

Efecto de la suplementación de Selenio orgánico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre los parámetros zootécnicos y hematocrito en pollos de engorde.

Effect of organic selenium supplementation (*Saccharomyces cerevisiae*) on zootechnical and Hematocrit in broiler chickens.

Santiago Mora Restrepo¹, Álvaro Javier Vélez Monsalve¹, Juan Carlos González Corrales², Juan Carlos Rincón Florez²

¹Estudiante Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Tecnológica de Pereira. ²Docente-Asesor. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Tecnológica de Pereira

Resumen

Actualmente la industria avícola en Colombia viene creciendo exponencialmente y las altas densidades son un reto para la producción, debido a que las aves están expuestas constantemente a enfermedades y elevados niveles de estrés, lo cual genera problemas fisiológicos, disminuyendo la producción y vulnerando la sanidad, por ende, la búsqueda de métodos que mejoren los parámetros productivos e inmunológicos en condiciones tropicales como Colombia es necesaria, como el uso de minerales que sirven como antioxidantes como el Se. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la suplementación de Selenio orgánico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre los parámetros zootécnicos (mortalidad, peso corporal (gr), ganancia/Ave/Acumulada, conversión alimenticia, índice de productividad (IP)) y hematocrito en pollos de engorde.

Este estudio contó con cinco grupos compuestos de 100 individuos aproximadamente, ubicados cada uno en un área de 10,8 m² con condiciones estándar de alimentación. Se utilizaron 5 programas de alimentación diferentes:

los tres primeros tratamientos fueron suplementados a diferentes dosis de Selenio orgánico de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (0,075 ppm, 0,15 ppm y 0,3 ppm), el cuarto tratamiento fue suplementado con 0,3 ppm de Selenito de sodio y un quinto grupo control con comida comercial sin ningún tipo de suplementación. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) que demuestre una respuesta positiva a la suplementación de diferentes dosis de Selenio orgánico de Levadura en ninguna de las variables evaluadas.

Palabras clave: Conversión alimenticia, hematocrito, índice de producción y producción avícola.

Abstract

Currently the poultry industry in Colombia has been growing exponentially and high densities are a challenge for production, because the birds are constantly exposed to diseases and high levels of stress, which causes physiological problems, reducing production and violating health, Therefore, the search for methods that improve the productive and immunological parameters in tropical conditions like Colombia is necessary, as the use of minerals that serve as antioxidants as Se. The objective of the present study was to determine the effect of supplementation of organic yeast Selenium (*Saccharomyces cerevisiae*) on the zootechnical parameters (mortality, body weight (g), gain / Ave / Accumulated, feed conversion, productivity index and hematocrit in broilers.

This study had five groups composed of approximately 100 individuals, each located in an area of 10.8 m² with standard feeding conditions. Five different feeding programs were used: the first three treatments were supplemented at different doses of organic selenium of yeast *Saccharomyces cerevisiae* (0.075 ppm, 0.15 ppm and 0.3 ppm), the fourth treatment was supplemented with 0.3 ppm of Selenite sodium and a fifth control group with commercial food without any supplementation. There were no significant differences ($P> 0.05$) that demonstrated a positive response to the supplementation of different doses of Organic Selenium of Yeast in any of the evaluated variables.

Keywords: Food conversion, hematocrit, productivity index and poultry production.

Introducción

Actualmente la demanda de alimentos ricos en proteína como la carne de res, cerdo, pollo y peces, viene creciendo constantemente, por esto industrias que permitan producir a grandes densidades, en un área reducida y ecológicamente, son cada día más atractivas como unidad de negocio.

La industria avícola en Colombia es moderna y tecnificada, sin embargo, las altas densidades causan que las aves en las granjas avícolas sean expuestas constantemente a enfermedades y elevados niveles de estrés, lo cual genera problemas fisiológicos, disminuyendo la producción, impactando de manera negativa la economía de los productores. Por ende, la búsqueda de métodos que mejoren los parámetros productivos e inmunológicos en condiciones tropicales como las de Colombia es necesaria y una alternativa es el uso de minerales como el selenio.

Es indispensable investigar sobre alternativas en condiciones tropicales en pollo de engorde, que mejoren los parámetros productivos e inmunológicos, para aumentar la rentabilidad, generando un producto con valor agregado.

Existen minerales que han mostrado resultados interesantes al mejorar la inmunidad y productividad, como lo es el selenio orgánico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) que generalmente es un residuo en muchas industrias del país. Reportado como un inmunomodulador y regulador del metabolismo, sin causar seleniosis; además se puede presentar un efecto residual en el músculo del ave destinada al consumo humano. Estudios afirman que la administración de selenio orgánico en una dosis adecuada aumenta el porcentaje de concepción en los humanos, además disminuye la incidencia de cáncer de colon (1).

El selenio es un oligoelemento semimetálico sólido, de número atómico 34, símbolo Se, masa atómica 78,96, perteneciente al grupo de microminerales o elementos traza, es decir, son nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo y el funcionamiento celular. Actúa como cofactor enzimático, se le atribuye su participación en la formación de las selenoproteínas, de las cuales las más estudiadas son la glutatión peroxidasa (GPx) y la selenoproteína P (SePP) (1)(2).

La cantidad de selenio en los alimentos depende del contenido de selenio presente en el suelo donde se crían los animales o crecen las plantas. Los animales que comen granos o plantas que han crecido en suelos con altos niveles de selenio, tendrán en consecuencia mayor cantidad de selenio presente en sus músculos. Los alimentos provenientes de plantas son las mayores fuentes de selenio a nivel mundial. También se encuentra en carnes, pescados, frutos de mar, cereales, panes y frutos secos (1).

La selenometionina y la selenocisteína son los selenoaminoácidos más biodisponibles en la dieta. La selenometionina procede de fuentes vegetales y animales, mientras que la selenocisteína proviene principalmente de fuentes animales. Las formas inorgánicas (selenatos y selenitos) contribuyen poco al aporte diario de este elemento en condiciones normales y sólo adquieren importancia cuando son utilizadas para realizar investigaciones. El organismo hace uso de la reserva de selenometionina cuando se interrumpe la ingesta de selenio. Aunque se han sugerido otras funciones de este complejo, actualmente no se conoce que la selenometionina tenga una función fisiológica separada de la metionina. En cambio, la selenocisteína es la forma biológica más activa donde se encuentra el selenio formando parte de las selenoproteínas. Por otro lado, la selenocisteína es codificada por el codón UGA del ARN mensajero, por lo que se considera el aminoácido número 21.

La absorción del selenio por tracto gastrointestinal es buena. Tras la absorción, el selenio circula en el plasma unido principalmente a la selenoproteína P (contiene una tercera parte del selenio plasmático) y la selenoproteína W (contiene una

sexta parte del selenio plasmático), hallándose el resto unido principalmente a la albúmina de forma no específica, como pasa con otros micronutrientes.

El hígado, riñones, páncreas y músculos son los lugares donde el selenio se distribuye. En el feto este es administrado a través de la placenta y también aparece en la leche materna, de manera proporcional a su ingesta. La disponibilidad de selenio depende de la absorción intestinal y de su conversión en una forma biológicamente activa. Las diferentes formas de selenio siguen rutas metabólicas distintas, la selenometionina se aloja en un almacén proteico incorporándose en las proteínas de manera aleatoria en lugar de la metionina, el cual al ser catabolizado libera selenio en forma de selenuro. Por otro lado, la selenocisteína se cataboliza directamente sin ser almacenada y el selenio resultante se almacena como otra reserva. El selenio inorgánico como el selenito y selenato se almacenan como selenuro, usado principalmente en la formación de selenofosfato, precursor de la selenocisteína.

Cuando las células necesitan los almacenes de selenometionina, mediante una proteólisis es liberada, sin embargo, algunos autores afirman que la cantidad de selenio disponible en el organismo desde el almacén de selenometionina depende del metabolismo de la metionina, independientemente de la necesidad de selenio del organismo. La eliminación es principalmente renal y también gastrointestinal, pero la homeostasis del selenio se consigue mediante la regulación de su excreción urinaria. En algunos de los casos de intoxicación también puede eliminarse por vía respiratoria (1).

La glutatión peroxidasa es una enzima dependiente de Selenio (Se), cataliza la reducción de H_2O_2 y también la reducción de lipoperóxido (L-OOH), utilizando al glutatión (GSH) como agente reductor. Glutatión peroxidasa es el nombre genérico de un grupo de isoenzimas que poseen una triada catalítica compuesta de selenocisteína, glutamina y triptófano; se conocen cuatro enzimas mayoritarias en los tejidos de los mamíferos todas dependientes de Selenio: GPX citosólica (GPX1), GPX gastrointestinal (GPX2), GPX plasmática (GPX3) y GPX de fosfolípidos (GPX4). El centro activo se encuentra en el átomo de Se unido

covalentemente a un residuo de cisteína; entre las diferentes formas de GPX se conserva casi intacta esta estructura del centro catalítico.(2)

La capacidad reductora de las enzimas GPX se basa en altas concentraciones de glutatión reducido (GSH); un tripéptido celular con un grupo sulfhidrilo, con capacidad antioxidante. Durante el mecanismo catalítico de GPX un selenol reacciona con un peróxido para dar ácido selénico, aquí es donde se une el primer GSH formando agua y una proteína Se-SG, se enlaza un segundo GSH produciendo una proteína Se-GH más un H⁺ y un GSSG. El GSSG formado durante la reacción es reducido por la enzima glutatión reductasa utilizando NADPH como cofactor (2).

Existen otras selenoproteínas como la que se encuentra en la capsula mitocondrial del espermatozoide que protege el desarrollo de las células espermáticas de daño oxidativo, así como su madurez y estabilidad; Iodotironina desiodinasa (tres isoformas), producción y regulación del nivel de T3 a partir de T4; Tioredoxina-reductasa (tres isoformas), reducción de los nucleótidos en la síntesis de DNA, control del estado redox intracelular; Iselenofosfato-sintetasa SPS2, necesaria para síntesis del selenofosfato precursor de la selenocisteína y, por tanto, de la síntesis de las selenoproteínas; Selenoproteína P, Proteína plasmática que parece tener un efecto protector de las células endoteliales frente al ataque de peroxinitritos; Selenoproteína W, Necesaria para función muscular; Selenoproteína del epitelio prostático, quizá posee acción protectora de las células secretoras frente al carcinoma; Selenoproteína unida al DNA, Producida en el estómago y núcleo de los espermatozoides. Puede proteger el proceso de formación del espermatozoide; Selenoproteína de 18KDa, producida en riñón y otros órganos, observado incluso en los estados de deficiencia en selenio. (2)

Deficiencia de Se en pollos causa:

- Páncreas atrofiado en pollitos.
- Diátesis exudativa en pollitos.
- Encefalomalacia en pollitos.

- Distrofia muscular en pollitos.
- Plumaje deficiente en aves.
- Reducción de la producción de huevos.
- Aumento de la mortalidad embrionaria en pollitos.
- Baja incubabilidad en reproductoras.
- Bajo peso de los pollitos recién nacidos.
- Inmunocompetencia subóptima.
- Fallos de reproducción e infertilidad en todas las especies.
- Enfermedad cardíaca de Mulberry en cerdos jóvenes.
- Enfermedad del músculo blanco en rumiantes jóvenes.
- Retención de placenta y terneras débiles o nacidas muertas (3).

Beneficios para la salud y la calidad del producto debido al selenio:

- Mejora del sistema defensivo y antioxidante, lo cual conduce a una mejor resistencia a las enfermedades.
- Mejora de la respuesta inmunitaria.
- Mayor resistencia a las enfermedades víricas.
- Mantenimiento de la función tiroidea.
- Mayor fertilidad.
- Vida productiva más larga en animales de cría.
- Mayor contenido de Se en la carne y los huevos.
- Mejora en el color de la carne, reducción del goteo.
- Mejora la frescura del producto, la calidad se conserva mejor (3).

R. L. Payne *et al.* (2005) (4) compararon el Selenio orgánico e inorgánico en pollos de engorde, mediante la administración de dos dietas: una fuente orgánica de Levaduras enriquecidas con Se de maíz y soya o una fuente inorgánica de selenito de sodio (SS). Se comprobó que la dieta de origen orgánico aumento las concentraciones en músculo y plasma, sin embargo, no afecta el crecimiento productivo ni la actividad de la glutatión peroxidasa en comparación con el Se

inorgánico (4). Por otro lado Mejía *et al* (2007)(5), en un estudio que realizaron encontraron que el empleo de selenio orgánico frente a selenio inorgánico, generó una mayor transferencia del mineral al huevo, donde el efecto fue mayor al incrementar la administración del mineral en el alimento de las aves (5).

Otro estudio evaluó el efecto de diferentes fuentes de selenio sobre el crecimiento, el rendimiento en canal, el estado inmunitario y la carne, en donde no hubo una diferencia significativa, mientras que las actividades de glutatión peroxidasa (GSH-Px), el total de la superóxido dismutasa (SOD-T), la capacidad para inhibir la capacidad antioxidante de radicales (OH) y el total de hidroxilos (T-AOC) fueron significativamente más altos en la levadura de selenio que el selenio de sodio, y el contenido de malondialdehído de selenio de levadura fueron significativamente más bajos que el de selenito de sodio (6).

En otro estudio se evaluaron los efectos favorables del Selenio en los parámetros productivos en el pollo de engorde; así como la acumulación del Selenio en la carne, con el fin de enriquecerla y estabilizarla, evitando la deposición exudativa y por consiguiente obtener un valor agregado. Se utilizaron tipos diferentes de selenio como el Se orgánico, Se en levadura, selenito de sodio y un grupo control, la muestra es tomada de la pechuga del ave encontrando muy pocas diferencias entre los diferentes suplementos, sin embargo, se encuentra una diferencia significativa entre el Se orgánico y Se inorgánico ya que se encuentra mayor acumulación en musculo cuando se maneja el Se orgánico. El ensayo demostró que hay una mayor retención de agua posterior al sacrificio del animal, lo que significa que hay un mejor rendimiento del ave, es decir, que se obtienen más kilos por las mismas aves, cuando estas son alimentadas con el concentrado enriquecido con selenio (7). Además, otros estudios reportan que el selenio de levadura presenta mayor retención de Se en los tejidos en comparación con el Se inorgánico (8).

El trabajo de investigación buscó determinar el efecto de la suplementación de Selenio orgánico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre los parámetros

zootécnicos y el hematocrito en pollos de engorde en la vereda Marmato, Municipio de Armenia, Quindío

Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló en una granja avícola llamada Los Ángeles, destinada a la cría de pollos de engorde, ubicada en la vereda Marmato, Municipio de Armenia, Quindío, el cual se encuentra a una altitud de 1.450 msnm, con una temperatura promedio de 26°C y una precipitación anual promedio de 2275 mm.

El experimento se realizó en un galpón cubierto con cama reutilizada del lote anterior previamente sanitizada. El galpón tiene un área de 9 metros de ancho x 25,7 metros de largo. Al inicio del ciclo este contó con un sistema de calefacción a gas con criadoras de alta presión de Avicol, a una densidad promedio de 500 pollos/criadoras; el día 21 se introducen ventiladores para controlar el ambiente interno del galpón. Se manejó una densidad de 9,26 aves por metro cuadrado. Se utilizaron pollos de engorde de la línea Ross de la empresa Agroavícola Sanmarino S.A.S.

El período experimental comprendió un total de 38 días que fue dividido en dos fases de alimentación: la fase de inicio desde el día 1 hasta el 21 de vida y la fase de engorde de los 22 a los 38 días de vida. En dichos períodos, las aves recibieron el alimento en forma de harina, tratamientos que fueron formulados para aportar los nutrientes necesarios en ambas etapas fisiológicas y productivas a lo largo del periodo experimental. La alimentación fue a base de concentrados comerciales, Nutrepollo de Solla para el inicio y Broiler de Finca para la fase de engorde ambos en harina, recibieron agua clorada a dosis de 3,0 ppm. Tanto el alimento como el agua fueron suministrados a voluntad. Las aves fueron vacunadas en incubadora contra Gumboro, Bronquitis Infecciosa Aviar, Enfermedad de Newcastle e Influenza Aviar; adicionalmente el día 15 se realizó un refuerzo Newcastle por aspersión el día 15 de edad.

Este estudio contó con cinco grupos compuestos de 100 individuos aproximadamente, ubicados cada uno en un área de 10,8 m² con condiciones

estándar de alimentación, como se evidencia en la Figura 1, se utilizaron 5 tratamientos diferentes de alimentación, donde se suplementaron tres grupos a diferentes dosis de Selenio orgánico de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (0,075 ppm, 0,15 ppm y 0,3 ppm), un cuarto grupo con 0,3 ppm de Selenito de sodio y un quinto grupo control con comida comercial sin ningún tipo de suplementación. Se midieron los parámetros zootécnicos (Conversión alimentaria, índice de productividad y mortalidad) mediante las tablas establecidas para esto, en donde se pesaron la primera semana todos los días, segunda, tercera, cuarta y quinta se pesaron a mitad y a final de semana. A continuación, se observa en la Figura 1 la distribución de los diferentes grupos con su respectiva dosis:

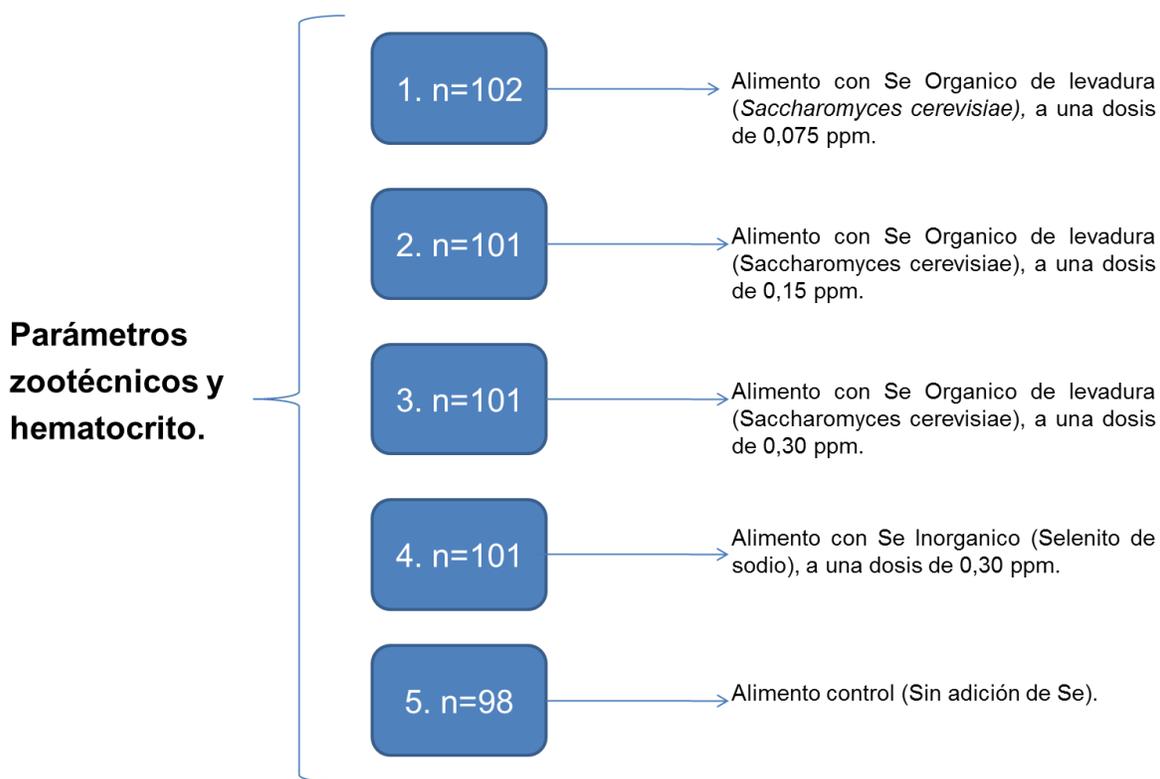


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el diseño experimental.

El día 38 fueron llevados a sacrificio mediante una técnica en donde se realizó un aturdimiento, sangrado, escaldado, desplumado y lavado de vísceras. La muestra de sangre fue colectada mediante una toma directa al momento del degollé, La cantidad de sangre colectada en vacutainer tapa lila fue 3 ml en promedio y el anticoagulante utilizado fue EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). La muestra

de sangre fue transportada en una nevera refrigerada hasta el laboratorio múltiple de Ciencias animales de la Universidad Tecnológica de Pereira, para medir y analizar el hematocrito mediante la centrifugación en la centrifuga LC-04P “low speed centrifuge” una de las muestras en microcapilares llenos 3/4 a 4000 RPM durante 6 minutos. Posteriormente se midieron los niveles de Hematocritos.

Se evaluaron varios parámetros zootécnicos como

- Mortalidad: Es el porcentaje que resulta de dividir el total de aves muertas entre el numero inicial de aves y el resultado se multiplica por cien (porcentaje).
- Peso corporal (gr): Se obtuvo por pesaje individual y grupal de todos los pollos de cada grupo evaluado cómo ya se explicó anteriormente.
- Ganancia/Ave/Acumulada: Se obtuvo mediante la suma de la ganancia/ave/día en cada semana.
- Conversión alimenticia (Cantidad de alimento consumido/peso promedio).
- Índice de productividad (IP): Se determinó al finalizar el periodo de evaluación dividiendo el peso promedio entre la conversión dos veces.

Análisis estadístico

Para el estudio de los resultados obtenidos en este experimento se empleó un diseño completo al azar, el cual contó con 5 tratamientos con aproximadamente 100 pollos cada uno. Se realizó un análisis descriptivo por cada uno de los tratamientos, adicionalmente se realizó una prueba de chi-cuadrado para comparar la mortalidad entre los grupos; posteriormente se hizo la validación de supuestos y un análisis de varianza tanto para el hematocrito como para probar el efecto en el peso (se evaluó el peso a al día 1, 16 y 38), donde se tuvo en cuenta como variable respuesta el hematocrito y el peso y como variable predictora los tratamientos. Para el caso de los pesos se hizo el análisis de normalidad y no se cumplió el supuesto de normalidad, por lo tanto, se realizó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Resultados y discusión.

El primer análisis realizado se hizo utilizando la variable mortalidad, donde se encontró una máxima mortalidad del 2,94% en el tratamiento 1 (Selenio orgánico al 0,075 ppm) y una mínima del 0% en el tratamiento 2 (Selenio orgánico al 0,15 ppm). Los demás valores se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros productivos por tratamiento en pollos de engorde.

GRUPOS	MORTALIDAD	CONVERSION	I.P.	G/A/Ac
T1	2,94%	1,71%	68,08	322,9
T2	0%	1,72%	65,49	324,3
T3	0,99%	1,67%	72,07	329,7
T4	0,99%	1,70%	68,49	332,2
T5	2,04%	1,70%	71,1	335,5

* IP: Índice de productividad.

Los desempeños productivos de los pollos de engorde dependen de las condiciones ambientales en donde se desarrolle, su alimento, manejo, entre otras. Las levaduras como la *Saccharomyces cerevisiae* proporcionan energía, contienen entre 30% y 70% de proteína, son ricas en vitaminas del grupo B (B1, B2, B6, ácido pantoténico, niacina, ácido fólico y biotina), minerales, especialmente selenio y fibra dietaría (10).

Para el análisis de la evolución del peso, estos fueron evaluados en 3 momentos del ciclo productivo, día 1, día 16 y día 38, los cuales fueron organizados en la tabla 2, donde se encontró que en el día 1 la media máxima fue del 38,42 gr correspondiente al tratamiento 5 (Grupo control) y una media mínima del 37,91 correspondiente al tratamiento 1 (Selenio orgánico al 0,075 ppm). El día 16 la media máxima fue del 360,72 gr correspondiente al tratamiento 3 (Selenio orgánico al 0,3 ppm) y una media mínima del 344,48 correspondiente al tratamiento 4 (Selenito de sodio al 0,3 ppm). Los demás valores se pueden observar en la tabla 1. El día 38 la media máxima fue del 3.633,21 gr correspondiente al tratamiento 5 (Grupo control) y una media mínima del 3.441,03

correspondiente al tratamiento 2 (Selenio orgánico al 0,15 ppm). Los demás valores se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2. Media, varianza y error estándar del peso promedio al día 1, 16 y 38.

GRUPO	PESO DÍA 1			PESO DÍA 16			PESO DÍA 38		
	MEDIA (X)	VARIANZA (Sd)	ERROR ESTÁNDAR	MEDIA (X)	DESVIACIÓN ESTANDAR (Sd)	ERROR ESTÁNDAR	MEDIA (X)	DESVIACIÓN ESTANDAR (Sd)	ERROR ESTÁNDAR
1	37.91	3.10	0.31	355.84	44.32	6.27	3590.71	905.23	120.97
2	37.94	3.5	0.35	356.14	37.28	5.27	3441.03	934.14	122.66
3	38.17	2.9	0.29	360.72	25.64	3.63	3553.66	959.37	128.20
4	38.17	3.04	0.30	344.48	36.54	5.17	3464.29	960.20	128.31
5	38.42	2.95	0.30	347.64	38.31	5.42	3633.21	980.04	130.96

Como se observa en la figura 2 inicialmente todos los pesos son iguales y varían lo mismo, son igual de homogéneos, luego empiezan a ver unas pequeñas diferencias, sin embargo, no hay diferencias estadísticas significativas, ni tampoco en las medias de los pesos. El análisis de varianza de Kruskal-Wallis arrojó que no hay diferencia estadísticamente significativa en ninguno de las tres etapas del ciclo, lo que concuerda con lo encontrado por Medina *et al* (2014) (11), Gheisarl y Kholeghipour (2006) (12), Al-Mansour *et al.* (2011) (14) y Adebisi *et al.* (2012) (13) quienes encontraron que no existe diferencias estadísticas significativas en la ganancia de pesos de aves suplementadas con levadura de *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, algunos autores como Santin *et al* (2001) (15) encontraron que si hay diferencias significativas entre los grupos que fueron suplementados con levadura. Adicionalmente se hizo el supuesto de homocedasticidad y se encontraron que los grupos eran homogéneos, por lo tanto, la homogeneidad de cada grupo era equivalentes entre si.

Figura 2. Diagrama de bigotes de los pesos al día 1, 16 y 38.

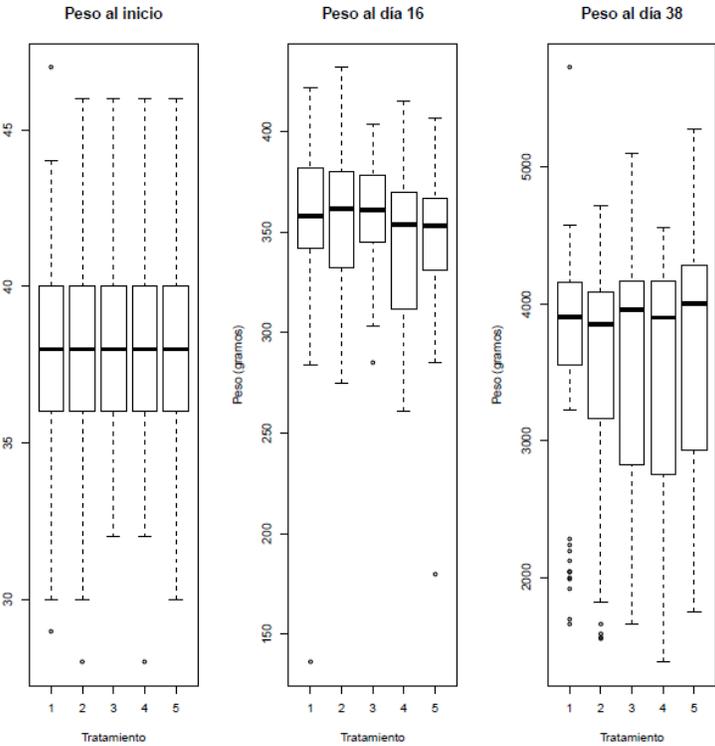
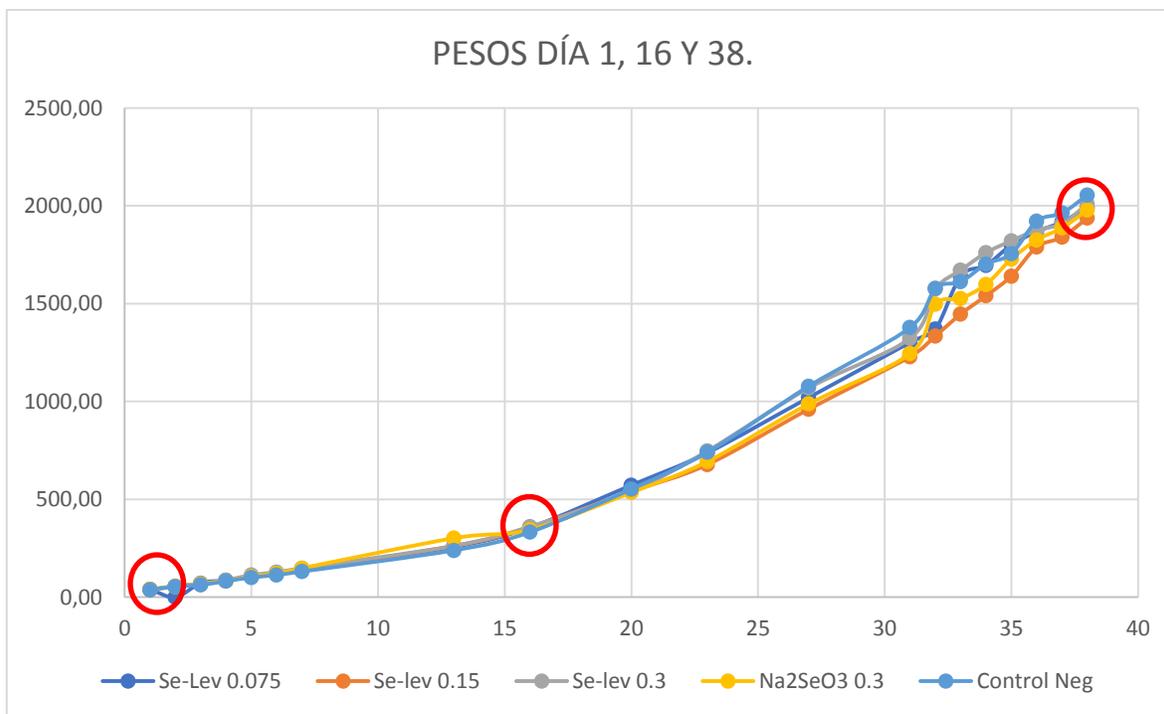


Figura 3. Diagrama del crecimiento de los pesos al día 1, 16 y 38.



Como se observa en la figura 2 y 3 inicialmente todos los pesos son iguales y varían lo mismo, son igual de homogéneos, luego empiezan a ver unas pequeñas diferencias, sin embargo, no hay diferencias estadísticas significativas, ni tampoco en las medias de los pesos. El análisis de varianza de Kruskal-Wallis arrojó que no hay diferencia estadísticamente significativa en ninguno de las tres etapas del ciclo, lo que concuerda con lo encontrado por Medina *et al* (2014) (11), Gheisar *et al.* (2006) (12), Al-Mansour *et al.* (2011) y Adebisi *et al.* (2012) (14) quienes encontraron que no existe diferencias estadísticas significativas en la ganancia de pesos de aves suplementadas con levadura de *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, algunos autores como Santin *et al* (2001) (15) encontraron que si hay diferencias significativas entre los grupos que fueron suplementados con levadura. Adicionalmente se hizo el supuesto de homocedasticidad y se encontraron que los grupos eran homogéneos, por lo tanto, la homogeneidad de cada grupo era equivalentes entre sí.

Cómo se observa en la tabla 1 el grupo con la menor mortalidad fue el tratamiento 2 (Se O 0,15 ppm) con 0% y la mayor mortalidad fue la del tratamiento 1 (Se O 0,075 ppm) con 2,94%. Posterior al estudio descriptivo se realizó una prueba de independencia de chi-cuadrado y se encontró que no hay diferencia estadística significativa en la mortalidad de los diferentes tratamientos, se encontró una $p=0,4411$. Gao *et al.* (2008) (9) y Yalçın *et al.* (2008) (16) encontraron al igual que el presente estudio, que no hubo diferencias significativas que confirmen que la suplementación con levadura influya de manera positiva en la mortalidad, aunque Tangendjaja *et al.*, (2002) (17) encontró en gallinas ponedoras que esta suplementación si influye sobre este parámetro.

La conversión entre los diferentes tratamientos, donde se observa que el grupo con la menor conversión fue el tratamiento 3 (Se O 0,3 ppm) con 1,67% y la mayor conversión fue la del tratamiento 2 (Se O 0,15 ppm) con 1,72% (tabla 1). A diferencia de Paryad *et al.* (2008) (18), Santin *et al.* (2001) (15) y Gao *et al.* (2008) (9) el presente estudio no encontró evidencia necesaria que afirme una reducción significativa sobre la conversión en aves suplementadas con levadura, no obstante, Medina *et al.* (2012) (11) concuerda con que no hay diferencias estadísticamente significativas en la conversión de los animales suplementados con la dieta implementada.

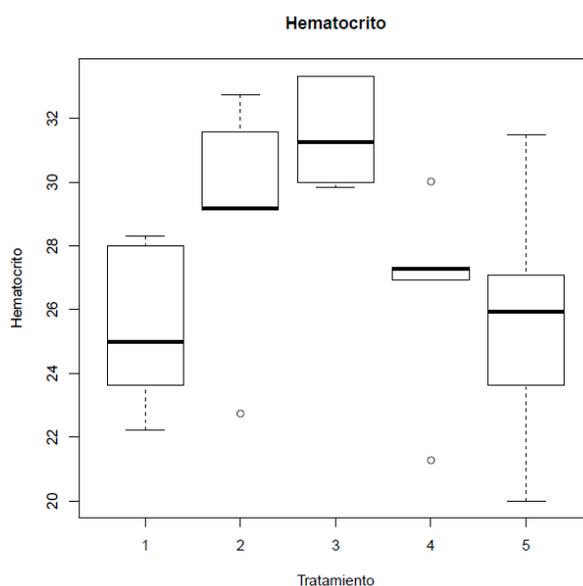
Como se evidencia en la tabla 1 se observa que el grupo con el menor desempeño productivo fue el tratamiento 2 (Se O 0,15 ppm) con 65,49% y el mejor desempeño productivo lo obtuvo el tratamiento 3 (Se O 0,30 ppm) con 72,07%, donde se encontró al igual que Medina *et al.* (2012) (11) que no existe evidencias necesarias que afirmen un efecto positivo de la dieta estudiada sobre el parámetro índice de productividad.

Tabla 3. Media, desviación estándar y error estándar del Hematocrito de cada tratamiento.

HEMATOCRITO			
TRATAMIENTOS	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Sd)	ERROR ESTÁNDAR
T1	25,43	2,67	1,19
T2	29,08	3,87	1,73
T3	31,55	1,72	0,77
T4	26,55	3,20	1,43
T5	25,63	4,24	1,90
PROMEDIO	27,65	3,14	1,40

En el presente estudio se evaluó el hematocrito entre los diferentes tratamientos (Tabla 3), donde se observó que el grupo con el menor hematocrito fue el tratamiento 1 (Se O 0,15 ppm) con una media de 25,43 y el mayor hematocrito corresponde al tratamiento 3 (Se O 0,30 ppm) con una media de 31,55. Una vez validados los supuestos, se realizó el análisis de varianza y se encontró que no hay diferencia estadística significativa en el Hematocrito de los diferentes tratamientos, como se observa en la figura 4 . El valor promedio del hematocrito encontrado en el presente trabajo fue mayor según lo reportado por Cardoso *et al.* (2000) (20), Noriega (2003) (21) y Avilez *et al.* (2015) (22).

Figura 4. Diagrama de bigotes del hematocrito de cada tratamiento.



Conclusiones y recomendaciones

Los resultados encontrados en el presente trabajo indican que no existe evidencia suficiente que demuestre una diferencia estadísticamente significativa entre los parámetros evaluados: Mortalidad, peso corporal (gr), ganancia/Ave/Acumulada, conversión alimenticia, índice de productividad (IP) y hematocrito en pollos de engorde, que fueron sometidos a 5 tratamientos diferentes de alimentación, donde se suplementaron tres grupos a diferentes dosis de Selenio orgánico de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (0,075 ppm, 0,15 ppm y 0,3 ppm), un cuarto grupo con 0,3 ppm de Selenito de sodio y un quinto con comida comercial sin ningún tipo de suplementación.

Se debe tener en cuenta que a pesar de que no se comprobaron los supuestos, el tratamiento 3 con la dosis más alta de Selenio orgánico de levadura, obtuvo la conversión más baja y el IP más alto, lo cual puede representar un aporte económico importante tanto para la empresa como el trabajador que bonifica por IP.

Hubiera sido pertinente haber realizado un hemoleucograma al inicio y al final del ciclo productivo para evaluar detalladamente el comportamiento de la línea roja y línea blanca de la sangre de los pollos evaluados.

Sería importante complementar el presente trabajo, con un estudio a nivel histológico, el cual permita evaluar el efecto de esta suplementación sobre la morfometría de las vellosidades tejido intestinal y otro estudio que evalué los niveles de selenio en diferentes presas de la canal.

En conclusión, es indispensable seguir investigando sobre alternativas en condiciones tropicales en pollo de engorde, que mejoren los parámetros productivos e inmunológicos, para aumentar la rentabilidad, generando un producto con valor agregado.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, como los docentes Juan Carlos Gonzales Corrales y Juan Carlos Rincón Flórez, quienes nos acogieron, nos brindaron su orientación y su supervisión. Un especial agradecimiento a nuestros padres y amigos quienes permitieron la realización del presente estudio, a Reinel Ramos quien fue el galponero encargado del trabajo de campo durante todo el ciclo productivo.

Finalmente deseamos reconocer la labor hecha por la Universidad Tecnológica de Pereira, especialmente al programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ya que sin los conocimientos brindados por esta institución, hubiera sido imposible el inicio, desarrollo y finalización exitosa del presente estudio.

Bibliografía

1. Casals GM, S MT, P RD, G a MB. Importancia del selenio en la práctica clínica. Revisión. 2005;24(3):144.
2. Su ZY, Con R, Sobre peso EL. Tesis Actividad De Las Enzimas Antioxidantes : Superóxido Dismitasa , Catalasa Y Glutación Peroxidasa , En El Espermatozoide Y Líquido Seminal De Conejo Nueva. 2014;
3. Mccartney DE. SELENIO , UN NUTRIENTE ESENCIAL PARA HUMANOS Y AVES hay partes del mundo que padecen. 2007;22:2005–8.
4. Payne RL, Southern LL. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. *Poult Sci* [Internet]. 2005;84(6):898–902. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15971527>
5. Mejía MG, Galíndez CAP, Sánchez JEV, Vidal DS, Duque AFB, Solarte WN. *Nutrición y alimentación animal*. 2007;1:598–612.
6. Chen G, Wu J, Li C. Effect of different selenium sources on production performance and biochemical parameters of broilers. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2014;98(4):747–54.
7. RESÚMENES DE TRABAJOS DE PREGRADO, TRABAJOS FINALES Y TESIS DE GRADO AÑO 2009. 2009;
8. Liao X, Lu L, Li S, Liu S, Zhang L, Wang G, et al. Effects of selenium source and level on growth performance, tissue selenium concentrations, antioxidation, and immune functions of heat-stressed broilers. *Biol Trace Elem Res*. 2012;150(1-3):158–65.
9. Gao J, Zhang HJ, Yu SH, Wu SG, Yoon I, Quigley J, Gao YP, H Qi. 2008. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poult Sci*. 87 (7): 1377-1384.

[http://dx.doi.org/10.3382/ ps.2007-00418](http://dx.doi.org/10.3382/ps.2007-00418)

10. Halasz A, Lasztity R. 1991. Use of yeast biomass in food production, Boca Ratón (Flo, EUA): CRC Press.
11. Medina NM, González CA, Daza SL, Restrepo O, Barahona R. 2014. Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano [Production performance of broilers supplemented with *Saccharomyces cerevisiae* derived from the fermentation of banana residues]. *Rev Fac Med Vet Zoot.* 61(3): 270-283. <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46873>
12. Gheisarl A, Kholeghipour B. 2006. Effect of dietary inclusion of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance, immune responses and blood parameters of broiler chickens. XII European Poultry Conference, Verona, Italia, 6 p
13. Adebisi OA, Makanjuola BA, Bankole TO, Adeyori AS. 2012. Yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation: Effect on the performance and gut morphology of broiler birds. *Global Journal of Science Frontier Research Biological Sciences*, 12 (6). Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896.
14. Al-Mansour S, Al-Khalf A, Al-Homidan I, Fathi M. 2011. Feed efficiency and blood hematology of broiler chicks given a diet supplemented with yeast culture. *Int. J. Poult.Sci.* 10(8):603-607. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2011.603.607>
15. Santin E, Maiorka A, Macari M. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cel wall. *J. Appl. Poult. Res.* 10:236- 244. <http://dx.doi.org/10.1093/japr/10.3.236>

16. Yalçın S, Özsoy B, Erol H, Yalçın S (2008): Yeast culture supplementation to laying hen diets containing soybean meal or sunflower seed meal and its effect on performance. *J Appl Poult Res*, 17, 229-236.
17. Tangendjaja B, Yoon I (2002): Effect of yeast culture on egg production and mortality in layer chickens. Page 89 in Poultry Science Association 91st Annual Meeting Abstracts. August 11–14, 2002. Newark, DE. Abstract No:380.
18. Paryad A, Mahmoudi M. 2008. Effect of different levels of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, blood constituents and carcass characteristics of broiler chicks. *Afr J Agric Res*. 3(12):835-842.
19. Medina Ramírez, Natalia M, González Sepúlveda, Carlos A, Turizo, Gustavo Matute, & Barahona Rosales, Rolando. (2015). Morfología intestinal en pollos de engorde con o sin suministro de biomasa de levaduras de la producción de etanol combustible. *Zootecnia Tropical*, 33(2), 107-116. Recuperado en 04 de julio de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692015000200001&lng=es&tlng=es.
20. Cardoso ALSP, Tessari ENC. Estudo dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. *Arq Inst Biol*. 2003; 70(4):419-24.
21. Noriega MLVC. Apuntes de hematología aviar. México: Universidad Nacional Autónoma [Apostila]; 2000.
22. Avilez Colón, B., Rugeles Pinto, C., Jabib Ruiz, L., & Herrera Benavides, Y. (2015). Parámetros hematológicos en pollos de engorde criados en una granja de producción cerrada en el trópico bajo. *Revista Medicina Veterinaria*, 0(29), 33-39. doi:<http://dx.doi.org/10.19052/mv.3444>

