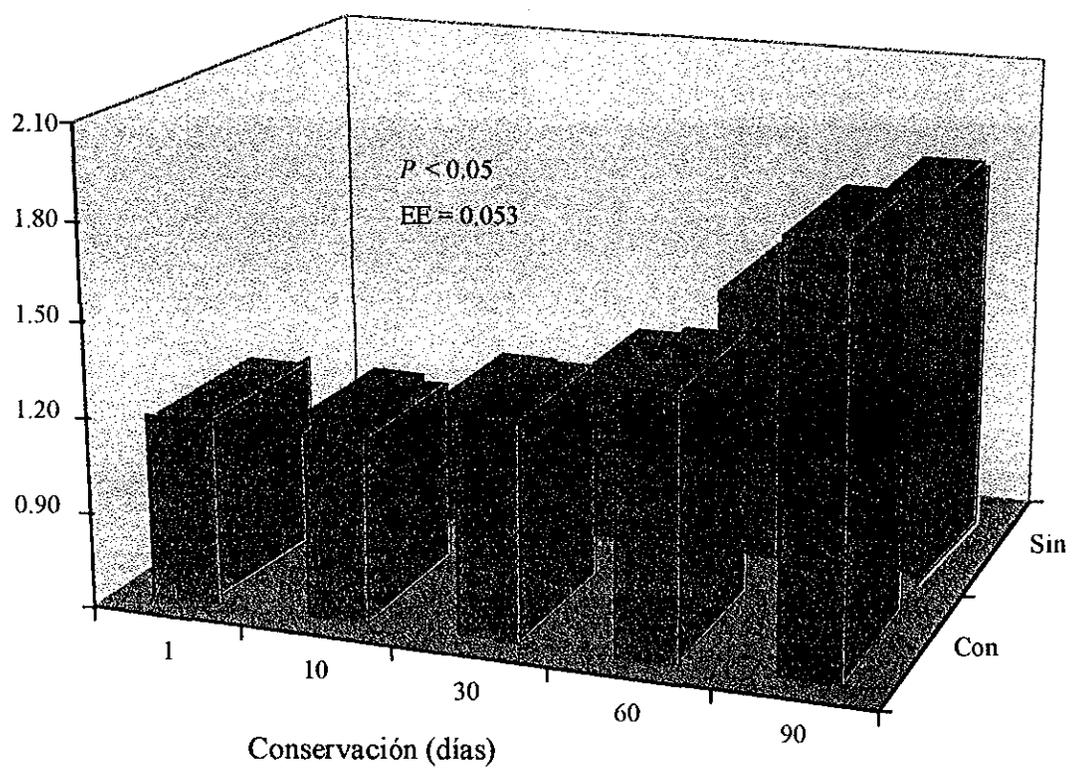




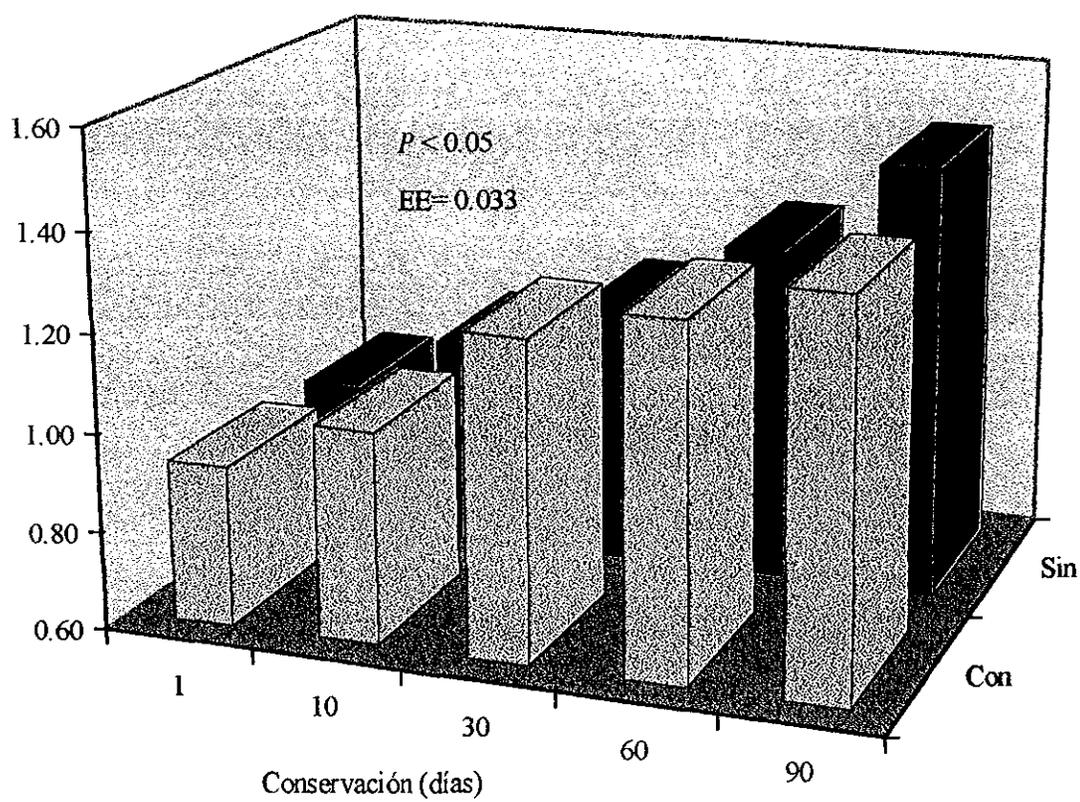
Gráfica 17. Efecto de la interacción tiempo- adición de vitamina sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de muslo.



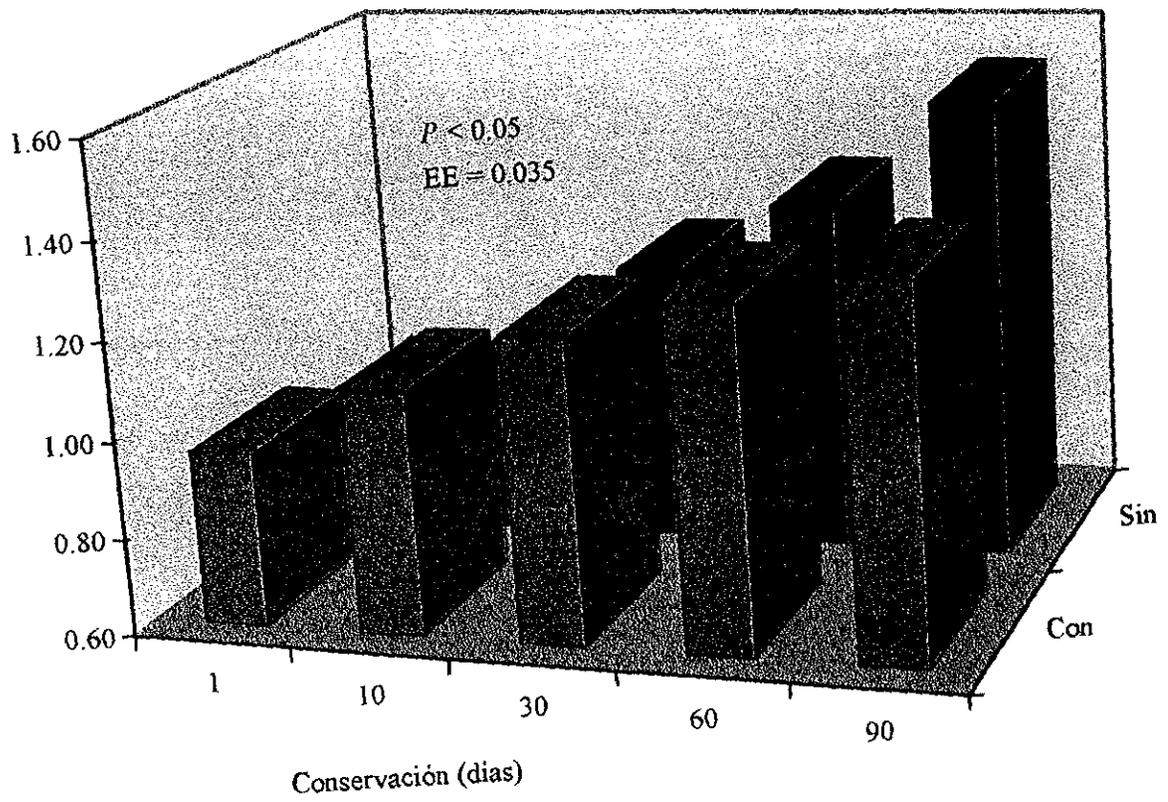
Gráfica 18. Interacción tiempo de conservación-minerales sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de muslo.



Gráfica 19. Interacción tiempo de conservación-vitamina sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de pechuga.



Gráfica 20. Interacción mineral traza-tiempo sobre la dureza (1×10^3 Newtons) de la pechuga.



Cuadro 6. Efecto del tiempo de conservación y de la suplementación vitamínica y de minerales traza sobre la dureza (1×10^3 Newtons) del músculo del muslo.

Día	Suplementación en la ración del pollo.				
	Vitaminas	+	+	-	-
	Minerales	+	-	+	-
1	1.025	1.014	1.352	0.764	
10	1.056	1.146	1.288	0.833	
30	1.189	1.308	1.372	0.945	
60	1.353	1.530	1.497	1.392	
90	1.881	1.691	1.928	1.889	
Error Estándar	0.059	0.084	0.075	0.075	

Cuadro 7. Efecto del tiempo de conservación y de la suplementación vitamínica y de minerales traza sobre la dureza (1×10^3 Newtons) del músculo de la pechuga.

Día	Suplementación en la ración.				
	Vitaminas	+	+	-	-
	Minerales	+	-	+	-
1	0.971	0.878	0.937	0.881	
10	1.146	0.917	1.042	1.019	
30	1.289	1.205	1.139	1.128	
60	1.331	1.294	1.247	1.325	
90	1.376	1.402	1.312	1.644	
Error Estándar	0.037	0.049	0.049	0.049	

7.0. DISCUSIÓN.

7.1. PARÁMETROS ZOOTECNICOS.

En el presente estudio, se utilizó pollo de la línea Hy-bro, con edades entre 49 a 56 días, alimentados con una dieta sorgo - pasta de soya (18.5% PC y 3,150 kcal. EM.), las variables productivas mostraron un comportamiento similar al reportado por Teeter *et al.* (56) ya que los pollos bajo el tratamiento -V+Mt, redujeron 16.9 % su consumo de alimento (225.5. vs. 192.9 g./día), 20% el consumo de agua (434 vs. 538 ml./día), 2.9% la GDP (100.25 vs 103.35 g.), pero se incrementó en 18.9% la conversión (2.26 vs. 1.90) respecto al control: V+Mt.

En el presente estudio, retirar las vitaminas de la ración de pollos de 49 días de edad, disminuyó de 3.9 a 5.4% la GDP de pollos alojados comercialmente. En cambio, Teeter *et al.* (56), sometieron pollos variedad Cobb x Cobb, de 42 a 49 días de edad con una dieta en base maíz - pasta de soya (20.90% PC y 3,133 kcal. EM) y alojados a diferentes temperaturas, en combinación con el retiro de V y/o Mt. de la ración.

Los autores (58) antes mencionados al comparar el control V+Mt contra el tratamiento -V+Mt., encontraron que en condiciones de termoneutralidad (24°C) había una disminución de 13.7% en GDP (157.57 vs 182.71 g.) y de 15.6% en conversión (2.24 vs 2.59). Pudiendo atribuirse la diferencia numérica de los datos respecto al presente estudio a la diferente estirpe genética empleada.

En un estudio similar, Skinner, *et al.* (57) utilizaron pollos variedad Cobb-500 de 42 a 49 días de nacidos, alimentados con una dieta con base maíz - pasta de soya (18.3% de PC. y 3,200 kcal. EM.), no encontrando diferencias entre tratamientos y sus interacciones para GDP y conversión. Los autores no hacen referencia sobre las variables respuesta del grupo control con el estándar de la línea genética empleada, por lo que los parámetros zootécnicos obtenidos pueden considerarse dentro de los esperados.

Estos autores (55), sugieren que las aves de esta edad criadas en piso pueden regular el posible desbalance de V y Mt. provocado por la dieta, al practicar la coprofagia, (común en este tipo de explotación), haciendo que sus datos pierdan confiabilidad, ya que éste consumo no es cuantificable.

Los datos obtenidos con el tratamiento V-Mt, incrementaron la GDP 6.6% (110.26 vs 103.35 g.), el consumo en 7.1% (206.69 vs. 192.94 g./día), no existiendo diferencias para conversión (1.9), comparado con el control. Por su parte Teeter *et al.* (56), reportaron para el mismo tratamiento, una reducción del 1.9% (179.14 vs. 182.71 g.) para GDP, incrementando en conversión en 3% (2.52 vs. 2.59), con respecto a su control. Así también Skinner, *et al.* (55), obtuvieron reducciones del 2.5% (147.7 vs. 151.55 g.) en GDP, incrementando su conversión en 1.8% (2.59 vs 2.64) respecto a su control.

Teeter *et al.* (57) obtuvieron con el tratamiento -V-Mt reducciones de 2.8% en GDP (177.42 vs 182.71 g.) y 5.4% en conversión (2.45 vs 2.59) con respecto al grupo control. Por su parte Skinner *et al.* (56) señalaron reducción del 2% para ambos parámetros, en contraste con los valores similares en GDP (104.04 vs. 103.35 g.) del presente estudio, pero sí un incremento del 5.4% en consumo de alimento (203.49 vs. 192.94 g./día) y un 4.7% (1.99 vs. 1.90), en conversión.

Según los resultados, las discrepancias entre los anteriores estudios (55, 56) y el presente, son debidas principalmente a la diferencia de edades, de línea genética y sistemas de producción; Sin embargo, el análisis de las variables productivas muestra de manera concluyente que el comportamiento productivo de las aves es afectado por el retiro de vitaminas y/o Mt, ya que su función principal, es de actuar como cofactores enzimáticos, coadyuvando a la regulación del metabolismo de nutrimentos tales como: carbohidratos, grasas, proteínas y minerales.

Los tratamientos que contenían suplementos V mejoraron la conversión en 10.5% y en 4.5% GDP, pero redujeron en 7.3% el consumo de alimento sobre los tratamientos -V. Por lo tanto, los pollos sometidos a estos últimos tendieron a corregir sus deficiencias a través de un aumento en el consumo de alimento.

Los pollos sometidos a tratamientos -Mt. tuvieron 2.03% menos consumo de alimento (205.09 vs. 209.26 g./día), obteniendo un 4.9% mas de GDP (107.15 vs. 101.80 g.) y 6.6% en conversión (1.95 vs 2.08). Lo anterior hace sugerir que, aunque el ave reporta menor consumo de alimento, ésta obtiene probablemente otros nutrimentos a través de la coprofagia, de otra manera no se explica los resultados observados.

Es importante considerar que los pollos con edades de 49 a 56 días de edad presentan durante éste período, un crecimiento corporal del 20% y consumen el aproximadamente el 25% del total del alimento destinado durante las ocho semanas de engorda (42). Por lo anterior, los contrastes con los resultados presentados en aves de 42 a 49 días de edad, parecen ir en un sentido correcto dado las aparentes tendencias en parámetros zootécnicos.

7.2. CALIDAD DE LA CARNE.

Los tratamientos con V, en presencia ó ausencia de Mt. presentaron en promedio 13.9% menor contenido de diénos (representativos de oxidación) en carne, en comparación con los tratamientos -V, con o sin Mt, (0.118 vs. 0.134 mol.). El tratamiento V-Mt. tuvo el menor contenido de diénos con respecto a todos los tratamientos, y redujo en 66% su concentración (0.092 vs. 0.142 mol.; respecto al control), debiendo considerar a la vez, su incremento del 7.1% en el consumo de alimento y del 6.6% en GDP.

Con el tratamiento -V+Mt, se observó una reducción del 20% en la concentración de diénos (0.114 vs. 0.142 mol.), y un 16.9% de incremento en consumo de alimento y 18.9% en conversión. Por el contrario, con el tratamiento -V-Mt, el contenido de diénos aumentó un 9.8% (0.157 vs. 0.142 mol.) respecto al grupo control, incrementándose tanto el consumo de alimento (5.4%) y la conversión (4.7%).

Las diferencias entre los tratamientos pueden explicarse en respuesta a la insuficiente concentración de cofactores vitamínicos y minerales durante el metabolismo (9, 60), donde el ave tiende a corregir naturalmente sus requerimientos con poca eficiencia, en consecuencia, aumenta el índice de peroxidación en carne (12, 22, 30).

En general, la suplementación de vitaminas (V) aumentó la dureza de pechuga en 16% y de muslo en 7.4% sobre los tratamientos (-V). El tratamiento V-Mt, mostró mayores índices de dureza de pechuga y muslo en comparación con los otros tratamientos de este estudio. Comparativamente el tratamiento -V+Mt mostró una diferencia porcentual en pechuga del 74% y en muslo de 77% respecto al V-Mt.

Con el tratamiento -V+Mt, se incremento la dureza en pechuga en 13.6% y en muslo del 18% con respecto al grupo control; además de ser el tratamiento con mayor grado de suavidad en su textura (menor textura y/o mayor escurrimiento) con respecto a los demás tratamientos, mostrando un índice de peroxidación 20% menor con respecto al grupo control.

La correlación entre contenido de diénos y dureza del músculo, de pechuga, con el tratamiento V-Mt, resulto aparentemente el mejor, dado que el índice de oxidación fue menor y la textura de ambos músculos (pechuga y muslo) fueron los más altos. La textura de la canal de los pollos de este tratamiento resulto ser ligeramente más firme (4.2%) que el grupo control y contener un 66% menos de peróxidos.

Con el tratamiento -V-Mt, el contenido de diénos aumentó en 9.8%, con 3% de reducción en textura a nivel del músculo de la pechuga, pero se incrementó 6.0% en muslo en con respecto al control.

Las diferencias entre masas musculares de pechuga y muslo para el tratamiento control V+Mt, difieren entre sí en 20%. Así mismo, los resultados en este estudio indican que existe menor variación entre tratamientos en los resultados en muslo, debido probablemente al volumen y profundidad de su masa muscular y con mayor textura que la propia pechuga.

Los datos que se obtuvieron en el presente experimento coinciden con lo reportado por Fletcher, *et al.* (22), quienes externaron la necesidad de incrementar las vitaminas en la ración, para así evitar el decremento de la calidad de la carne, al mejorar la integridad de la membrana celular que desencadena a la vez el trastorno conocido como: “pale, soft and exudative meat (PSE)” en la misma. A la vez, el PSE, conlleva a problemas en la calidad de la carne, como la reducida capacidad por mantener humedad, extractabilidad proteica y otras propiedades (62).

7.3. ALMACENAMIENTO.

La dureza de la carne es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento. Los resultados del presente estudio, mostraron que es a partir del día 30, y a temperatura de 10°C, que se inicia la diferenciación de la textura cárnica, tanto para pechuga como para muslo, con respecto a los primeros días de anaquel, comprometiendo más a la textura de la pechuga que del muslo (1.2 N. vs. 1.1 N), por contener probablemente menor humedad y mayor profundidad muscular, afectando su capacidad de retención de líquidos. Sin embargo, la dureza de ambos músculos aumentó en promedio 0.02 N en 30 días.

Por otro lado, la peroxidación de los componentes de la membrana celular por efecto del tiempo, el proceso de madurez, el efecto de la congelación y descomposición, conllevan al daño irreversible de la célula y el tejido con filtración y escurrimiento de líquido intracelular e intersticial, perdiendo agua. Las vitaminas y minerales traza, juegan un papel importante a nivel molecular, lo que se traduce en conservación de la integridad celular, de los tejidos y calidad de la carne (15, 22, 62).

Los efectos de la interacción tiempo de conservación - textura de pechuga - suplementación de vitaminas, indican que a los 30 días de almacenamiento las canales se obtuvieron una diferencia en textura 10% mayor que para los tratamientos -V.

Así mismo, las canales de pollos que recibieron Mt. resultaron ser más firmes (4%) respecto a aquellas de pollos sin estos suplementos. En cambio la misma interacción pero en muslo, obtuvieron una diferencia en textura 7.8% mayor que para los tratamientos -V. De igual manera con el tratamiento Mt. se obtuvieron incrementos de 12% respecto a los tratamientos sin suplementos.

7.4. FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

El costo actual por tonelada de alimento completo utilizado en el grupo control es de \$2,313.86 (Dos mil trescientos trece pesos 86/100 M.N.), donde el costo por dosis de suplementos vitamínicos (500 g./Ton.) resulta en \$ 50.00 (Cincuenta pesos 00/100 M.N.) y de minerales traza (500.00 g./Ton.) en \$ 4.02 (Cuatro pesos 02/100 M.N.).

Los resultados obtenidos con el tratamiento V-Mt, (cuya diferencia en costo respecto al control es menor al 0.002%) y tomando en cuenta el incremento del 6.6% en GDP, incremento en el consumo de alimento 7.1%, el costo beneficio resulta \$ 0.19 pesos menor al control; así como los resultados de calidad cárnica hacen probable su implementación.

El costo con -V+Mt, resulto un 2.16% más económico que con la dieta control, pero el aumento en conversión del 16.9%, lo hacen impracticable dado el incremento en la relación costo-beneficio de \$ 0.45 pesos. Además de los daños provocados en la canal en conservación. Por otro lado, el costo del tratamiento -V-Mt, fue 2.33% más económico que el control, sin embargo, el incremento del 5.4% en consumo de alimento y del 4.7% en conversión no posibilita su uso dado el costo-beneficio de \$ 0 .09 pesos.

Cuadro 8. Cálculo para la determinación del costo de tratamientos.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			
	+ V ¹ + Mt ²	+ V - Mt	- V + Mt	-V - Mt
Peso Inicial kg.	1.776	1.776	1.776	1.776
GDP en 5 días	0.723	0.771	0.701	0.728
Peso Final	2.500	2.550	2.480	2.500
Consumo de alimento	0.960	1.030	1.125	1.015
Costo del alimento	\$2.31	\$2.30	\$2.26	\$2.25
Costo del alimento en 5 días	\$2.21	\$2.37	\$2.54	\$2.28
Costo (\$) / kg. de GDP	\$1.597	\$1.826	\$1.781	\$1.662

¹ V = Suplementación vitamínica

² Mt. = Suplementación de minerales traza

8.0. CONCLUSIONES.

1. Las aves sin suplementos de V, Mt, ó su interacción aumentan el consumo de alimento para corregir sus deficiencias, afectando la conversión.
2. No suplementar vitaminas provoca efectos detrimentales sobre: ganancia de peso, conversión, consumo, incrementa la peroxidación y reduce la textura de su canal.
3. La falta de suplementos de vitaminas en la dieta tiene mayor impacto sobre la oxidación, textura y conservación de la canal que los minerales traza.
4. Económicamente es más factible el retiro de suplementos minerales que de vitaminas siempre que se considere el costo de alimento y el producto en tiempo de anaquel.
5. La vida en anaquel no debe sobrepasar los 30 días ya que compromete la calidad de la carne, cuando se altera la suplementación de vitaminas ó minerales trazas.
6. Se hace necesario realizar estudios que provean mayor información sobre los estándares mínimos requeridos de estos suplementos, dependientes de los aportes de otros nutrimentos, con el fin de considerar un posible y mayor ahorro en el costo de los mismos, sin menoscabo de la productividad del pollo y su calidad de canal.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

9.0. LITERATURA CITADA

- 1) AAFCO'S Canine nutrition expert committee. 1992. Nutrient recommendation NRC vs. AAFCO. Feed management. 43: 18-21.
- 2) Abdallah, A.G. 1993. Trace mineral removal. Poult. Digest. 52: 6: 8.
- 3) AOAC. 1993. Official methods of analysis. Moisture in meat. Peroxide value of oils and fats. 15th. Ed. Agriculture Chemicals. Vol 2. pp. 931, 956.
- 4) ANFACA. 1999. Asociación Nacional de Fabricantes de Alimento Balanceado para Consumo Animal. Memoria Económica. 1998. pp. 7-16
- 5) Avilés, B.P. 1997. La avicultura mexicana en cifras. Tecnología avícola en Latinoamérica. 10 (17): 29-32.
- 6) Balnabe, B. D., Zhang y R.E. Moreng. 1991. Use of ascorbic acid to prevent the decline eggshell quality observed with saline drinking water. Poult. Sci. 70:848-852.
- 7) Barbut, S. 1993. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. Food Res. Int. 26:39-43.
- 8) Beard, C.W. y B.W. Mitchell. 1987. Influence of environmental temperature on serologic responses of broiler chickens to inactivated and viable Newcastle disease vaccines. Avian Dis. 31:321-326.
- 9) Behm, G., Dressler, D. 1992. Vitamins in animal nutrition. Ed. Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Thierenahrung e.v. (AWT). Bonn 2, Alemania. pp. 5-6.
- 10) Belay, T., C.J. Wiernusz y R.G. Teeter. 1992. Mineral balance and urinary and fecal mineral excretion profile of broilers housed in thermoneutral and heat distress environment. Poult. Sci. 71:1043-1047.
- 11) Blalock, T.A., J.P. Thaxton y J.D. Garlich. 1984. Humoral immunity in chicks experiencing marginal vitamin B6 deficiency. J. Nutr. 114:312-322.

- 12) Buege, J.A. y S.D. Aust. 1986. Microsomal lipid peroxidation Methods in Enzymology. Chem. Biol. Interact. 59, 147 Academic Press Inc. pp. 302-310.
- 13) Camou, J.P. y J.G. Sebrank. 1991. Gelation characteristics of muscle proteins from pale, soft exudative (PSE) pork. Meat Sci. 30:207-220.
- 14) Coelho, M.B. 1994. Reducing nutrition at end of growing of laying cycle: Nutritional control of stress. Feed management. 45 (2):24-26.
- 15) Coelho, M.B. 1994. Feeding for meat quality: Nutritional control of stress. Feed management. 45 (2):24-26.
- 16) Colnago, G.L., L.S. Jemsen y P.L. Long. 1984. Effect of selenium and vitamin E on development of immunity to coccidiosis in chickens. Poult. Sci. 63:1136-1143.
- 17) Chávez, G.S. 1993. La avicultura en México. Industria avícola. 40 (8):19-23.
- 18) Donker, R.A., M.G.B. Niewland y A.J. Vander. 1990. Heat distress influences on antibody production in chickens selected for high and low immune responses. Poult. Sci. 69:599-607.
- 19) Duthie, G.G., J.R. Arthur, P.C. Morrice, y F. Nicol. 1987. Anomalous tissue vitamin E distribution in stress-susceptible pigs after dietary vitamin E supplementation and effects on pyruvate kinase and creatine-kinase activities. Livest. Prod. 17:169.
- 20) Farzad, D. y R.G. Teeter. 1994. Dietary vitamin and or trace mineral premix effects on performance humoral mediated immunity and carcass composition of broilers during thermoneutral and high ambient temperature distress. BASF Technical. Symposium Multi State Poultry. Feeding and Nutrition Conference. Mayo 25. pp. 81-96. Indianapolis, IN. USA.
- 21) Ferket, P.R. y A. Foegeding. 1994. How nutrition and management influence PSE poultry meat. BASF technical Symp. Indianapolis, Indiana, USA. May 25. pp: 64-78.

- 22) Fletcher, D. 1996. Lipid oxidation of chicken, beef and pork. Integrator's Digest. Broiler industry. 59 (6): 32.
- 23) Fronning, G.W., A.S. Babj, and F.B. Mather. 1978. The effects of preslaughter temperature, stress, struggle, and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. Poultry Sci. 57: 630-633.
- 24) Gentesse, N., M.R. Lefrançois y J.F. Bernier. 1993. Dietary addition of citric acid and carcass fat deposition in broilers. Poultry Sci. 72:34-35.
- 25) Gwinter, M.J. 1992. Avances en la investigación de vitaminas para aves y sus aplicaciones prácticas. Avicultura profesional. 9 (3):27-30.
- 26) Gwynter, M.J. 1992. Research highlights. Feed International. 9 (6):38.
- 27) Gwynter, M.J., P.B. Tillman., T.M. Frie y E.L. Leninz. 1992. Comparison of two levels of vitamin supplementation for broilers. Poultry Sci. 71 (Suppl. 1):1-53.
- 28) Heller, E.D., D.B. Nathan y M. Perek. 1979. Short heat stress as an immunostimulant in chicks. Avian Pathol. 8:195-203.
- 29) Henhen., A.M., A.M.G. Shasberg y M.G.M. Niewland. 1983. Effect on environmental temperature on the humoral immune response following injection of sheep red blood cells. Poultry Sci. 62: 51-58.
- 30) Hoppe, P., G.G. Dutrhie, J.R. Arthur, F.J. Schooner, y W. Wiesche. 1989. Vitamin E and vitamin C supplementation and stress-susceptible pigs. Effects of halothane and pharmacologically induced muscle concentrations. Livest. Prod. 22:341.
- 31) Johansen, L., 1996. Un año difícil para la industria de alimentos balanceados en México en 1995. Alimentos balanceados para animales. Mayo/Junio. pp. 34-36.
- 32) Judge, M.D., G.E. Kelemboom, L. Zuidam., y W. Sydesma. 1972. Blood acid-base status and oxygen binding during stress induced hyperthermia in pigs. J. Anim. Sci. 35 (Suppl. 1) 204. (Resumen)

- 33) Kohler, W. 1977. Vitaminas en la nutrición de las aves. Actualidades en nutrición animal. Ed. BASF Mexicana. S.A. de C.V. Revista Técnica. pp. 1-6.
- 34) Kramer A. y A. Szczesniack. 1973. Texture measurements of foods. D. Reidel Publ. Co., Dordrecht-Holland. Boston. USA. pp. 82-86.
- 35) Martin, D.W., Mayes, P.A., y V.W. Rodwell. 1984. Vitaminas hidrosolubles. *En: Bioquímica de Harper*. 9a. Edición. Edit. El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F. pp. 98-124.
- 36) Marusich, W.L. y E.D. Rither, 1975. Effect of supplemental vitamin E in control on rancidity in poultry meat. *Poult. Sci.* 54: 831-844.
- 37) McKee, J.S. y P.C. Harrison. 1995. Added dietary ascorbic acid helps resist stress. *Poult. Sci.* 74:1172-1785.
- 38) McKnight, W.F. 1996. Antioxidant vitamins and meat quality. *Nutrition and Health Updated at BASF, Pfizer Conferences. Symposia. Poultry Digest.* 59 (5): 12-18.
- 39) Montejano, J.G., D.D. Hamann y T.C. Lanier. 1986. Comparison of two instrumental methods with sensory texture of protein gels. *J. Texture Studies.* pp. 403-423.
- 40) Myrvick, Q.N. 1988. Nutrition and Immunity. *En: Modern nutrition health and diseases.* 7th Edition. M.E. Shils and V.R. Young. Ed. pp. 586-616
- 41) Nilipour, A. 1994. Microingredientes: Pequeña cantidad, gran importancia. *Industria Avícola.* 19: 39-41.
- 42) National Research Council (NRC). 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th. Ed. National Academic Sciences. Washington. DC. USA.
- 43) Pool, D.R. 1994. Nutrition immune response interaction in avian diseases. *Poultry Digest.* 53 (11): 23-27.
- 44) Regnier, J.A. y K.W. Kelly. 1981. Heat and cold stress suppress *in vitro* and *in vivo* cellular immune responses of chickens. *Am. J. Vet. Res.* 42:194-299.

- 45) Robel, E.J. and K.W. Kelly. 1981. Increasing hatchability of turkey eggs by injecting eggs with pyridoxine. *Poult. Sci.* 32:509-513.
- 46) Rhee, K.S., L.M. Anderson, y A.R. Sams. 1996. Lipid oxidation potential of beef, chicken and pork. *J. Food Sci.* 61 (1):8-12.
- 47) Sánchez, C.F. 1993. Mexican livestock breakout. *Feed management.* 44 (10):25.
- 48) Sánchez, C.F. 1995. Mexican feed market. *Feed management.* 46 (10):25.
- 49) Shwarz, G. y W. Kohler. 1989. Nivel vitamínico óptimo para las aves. BASF Aktiengesellschaft Alemania Occ. *Industria Avícola.* 40 (9):18-24.
- 50) Skinner, J.T., Amy L. Waldroup y Park W. Waldroup. 1992. Effects of removal of vitamins and trace mineral supplements from grower and finishing diets on life performance and carcass composition of broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 1:280-286.
- 51) Slinger, S.J. 1984. Nutrición, estrés y enfermedades de las aves. *Industria Avícola.* 13 (2):13-17.
- 52) Solomons, N.W. 1988. Zinc and cooper. *En: Modern nutrition in health and disease.* 7th. Edition. Shils M.E., V.R. Young, Lea and P.A Fabiger, Ed. pp. 238-262.
- 53) Sosnicki, A.A. y B.W. Wilson. 1991. Pathology of turkey skeletal muscle: implications for the poultry industry. *Food structure.* 10:317-326.
- 54) Subba, R. y B. Glick. 1970. Immunosuppressive action of heat in chickens. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 133:445-448.
- 55) Teeter, R.G. y M.O. Smith. 1995. Feed intake effects upon gain, carcass yield and ration digestibility in broilers forced fed five feed intake. *Poult. Sci.* 64:2155-2160.
- 56) Teeter, R.G. y F. Dehym. 1996. Vitamin withdrawal effects on performance, carcass composition, and tissue vitamin concentration of broilers exposed to various stress types. *Keeping Current. Technical Information KC 9603.* pp. 1-11.

- 57) Tengerdy, R.P. y J. Brown. 1977. Effect on vitamin E and A on humoral immunity and phagocytosis in *E. coli* infected chicken. *Poult. Sci.* 56:957-963.
- 58) Tengerdy, R.P. y C.C. Nockeles. 1973. The effect of vitamin E on egg production hatchability and humoral immune response of chickens. *Poult. Sci.* 52:778-783.
- 59) Thaxton, P. y H.S. Siegel. 1970. Immunosuppression in young chickens by high environmental temperature. *Poult. Sci.* 48:202-205.
- 60) Toyosaki, T. 1992. Antioxidant effect of riboflavin in enzymatic peroxidation. *J. Agric. Food Chem.* 40:1727.
- 61) Underwood, E.J. 1977. Trace mineral in human and animal nutrition. 4th. Edition. Academy Press Ed. pp. 6-8.
- 62) Warris, P.D., y N.S. Brown. 1987. The relationships between initial pH, reflectance and exudative in pig muscle. *Meat Sci.* 20 : 65-74.
- 63) Whitehead, C.C. 1989. Vitaminas al día. *Industria Avícola.* 40 (3): 26-27.
- 64) Williams, W. 1994. Nutrient intake and product acceptability of broilers. *Poultry digest.* 54 (2):10-12.