



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

"Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia"

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

✓iThenticate

CONSTANCIA DE REVISIÓN

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud a la Tesis cuyo título es:

"Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la calidad de huevo, respuesta productiva y económica de gallinas de postura"

presentado por:

CAYLLAHUA PUMA YESENIA

Estudiante del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**. El resultado obtenido es 14% por el cual se otorga el calificativo de: **APROBADO**, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones: Ninguna

Ica, 13 de setiembre del 2023

.....
Dr. JUAN RAMON CANEPA ARCOS
Director de unidad de investigación
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la calidad de huevo, respuesta productiva y económica de gallinas de postura”

Línea de investigación de la Universidad:

Salud pública y conservación del medio ambiente

INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

AUTOR

CAYLLAHUA PUMA, YESENIA

ASESOR

ELIAS SALVADOR TASAYCO, PhD.

Ica, Perú

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación le dedico a Dios, por darme fuerza para seguir en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres Juvenal Cayllahua Alcca, Ruth Puma Cayllahua, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy me siento orgullosa de ser su hija, son los mejores padres.

A MIS HERMANAS POR ESTAR SIEMPRE PRESENTE.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre ser mi guía en la realización de este trabajo.

A mi familia por siempre brindarme su apoyo incondicional.

A la FMVZ - UNICA por haberme brindado las oportunidades y docentes por enriquecerme en los conocimientos que me sirven día a día.

De manera especial a mi asesor de tesis ELIAS SALVADOR TASAYCO, PhD. Por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria brindando el apoyo para desarrollarme profesionalmente y ser un modelo a seguir a futuro.

No puedo dejar de agradecerte especialmente a ti Claudio mi amigo de universidad, amigo de apoyo en mi tesis y compañero de vida.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	16
2.1 Nivel y tipo de investigación	16
2.2 Lugar y fecha de ejecución del estudio	16
2.3 Localización geográfica y meteorológica.....	16
2.4 Materiales y equipo.....	16
2.5 Fase pre experimental del estudio	17
2.6 Alimentación y formulación de las dietas	17
2.7 Programa sanitario y de manejo	17
2.8 Variables evaluadas	17
2.9 Diseño experimental de la investigación.....	19
2.10 Tratamientos.....	19
2.11 Técnicas e instrumentos de la recolección de información	20
2.12 Análisis estadístico	20
III. RESULTADOS.....	21
IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES	35
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	36
VIII. ANEXOS.....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el grosor de cáscara, peso y porcentaje de cascara de huevo de gallinas de postura	21
Tabla 2. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el contenido de ceniza de cáscara de huevo de gallinas de postura	22
Tabla 3. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la gravedad específica, índice de cascara y color de cáscara de huevo de gallinas de postura	23
Tabla 4. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la incidencia de huevos sucios, huevos rotos y resistencia a la rotura de cáscara de huevo de gallinas de postura	24
Tabla 5. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la unidad Haugh, índice de yema y color de yema de huevo de gallinas de postura.....	25
Tabla 6. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el peso de yema y albumen de huevo de gallinas de postura.....	26
Tabla 7. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la producción de huevos y consumo de alimento de gallinas de postura	27
Tabla 8. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el índice de conversión alimenticia y eficiencia energética (conversión calórica) de gallinas de postura	28
Tabla 9. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el costo de alimentación, margen bruto y retribución económica de gallinas de postura.....	29

INDICE DE ANEXOS

a.	Fórmulas de dietas utilizadas	40
b.	Resultado de análisis estadísticos.....	49
c.	Fotos del experimento	96

RESUMEN

“Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la calidad de huevo, respuesta productiva y económica de gallinas de postura”

INTRODUCCIÓN: con las mejoras genéticas de las líneas de gallinas comerciales se requieren reevaluar los niveles de nutrientes como el sodio en la dieta que maximice calidad de huevo y respuesta productiva. **OBJETIVO:** Determinar el efecto de cuatro niveles de sodio en la dieta sobre la calidad de huevo, respuesta productiva y costo de alimentación de gallinas de postura. **MÉTODOS:** Se utilizaron 64 gallinas de postura de la línea LOHMANN Brown de 48 semanas de edad. Se establecieron 4 tratamientos: dieta con 0.105% (T-1), dieta con 0.150% (T-2), dieta con 0.195% (T-3) y dieta con 0.24% (T-4) de sodio. Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente bajo un diseño de bloques completamente al azar. Cada uno de los tratamientos tuvo 4 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de calidad de huevo como el grosor de cascara, peso de cascara, porcentaje de cascara, ceniza de cascara, gravedad específica, índice de cascara, color de cascara, incidencia de huevos sucios y rotos, resistencia a rotura de cascara, unidad Haugh, índice de yema, peso de yema, peso de albumen, color de yema, producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, eficiencia energética y costo de alimentación. **RESULTADOS:** los niveles de sodio en la dieta no tuvieron efecto significativo sobre la calidad de huevo a excepción del contenido de ceniza de cascara e incidencia de huevos sucios y rotos. Los indicadores de respuesta productiva se mantuvieron similares estadísticamente y el menor costo de alimentación, mayor margen bruto y retribución económica se logró con el nivel de 0.105% de sodio. **CONCLUSIÓN:** el nivel de 0.195% logró el más alto contenido de ceniza de cáscara y el nivel de 0.240% generó la mayor incidencia de huevos sucios y rotos.

Palabras claves: dieta, sodio, huevo, producción gallinas

ABSTRACT

"Effect of different levels of sodium in the diet on egg quality, productive and economic response of laying hens"

INTRODUCTION: with the genetic improvements of commercial hen lines, it is necessary to reevaluate the levels of nutrients such as sodium in the diet that maximize egg quality and productive response. **OBJECTIVE:** To determine the effect of four levels of sodium in the diet on egg quality, productive response and feed cost of laying hens. **METHODS:** 64 laying hens of the LOHMANN Brown line of 48 weeks of age were used. Four treatments were established: diet with 0.105% (T-1), diet with 0.150% (T-2), diet with 0.195% (T-3) and diet with 0.24% (T-4) of sodium. The treatments were randomly distributed under a completely randomized block design. Each of the treatments had 4 repetitions, giving a total of 16 experimental units. Egg quality variables such as shell thickness, shell weight, shell percentage, shell ash, specific gravity, shell index, shell color, incidence of dirty and broken eggs, resistance to shell breakage, were evaluated. Haugh unit, yolk index, yolk weight, albumen weight, yolk color, egg production, feed intake, feed conversion, energy efficiency and feed cost. **RESULTS:** sodium levels in the diet had no significant effect on egg quality, except for shell ash content and incidence of dirty and broken eggs. The productive response indicators remained statistically similar, and the lowest feed cost, highest gross margin and economic compensation was achieved with the 0.105% sodium level. **CONCLUSION:** the 0.195% level achieved the highest shell ash content and the 0.240% level generated the highest incidence of dirty and broken eggs.

Keywords: diet, sodium, egg, chicken production

I. INTRODUCCIÓN

Las principales características de calidad interna y externa del huevo para consumo humano son muy susceptibles de ser afectados por diferentes factores. Uno de estos factores está relacionado a los aportes de sodio de la dieta. Si bien, existe recomendaciones a través de las guías de las diferentes líneas genéticas que están alrededor de 0.15% de sodio en la dieta. Sin embargo, estas recomendaciones han sido casi fijos durante muchos años atrás. Actualmente, se tienen nuevas líneas genéticas con mayor productividad y longevidad de postura, así como calidad de huevo, por lo que es necesario reevaluar bajo estudios de dosis respuestas y precisar bajo las condiciones el nivel o rango de nivel óptimo para mantener una calidad de huevo y respuesta productiva adecuada. A nivel de campo se están observando un aumento de la incidencia de problemas a nivel de cascara y características internas, lo que se presume que uno de los factores nutricionales que estaría relacionado a este problema es el sodio en la dieta.

En la formación de la cáscara participan muchos nutrientes e intermediarios, como es el caso del bicarbonato (endógeno) que se requiere para generar carbonato para la deposición de carbonato de calcio en la dieta. El sodio influye sobre el HCO_3^- y pH, consecuentemente puede afectar este proceso. La calidad externa como el grosor de cáscara, resistencia a la rotura de cascara y calidad interna como altura de albumen, unidad Haugh e índice de yema son afectados por una deficiencia o un exceso de sodio en la dieta, por lo que se requiere determinar el consumo de sodio (g/gallina/día) adecuado y establecer el porcentaje óptimo en las dietas.

Según experiencias y algunos datos de campo, aparentemente, cuando se aumenta los niveles de sodio en la dieta podría tener una mejora en la calidad de cascara. Sin embargo, en otras informaciones se observa que aumenta el contenido de humedad en las heces y con ello aumento del número o incidencia de huevos sucios.

A nivel de la industria avícola se tienen diferentes fuentes de sodio como la sal común, bicarbonato de sodio, sesquicarbonato de sodio, y sulfato de sodio principalmente. En algunos casos se utiliza una única fuente como es el caso de sal común, esto no es recomendable a razón que esta fuente contiene tanto sodio como cloro y es frecuente encontrar dietas con exceso de cloro lo que tiene un efecto negativo sobre la calidad de cascara. La combinación de fuentes de sodio es lo recomendado para evitar este problema con el cloro.

La calidad de la cáscara del huevo es un rasgo económico vital ya que alrededor del 7% de los huevos se perdieron antes de su uso previsto debido al daño de la cáscara (1).

En la mayoría de los experimentos, la eliminación de sodio (NaCl) de la dieta resultó en una fuerte caída en la producción de huevos a casi cero, que fue reversible con la adición de sal a la dieta (2).

En la producción comercial, generalmente se agrega alrededor de 0,3% de cloruro de sodio (NaCl) a las dietas para satisfacer las necesidades de Cl y Na de las gallinas ponedoras. Los niveles de Cl y Na en la sal común son 59 y 39.5% respectivamente (3), es decir hay un mayor contenido de Cl. La relación entre estos dos elementos es de 1.49, lo que indica que por cada 1% de Na hay 1.49% de Cl. Cuando se evalúa el sodio en la dieta se debe considerar también si se cumple con el requerimiento de cloro. Si se tiene una sola fuente de estos dos elementos (sodio y cloro) se podría cumplir con la necesidad de sodio, pero se excede en los aportes de cloro, lo que podría ser muy perjudicial. Según el NRC (4) el nivel recomendado de Cl en la dieta para gallinas ponedoras es 0,15%. Aparte de la sal común, en la dieta existen otros ingredientes como el cloruro de colina y lisina HCl que aportan con Cl y que podrían exceder el nivel requerido. Por eso es importante considerar otras fuentes de sodio. Niveles más altos de Cl en la dieta pueden afectar la síntesis de HCO_3 al inhibir la actividad de la anhidrasa carbónica debido a su efecto acidogénico indirecto (5).

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y el sulfato de sodio (Na_2SO_4) son sales de Na comunes para las gallinas ponedoras, y la acidez del HCO_3 y el SO_4^{-2} es más débil que la del Cl (6).

El sodio (Na) estimula la adenosina trifosfatasa intestinal y participa en el transporte de nutrientes en el intestino delgado (7). Un alto nivel de Na en la dieta de los pollos de engorde está asociado con la aparición de cama húmeda y problemas de bienestar de las aves (8).

Un estudio de Kheravii et al (9) encontraron que al aumentar el nivel de Na en la dieta de 0,16 a 0,40 % aumentó la ingesta de agua, aumentó el nivel de humedad de los excrementos y la cama y empeoró la calidad de la cama sin comprometer el rendimiento aparente de pollos broilers.

Vieira et al. (10) demostró que un aumento en el contenido de Na de la dieta mejoró el crecimiento y la FCR durante la fase inicial del crecimiento de los pollos de engorde.

El Na tiene un papel importante en el consumo de alimento justo después de la eclosión, ya que estimula la secreción y actividad de ciertas enzimas digestivas (11).

El Na estimula la secreción de adenosina trifosfatasas intestinales y participa en el transporte de nutrientes en el intestino delgado (7).

Cuando se trata el tema del Na no debemos dejar de lado el Cl. Según estudios, el efecto negativo de la deficiencia de Cl sobre el rendimiento se observó principalmente a un nivel dietético total inferior al 0,09% de la ingesta (12, 13, 14, 15).

De la misma forma, cuando se alimentó con un exceso de Cl, las aves también mostraron un desempeño deficiente (12).

Estudio de Wang et al (3) encontraron disminuciones lineales y cuadráticas en los datos de rendimiento en respuesta al nivel reducido de Cl en la dieta, pero no encontraron diferencias significativas entre los grupos en el rendimiento cuando se sustituyó el NaCl por Na₂SO₄, manteniendo el nivel de Cl en la dieta de 0,10 a 0,25%. Se encontró una disminución en el contenido de cenizas de la cáscara de huevo, compuesta de ~97% de carbonato de calcio, en el grupo de 0,06% de Cl en la dieta. Las dietas con el nivel de Cl de 0,20 y 0,25%, cercano al nivel de Cl de las dietas comerciales, también tuvieron menor calidad y ceniza de cáscara de huevo en comparación con las dietas de 0,10 y 0,15% de Cl. Según resultados mostraron que se podía obtener una mejor calidad de la cáscara del huevo, es decir, mayor resistencia a la rotura, grosor y peso de la cáscara del huevo, cuando se reemplazaba parcialmente el NaCl por Na₂SO₄ en las dietas de gallinas ponedoras que mantenían el nivel de Cl en 0.10 y 0.15%. En este estudio se evaluó los efectos de los niveles de Cl, mediante análisis de regresión cuadrática, y se obtuvo una ecuación confiable para la resistencia a la rotura de la cáscara del huevo (51–54 semanas): $y = -419.04x^2 + 128.41x + 28.88$ ($P < 0.05$, $R^2 = 0.44$). El nivel óptimo de Cl en las dietas de las gallinas ponedoras se calculó en 0,1532 % cuando el NaCl de la dieta se reemplazó por Na₂SO₄. Luego, se analizó más a fondo la ultraestructura de la cáscara de huevo entre los grupos de nivel dietético de Cl al 0,06, 0,15 y 0,25%. De acuerdo con la observación del grosor de la cáscara del huevo, los datos ultraestructurales mostraron un aumento del grosor total en el grupo de dieta con 0,15% de Cl. El mayor grosor total se debió principalmente a la capa efectiva de cáscara de huevo, que contribuye a dos tercios del grosor de la cáscara y es crucial para la resistencia a la rotura de la cáscara (16, 17). Además, se encontró que la disminución del grosor de la capa mamilar y el ancho de los conos mamilares, también observados en el grupo de Cl al 0,15% en la dieta, mejoran la fuerza de unión entre los conos mamilares y finalmente son beneficiosos para la resistencia de la cáscara del huevo (18). Por lo tanto, aparte del componente de la cáscara de huevo, la ultraestructura mejorada de la cáscara de huevo puede ser la otra razón del aumento de la resistencia de la cáscara de huevo en el grupo de Cl al 0,15% en la dieta (3).

Hay recomendaciones que los niveles dietéticos de Cl deben estar entre 0,13 y 0,14% considerando la calidad de la cáscara del huevo (19, 20).

Durante la formación de la cáscara de huevo, el flujo de HCO₃⁻ a través de la membrana apical uterina se vio facilitado por la salida de Cl⁻ (21).

Un nivel elevado de Cl en las dietas o el agua puede alterar el equilibrio de Cl y HCO₃⁻ y no ser favorable para la síntesis de carbonato de calcio, lo que debe confirmarse (3).

Otros estudios, las dietas con 0.06% de Cl, que fue causado por la sustitución completa de NaCl por Na₂SO₄ en las dietas experimentales, disminuyó significativamente el peso del huevo, la producción de huevos y el ADFI de las gallinas ponedoras (13, 15).

Por otro lado, la calidad de la cáscara del huevo es sensible a los niveles de Cl en las dietas y el agua para gallinas ponedoras (3).

La calcificación de la cáscara de huevo es un proceso de transporte de iones mediante el cual múltiples iones transportan, regulan y colaboran para hacer que los iones de calcio y bicarbonato fluyan a través de la membrana apical uterina hacia el líquido uterino para sintetizar carbonato de calcio (22, 23, 24, 21).

El nivel dietético de Cl por debajo del 0,2% fue desfavorable para la calidad de la cáscara del huevo (25).

Según el modelo de transporte de iones uterino aviar, la concentración de Cl⁻ en la sangre tuvo un efecto sobre el transporte de HCO₃⁻ (21), lo que puede ser la razón por la cual el nivel elevado de Cl afectó la calidad de la cáscara del huevo (3).

Antecedentes de la investigación.

Fu et al. (27) llevaron a cabo un estudio donde se evaluó los efectos de la reducción del cloruro de sodio (Cl) en la dieta sobre el rendimiento de la puesta y la calidad de la cáscara del huevo mediante la sustitución de parte del cloruro de sodio (NaCl) por bicarbonato de sodio (NaHCO₃) o sulfato de sodio (Na₂SO₄), y exploró más a fondo su mecanismo para mejorar la calidad de cáscara del huevo. Un total de 360 gallinas ponedoras Hy-line Brown de 29 semanas de edad se asignaron aleatoriamente a 5 tratamientos dietéticos, incluida una dieta basal que contenía 0,33 % de NaCl (grupo control, 0,27 % de Cl dietético) y 4 dietas experimentales que contenían 0,21 % y 0,15% de Cl dietético sustituyendo Na₂SO₄ o NaHCO₃ por parte de NaCl en la dieta basal. No se observaron diferencias significativas en los niveles sanguíneos de Na⁺, Cl, K⁺ y Ca²⁺ ni en el valor del pH, así como en el contenido de creatinina sérica y ácido úrico entre los 5 tratamientos (P > 0,05). La reducción de Cl en la dieta aumentó la producción de huevos y el ADFI durante las semanas 33 a 36, 37 a 40 y 29 a 40 de edad y disminuyó la tasa de conversión alimenticia durante las semanas 37 a 40 de edad (P < 0,05). Las gallinas alimentadas con dietas que contenían 0,15% de Cl aumentaron la resistencia a la rotura de la cáscara, el grosor y la relación de peso en 40 semana de edad (P < 0,05). Aves alimentadas con 0,21% y 0,15% de Cl en la dieta exhibieron un mayor espesor efectivo de la cascara y un menor espesor de la capa mamilar de la cáscara del huevo que los alimentados con 0,27% de Cl en la dieta (P < 0,05). La metabolizabilidad aparente del Ca de las gallinas aumentó con la reducción del Cl en la dieta (P < 0,05). El Ca total de cáscara de huevo del grupo dietético con 0,15% Cl fue más alto que el del grupo dietético con 0,27% de Cl (P < 0,05). No se observaron diferencias significativas en el rendimiento de la puesta, la calidad de la cáscara del huevo y el metabolismo del Ca de las ponedoras entre los grupos de reemplazo de Na₂SO₄ y NaHCO₃ (P > 0,05). En general, las reducciones de Cl en la dieta podrían mejorar el rendimiento de puesta y la calidad de la cáscara del huevo mediante la

sustitución de parte de NaCl por NaHCO_3 o Na_2SO_4 , y no hubo diferencias en las mejoras entre estos dos sustitutos. La calidad mejorada de la cáscara del huevo se puede atribuir a la ultraestructura mejorada de la cáscara del huevo y al aumento del suministro de Ca_2CO_3 de la cáscara del huevo.

Harms (28) realizaron dos experimentos con gallinas Hy-Line® W-36. Las gallinas tenían 45 y 65 semanas de edad al comienzo de los Experimentos 1 y 2, respectivamente. Se utilizó una dieta basal de harina de maíz y soya. Se suministraron cuatro dietas durante 19 días: 1) control; 2) sin NaCl añadido; 3) sin NaCl agregado con Na suministrado como NaHCO_3 y 4) sin Na agregado con Cl suministrado como CaCl_2 . Todas las gallinas fueron alimentadas con la dieta de control desde el día 20 hasta el día 84. Las gallinas alimentadas con una dieta sin NaCl alcanzaron producción cero en 9,8 y 13,3 días en los Experimentos 1 y 2, respectivamente. Las gallinas alimentadas con la dieta sin Na alcanzaron producción cero en 10,3 y 13,1 días en los Experimentos 1 y 2, respectivamente. Sólo unas pocas de las gallinas alimentadas con las dietas sin Cl alcanzaron la producción cero. El tiempo requerido para que todas las gallinas regresaran a la producción después de regresar a las dietas de control fue de 16,0, 15,7 y 6,0 días para las gallinas que no recibieron NaCl, Na o Cl agregados, respectivamente en el Experimento 1, y 13,2, 15,0 y 0,6 días en el Experimento 2. La muda ocurrió en 92,7, 77,8 y 24,2% de las gallinas que no recibieron NaCl, Na o Cl, respectivamente, en el Experimento 1, y 80,0, 72,5, 30% en el Experimento 2. Las tasas de mortalidad fueron 7,5, 12,5, 20,0 y 5,0 % para las gallinas que recibieron dietas sin NaCl, Na, Cl o control, respectivamente, en el Experimento 1, y 2,5, 10,0, 20,0 y 0 % en el Experimento 2.

Rojas (26) llevó a cabo una prueba experimental en el galpón experimental de gallinas de postura y el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, con el objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles del Balance Electrolítico Dietario (BED) sobre la calidad de huevo, comportamiento productivo y margen bruto de gallinas de postura. Se utilizaron cien gallinas de postura de la línea HY-Line Brown de 35 semanas de edad. Se utilizaron cuatro dietas como tratamientos con niveles de BED; 150, 200, 250 y 300 mEq/Kg de dieta, que fueron ofrecidos a cuatro grupos de gallinas de postura, los que fueron distribuidos siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Cada uno de los tratamientos tuvo cinco repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de unidad Haugh, porcentaje y grosos de cáscara, color de cáscara, producción de huevos, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética, peso y masa de huevo, peso vivo y retribución económica. Los resultados indican que los diferentes niveles del BED no afectaron la unidad Haugh, porcentaje de cáscara, color de cáscara, producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevos, y afectó las características de grosor

de cáscara, peso de huevo, peso vivo final y retribución económica. Se concluye que, con el nivel del BED de 150 mEq/Kg se logra la mejor respuesta productiva y económica.

La calidad del huevo a nivel de cáscara y características internas tiene importancia económica, en vista que la incidencia de cascara débiles, sucios, rotura, etc., reduce el número de huevos para la comercialización, por lo que, al determinar un nivel óptimo de sodio en la dieta permitirá asegurar que este nutriente es abastecido para satisfacer las necesidades de calidad y mejorar la rentabilidad a nivel de la industria.

Actualmente la industria avícola atraviesa una crisis por el aumento de los precios de los ingredientes alimenticios lo que ha aumentado el costo de producción, por lo tanto, la reevaluación de los niveles de sodio en la dieta es necesaria para diseñar dietas más precisas que asegure una buena productividad.

El nivel de sodio en la dieta también está comprometido con la respuesta productiva, ya que los nutrientes como aminoácidos requiere del sodio para su absorción, por lo que una deficiencia de este elemento reduce la eficiencia alimenticia. Del mismo modo, el nivel de sodio contribuye al balance electrolítico de la dieta, por lo que una deficiencia o exceso perjudica el balance electrolítico a nivel del organismo del ave.

A nivel local, la industria avícola no cuenta con información actualizada sobre evaluación del nivel de sodio adecuado en la dieta. Este estudio generar información actualizada al servicio de la industria avícola y pueda establecer estrategias en su programa de alimentación a nivel de granja.

Aparte del impacto económico de esta información, los resultados del estudio serán relevante por su contribución al conocimiento en vista que, según revisión de la literatura científica, existe poca información actualizada sobre este tema.

Algunos estudios preliminares indican que niveles mayores de sodio en la dieta podría mejorar la calidad de cascara de huevo. Los resultados de un experimento mostraron que el nivel de 0,15% de sodio en la dieta fue suficiente para cubrir el requerimiento nutricional de sodio de las gallinas ponedoras en el segundo ciclo de postura, para un mejor rendimiento y calidad del huevo, sin embargo, para garantizar un mejor grosor de la cáscara, el nivel de 0,25% sería el más adecuado (29). Los huevos rotos y de cáscara blanda son perjudiciales para los beneficios económicos en la industria de las ponedoras y se considera que están relacionados con una mala resistencia a la rotura de la cáscara (30).

La suplementación con NaHCO_3 en la dieta podría proporcionar los iones HCO_3 necesarios para la formación de la cáscara del huevo (21). Sin embargo, el aumento de iones de HCO_3 no pareció originarse principalmente por la ingesta de alimento durante la formación de la cáscara del huevo debido a mejoras similares en los grupos de reemplazo de Na_2SO_4 . Ello indica que la reducción de

los niveles de Cl en la dieta reemplazando parte de NaCl con NaHCO_3 o Na_2SO_4 podría estimular la síntesis autógena de HCO_3 en ponedoras. Una condición alcalina se considera más favorable para la generación de iones HCO_3 (31).

En esta línea se diseñó el siguiente estudio con el objetivo de determinar el efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la calidad de huevo, respuesta productiva y económica de gallinas ponedoras comerciales de la línea LOHMANN Brown.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Nivel y tipo de investigación

Investigación aplicada. Investigación experimental

2.2 Lugar y fecha de ejecución del estudio

El presente experimento se llevó a cabo en la unidad de investigación, enseñanza y extensión en gallinas de postura y el Laboratorio de Investigación en Nutrición R & D de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” - ICA – Ex - Fundo Hijaya Chíncha – Ica – Perú.

Periodo de duración del experimento:

El experimento tuvo una duración de 9 semanas.

La investigación total comprende un periodo de adaptación, procesamiento de datos, análisis estadístico y elaboración del informe final, de acuerdo con la normativa vigente que debe considerar 4 meses como mínimo, por lo que se ha programado de la siguiente manera:

Inicio de la investigación: setiembre del 2022

Término de la investigación: diciembre del 2022

2.3 Localización geográfica y meteorológica

La ciudad de Chíncha está ubicada a 188 kilómetros al sur de Lima, sobre los 94 m s. n. m. Con una latitud de 13°27'00'' S y longitud de 76°08'00'' O. Una temperatura mínima promedio de 19.25°C y temperatura máxima promedio de 26.95°C. Humedad relativa mínimo promedio de 58.75 % y humedad relativa máxima promedio de 93.25 % (Estación Meteorológica de Chíncha, FONAGRO (32).

2.4 Materiales y equipo

a. Instalaciones y jaulas

El material utilizado para cada corral es malla metálica. Cada uno de los casilleros tiene sus bebederos y comederos individuales.

Tamaño de muestra de gallinas.

Se utilizaron 64 gallinas de postura de las líneas genéticas: LOHMANN Brown. El cálculo de la muestra se realizó utilizando el software GRANMO (35):

Dónde:

$Z\alpha$ = valor de Z correspondiente al riesgo α fijado = 0.05 (1.645);

$Z\beta$ = valor de Z correspondiente al riesgo β fijado = 0.20 (0.842);

S = desviación estándar (*) = ± 2 (peso de huevo)

(*) = El valor referencial de desviación estándar del peso de huevo (g) se obtuvo de un estudio piloto previo en el galpón experimental (2022).

d = valor mínimo de la diferencia en el peso de cáscara que se desea detectar =3

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento = 20%

Tipo de contraste bilateral

Aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,2 en un contraste bilateral se precisan 14 sujetos en cada grupo para detectar como estadísticamente significativa una diferencia mínima de 3 unidades entre las parejas de grupos asumiendo que hay 4 grupos. Se estima una desviación estándar común de 2. Se estima una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%. Se ha utilizado la aproximación de ARCOSENO (GRAMNO, 33).

Se aumentó a 16 gallinas de postura por grupo (tratamiento) lo que da un total de 64 gallinas de postura a utilizar.

2.5 Fase pre experimental del estudio

Comprendió un periodo de recolección de datos de indicadores productivos para uniformizar y seleccionar las aves experimentales.

2.6 Alimentación y formulación de las dietas

Se formularon cuatro dietas con diferentes niveles de sodio. Las especificaciones de los nutrientes estuvieron de acuerdo con las recomendaciones de la línea genética de gallinas de postura LOHMANN Brown. La alimentación fue ad libitum de acuerdo con la evaluación previa (preexperimental) y la recomendación de la línea genética.

Para la elaboración de la fórmula de la dieta balanceada se utilizó el Software de formulación Animal Feed Optimization Software AFOS (34) y el LP máxima rentabilidad (35).

2.7 Programa sanitario y de manejo

Todas las aves en prueba recibieron un programa sanitario, alimentación, manejo y condiciones ambientales similares, siguiendo los protocolos que normalmente se emplean bajo las condiciones de granja.

2.8 Variables evaluadas

variable independiente.

a. Niveles de sodio en la dieta:

0.105 %

0.150 % (testigo)

0.195 %

0.240 %

variables dependientes.

a) Características externas de calidad de cáscara de huevo.

- **Grosor de cáscara (mm):** Se mide el grosor de cuatro trozos de cáscara, uno por cada uno de los dos extremos (extremo ancho y estrecho) y dos del cuerpo de los huevos, se midió con el equipo portátil micrómetro digital (MITUTOYO 547-360, Kawasaki, Japan) con precisión de ± 0.01 mm. Las medidas se realizaron en el extremo romo, el medio y el extremo puntiagudo del huevo. Luego se calculó el espesor de la carcasa como un promedio de tres lecturas

- **Peso de cáscara (g/huevo):** La membrana de la cubierta interna se retira de las cáscaras y se mantiene seca al aire libre durante 24 h. Todas las cáscaras secas se pesarán con la ayuda de una balanza digital.

- **Porcentaje de cascara (%):** El peso de la cáscara se divide por el peso del huevo para obtener la proporción o relación de cáscara.

- **Ceniza de cáscara de huevo (g/huevo):** se utilizará una mufla

- **Gravedad específica (g/cm³):** Se calculará de acuerdo con la ecuación siguiente (36):

$$GE = W / (0.968 W - 0.4759 SW)$$

Dónde:

W = peso de huevo (g)

SW = peso de cascara de huevo (g)

- **Índice de cáscara de huevo (g/100 cm²):** De acuerdo con la ecuación siguiente (37):

$$I = (C/S) \times 100$$

Dónde:

I = Índice de Cáscara del Huevo (g/100 cm²)

C = peso de cáscara (g)

S = Superficie de cáscara (cm²) = $4.68 \times P^{2/3}$ (38)

P = Peso de huevo (g)

- **Color de cáscara:** Score de color (Laboratorio de investigación en nutrición – FMVZ.UNICA)

- **Porcentaje de huevos sucios (%).**

- **Porcentaje de huevos rotos (%).**

- **Resistencia a la rotura de cascara.**

b) Características internas de calidad de huevo

- Unidad Haugh

- Índice de Yema

- Peso de yema
- Peso de albumen
- Color de yema

c) Respuesta productiva

- Producción de huevos (%)
- Consumo de alimento (g/gallina/día)
- índice de conversión alimenticia (g/g)
- Eficiencia energética (conversión calórica; Mcal de EM/Kg masa de huevo)

d) Respuesta económica

- Margen sobre costo de alimentación (Kg de masa de huevo)
- Retribución económica

2.9 Diseño experimental de la investigación

Las gallinas experimentales y los tratamientos fueron distribuidos siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Se bloquea la altura de ubicación de las unidades experimentales (casilleros) que están en dos niveles los casilleros. Los tratamientos corresponden a los cuatro niveles de sodio, cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, obteniendo 16 unidades experimentales.

Modelo matemático:

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i = 4 tratamientos

j = 4 repeticiones

Y_{ij} = Observación individual

μ = Promedio general

α_i = Efecto del nivel de Na en la dieta

β_j = Efecto del bloque

ε_{ij} = error aleatorio

2.10 Tratamientos

T-1: 0.105% de sodio en la dieta

T-2: 0.150% de sodio en la dieta

T-3: 0.195% de sodio en la dieta

T-4: 0.240% de sodio en la dieta

2.11 Técnicas e instrumentos de la recolección de información

- a. Observación: desde el inicio del experimento todas las unidades experimentales estuvieron bajo observación para verificar que se cumpla con el plan establecido. Se observó el consumo de alimento, ventilación del ambiente, estado sanitario de las aves, temperatura del galpón, características de las heces, mortalidad entre otros factores.
- b. Registros: consiste en registrar todos los datos que corresponde a las variables dependientes en estudio como es el consumo de alimento, peso vivo, mortalidad, etc.
- c. Hojas de cálculo de Excel: se utilizó las hojas de cálculo de Excel para efectos de estimar y calcular los indicadores de los datos primarios como por ejemplo consumo de alimento semanal y diario, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética, ganancia de peso y uniformidad.
- d. Tablet: este dispositivo fue utilizado para registrar, almacenar y realizar los cálculos de los datos tabulados.

2.12 Análisis estadístico

Los datos de las variables cuantitativas a evaluar fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía (one-way), utilizando el procedimiento GLM del software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2022, v. 9.4) (39). Las variables no paramétricas fueron analizadas con la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

Cada réplica se consideró como una unidad experimental para todos los análisis. Los análisis de Supuestos estadísticos, como la homocedasticidad y la normalidad (valores numéricos de la variable dependiente siguen una distribución o curva normal) y los valores atípicos se verificaron antes del análisis utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene de los procedimientos UNIVARIATE y GLM de SAS, respectivamente (40).

Se utilizó el procedimiento LSMEANS para calcular las medias del tratamiento y se utilizará la opción PDIF de SAS para separar las medias si la diferencia es significativa (40).

Se realizaron análisis de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Tukey para evaluar la diferencia entre las edades cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas (40).

La significación estadística y las tendencias se consideraron en $P \leq 0.05$ y $0.05 < P \leq 0.10$, respectivamente.

Estadística descriptiva (Estadígrafos de posición y dispersión, como media aritmética, media geométrica, y desviación estándar).

III. RESULTADOS

3.1 Calidad de huevo:

a. Características externas

Como se aprecia en la tabla 1, los valores promedios del grosor de cáscara, peso de cáscara y porcentaje de cáscara fueron similares estadísticamente ($P>0.05$) ya que no fueron afectados por los diferentes niveles de sodio en la dieta.

Tabla 1. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el grosor de cáscara, peso y porcentaje de cascara de huevo de gallinas de postura

DIETAS	Grosor cáscara (mm)	Peso cáscara (g/huevo)	Porcentaje cáscara (%)
0.105 % SODIO	0.418 $\pm$ 0.017	7.03 $\pm$ 0.30	10.21 $\pm$ 0.39
0.150 % SODIO	0.421 $\pm$ 0.027	7.02 $\pm$ 0.39	10.12 $\pm$ 0.62
0.195 % SODIO	0.407 $\pm$ 0.017	6.76 $\pm$ 0.25	9.76 $\pm$ 0.40
0.240 % SODIO	0.413 $\pm$ 0.024	6.78 $\pm$ 0.36	9.85 $\pm$ 0.74
P-value			
ANOVA	0.8478	0.6118	
Kruskal-Wallis			0.5439

$P>0.05$ = valores promedios son similares estadísticamente

En la tabla 2, se demuestra el efecto significativo de los niveles de sodio en la dieta sobre la ceniza de cáscara. Los valores promedios del porcentaje de ceniza de la cáscara de huevo fueron diferentes estadísticamente ($P < 0.05$). Los niveles de 0.195% y 0.105% de sodio en la dieta logró el porcentaje más alto y bajo de ceniza en la cáscara de huevo respectivamente.

Tabla 2. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el contenido de ceniza de cáscara de huevo de gallinas de postura

DIETAS	Ceniza de cáscara inicial (%)	Ceniza de cáscara final (%)
0.105 % SODIO	94.55 $\pm$ 0.24	94.05 ^b $\pm$ 0.47
0.150 % SODIO	94.45 $\pm$ 0.51	94.67 ^{ab} $\pm$ 0.07
0.195 % SODIO	94.50 $\pm$ 0.44	94.99 ^a $\pm$ 0.24
0.240 % SODIO	94.32 $\pm$ 0.32	94.22 ^{ab} $\pm$ 0.51
P-value		
Kruskal-Wallis	0.7604	0.0048

^{ab} Valores promedios dentro de una columna con letras como superíndices no comunes difieren significativamente ($P < 0.05$)

En la tabla 3 se observa que la gravedad específica, índice de cáscara y color de cáscara no fueron afectados significativamente ($P>0.05$) por los niveles de sodio en la dieta.

Tabla 3. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la gravedad específica, índice de cáscara y color de cáscara de huevo de gallinas de postura

DIETAS	Gravedad específica (g/cm³)	Índice de cáscara (g/100 cm²)	Color de cáscara (score)
0.105 % SODIO	1.087 ±0.002	8.93 ±0.35	6.29 ±0.32
0.150 % SODIO	1.087 ±0.003	8.87 ±0.52	5.95 ±0.57
0.195 % SODIO	1.085 ±0.002	8.55 ±0.30	5.77 ±0.43
0.240 % SODIO	1.085 ±0.004	8.61 ±0.58	6.16 ±0.25
P-value			
ANOVA	0.6975	0.6499	
Kruskal-Wallis			0.2143

P>0.05= valores promedios en cada columna son similares estadísticamente

En la tabla 4 se observa que la resistencia a la rotura de cáscara no fue afectada significativamente ($P>0.05$) por los niveles de sodio en la dieta.

El porcentaje de huevos sucios y rotos fueron afectados por los niveles de sodio en la dieta. El nivel más alto de sodio en la dieta (0.240%) logró el porcentaje más alto de huevos sucios y rotos.

Tabla 4. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la incidencia de huevos sucios, huevos rotos y resistencia a la rotura de cáscara de huevo de gallinas de postura

DIETAS	Huevos sucios (%)	Huevos rotos (%)	Resistencia a rotura de cáscara (KgF)
0.105 % SODIO	3.04 ^b ±0.57	0.22 ^b ±0.25	3.74 ±0.30
0.150 % SODIO	3.97 ^b ±1.99	0.48 ^b ±0.39	4.02 ±0.45
0.195 % SODIO	4.57 ^b ±1.24	0.11 ^b ±0.23	4.00 ±0.66
0.240 % SODIO	7.90 ^a ±2.02	1.41 ^a ±0.23	3.72 ±0.17
P-value			
ANOVA			0.6923
Kruskal-Wallis	0.0190	0.0133	

^{ab} Valores promedios dentro de una columna con letras como superíndices no comunes difieren significativamente ($P<0.05$)

b. Características internas

Las características de unidad Haugh, índice de yema y color de yema no fueron afectados por los niveles de sodio en la dieta (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la unidad Haugh, índice de yema y color de yema de huevo de gallinas de postura

DIETAS	Unidad Haugh (u)	Índice yema (mm)	Color yema (score)
0.105 % SODIO	91.18 ±4.01	0.450 ±0.014	7.68 ±0.59
0.150 % SODIO	89.81 ±8.61	0.455 ±0.013	7.68 ±0.23
0.195 % SODIO	92.12 ±4.98	0.454 ±0.016	7.25 ±0.45
0.240 % SODIO	93.56 ±2.82	0.468 ±0.017	7.75 ±0.20
P-value			
ANOVA		0.4702	
Kruskal-Wallis	0.8614		0.3503

P>0.05= valores promedios en cada columna son similares estadísticamente

Las características de peso de yema y albumen no fueron afectadas por los niveles de sodio en la dieta (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el peso de yema y albumen de huevo de gallinas de postura

DIETAS	Peso yema (g)	Peso albumen (g)
0.105 % SODIO	17.93 ±1.27	45.20 ±1.08
0.150 % SODIO	17.34 ±0.86	45.10 ±1.35
0.195 % SODIO	17.55 ±1.31	45.10 ±3.08
0.240 % SODIO	17.10 ±0.82	45.09 ±1.85
P-value		
ANVA	0.7371	0.9998

P>0.05= valores promedios en cada columna son similares estadísticamente

3.2 Respuesta productiva

Las características de producción de huevo y consumo de alimento no fueron afectadas por los niveles de sodio en la dieta (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre la producción de huevos y consumo de alimento de gallinas de postura

DIETAS	Producción de huevos (%)	Consumo de alimento (g/ave/día)
0.105 % SODIO	98.21 ±1.04	133.50 ±0.73
0.150 % SODIO	92.36 ±9.31	133.58 ±0.59
0.195 % SODIO	91.46 ±11.07	133.57 ±0.68
0.240 % SODIO	86.11 ±8.21	133.25 ±0.87
P-value		
ANVA		0.9165
Kruskal-Wallis	0.1677	

P>0.05= valores promedios en cada columna son similares estadísticamente

Las características de índice de conversión alimenticia y eficiencia energética no fueron afectadas por los niveles de sodio en la dieta (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el índice de conversión alimenticia y eficiencia energética (conversión calórica) de gallinas de postura

DIETAS	Índice de conversión (Kg/Kg)	Eficiencia energética (Mcal/Kg)
0.105 % SODIO	2.02 ±0.07	5.57 ±0.20
0.150 % SODIO	2.08 ±0.21	5.72 ±0.58
0.195 % SODIO	2.19 ±0.32	6.03 ±0.89
0.240 % SODIO	2.35 ±0.23	6.48 ±0.64
P-value		
ANVA	0.3352	0.3352

P>0.05= valores promedios en cada columna son similares estadísticamente

3.3 Evaluación económica

El costo de alimentación fue más bajo para el nivel de 0.105% de sodio en la dieta, el margen sobre el costo de alimentación por Kg de masa de huevo producido y retribución económica fue mayor para el nivel más bajo de sodio en la dieta

Tabla 9. Efecto de diferentes niveles de sodio en la dieta sobre el costo de alimentación, margen bruto y retribución económica de gallinas de postura

DIETAS	Costo de alimentación (S/Kg masa H)	Margen bruto (S/ave)	Retribución económica (%)
0.105 % SODIO	3.89553085	8.75642707	106.78
0.150 % SODIO	4.01896517	8.1999241	100.00
0.195 % SODIO	4.25250683	7.0587114	86.08
0.240 % SODIO	4.59191395	5.19017706	63.29

IV. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican que los niveles en el rango de 0.105 y 0.240% de sodio en la dieta no afectaron las principales características externas e internas del huevo, a excepción de la ceniza de cáscara que fue afectada, donde el nivel 0.195% logro el máximo contenido de ceniza y el nivel 0.105% el menor contenido. La incidencia de huevos sucios y rotos se incrementó con el nivel alto de sodio en la dieta (0.240%).

Dentro de las condiciones del estudio es necesario precisar que la fuente principal de sodio en las dietas fue el bicarbonato de sodio que se incluyó en niveles desde 0.20 a 0.70% en las fórmulas según se incrementaba los niveles de sodio. La inclusión de sal común en las fórmulas estuvo limitado a niveles por debajo de 0.09% con el propósito de fijar el nivel de cloro en las 4 dietas que fue de 0.15%. El nivel del balance electrolítico de la dieta (BED) fue incrementándose desde 188 (T-1) hasta 247 mEq/Kg (T-4).

En este sentido, es muy probable que, si las condiciones mencionadas fueran diferentes, los resultados de la calidad de huevo y respuesta productiva sean también diferente a lo encontrado en nuestro estudio.

Ya el NRC (41) establecía que las necesidades de sodio de las gallinas ponedoras eran del 0.15 % de la dieta, lo que equivale al 0.37 % de cloruro de sodio. Cohen et al. (42) encontraron que 0.13% de sodio o 0.32% de cloruro de sodio era el nivel óptimo, lo que contrasta con nuestro estudio, donde el nivel de inclusión de cloruro de sodio estaba por debajo de 0,09% en la dieta.

El contenido de sal, por su contribución de sodio, es importante en la dieta, pero si hay otra fuente que aporta con sodio se puede reducir como en este caso, sin alterar la respuesta. El estudio de Nesbeth et al. (43) es interesante y demuestra la importancia de la sal en la dieta, probaron dos dietas con 0.25% de cloruro de sodio y otra con 0% de cloruro de sodio. Estos investigadores reportan que, durante el tiempo, la dieta sin sal de inclusión resultó en una pérdida de apetito. El consumo de alimento disminuyó a aproximadamente el 59 % del de los controles durante el período de 23 días. Inmediatamente se produjo un aumento en el consumo de alimento cuando las gallinas volvieron a la dieta con sal añadida el día 23. La alimentación con la dieta sin sal resultó en una reducción del 19 % en el peso corporal. El peso corporal se recuperó después de que las gallinas recibieran la dieta con sal añadida durante 18 días. La reducción del peso corporal estuvo acompañada de una reducción del tamaño del tracto reproductivo. El ovario contenía una gran cantidad de pequeños folículos que eran de tamaño relativamente uniforme. El folículo más grande a los 14 días medía 1,75 cm. en diámetro. Aparentemente, estos no lograron iniciar el período de rápido desarrollo durante el régimen bajo en

sal. No se volvieron atrésicos. Cuando las gallinas volvieron a la dieta de control, los folículos pudieron volver a exhibir un crecimiento normal.

Si bien el contenido de ceniza de la cáscara fue más alto para el nivel de 0.195% de sodio y más bajo para el nivel 0.105% de sodio, que podría interpretarse como una cáscara más gruesa y resistente, sin embargo, esto no fue evidenciado ya que al análisis de grosor y resistencia a la rotura fueron similares.

Al respecto, la cáscara de huevo es el parámetro más afectado por la variación de los niveles de sodio en las dietas debido a que el equilibrio ácido base es un factor importante en la formación de la cáscara de huevo (44).

El consumo excesivo de sodio puede afectar el comportamiento cinético del intestino delgado de las aves, posiblemente reduciendo la absorción, debido a que la afinidad de la bomba de sodio se reduce con el exceso de sodio en el organismo (45), lo que puede afectar la absorción de calcio y consecuentemente mayor fragilidad de la cascara, sin embargo, bajo nuestro estudio no se pudo demostrar que el nivel alto de sodio afecte el grosor y resistencia a la rotura, pero por otro lado si aumento los huevos sucios y rotos. Se requieren de estudios adicionales para explicar mejor estos resultados.

Hall y Helbacka (46) sugirieron que la deposición de carbonato de calcio en la cáscara del huevo depende del pH de la sangre, donde el ion sodio es el regulador más importante.

Lo que sí es de interés es que el mayor nivel de sodio (0.240%) en la dieta genero una mayor incidencia de huevos de cáscara sucia y mayor rotura. Esta última no guarda relación con los análisis ya que se encontró que la resistencia a la rotura de cascara fueron similares. La mayor incidencia de huevos sucios se podría explicar parcialmente por un mayor contenido de humedad de las excretas, ya que según Wideman et al. (47), las aves que consumen dietas con altos niveles de sodio presentan un aumento en el consumo de agua y, consecuentemente, en la humedad de las excretas y en la excreción urinaria de sodio, además de una reducción en las tasas de filtración glomerular. Este aumento de la humedad de las excretas puede representar un problema importante. Sin embargo, en el presente estudio se realizaron análisis de humedad de las excretas que estuvieron alrededor de 72% y no se observó alguna diferencia significativa comparando las muestras de excretas de las gallinas que consumieron las cuatro dietas en estudio.

Dado que las dietas tuvieron diferentes niveles de BED, también es de interés explicar este factor. En vista que el sodio actúa para mantener el equilibrio electrolítico dentro de los valores normales, es fundamental considerar el equilibrio ácido-base de las dietas (48).

Según Leeson et al. (49) mencionan que el balance electrolítico en el cuerpo es principalmente afectado a través del suministro de la dieta. En la mayoría de las situaciones, parece que un equilibrio dietético general de 250 mEq/Kg es óptimo para las funciones fisiológicas normales.

Según Cohen y Hurwitz (50) indican que la adición de sodio (sin Cloro) a la dieta incrementa el HCO_3^- y pH del plasma, mientras con la adición de Cloro (sin Sodio) hay reducción en el HCO_3^- y pH del plasma. Adición de ambos, como sal, causa pequeño cambio en el pH o HCO_3^- del plasma.

La ingestión continua de dietas con niveles insuficientes o excesivos de sodio altera la concentración de este mineral en los tejidos y fluidos corporales, provocando lesiones bioquímicas y afectando las funciones fisiológicas, lo que provoca trastornos metabólicos en las aves (51).

Según Leeson et al (49) consideran que, bajo condiciones prácticas, el reemplazo de parte del NaCl dietario suplementario con NaHCO_3 puede ser beneficioso en términos de producción de cáscara. Si bien es cierto que el equilibrio electrolítico general es de gran importancia, parece que este escenario es más crítico cuando los niveles de cloruro son altos. Con niveles bajos de cloruro en la dieta, a menudo hay poca respuesta a la manipulación del equilibrio electrolítico, pero cuando los niveles son necesariamente elevados, por lo que parece fundamental hacer ajustes en los cationes de la dieta para mantener el equilibrio general. Como alternativa, se pueden reducir los niveles de cloruro, aunque se debe recordar que la mayoría de las especies de aves de corral tienen necesidades de alrededor del 0,12 - 0,15 % de la dieta, y se desarrollarán signos de deficiencia con niveles de la dieta mucho menores que el 0,12 %, por lo tanto, se debe tener cuidado para cumplir con los requisitos mínimos de cloruro cuando, por ejemplo, el NaHCO_3 reemplaza al NaCl en una dieta.

La respuesta productiva se mantuvo similar, lo que concuerda con el estudio de Figueiredo et al. (52), quienes trabajando con cinco niveles de sodio (0.13; 0.16; 0.19; 0.22 y 0.25%) para gallinas ponedoras en el segundo ciclo de postura, no encontraron efecto significativo para consumo de alimento, producción y peso de huevos, conversión alimenticia, gravedad específica, porcentaje y grosor de la cáscara, concluyendo que el nivel de 0,13% de sodio en la dieta fue suficiente para cubrir el requerimiento nutricional de sodio de las gallinas ponedoras en el periodo de post-muda.

Del mismo modo Rodrigues et al. (29) reportan un estudio con niveles de sodio de 0.15, 0.25 y 0.35% y según los resultados demostraron que el nivel de 0,15% de sodio en la dieta fue suficiente para cubrir el requerimiento nutricional de sodio de las gallinas ponedoras en el segundo ciclo de postura, para un mejor rendimiento y calidad del huevo, sin embargo, para asegurar un mejor grosor de la corteza del huevo, el nivel de 0,25% sería el más adecuado.

Utilizando gallinas LOHMANN LSL y bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, Fassani et al (53) encontraron que el nivel de suplementación de sodio para el máximo rendimiento de las gallinas ponedoras en el segundo ciclo de producción debe ser de 0.185%, o 0.219% del sodio total en la dieta.

Kuchinski & Harms (54), determinaron el requerimiento de sodio para gallinas ponedoras, utilizando ocho niveles de sodio (0.056; 0.078; 0.100; 0.122; 0.144; 0.166; 0.188 y 0.210%) y verificaron que la reducción del nivel de sodio en la dieta resultó en una mayor disminución en la producción de huevos, el peso promedio del huevo, el peso vivo y el consumo de alimento a partir de la segunda semana experimental en adelante. Los autores encontraron, a través de la técnica de “Meseta de Respuesta Lineal”, el requerimiento de 113 mg de sodio/ave/día. En relación con nuestro estudio, haciendo los cálculos se encontró que la cantidad de 140.17 mg de sodio/gallina/día fueron suficiente para mantener las principales características de calidad de huevo y respuesta productiva, a excepción del contenido de ceniza y el aumento de huevos sucios y rotos.

Finalmente, si bien se requieren niveles y cantidades mínimas de sodio en la dieta, desde el punto de vista económico, estos valores mínimos conllevan a una reducción del costo de alimentación por kg de masa producido lo que genera un aumento del margen sobre el costo de alimentación por kg de masa de huevo vendible y una mayor retribución económica.

V. CONCLUSIONES

- a. Las características de grosor de cascara, peso de cascara, porcentaje de cascara, gravedad específica, índice de cascara, color de cascara, unidad Haugh, índice de yema, color de yema, peso de yema y peso de albumen no fueron afectadas por los diferentes niveles de sodio en la dieta.
- b. La ceniza de cáscara de huevo fue más alta con el nivel de 0.195% de sodio en la dieta y el menor contenido de ceniza de cascara se obtuvo con el nivel de 0.105% de sodio en la dieta.
- c. El porcentaje de huevos sucios y rotos fue más alto con el mayor nivel de sodio en la dieta (0.240%)
- d. La producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia y eficiencia energética no fueron afectadas por los niveles de sodio en la dieta.
- e. El menor costo de alimentación por Kg de masa de huevo, el máximo margen sobre costo de alimentación y retribución económica se logró con la dieta que contenía 0.105% de sodio.

VI. RECOMENDACIONES

- a. En base a los resultados del estudio se debe diseñar experimentos considerando el nivel de sodio de mejor respuesta con diferentes niveles de cloro y evaluar su efecto sobre calidad de huevo
- b. En esta línea de estudio se deben evaluar las diferentes fuentes de sodio en relación con la calidad de huevo.
- c. Hacer reevaluaciones sobre contenido de ceniza de la cáscara de huevo y establecer como técnica para detectar deficiencias o exceso de sodio en la dieta.
- d. Considerar las recomendaciones en la avicultura comercial el efecto que tendría el nivel alto de sodio en la dieta y el incremento de huevos sucios y rotos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hamilton, RMG, Hollands KG, Voisey PW, Grunder AA. Relationship between eggshell quality and shell breakage and factors that affect shell breakage in the field – a review. *World's Poult. Sci. J.* 1979; 35:177-190.
2. Harms RH. Benefits of Low Sodium in the Diets of Laying Hens During the Period Prior to Forced Rest. *Poultry Science.* 1983; 62:1107-1109.
3. Wang J, Zhang HJ, Wu SH, Qi GH, Xu L, Wang J. Dietary chloride levels affect performance and eggshell quality of laying hens by substitution of sodium sulfate for sodium chloride. *Poultry Science.* 2020; 99:966–973 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.030>
4. National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry.* 1984. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
5. Murakami AE, Oviedo-Rondon EO, Martins EN, Pereira MS, Scapinello C. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed corn-soybean diets *Poult. Sci.* 2001; 80: 289-294.
6. Halley JT, Nelson TS, Kirby LK, Johnson ZB. Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities, and blood base excess in broiler chicks. *Poult. Sci.* 1987; 66 ; 1684-1692.
7. Gal-Garber O, Mabjeesh S, Sklan D, Uni Z. Nutrient transport in the small intestine: Na⁺, K⁺-ATPase expression and activity in the small intestine of the chicken as influenced by dietary sodium. *Poult. Sci.* 2003; 82:1127–1133.
8. Collett SR. Nutrition and wet litter problems in poultry. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2012; 173:65–75.
9. Kheravii SK, Swick RA, Choct M, Wu SB. Dietary sugarcane bagasse and coarse particle size of corn are beneficial to performance and gizzard development in broilers fed normal and high sodium diets. *Poultry Science.* 2017; 96:4006–4016. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex225>
10. Vieira S, Penz A, Pophal S, de Almeida JG. Sodium requirements for the first seven days in broiler chicks. *J. Appl. Poult. Res.* 2003; 12:362–370.
11. Mushtaq M, Pasha T, Mushtaq T, Parvin R. Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an updated review on growth performance, water intake and litter quality. *Worlds Poult. Sci. J.* 2013; 69:789.
12. Christmas RB, Harms RH. Performance of laying hens when fed various levels of sodium and chloride. *Poult. Sci.* 1982; 61:947–950.

13. Harms RH, Wilson HR. The chloride requirement of the broiler breeder hen. *Poult. Sci.* 1984; 63:835–837.
14. Pimentel JL, Cook ME. Suppressed humoral immunity in chicks fed diets deficient in sodium, chloride, or both sodium and chloride. *Poult. Sci.* 1987; 66:2005–2010.
15. Harms RH. Effect of removing salt, sodium, or chloride from the diet of commercial layers. *Poult. Sci.* 1991; 70:333–336.
16. Radwan LM, Galal A, Fathi MM, Zein El-Dein A. Mechanical and ultrastructural properties of eggshell in two Egyptian native breeds of chicken. *Int. J. Poult. Sci.* 2010; 9:77–81.
17. Radwan LM. Eggshell quality: a comparison between Fayoumi, Gimieizah and Brown Hy-Line strains for mechanical properties and ultrastructure of their eggshells. *Anim. Prod. Sci.* 2016; 56:908–912.
18. Dunn IC, Rodríguez-Navarro AB, Mcdade K, Schmutz M, Preisinger R, Waddington D, Wilson PW, Bain M. Genetic variation in eggshell crystal size and orientation is large and these traits are correlated with shell thickness and are associated with eggshell matrix protein markers. *Anim. Genet.* 2012; 43:410–418.
19. Faria DED, Junqueira OM, Sakomura NK, Santana AE. Influence of different levels of energy, vitamin D3 and sodium: chloride ratio on performance and eggshell quality of laying hens. *Revista Brasileira De Zootecnia.* 2000; 29:467–475.
20. Murakami AE, Sakamoto MI, Franco JRG, Martins EN, Oviedo Rondon EO. Requirements of sodium and chloride by leghorn laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 2003; 12:217–221.
21. Jonchère V, Brionne A, Gautron J, Nys Y. Identification of uterine ion transporters for mineralisation precursors of the avian eggshell *BMC Physiol.* 2012; 12, p. 10
22. Eastin WC, Spaziani E. On the mechanism of calcium secretion in the avian shell gland (uterus) *Biol. Reprod.* 1978; 19:505–518.
23. Eastin WC, Spaziani E. On the control of calcium secretion in the avian shell gland (uterus) *Biol. Reprod.* 1978; 19:493–504.
24. Nys Y, Zawadzki J, Gautron J, Mills AD. Whitening of brown-shelled eggs: mineral composition of uterine fluid and rate of protoporphyrin deposition. *Poult. Sci.* 1991; 70:1236–1245.
25. Nys Y. Nutritional factors affecting eggshell quality. *Czech. J. Anim. Sci.* 1999; 44:135–143.
26. Rojas N. Efecto de diferentes niveles del balance electrolítico dietario (meq/kg) sobre la calidad del huevo de gallinas de postura. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario Zootecnista. 2016. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Perú.

27. Fu Y, Wang J, Zhang HJ, Wu SG, Zhou JM, Qi GH, The partial replacement of sodium chloride with sodium bicarbonate or sodium sulfate in laying hen diets improved laying performance, and eggshell quality and ultrastructure, *Poultry Science*, 2021; 100(7): 101102, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101102>
28. Harms RH. Effect of Removing Salt, Sodium, or Chloride from the Diet of Commercial Layers. *Poultry Science*. 1991; 70:333-336.
29. Rodrigues EA, Junqueira OM, Valério M, Andreotti MO, Cancherini LC, de Faria DE, Filardi RS. Níveis de Sódio em Rações de Poedeiras Comerciais no Segundo Ciclo de Postura. *R. Bras. Zootec.* 2004; 33(2):391-396.
30. Dunn I. Poultry breeding for egg quality: traditional and modern genetic approaches. Pages 213, 245–260 in *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. 2011. Y. Nys, M. Bain, and F. V. Immerseel, eds. Woodhead, Oxford, UK.
31. Supuran CT. Carbonic anhydrases - an overview *Curr. Pharm. Des.* 2008. 4: 603-614
32. FONAGRO. Información meteorológica diaria de la estación. Chíncha. SENAMHI. Dirección Regional de Ica. 24 p. 2019.
33. GRANMO. Calculadora estadística. 2022
34. AFOS. Programa de formulación de dietas balanceadas. 2022.
35. Guevara VR. Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. *Poultry Science*. 2004; 83 (1): 147 151.
36. Saki AA, Rahmati MMH, Eskandarlou A, Zamani P, Hosseini Siyar SA. Assessing Bone Mineral Density, Eggshell Characteristics and their Relationship at Peak Egg Production of Laying Hens in Response to Various Levels of Vitamin C. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2011; Aug - Oct 13(3): 203-206
37. Ahmed AMH, Rodriguez-Navarro AB, Vidal ML, Gautron J, Garcia-Ruiz JM, Nys Y. Changes in eggshell mechanical properties, crystallographic texture and in matrix proteins induced by moult in hens. *British Poultry Science*. 2005; 46, 268–279.
38. Thompson BK, Hamilton RMG, Grunder AA. The relationship between laboratory measures of eggshell quality and breakage in commercial egg washing and candling equipment. *Poult Sci.* 1985; 64: 901–909.
39. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. User's Guide: Statistics. Versión 9.4. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA. 2021
40. Salvador TE. Curso de Bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. 2021.

41. National Research Council, 1971. Nutritional Requirements of Domestic Animals. No. 1. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, D.C.
42. Cohen I, Hurwitz S, Bar A. Acid-base balance and sodium-to-chloride ratios in the diet of laying hens. *J. Nutrition*. 1972; 102: 1-8
43. Nesbeth WG, Douglas CR, Harms RH. Response of Laying Hens to a Low Salt Diet. *Poultry science*. 1976; 55: 2128-2133.
44. Mongin P. Role of acid-base balance in physiology of eggshell formation. *World Poultry Science Journal*. 1968; 24:200-230.
45. Gal-Garber O, Mabjeesh SJ, Sklan D. Nutrient trans-*port* in the small intestine: Na⁺, K⁺-ATPase expression and activity in the small intestine of the chicken as influenced by dietary sodium. *Poultry Science* 2003; 82:1127-1133.
46. Hall KN, Helbacka NV. Improving albumen quality. *Poultry Science* 1959; 38:111-114.
47. Wideman RF, Buss EG. Arterial blood gas, pH and bicarbonate values in laying hens selected for thick or thin eggshell production. *Poultry Science*. 1985; 64(5): 1015-1019.
48. Mongin P. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. In: FLORIDA NUTRITION CONFERENCE, 1980, Florida. Proceedings. Florida: 1980. p.213-223
49. Leeson S, Diaz G, Summers JD. Poultry metabolic disorders and mycotoxins. University books. Guelph, Canada. 1995. 342 p.
50. Cohen I, Hurwitz. The response of blood ionic constituents and acid-base balance to dietary sodium, potassium and chloride in laying fowls. *Poult. Sci*. 1974; 53:378-383.
51. Underwood EJ, Suttle NF. General introduction. In: Underwood, E.J.; Suttle, N.F. (Eds.) Mineral nutrition of livestock. London: CABI Publishing, 1999. p.1-16.
52. Figueiredo DF, Toral FLB, Garcia J. et al. Exigência nutricional de sódio para poedeiras pós-muda forçada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2001; 841.
53. Fassani EJ, Bertechini AG, Brito JAG, Kato RK, Geraldo A. Utilização de Diferentes Níveis de Suplementação de Sódio para Poedeiras Comerciais no Segundo Ciclo de Produção. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Set - Dez 2002; 4(3): 235 – 241
54. Kuchinski KK, Harms RH. Re-evaluation of the sodium of the commercial laying hen. *Official Journal of the Poultry Science Association*. 1997; 76 (1): 59 (supplement)

VIII. ANEXOS

a. Fórmulas de dietas utilizadas

T-1 0.105% Na

Plant: GALLINAS LOHMANN B

Batch Size(USD/kg): 32.0000

Cost in USD/kg: 1.9226

Batch Cost(in USD): 61.5226

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.84			57.2607	18.3234	33.7151	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.66			14.7704	4.7265	12.5725	
SP DE TRIGO	0.99			11	3.52	3.4848	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.25			6.29	2.0128	0.5032	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.46			5	1.6	3.936	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.25			2.6984	0.8635	0.2159	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	6.55			1.0924	0.3496	2.2897	
ACEITE DE SOYA FEDNA	4.5			1.0557	0.3378	1.5202	
BICARBONATO DE SODIO	4.8			0.2038	0.0652	0.3131	
DL METIONINA	20.5			0.1495	0.0478	0.9807	
CLORURO DE COLINA 60%	7.5			0.145	0.0464	0.3479	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	23.5			0.12	0.0384	0.9024	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8			0.1	0.032	0.6336	
SAL COMUN	0.5			0.0947	0.0303	0.0151	
LISINA	14.8			0.0195	0.0062	0.0924	

32.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.33		2.4371	
Alanina T	2	%			0.8558	
Almidon	3	%			40.8366	

Arginina SID	4	%	0.7		0.9191	
Arginina T	5	%			0.9928	
Asp T	6	%			0.8582	
BED	7	mEq/Kg			188.2381	
Calcio	8	%	3.67	3.67	3.67	0.012
Ceniza	9	%			2.4267	
Cloro	10	%	0.15	0.15	0.15	-0.1116
Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.2252	
Cystina T	13	%			0.2723	
EM pollitas	18	kcal/kg			2749.6833	
EM pollos		kcal/kg			2750	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2750		2750	0.0005
ENeta postura		kcal/kg			2254.5889	
Extracto etereo	24	%			4.968	
FDA	25	%			4.9075	
FDN	26	%			15.0087	
Fenylalanina SID	27	%			0.6761	
Fenylalanina T	28	%			0.754	
Fibra cruda	29	%			2.8815	
Glu T	30	%			1.5596	
Gly + Ser T	31	%			1.4711	
Glycina T	32	%			0.6736	
Histidina SID	33	%			0.3739	
Histidina T	34	%			0.4226	
Isoleucina SID	35	%	0.53		0.5585	
Isoleucina T	36	%			0.6264	
Leucina SID	38	%			1.262	
Leucina T	39	%			1.3814	
Lysina SID	40	%	0.67		0.67	0.1701
Lysina T	41	%			0.77	
Materia seca	42	%			89.7116	
Met + Cys T	43	%			0.6679	
Met + Cys SID	44	%	0.6		0.6	0.1716
Methionina SID	45	%	0.33		0.3666	
Methionina T	46	%			0.3883	
P Dig BRASIL		%			0.3271	
P Dig cvb	47	%			0.3095	
P Dig FEDNA	48	%			0.3117	
P disponible	49	%	0.34		0.34	0.3131
P fitico	50	%			0.2267	
P total	51	%			0.5839	
PNA	53	%			16.4097	

Potasio	54	%			0.6605	
Prolina T	55	%			0.9454	
Proteina cruda	56	%	15		15	0.0177
Serine T	57	%			0.7975	
Sodio	58	%	0.105		0.105	0.1853
Threonina SID	59	%	0.47		0.5193	
Threonina T	60	%			0.5916	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.1637	
Tryptophano T	62	%			0.1815	
Tyrosine T	63	%			0.54	
Valina SID	64	%	0.58		0.6341	
Valina T	65	%			0.7356	

T-2 0.15% Na

Plant: GALLINAS LOHMANN B

Batch Size(USD/kg): 32.0000

Cost in USD/kg: 1.9309

Batch Cost(in USD): 61.7895

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.84			56.9232	18.2154	33.5164	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.66			14.829	4.7453	12.6224	
SP DE TRIGO	0.99			11	3.52	3.4848	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.25			6.29	2.0128	0.5032	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.46			5	1.6	3.936	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.25			2.6981	0.8634	0.2158	
ACEITE DE SOYA FEDNA	4.5			1.1691	0.3741	1.6835	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	6.55			1.0923	0.3495	2.2895	
BICARBONATO DE SODIO	4.8			0.3694	0.1182	0.5675	
DL METIONINA	20.5			0.1499	0.048	0.9836	
CLORURO DE COLINA 60%	7.5			0.145	0.0464	0.3481	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	23.5			0.12	0.0384	0.9024	

SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8			0.1	0.032	0.6336
SAL COMUN	0.5			0.0954	0.0305	0.0153
LISINA	14.8			0.0185	0.0059	0.0875

32.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.33		2.4924	
Alanina T	2	%			0.8547	
Almidon	3	%			40.6264	
Arginina SID	4	%	0.7		0.9197	
Arginina T	5	%			0.9934	
Asp T	6	%			0.859	
BED	7	mEq/Kg			207.8709	
Calcio	8	%	3.67	3.67	3.67	0.012
Ceniza	9	%			2.4265	
Cloro	10	%	0.15	0.15	0.15	-0.1116
Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.225	
Cystina T	13	%			0.2721	
EM pollitas	18	kcal/kg			2749.6492	
EM pollos		kcal/kg			2750	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2750		2750	0.0005
ENeta postura		kcal/kg			2255.4419	
Extracto etereo	24	%			5.0698	
FDA	25	%			4.9014	
FDN	26	%			14.9701	
Fenylalanina SID	27	%			0.6761	
Fenylalanina T	28	%			0.754	
Fibra cruda	29	%			2.8781	
Glu T	30	%			1.5585	
Gly + Ser T	31	%			1.471	
Glycina T	32	%			0.6736	
Histidina SID	33	%			0.3738	
Histidina T	34	%			0.4224	
Isoleucina SID	35	%	0.53		0.5587	
Isoleucina T	36	%			0.6266	
Leucina SID	38	%			1.2605	
Leucina T	39	%			1.3799	
Lysina SID	40	%	0.67		0.67	0.1701
Lysina T	41	%			0.77	
Materia seca	42	%			89.7401	

Met + Cys T	43	%			0.6678	
Met + Cys SID	44	%	0.6		0.6	0.1716
Methionina SID	45	%	0.33		0.3668	
Methionina T	46	%			0.3885	
P Dig BRASIL		%			0.3269	
P Dig cvb	47	%			0.3094	
P Dig FEDNA	48	%			0.3116	
P disponible	49	%	0.34		0.34	0.3131
P fitico	50	%			0.2263	
P total	51	%			0.5834	
PNA	53	%			16.3861	
Potasio	54	%			0.6605	
Prolina T	55	%			0.9445	
Proteina cruda	56	%	15		15	0.0177
Serine T	57	%			0.7974	
Sodio	58	%	0.15		0.15	0.1853
Threonina SID	59	%	0.47		0.5192	
Threonina T	60	%			0.5915	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.1638	
Tryptophano T	62	%			0.1817	
Tyrosine T	63	%			0.54	
Valina SID	64	%	0.58		0.634	
Valina T	65	%			0.7355	

T-3 0.195% Na

Plant: GALLINAS LOHMANN B

Batch Size(USD/kg): 32.0000

Cost in USD/kg: 1.9393

Batch Cost(in USD): 62.0564

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.84			56.5858	18.1075	33.3177	

TORTA DE SOYA, 46.50	2.66		14.8876	4.764	12.6723
SP DE TRIGO	0.99		11	3.52	3.4848
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.25		6.29	2.0128	0.5032
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.46		5	1.6	3.936
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.25		2.6978	0.8633	0.2158
ACEITE DE SOYA FEDNA	4.5		1.2825	0.4104	1.8468
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	6.55		1.0922	0.3495	2.2892
BICARBONATO DE SODIO	4.8		0.5351	0.1712	0.8218
DL METIONINA	20.5		0.1504	0.0481	0.9865
CLORURO DE COLINA 60%	7.5		0.1451	0.0464	0.3483
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	23.5		0.12	0.0384	0.9024
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8		0.1	0.032	0.6336
SAL COMUN	0.5		0.0962	0.0308	0.0154
LISINA	14.8		0.0174	0.0056	0.0825

32

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.33		2.5477	
Alanina T	2	%			0.8536	
Almidon	3	%			40.4162	
Arginina SID	4	%	0.7		0.9203	
Arginina T	5	%			0.994	
Asp T	6	%			0.8598	
BED	7	mEq/Kg			227.5036	
Calcio	8	%	3.67	3.67	3.67	0.012
Ceniza	9	%			2.4263	
Cloro	10	%	0.15	0.15	0.15	-0.1116
Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.2248	
Cystina T	13	%			0.2718	
EM pollitas	18	kcal/kg			2749.6152	
EM pollos		kcal/kg			2750	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2750		2750	0.0005
ENeta postura		kcal/kg			2256.2947	
Extracto etereo	24	%			5.1716	
FDA	25	%			4.8953	
FDN	26	%			14.9315	
Fenylalanina SID	27	%			0.6761	
Fenylalanina T	28	%			0.754	
Fibra cruda	29	%			2.8748	
Glu T	30	%			1.5573	

Gly + Ser T	31	%			1.4709	
Glycina T	32	%			0.6735	
Histidina SID	33	%			0.3736	
Histidina T	34	%			0.4222	
Isoleucina SID	35	%	0.53		0.5589	
Isoleucina T	36	%			0.6269	
Leucina SID	38	%			1.2589	
Leucina T	39	%			1.3785	
Lysina SID	40	%	0.67		0.67	0.1701
Lysina T	41	%			0.77	
Materia seca	42	%			89.7686	
Met + Cys T	43	%			0.6678	
Met + Cys SID	44	%	0.6		0.6	0.1716
Methionina SID	45	%	0.33		0.3671	
Methionina T	46	%			0.3888	
P Dig BRASIL		%			0.3267	
P Dig cvb	47	%			0.3093	
P Dig FEDNA	48	%			0.3115	
P disponible	49	%	0.34		0.34	0.3131
P fitico	50	%			0.2259	
P total	51	%			0.5829	
PNA	53	%			16.3625	
Potasio	54	%			0.6605	
Prolina T	55	%			0.9436	
Proteina cruda	56	%	15		15	0.0177
Serine T	57	%			0.7974	
Sodio	58	%	0.195		0.195	0.1853
Threonina SID	59	%	0.47		0.519	
Threonina T	60	%			0.5914	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.164	
Tryptophano T	62	%			0.1819	
Tyrosine T	63	%			0.5399	
Valina SID	64	%	0.58		0.634	
Valina T	65	%			0.7354	

T-4 0.24% Na

Plant: GALLINAS LOHMANN B

Batch Size(USD/kg): 32.0000

Cost in USD/kg: 1.9476

Batch Cost(in USD): 62.3233

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.84			56.2484	17.9995	33.119	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.66			14.9461	4.7828	12.7222	
SP DE TRIGO	0.99			11	3.52	3.4848	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.25			6.29	2.0128	0.5032	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.46			5	1.6	3.936	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.25			2.6974	0.8632	0.2158	
ACEITE DE SOYA FEDNA	4.5			1.3959	0.4467	2.0101	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	6.55			1.0921	0.3495	2.289	
BICARBONATO DE SODIO	4.8			0.7007	0.2242	1.0762	
DL METIONINA	20.5			0.1508	0.0483	0.9893	
CLORURO DE COLINA 60%	7.5			0.1452	0.0465	0.3485	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	23.5			0.12	0.0384	0.9024	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8			0.1	0.032	0.6336	
SAL COMUN	0.5			0.097	0.031	0.0155	
LISINA	14.8			0.0164	0.0052	0.0776	

32.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.33		2.6031	
Alanina T	2	%			0.8526	
Almidon	3	%			40.206	
Arginina SID	4	%	0.7		0.9208	
Arginina T	5	%			0.9946	
Asp T	6	%			0.8606	
BED	7	mEq/Kg			247.1364	
Calcio	8	%	3.67	3.67	3.67	0.012
Ceniza	9	%			2.4261	
Cloro	10	%	0.15	0.15	0.15	-0.1116
Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.2246	

Cystina T	13	%		0.2716	
EM pollitas	18	kcal/kg		2749.5813	
EM pollos		kcal/kg		2750	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2750	2750	0.0005
ENeta postura		kcal/kg		2257.1477	
Extracto etereo	24	%		5.2733	
FDA	25	%		4.8892	
FDN	26	%		14.8929	
Fenylalanina SID	27	%		0.6761	
Fenylalanina T	28	%		0.754	
Fibra cruda	29	%		2.8715	
Glu T	30	%		1.5562	
Gly + Ser T	31	%		1.4709	
Glycina T	32	%		0.6735	
Histidina SID	33	%		0.3734	
Histidina T	34	%		0.4221	
Isoleucina SID	35	%	0.53	0.5591	
Isoleucina T	36	%		0.6272	
Leucina SID	38	%		1.2574	
Leucina T	39	%		1.377	
Lysina SID	40	%	0.67	0.67	0.1701
Lysina T	41	%		0.77	
Materia seca	42	%		89.7971	
Met + Cys T	43	%		0.6677	
Met + Cys SID	44	%	0.6	0.6	0.1716
Methionina SID	45	%	0.33	0.3673	
Methionina T	46	%		0.389	
P Dig BRASIL		%		0.3265	
P Dig cvb	47	%		0.3092	
P Dig FEDNA	48	%		0.3115	
P disponible	49	%	0.34	0.34	0.3131
P fitico	50	%		0.2255	
P total	51	%		0.5824	
PNA	53	%		16.3389	
Potasio	54	%		0.6605	
Prolina T	55	%		0.9427	
Proteina cruda	56	%	15	15	0.0177
Serine T	57	%		0.7974	
Sodio	58	%	0.24	0.24	0.1853
Threonina SID	59	%	0.47	0.5188	
Threonina T	60	%		0.5914	
Tryptophano SID	61	%	0.15	0.1641	
Tryptophano T	62	%		0.1821	

Tyrosine T	63	%		0.5399
Valina SID	64	%	0.58	0.6339
Valina T	65	%		0.7354

b. Resultado de análisis estadísticos

1. GROSOR DE CÁSCARA

Obs	trt	block	GROSORC
-----	-----	-------	---------

1	0.105%Na	1	0.4175
2	0.105%Na	2	0.4125
3	0.105%Na	3	0.4425
4	0.105%Na	4	0.4025
5	0.15%Na	1	0.4125
6	0.15%Na	2	0.4350
7	0.15%Na	3	0.4500
8	0.15%Na	4	0.3875
9	0.195%Na	1	0.4175
10	0.195%Na	2	0.4200
11	0.195%Na	3	0.3825
12	0.195%Na	4	0.4100
13	0.24%Na	1	0.3825
14	0.24%Na	2	0.4275
15	0.24%Na	3	0.4075
16	0.24%Na	4	0.4375

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

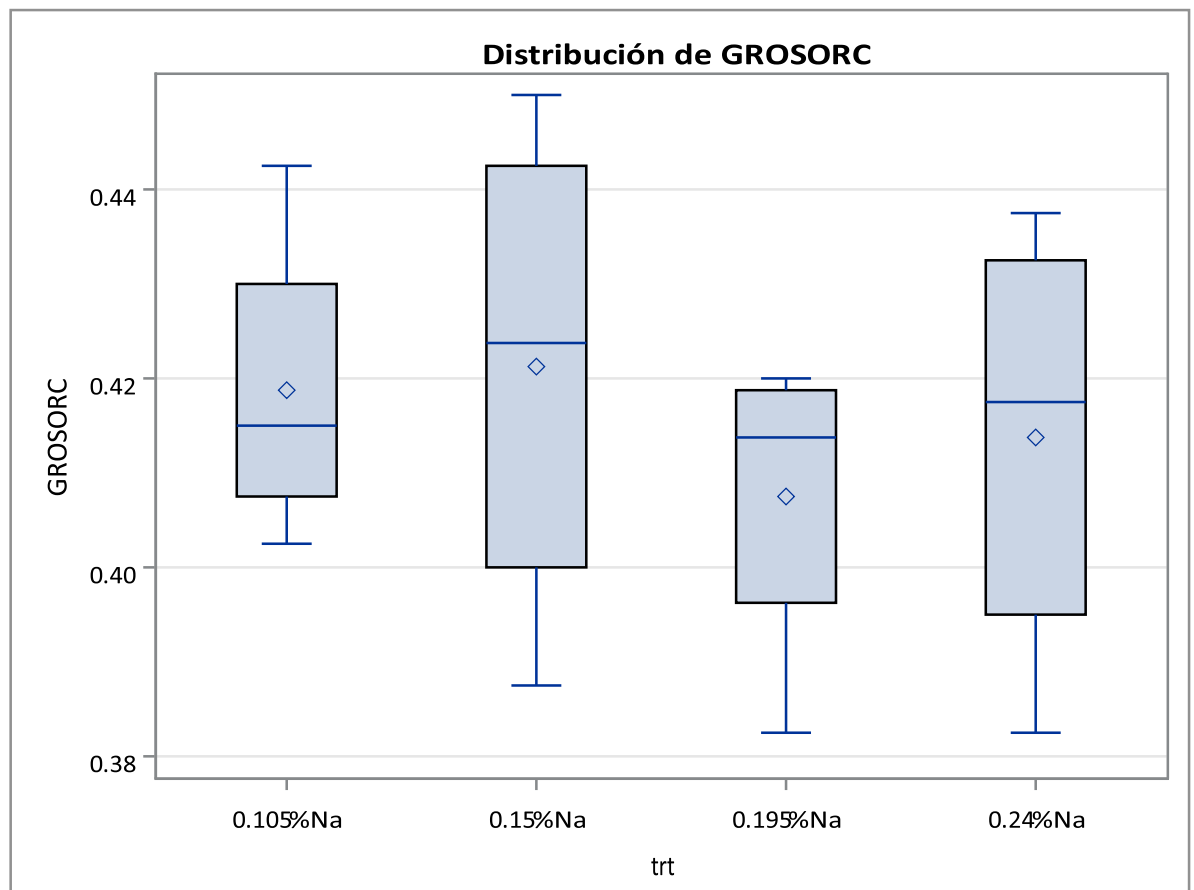
Variable dependiente: GROSORC

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
--------	----	-------------------	----------------------	---------	--------

Modelo	6	0.00122500	0.00020417	0.37	0.8809
Error	9	0.00497344	0.00055260		
Total corregido	15	0.00619844			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de GROSORC
0.197630	5.660204	0.023508	0.415313

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.00078281	0.00026094	0.47	0.7092
trt	3	0.00044219	0.00014740	0.27	0.8478
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.00078281	0.00026094	0.47	0.7092
trt	3	0.00044219	0.00014740	0.27	0.8478



2. PESO DE CÁSCARA

Obs	trt	block	PESOC
1	0.105%Na	1	6.92800
2	0.105%Na	2	6.91963
3	0.105%Na	3	7.48810
4	0.105%Na	4	6.80885
5	0.15%Na	1	6.84418
6	0.15%Na	2	7.40783
7	0.15%Na	3	7.28655
8	0.15%Na	4	6.56133

9	0.195%Na	1	6.87360
10	0.195%Na	2	6.78120
11	0.195%Na	3	6.40785
12	0.195%Na	4	7.01538
13	0.24%Na	1	6.36848
14	0.24%Na	2	6.87575
15	0.24%Na	3	6.65583
16	0.24%Na	4	7.24200

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

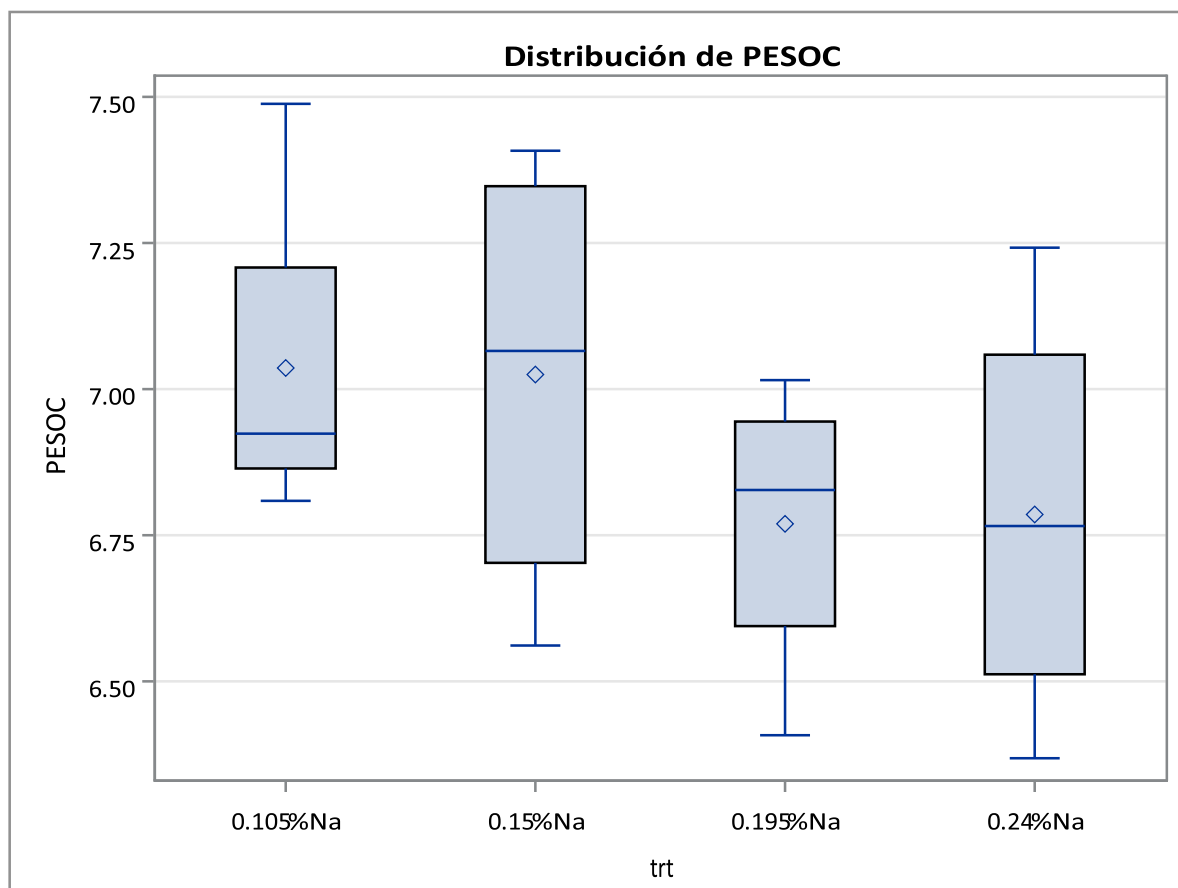
Variable dependiente: PESOC

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.39373889	0.06562315	0.49	0.8042
Error	9	1.21649002	0.13516556		
Total corregido	15	1.61022891			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PESOC
0.244524	5.325130	0.367649	6.904033

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
--------	----	-----------	----------------------	---------	--------

block	3	0.13684584	0.04561528	0.34	0.7989
trt	3	0.25689305	0.08563102	0.63	0.6118
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.13684584	0.04561528	0.34	0.7989
trt	3	0.25689305	0.08563102	0.63	0.6118



3. PORCENTAJE DE CÁSCARA

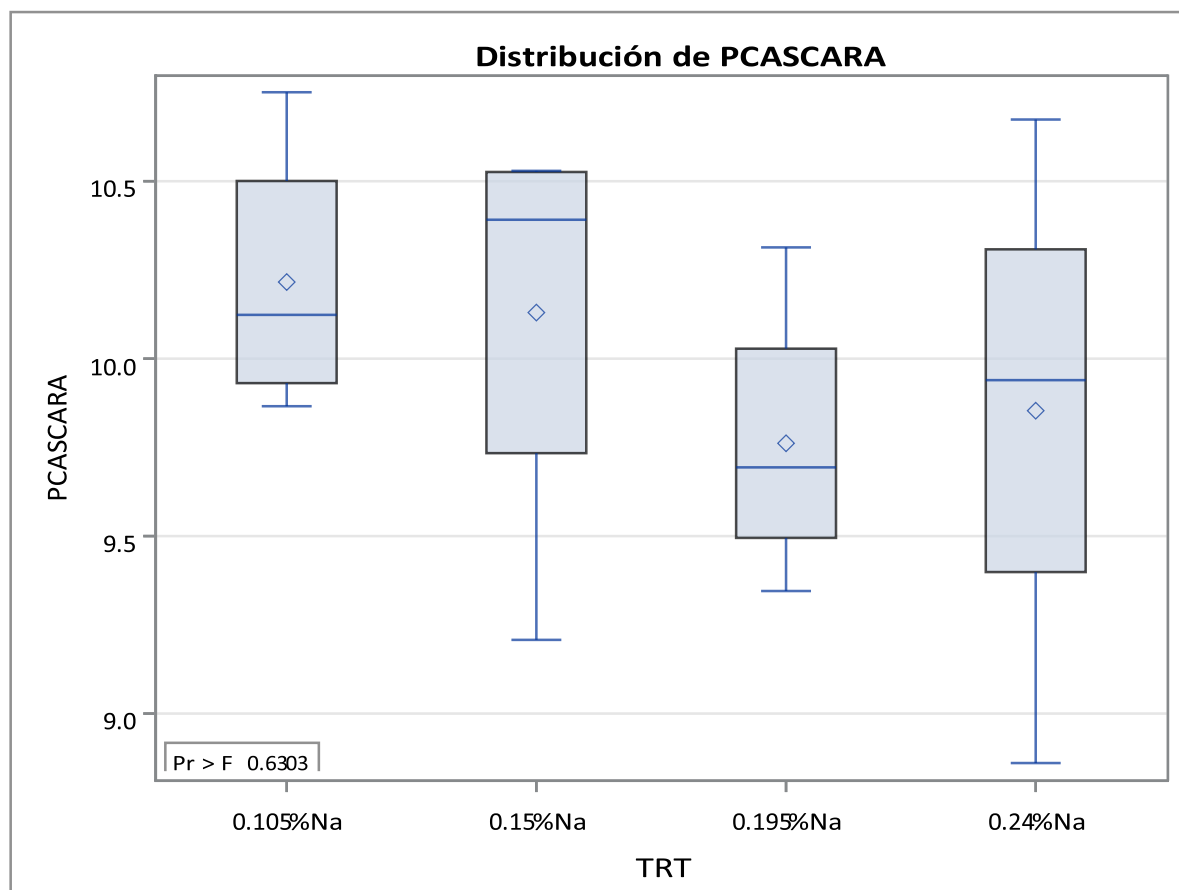
Obs	NUMERO	TRT	PCASCARA
1	1	0.105%Na	10.2506
2	2	0.105%Na	9.8659

3	3	0.105%Na	10.7507
4	4	0.105%Na	9.9961
5	5	0.15%Na	10.2599
6	6	0.15%Na	10.5291
7	7	0.15%Na	10.5229
8	8	0.15%Na	9.2076
9	9	0.195%Na	9.7427
10	10	0.195%Na	10.3135
11	11	0.195%Na	9.3452
12	12	0.195%Na	9.6446
13	13	0.24%Na	8.8605
14	14	0.24%Na	9.9422
15	15	0.24%Na	9.9367
16	16	0.24%Na	10.6738

Procedimiento NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable PCASCARA Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	10.215839
0.15%Na	4	10.129861
0.195%Na	4	9.761490
0.24%Na	4	9.853306

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	0.565865	0.188622	0.5949	0.6303
Dentro	12	3.805037	0.317086		



4. CENIZA DE CÁSCARA INICIAL

Obs	trt	block	CENIZAC
1	0.105%Na	1	94.4903
2	0.105%Na	2	94.8459
3	0.105%Na	3	94.2603
4	0.105%Na	4	94.6048
5	0.15%Na	1	94.8225
6	0.15%Na	2	94.9517
7	0.15%Na	3	94.1284
8	0.15%Na	4	93.9076
9	0.195%Na	1	94.8754

10	0.195%Na	2	94.2765
11	0.195%Na	3	93.9977
12	0.195%Na	4	94.8753
13	0.24%Na	1	93.9876
14	0.24%Na	2	94.1877
15	0.24%Na	3	94.3764
16	0.24%Na	4	94.7421

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

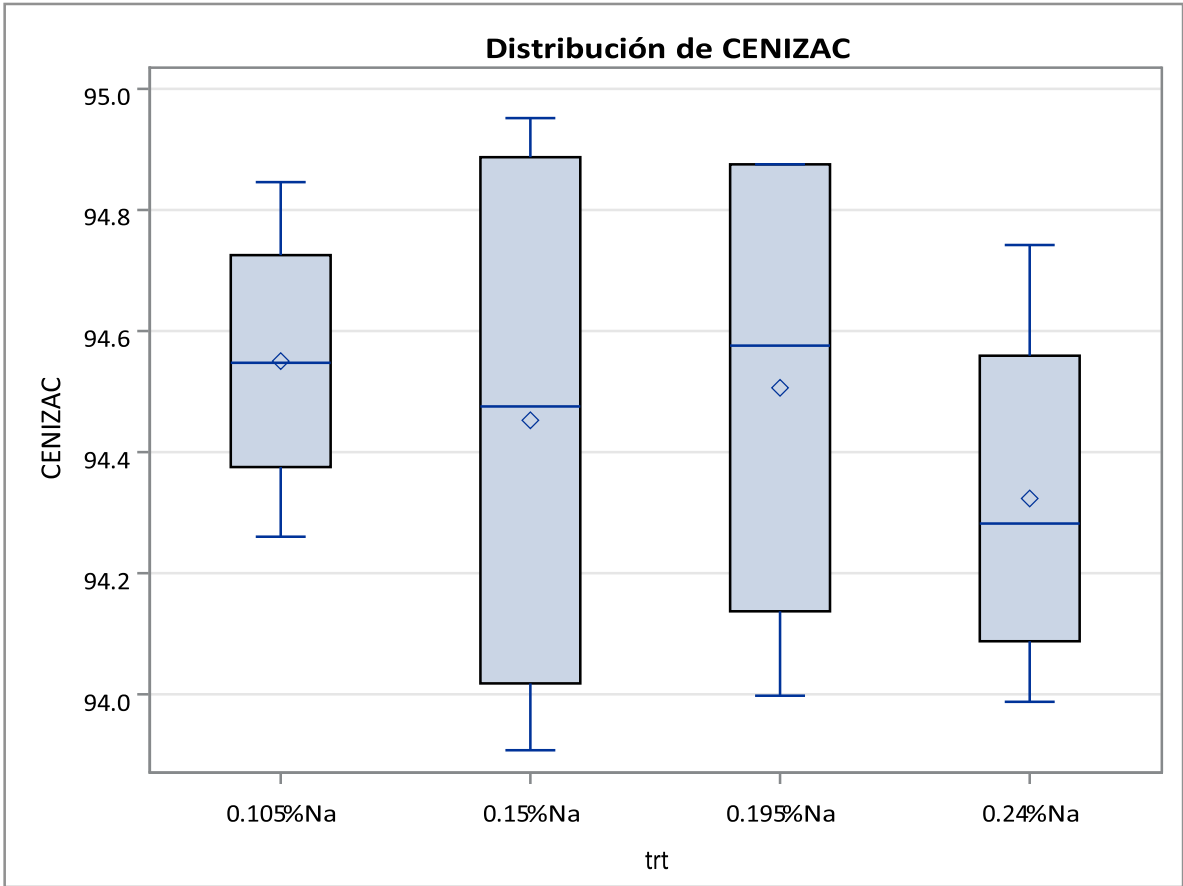
Variable dependiente: CENIZAC

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.49969013	0.08328169	0.51	0.7888
Error	9	1.47567410	0.16396379		
Total corregido	15	1.97536423			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de CENIZAC
0.252961	0.428681	0.404924	94.45814

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.38374144	0.12791381	0.78	0.5342

trt	3	0.11594869	0.03864956	0.24	0.8693
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.38374144	0.12791381	0.78	0.5342
trt	3	0.11594869	0.03864956	0.24	0.8693



CENIZA DE CÁSCARA INICIAL KW

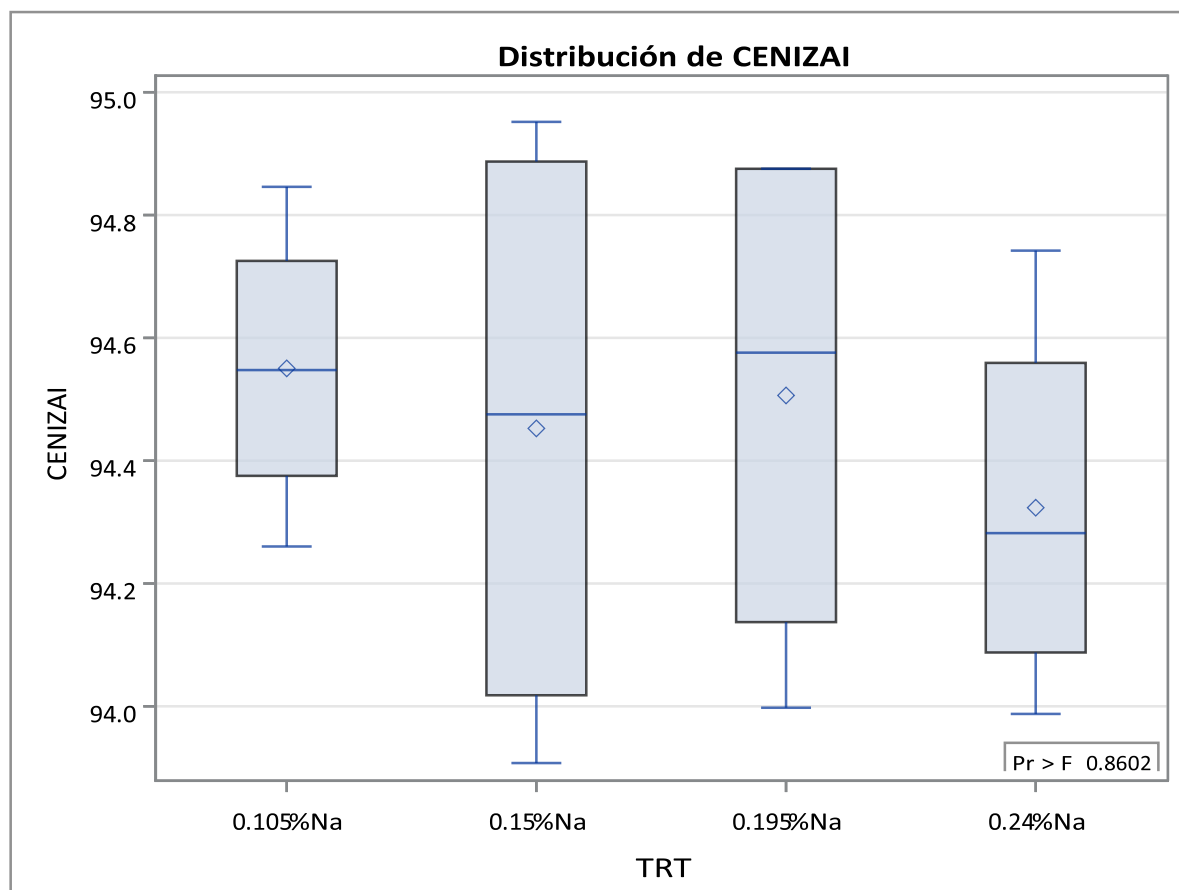
Obs	NUMERO	TRT	CENIZAI
1	1	0.105%Na	94.4903
2	2	0.105%Na	94.8459
3	3	0.105%Na	94.2603
4	4	0.105%Na	94.6048

5	5	0.15%Na	94.8225
6	6	0.15%Na	94.9517
7	7	0.15%Na	94.1284
8	8	0.15%Na	93.9076
9	9	0.195%Na	94.8754
10	10	0.195%Na	94.2765
11	11	0.195%Na	93.9977
12	12	0.195%Na	94.8753
13	13	0.24%Na	93.9876
14	14	0.24%Na	94.1877
15	15	0.24%Na	94.3764
16	16	0.24%Na	94.7421

Procedimineto NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable CENIZAI Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	94.550328
0.15%Na	4	94.452560
0.195%Na	4	94.506230
0.24%Na	4	94.323438

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	0.115949	0.038650	0.2494	0.8602
Dentro	12	1.859416	0.154951		



5. CENIZA DE CÁSCARA FINAL

Obs	trt	block	CENIZAC
1	0.105%Na	1	94.3955
2	0.105%Na	2	94.4896
3	0.105%Na	3	93.4620
4	0.105%Na	4	93.8761
5	0.15%Na	1	94.6227
6	0.15%Na	2	94.6503
7	0.15%Na	3	94.6390
8	0.15%Na	4	94.7806
9	0.195%Na	1	94.8157

10	0.195%Na	2	95.3645
11	0.195%Na	3	94.8688
12	0.195%Na	4	94.9439
13	0.24%Na	1	94.2687
14	0.24%Na	2	94.5281
15	0.24%Na	3	93.4759
16	0.24%Na	4	94.6163

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

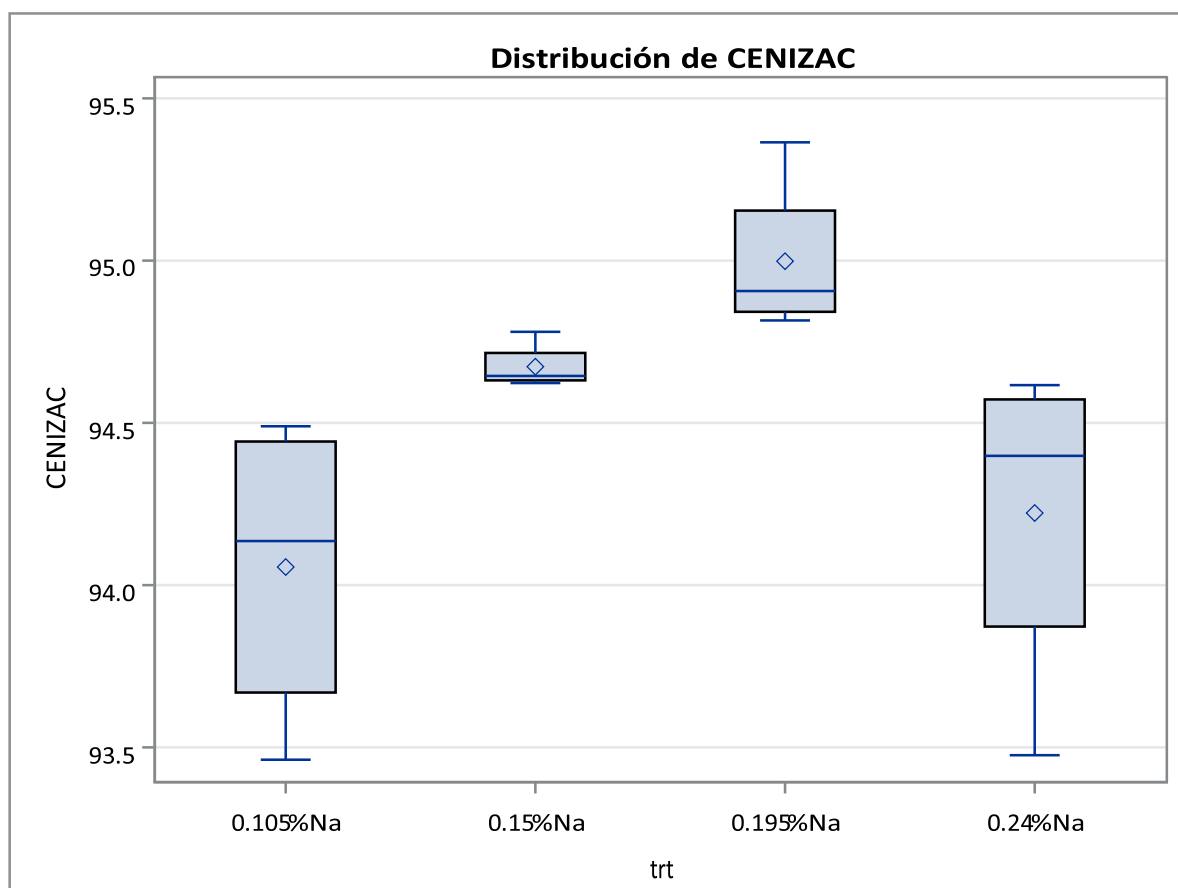
Variable dependiente: CENIZAC

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	3.09048066	0.51508011	5.67	0.0108
Error	9	0.81710254	0.09078917		
Total corregido	15	3.90758321			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de CENIZAC
0.790893	0.318892	0.301312	94.48735

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.88239548	0.29413183	3.24	0.0745

trt	3	2.20808518	0.73602839	8.11	0.0063
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.88239548	0.29413183	3.24	0.0745
trt	3	2.20808518	0.73602839	8.11	0.0063



CENIZA DE CÁSCARA FINAL KW

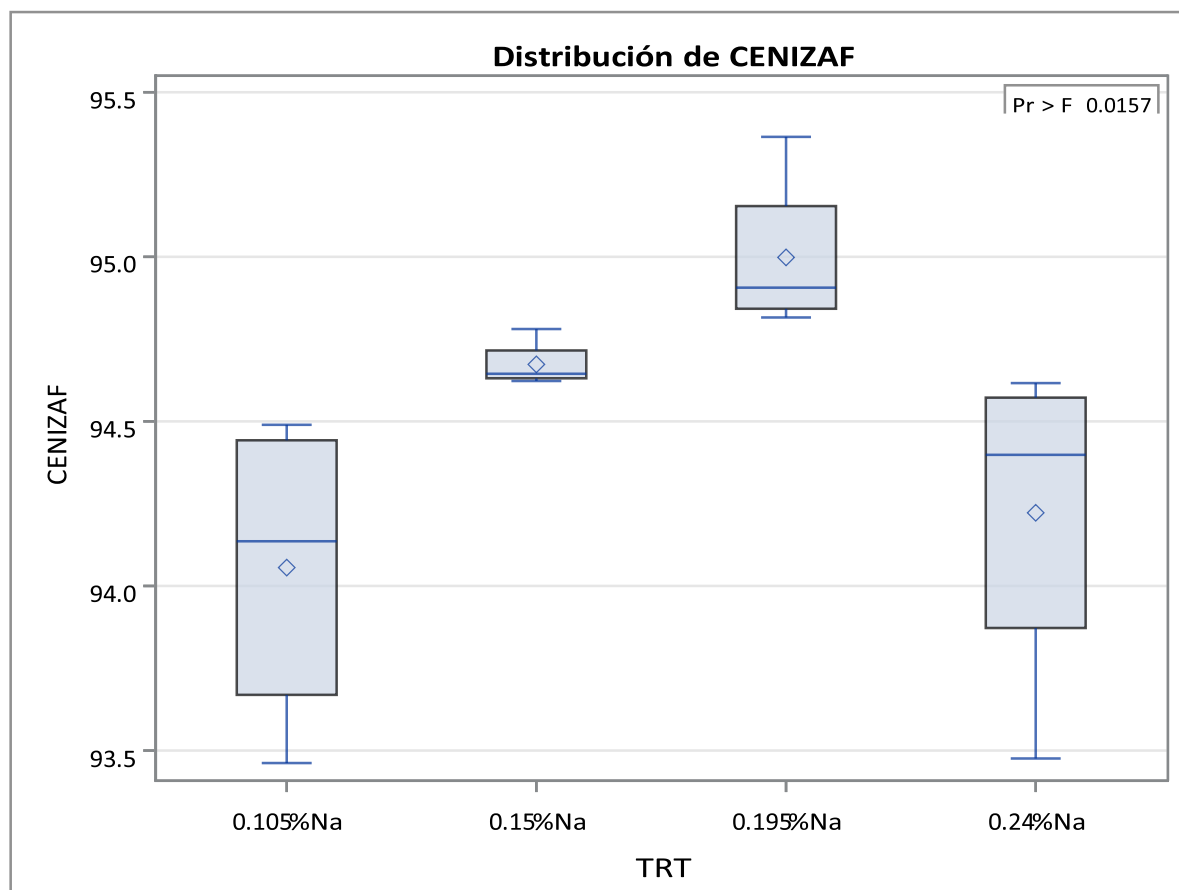
Obs	NUMERO	TRT	CENIZAF
1	1	0.105%Na	94.3955
2	2	0.105%Na	94.4896
3	3	0.105%Na	93.4620
4	4	0.105%Na	93.8761

5	5	0.15%Na	94.6227
6	6	0.15%Na	94.6503
7	7	0.15%Na	94.6390
8	8	0.15%Na	94.7806
9	9	0.195%Na	94.8157
10	10	0.195%Na	95.3645
11	11	0.195%Na	94.8688
12	12	0.195%Na	94.9439
13	13	0.24%Na	94.2687
14	14	0.24%Na	94.5281
15	15	0.24%Na	93.4759
16	16	0.24%Na	94.6163

Procedimiento NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable CENIZAF Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	94.055793
0.15%Na	4	94.673168
0.195%Na	4	94.998200
0.24%Na	4	94.222238

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	2.208085	0.736028	5.1970	0.0157
Dentro	12	1.699498	0.141625		



6. GRAVEDAD ESPECÍFICA

Obs	trt	block	GE
1	0.105%Na	1	1.08781
2	0.105%Na	2	1.08579
3	0.105%Na	3	1.09082
4	0.105%Na	4	1.08640
5	0.15%Na	1	1.08792
6	0.15%Na	2	1.08939
7	0.15%Na	3	1.08943
8	0.15%Na	4	1.08183
9	0.195%Na	1	1.08519

10	0.195%Na	2	1.08824
11	0.195%Na	3	1.08269
12	0.195%Na	4	1.08438
13	0.24%Na	1	1.08006
14	0.24%Na	2	1.08615
15	0.24%Na	3	1.08616
16	0.24%Na	4	1.09022

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

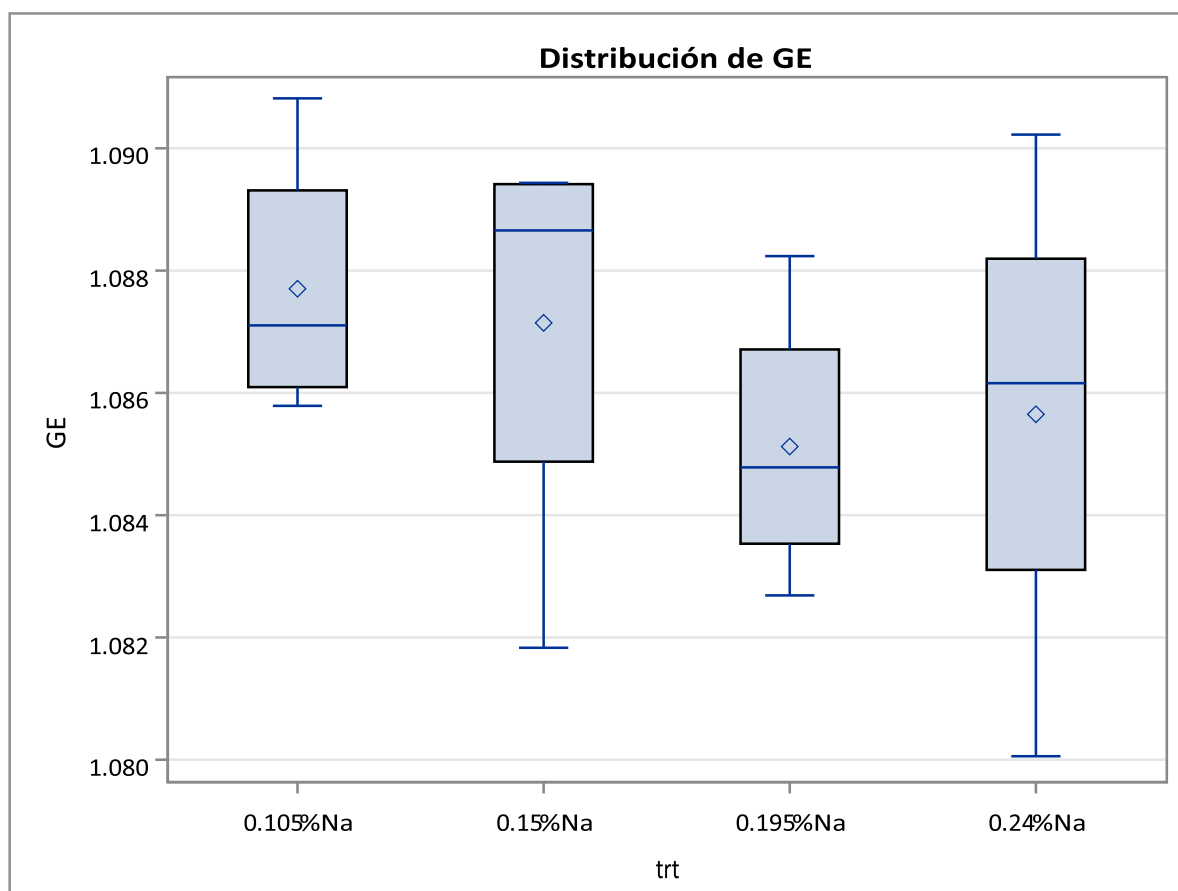
Variable dependiente: GE

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.00003208	0.00000535	0.44	0.8336
Error	9	0.00010883	0.00001209		
Total corregido	15	0.00014092			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de GE
0.227677	0.320089	0.003477	1.086405

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.00001429	0.00000476	0.39	0.7605

trt	3	0.00001779	0.00000593	0.49	0.6975
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.00001429	0.00000476	0.39	0.7605
trt	3	0.00001779	0.00000593	0.49	0.6975



7. INDICA DE CÁSCARA

Obs	trt	block	IC
1	0.105%Na	1	8.90157
2	0.105%Na	2	8.68859
3	0.105%Na	3	9.44969
4	0.105%Na	4	8.70562

5	0.15%Na	1	8.87717
6	0.15%Na	2	9.26853
7	0.15%Na	3	9.22191
8	0.15%Na	4	8.12309
9	0.195%Na	1	8.60624
10	0.195%Na	2	8.88228
11	0.195%Na	3	8.14912
12	0.195%Na	4	8.57956
13	0.24%Na	1	7.85507
14	0.24%Na	2	8.70829
15	0.24%Na	3	8.61566
16	0.24%Na	4	9.28444

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase			
Clase	Niveles	Valores	
block	4	1 2 3 4	
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na	

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

Variable dependiente: IC

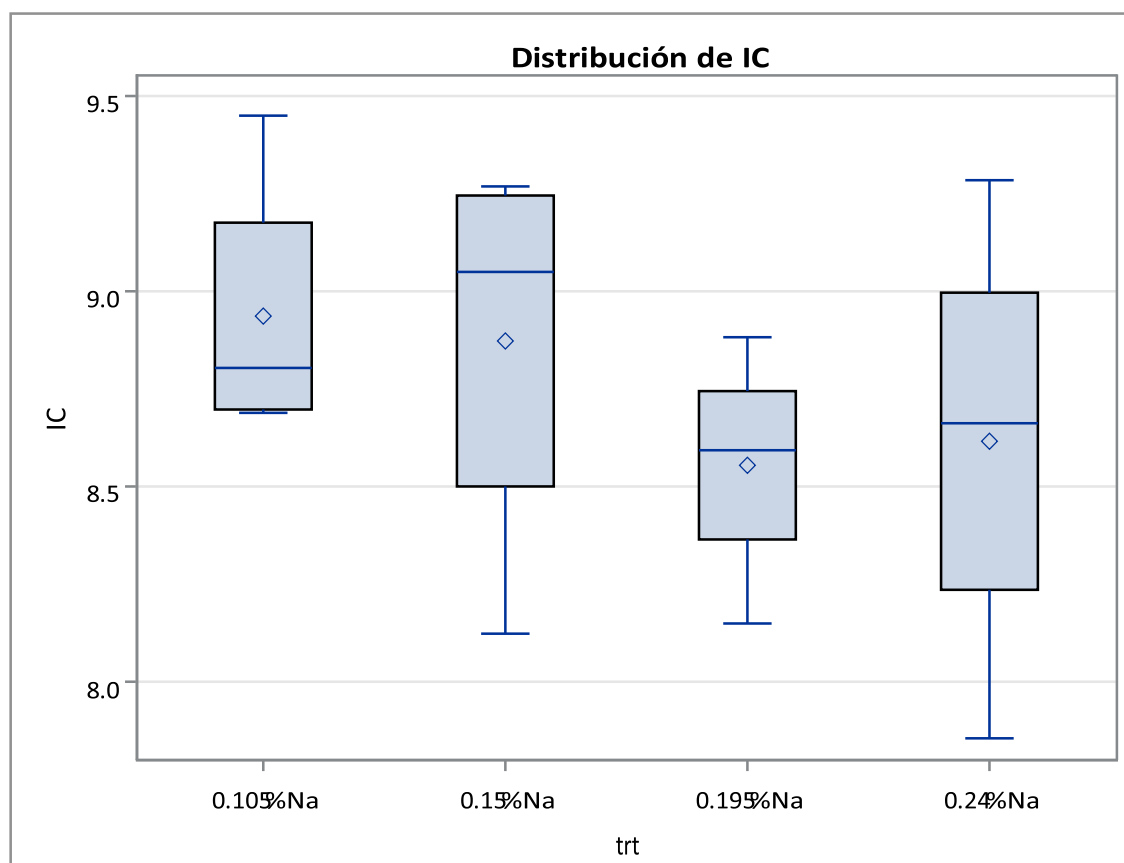
Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.71402019	0.11900336	0.48	0.8091
Error	9	2.23917200	0.24879689		

Total corregido	15	2.95319218			
-----------------	----	------------	--	--	--

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de IC
0.241779	5.703908	0.498795	8.744802

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.29015684	0.09671895	0.39	0.7640
trt	3	0.42386335	0.14128778	0.57	0.6499

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.29015684	0.09671895	0.39	0.7640
trt	3	0.42386335	0.14128778	0.57	0.6499



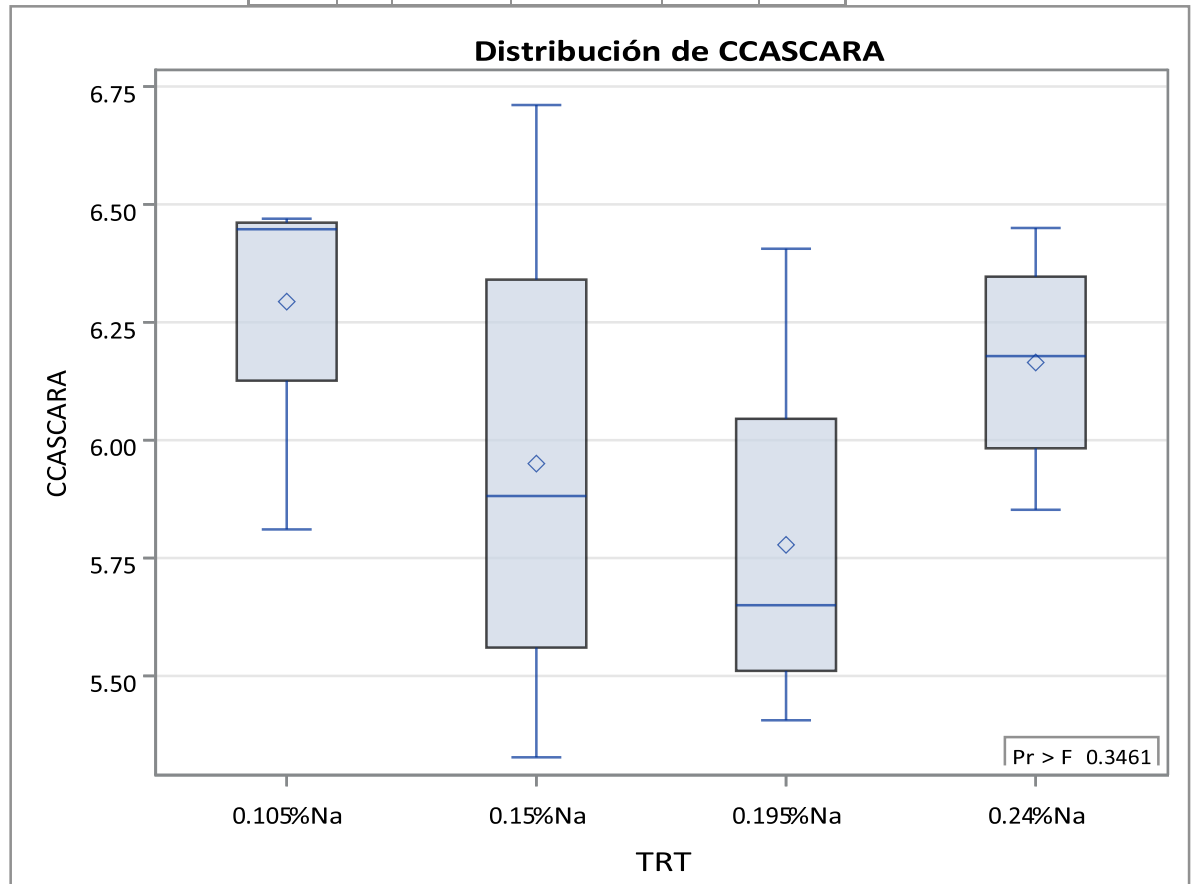
8. COLOR DE CÁSCARA

Obs	NUMERO	TRT	CCASCARA
1	1	0.105%Na	5.81071
2	2	0.105%Na	6.46964
3	3	0.105%Na	6.44167
4	4	0.105%Na	6.45298
5	5	0.15%Na	5.79286
6	6	0.15%Na	5.97024
7	7	0.15%Na	5.32738
8	8	0.15%Na	6.71071
9	9	0.195%Na	5.61548
10	10	0.195%Na	5.40595
11	11	0.195%Na	6.40595
12	12	0.195%Na	5.68452
13	13	0.24%Na	6.24345
14	14	0.24%Na	6.11310
15	15	0.24%Na	6.45000
16	16	0.24%Na	5.85238

Procedimineto NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable CCASCARA Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	6.293750
0.15%Na	4	5.950298
0.195%Na	4	5.777976
0.24%Na	4	6.164732

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	0.625885	0.208628	1.2161	0.3461
Dentro	12	2.058638	0.171553		



9. HUEVOS SUCIOS

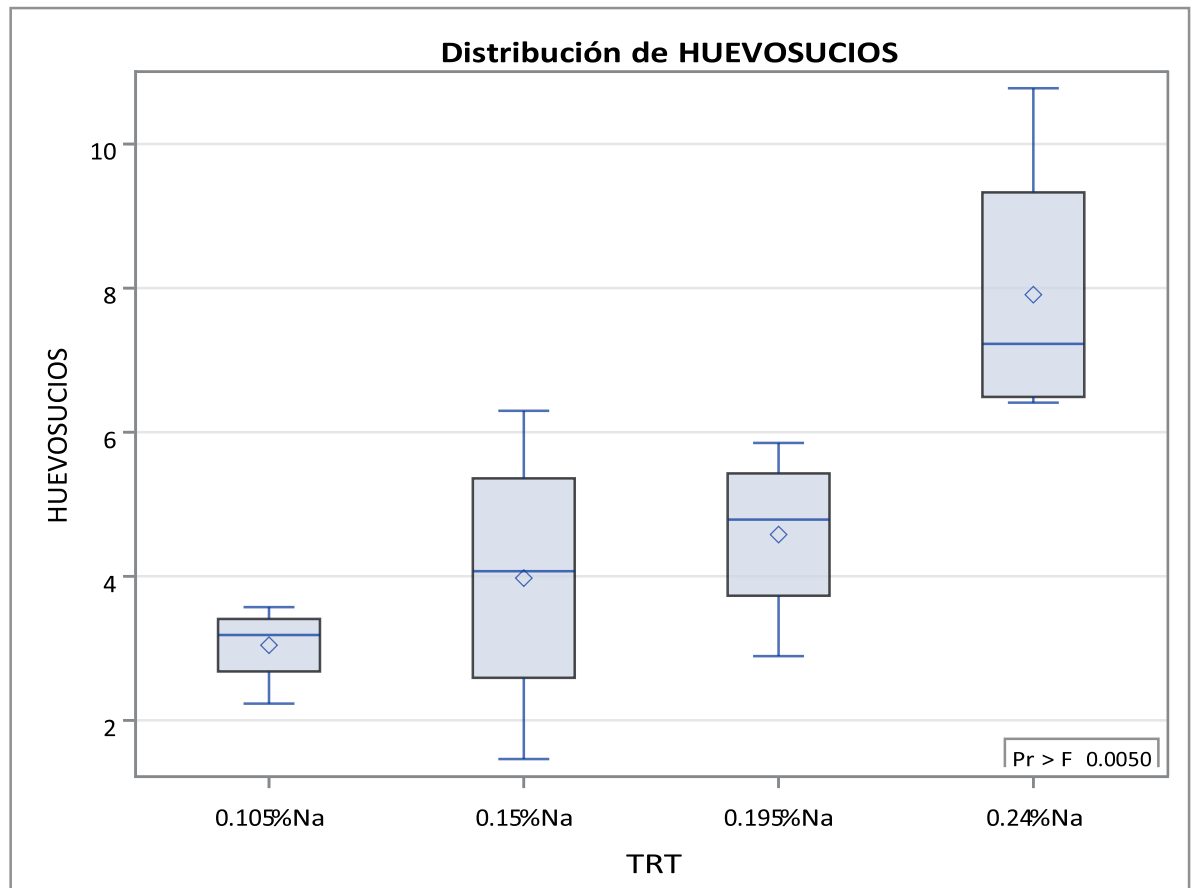
Obs	NUMERO	TRT	HUEVOSUCIOS
1	1	0.105%Na	3.2440
2	2	0.105%Na	2.2321
3	3	0.105%Na	3.1250
4	4	0.105%Na	3.5714
5	5	0.15%Na	3.7179

6	6	0.15%Na	4.4218
7	7	0.15%Na	1.4626
8	8	0.15%Na	6.2968
9	9	0.195%Na	4.5683
10	10	0.195%Na	5.0052
11	11	0.195%Na	2.8912
12	12	0.195%Na	5.8503
13	13	0.24%Na	6.4103
14	14	0.24%Na	6.5682
15	15	0.24%Na	7.8833
16	16	0.24%Na	10.7745

Procedimiento NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable HUEVOSUCIOS Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	3.043155
0.15%Na	4	3.974768
0.195%Na	4	4.578755
0.24%Na	4	7.909055

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	53.837277	17.945759	7.2132	0.0050
Dentro	12	29.854833	2.487903		



10. HUEVOS ROTOS

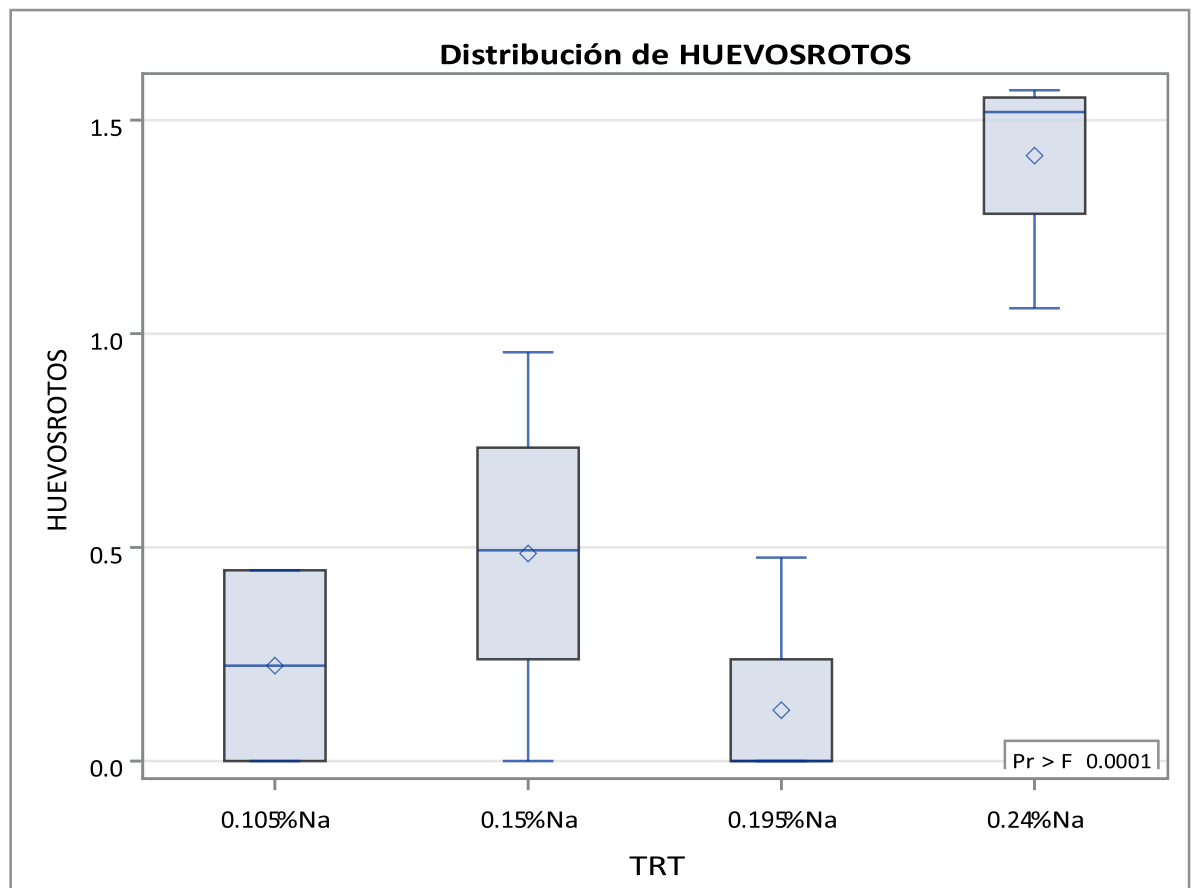
Obs	NUMERO	TRT	HUEVOSROTOS
1	1	0.105%Na	0.00000
2	2	0.105%Na	0.44645
3	3	0.105%Na	0.00000
4	4	0.105%Na	0.44645
5	5	0.15%Na	0.00000
6	6	0.15%Na	0.47620
7	7	0.15%Na	0.51020
8	8	0.15%Na	0.95665
9	9	0.195%Na	0.47620

10	10	0.195%Na	0.00000
11	11	0.195%Na	0.00000
12	12	0.195%Na	0.00000
13	13	0.24%Na	1.56985
14	14	0.24%Na	1.53585
15	15	0.24%Na	1.50185
16	16	0.24%Na	1.05965

Procedimiento NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable HUEVOSROTOS Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	0.223225
0.15%Na	4	0.485763
0.195%Na	4	0.119050
0.24%Na	4	1.416800

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	4.189864	1.396621	16.7566	0.0001
Dentro	12	1.000168	0.083347		
Se utilizaron puntuaciones media para valores repetidos.					



11. RESISTENCIA A ROTURA DE CÁSCARA

Obs	trt	block	RESISTENCIA
1	0.105%Na	1	3.3025
2	0.105%Na	2	3.8225
3	0.105%Na	3	3.9375
4	0.105%Na	4	3.9325
5	0.15%Na	1	4.0050
6	0.15%Na	2	3.6750
7	0.15%Na	3	4.6725
8	0.15%Na	4	3.7275
9	0.195%Na	1	4.1025

10	0.195%Na	2	4.8975
11	0.195%Na	3	3.6775
12	0.195%Na	4	3.3575
13	0.24%Na	1	3.5525
14	0.24%Na	2	3.9650
15	0.24%Na	3	3.6750
16	0.24%Na	4	3.7050

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

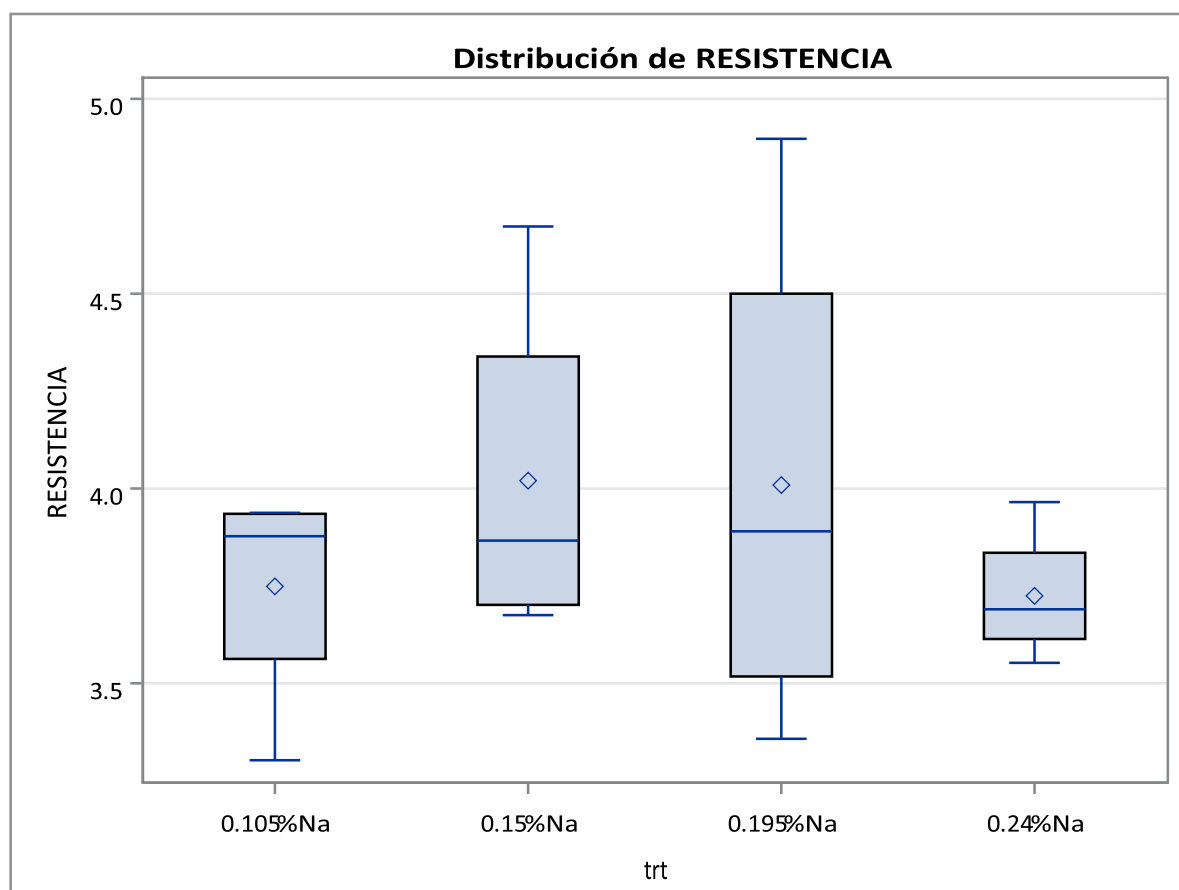
Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.77188672	0.12864779	0.62	0.7110
Error	9	1.86557852	0.20728650		
Total corregido	15	2.63746523			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESISTENCIA
0.292662	11.74793	0.455287	3.875469

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.46172617	0.15390872	0.74	0.5531

trt	3	0.31016055	0.10338685	0.50	0.6923
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.46172617	0.15390872	0.74	0.5531
trt	3	0.31016055	0.10338685	0.50	0.6923



12. UNIDAD HAUGH

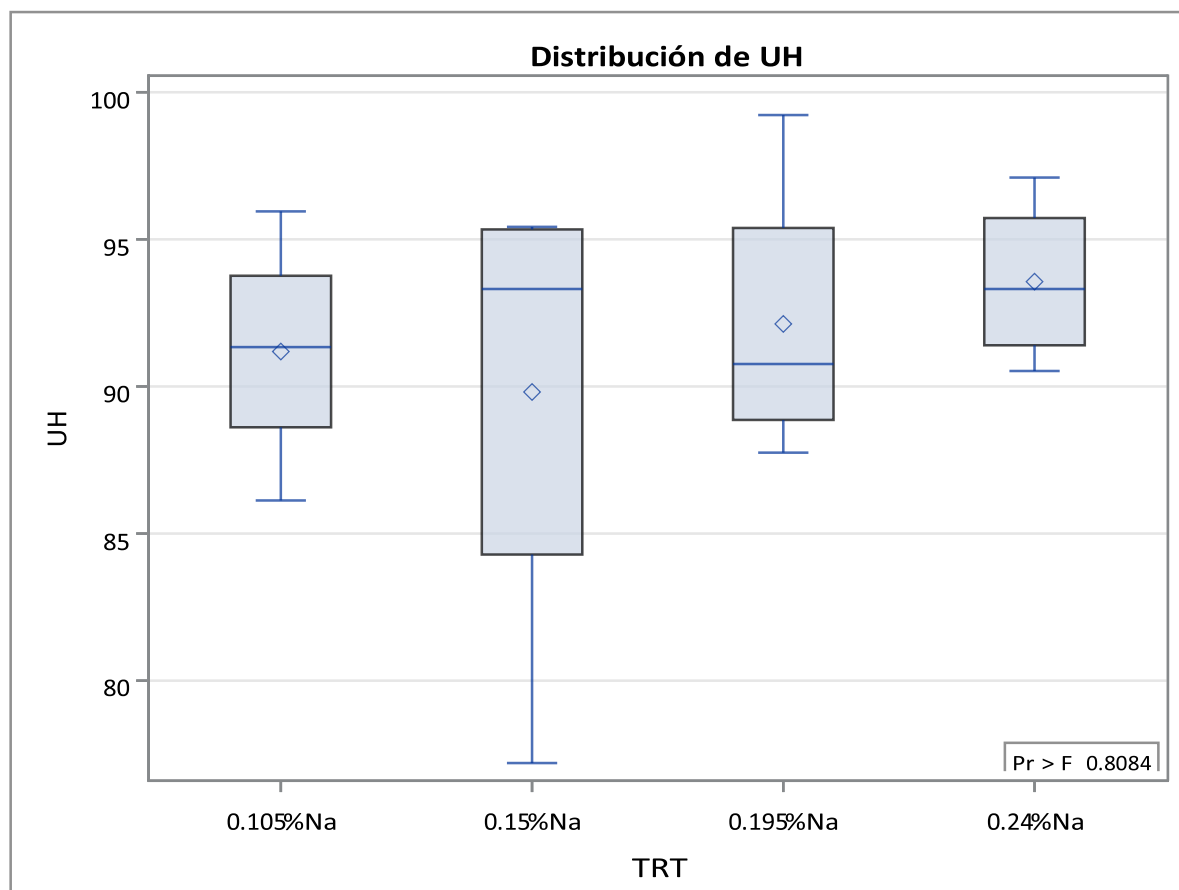
Obs	NUMERO	TRT	UH
1	1	0.105%Na	91.100
2	2	0.105%Na	91.575
3	3	0.105%Na	95.950
4	4	0.105%Na	86.125

5	5	0.15%Na	77.200
6	6	0.15%Na	95.425
7	7	0.15%Na	91.375
8	8	0.15%Na	95.250
9	9	0.195%Na	89.975
10	10	0.195%Na	87.750
11	11	0.195%Na	91.550
12	12	0.195%Na	99.225
13	13	0.24%Na	97.100
14	14	0.24%Na	92.275
15	15	0.24%Na	90.525
16	16	0.24%Na	94.350

Procediminetto NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable UH Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	91.18750
0.15%Na	4	89.81250
0.195%Na	4	92.12500
0.24%Na	4	93.56250

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	29.886719	9.962240	0.3235	0.8084
Dentro	12	369.573125	30.797760		



13. ÍNDICE DE YEMA

Obs	trt	block	IY
1	0.105%Na	1	0.43050
2	0.105%Na	2	0.45525
3	0.105%Na	3	0.46275
4	0.105%Na	4	0.45475
5	0.15%Na	1	0.47100
6	0.15%Na	2	0.45925
7	0.15%Na	3	0.43975
8	0.15%Na	4	0.45075
9	0.195%Na	1	0.45800

10	0.195%Na	2	0.44875
11	0.195%Na	3	0.43675
12	0.195%Na	4	0.47475
13	0.24%Na	1	0.49350
14	0.24%Na	2	0.46425
15	0.24%Na	3	0.45475
16	0.24%Na	4	0.46075

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

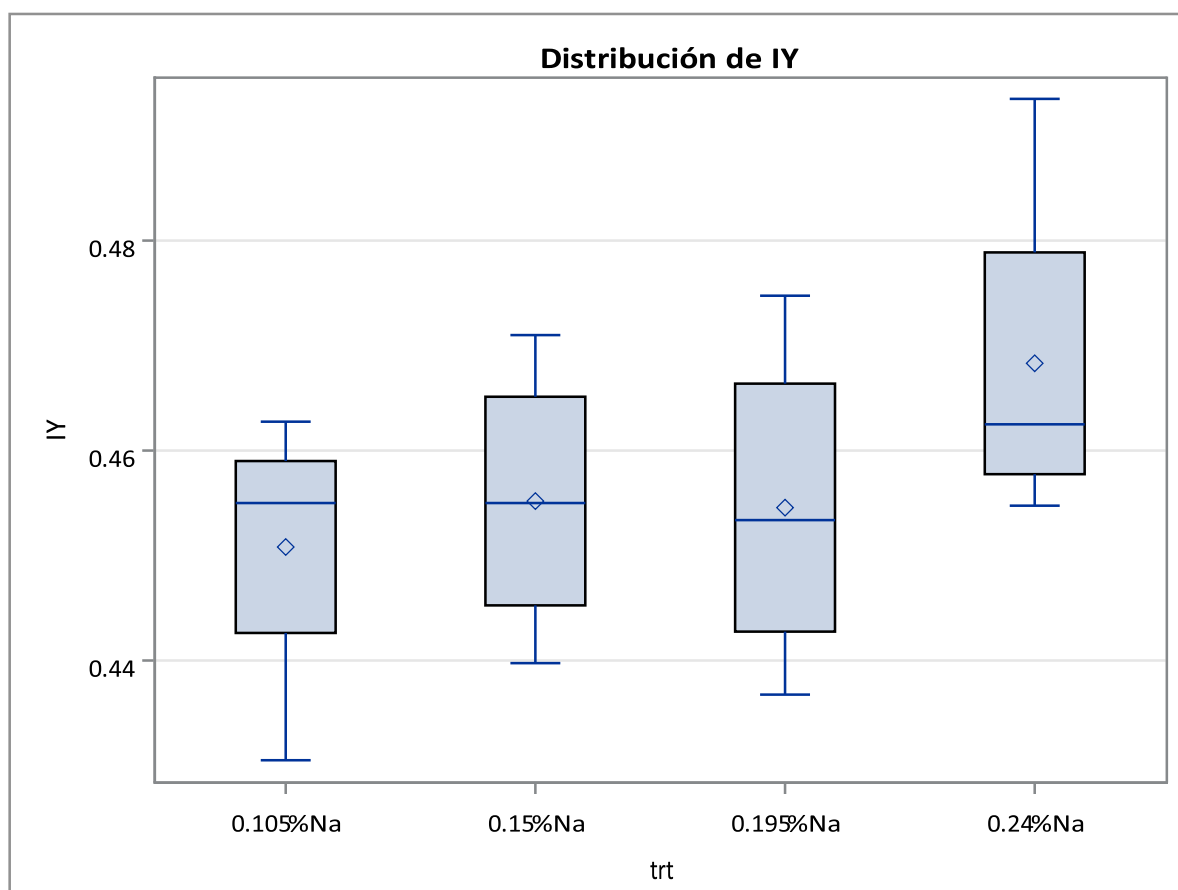
Variable dependiente: IY

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.00118797	0.00019799	0.78	0.6072
Error	9	0.00229052	0.00025450		
Total corregido	15	0.00347848			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de IY
0.341519	3.489164	0.015953	0.457219

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.00048680	0.00016227	0.64	0.6095

trt	3	0.00070117	0.00023372	0.92	0.4702
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.00048680	0.00016227	0.64	0.6095
trt	3	0.00070117	0.00023372	0.92	0.4702



14. COLOR DE YEMA

Obs	NUMERO	TRT	COLOR Y
1	1	0.105%Na	7.25
2	2	0.105%Na	7.25
3	3	0.105%Na	7.75

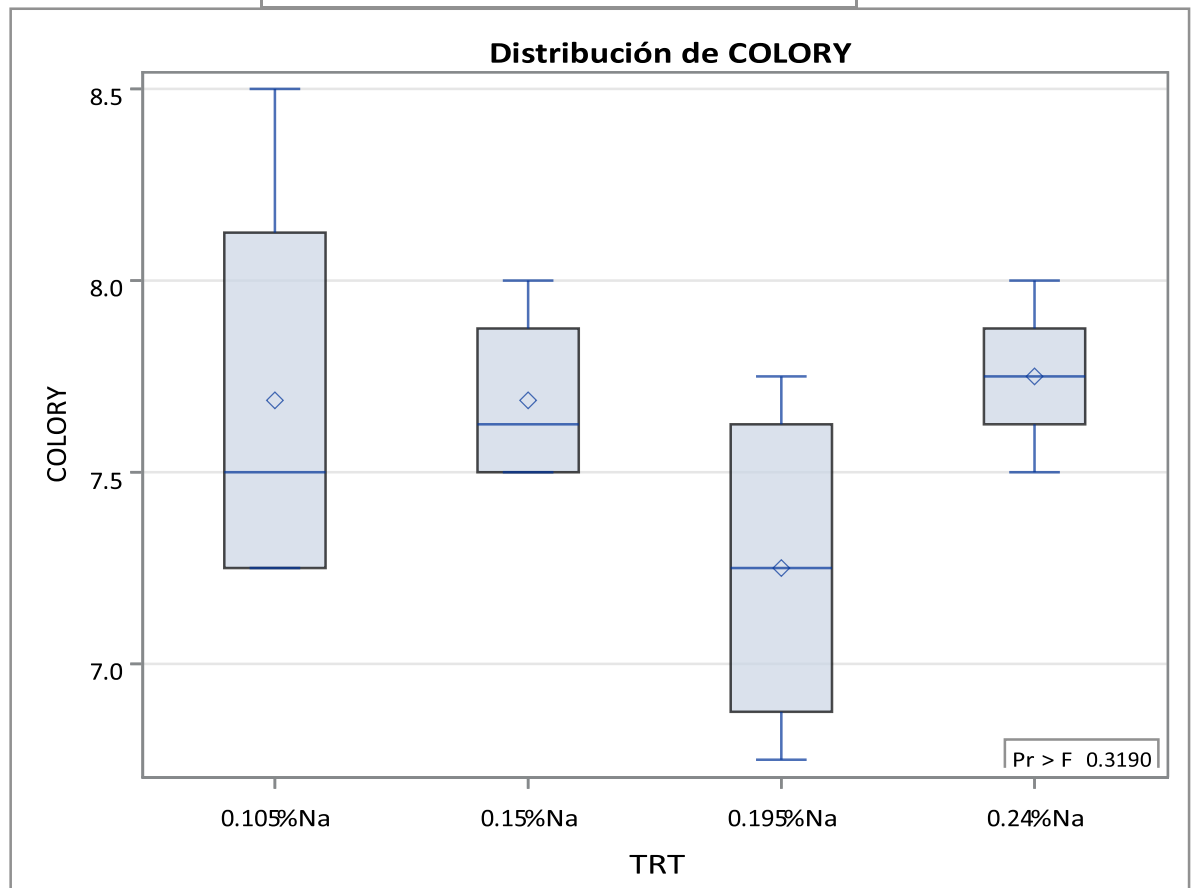
4	4	0.105%Na	8.50
5	5	0.15%Na	7.75
6	6	0.15%Na	7.50
7	7	0.15%Na	8.00
8	8	0.15%Na	7.50
9	9	0.195%Na	7.50
10	10	0.195%Na	6.75
11	11	0.195%Na	7.00
12	12	0.195%Na	7.75
13	13	0.24%Na	7.50
14	14	0.24%Na	7.75
15	15	0.24%Na	8.00
16	16	0.24%Na	7.75

Procedimineto NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable COLORY Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
0.105%Na	4	7.68750
0.15%Na	4	7.68750
0.195%Na	4	7.25000
0.24%Na	4	7.75000

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	0.640625	0.213542	1.3016	0.3190
Dentro	12	1.968750	0.164063		

Se utilizaron puntuaciones media para valores repetidos.



15. PESO DE YEMA

Obs	trt	block	PESYEMA
1	0.105%Na	1	16.3160
2	0.105%Na	2	19.3448
3	0.105%Na	3	18.3642
4	0.105%Na	4	17.7137
5	0.15%Na	1	16.5611
6	0.15%Na	2	17.7569
7	0.15%Na	3	16.7099
8	0.15%Na	4	18.3651

9	0.195%Na	1	15.7525
10	0.195%Na	2	17.4659
11	0.195%Na	3	18.7451
12	0.195%Na	4	18.2485
13	0.24%Na	1	18.0940
14	0.24%Na	2	16.7343
15	0.24%Na	3	16.1856
16	0.24%Na	4	17.3910

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

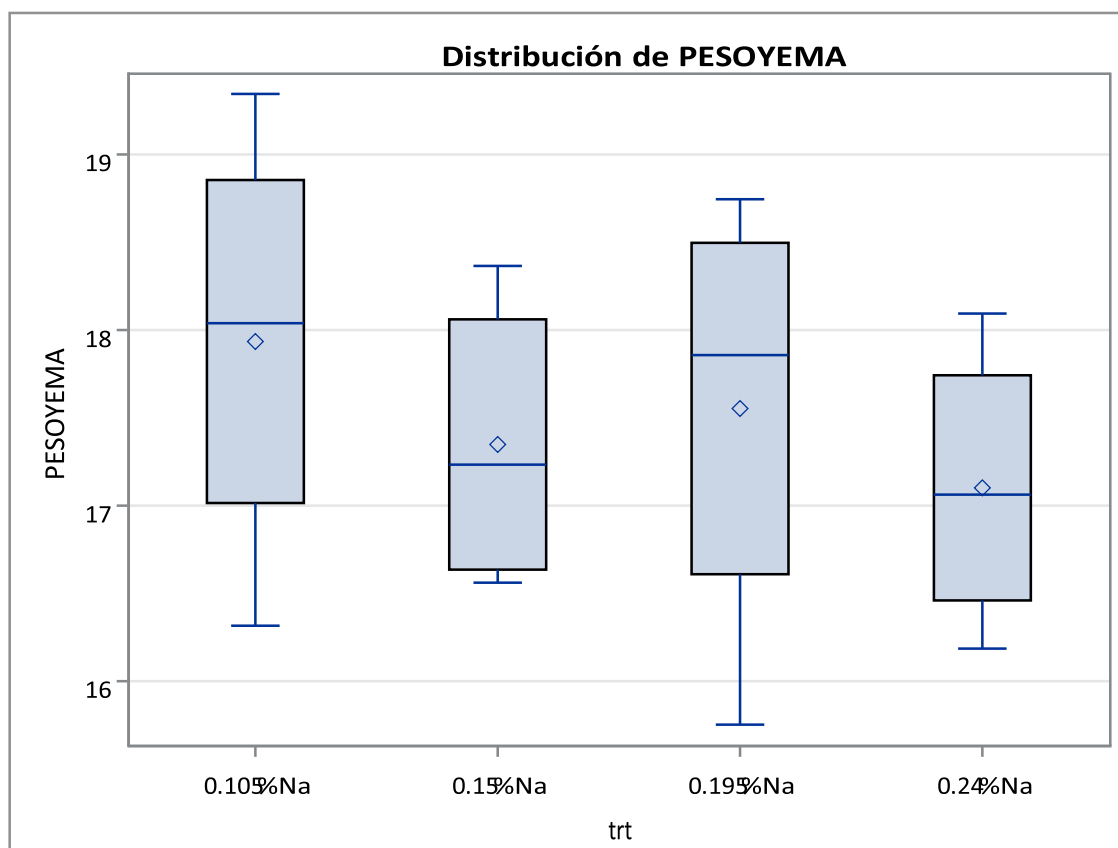
Variable dependiente: PESOYEMA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	5.33296166	0.88882694	0.77	0.6139
Error	9	10.42495203	1.15832800		
Total corregido	15	15.75791369			

R-cuadrado		Var Coef.	Raíz MSE	Media de PESOYEMA	
0.338431		6.155574	1.076256	17.48426	

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	3.84172944	1.28057648	1.11	0.3964
trt	3	1.49123222	0.49707741	0.43	0.7371

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	3.84172944	1.28057648	1.11	0.3964
trt	3	1.49123222	0.49707741	0.43	0.7371



16. PESOS DE ALBUMEN

Obs	trt	block	PESOALBUMEN
1	0.105%Na	1	46.1732
2	0.105%Na	2	45.3671
3	0.105%Na	3	45.6273
4	0.105%Na	4	43.6525
5	0.15%Na	1	43.3198
6	0.15%Na	2	45.2603

7	0.15%Na	3	45.2286
8	0.15%Na	4	46.6236
9	0.195%Na	1	47.7239
10	0.195%Na	2	41.5029
11	0.195%Na	3	43.5721
12	0.195%Na	4	47.6112
13	0.24%Na	1	47.4876
14	0.24%Na	2	45.5400
15	0.24%Na	3	44.0836
16	0.24%Na	4	43.2670

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

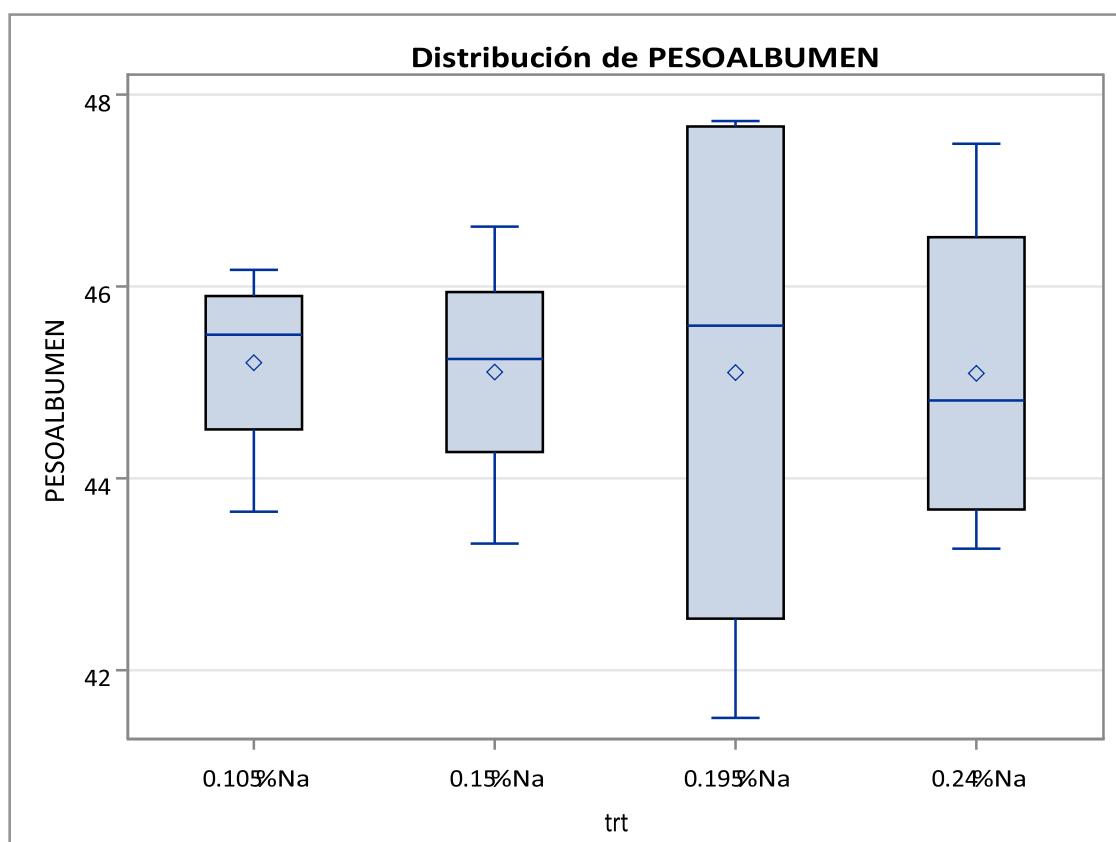
N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

Variable dependiente: PESOALBUMEN

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	7.54893664	1.25815611	0.28	0.9320
Error	9	40.31970979	4.47996775		
Total corregido	15	47.86864642			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PESOALBUMEN
------------	-----------	----------	----------------------

0.157701		4.690249	2.116593	45.12753	
Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	7.51655792	2.50551931	0.56	0.6551
trt	3	0.03237871	0.01079290	0.00	0.9998
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	7.51655792	2.50551931	0.56	0.6551
trt	3	0.03237871	0.01079290	0.00	0.9998



17. PRODUCCIÓN DE HUEVO

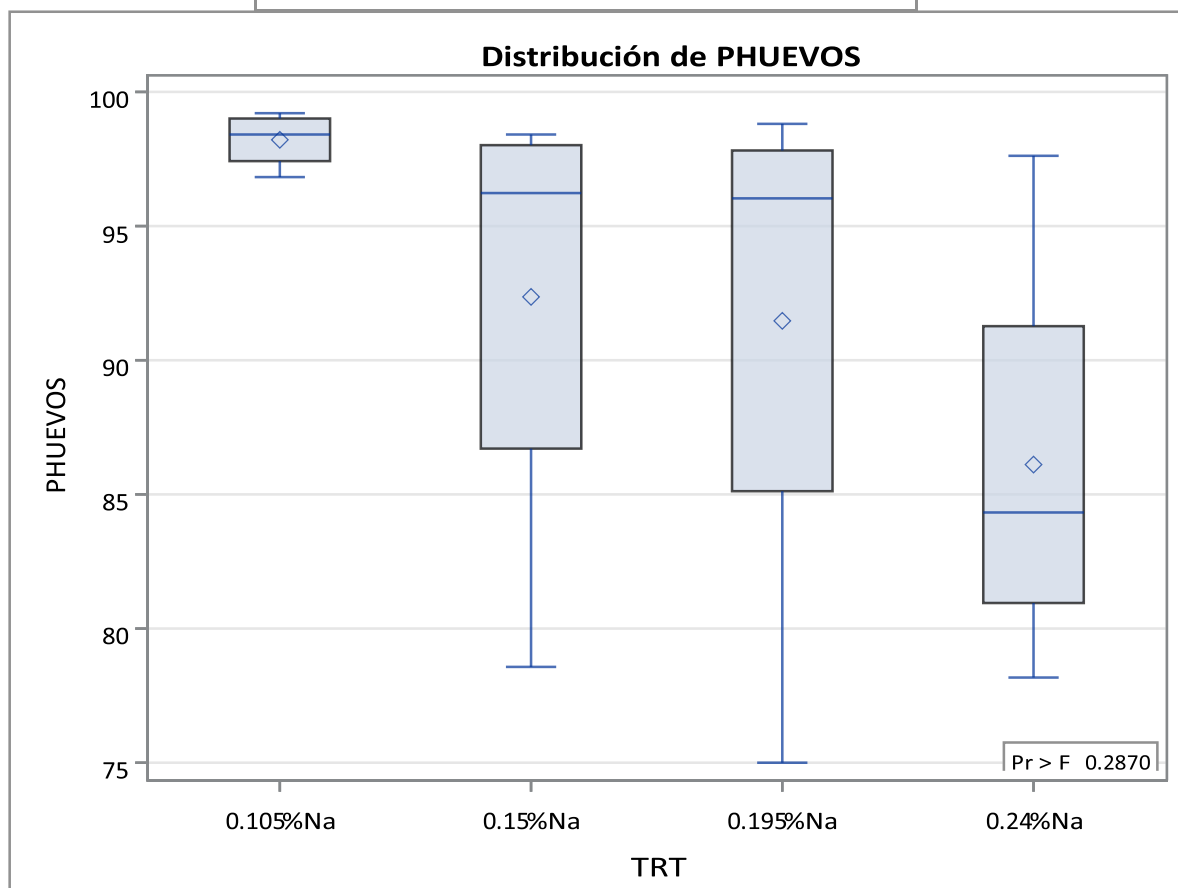
Obs	NUMERO	TRT	PHUEVOS
-----	--------	-----	---------

1	1	0.105%Na	98.8095
2	2	0.105%Na	99.2063
3	3	0.105%Na	96.8254
4	4	0.105%Na	98.0159
5	5	0.15%Na	94.8413
6	6	0.15%Na	78.5714
7	7	0.15%Na	97.6190
8	8	0.15%Na	98.4127
9	9	0.195%Na	75.0000
10	10	0.195%Na	96.8254
11	11	0.195%Na	95.2381
12	12	0.195%Na	98.8095
13	13	0.24%Na	97.6190
14	14	0.24%Na	83.7302
15	15	0.24%Na	78.1746
16	16	0.24%Na	84.9206

Procedimineto NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable PHUEVOS Clasificado por variable TRT					
TRT	N		Media		
0.105%Na	4		98.214286		
0.15%Na	4		92.361111		
0.195%Na	4		91.468254		
0.24%Na	4		86.111111		
Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F

Entre	3	294.814106	98.271369	1.4133	0.2870
Dentro	12	834.396259	69.533022		
Se utilizaron puntuaciones media para valores repetidos.					



18. CONSUMO DE ALIMENTO

Obs	trt	block	CONSUMOALIMENTO
1	0.105%Na	1	132.579
2	0.105%Na	2	133.238
3	0.105%Na	3	134.091
4	0.105%Na	4	134.091
5	0.15%Na	1	132.996
6	0.15%Na	2	133.135

7	0.15%Na	3	134.095
8	0.15%Na	4	134.095
9	0.195%Na	1	132.579
10	0.195%Na	2	133.972
11	0.195%Na	3	134.091
12	0.195%Na	4	133.671
13	0.24%Na	1	133.925
14	0.24%Na	2	134.091
15	0.24%Na	3	132.548
16	0.24%Na	4	132.437

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

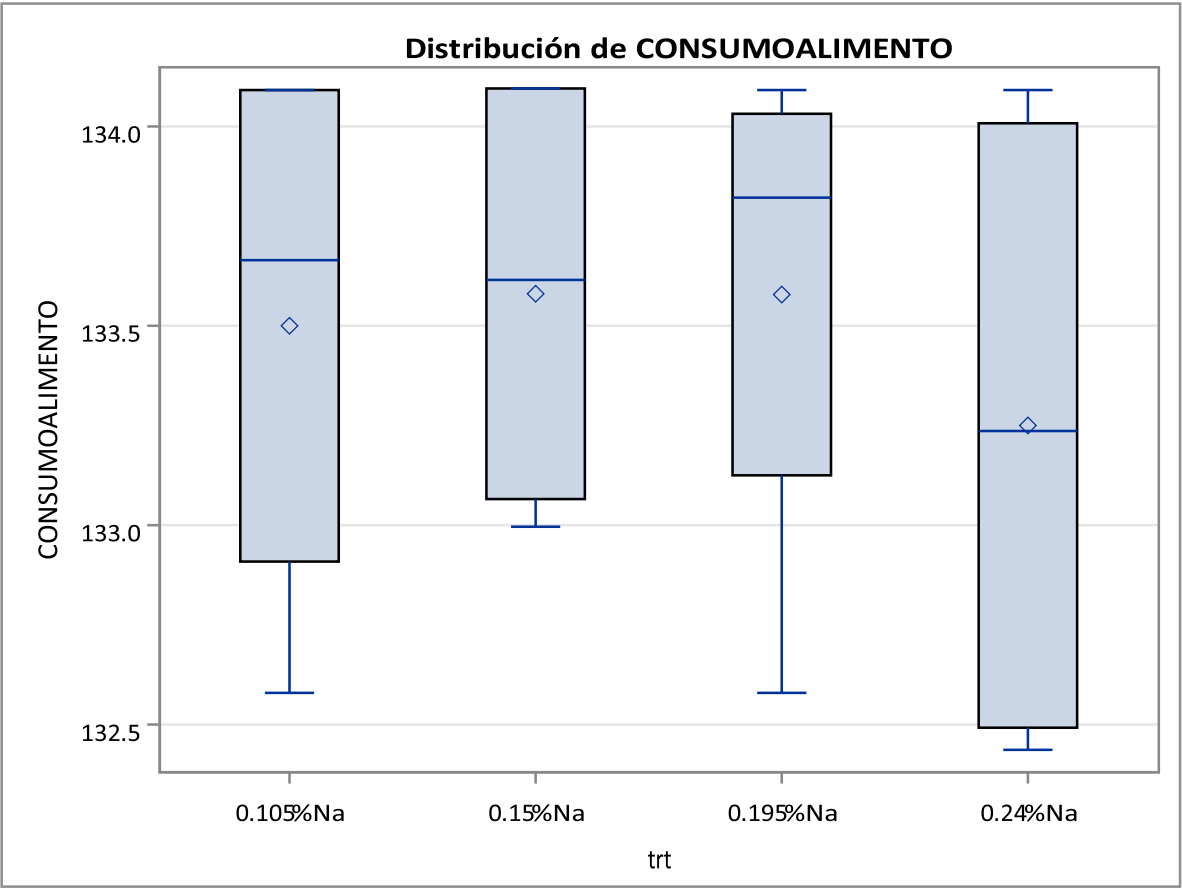
N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

Variable dependiente: CONSUMOALIMENTO

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	1.44546001	0.24091000	0.41	0.8543
Error	9	5.27466783	0.58607420		
Total corregido	15	6.72012784			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de CONSUMOALIMENTO
------------	-----------	----------	--------------------------

0.215094		0.573547		0.765555		133.4772	
Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F		
block	3	1.15339178	0.38446393	0.66	0.5992		
trt	3	0.29206823	0.09735608	0.17	0.9165		
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F		
block	3	1.15339178	0.38446393	0.66	0.5992		
trt	3	0.29206823	0.09735608	0.17	0.9165		



19. ÍNDICE DE CONVERSIÓN

Obs	trt	block	CONVERSION
-----	-----	-------	------------

1	0.105%Na	1	1.95531
2	0.105%Na	2	1.97683
3	0.105%Na	3	2.05901
4	0.105%Na	4	2.11356
5	0.15%Na	1	2.11335
6	0.15%Na	2	2.37130
7	0.15%Na	3	1.91578
8	0.15%Na	4	1.92515
9	0.195%Na	1	2.67125
10	0.195%Na	2	2.11052
11	0.195%Na	3	2.03447
12	0.195%Na	4	1.95497
13	0.24%Na	1	2.02872
14	0.24%Na	2	2.44297
15	0.24%Na	3	2.57788
16	0.24%Na	4	2.38135

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
block	4	1 2 3 4
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na

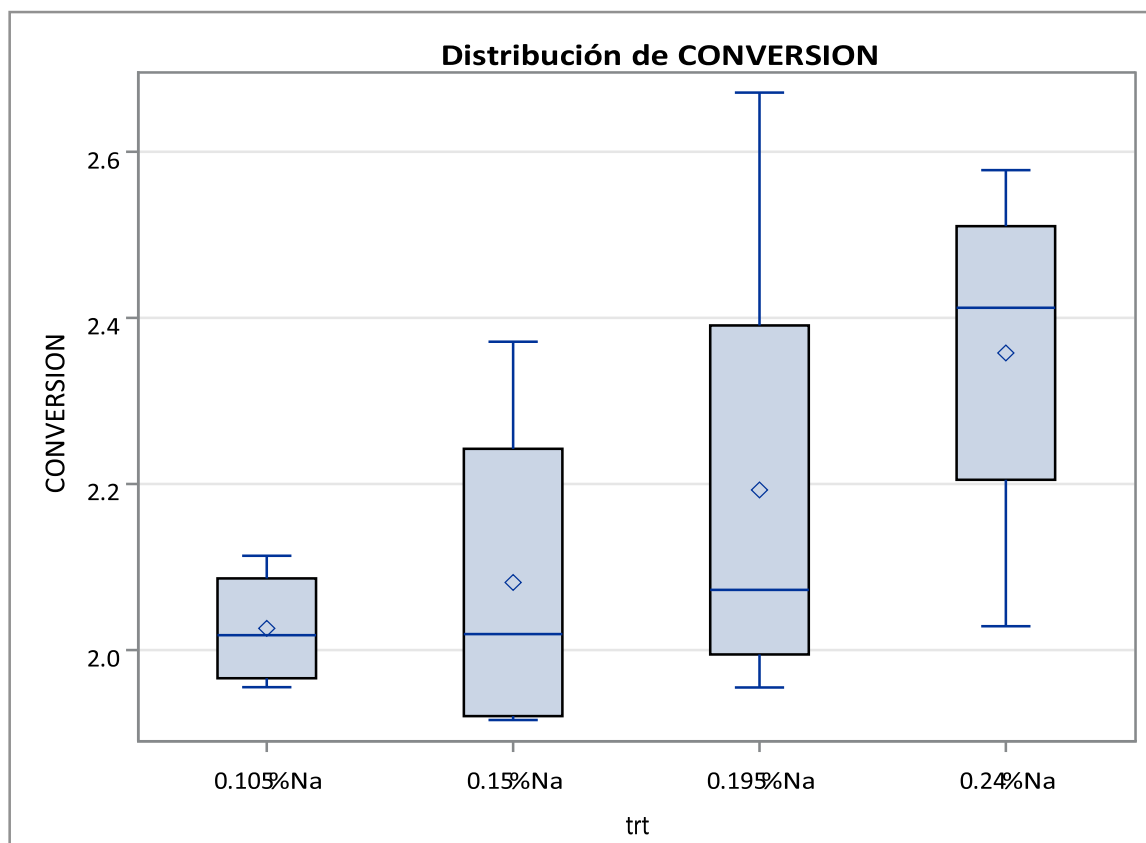
N.º observaciones leídas	16
Número de observaciones usadas	16

Variable dependiente: **CONVERSION**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.29588130	0.04931355	0.74	0.6282
Error	9	0.59575568	0.06619508		
Total corregido	15	0.89163698			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de CONVERSION
0.331841	11.88639	0.257284	2.164527

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.03916884	0.01305628	0.20	0.8957
trt	3	0.25671246	0.08557082	1.29	0.3352
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.03916884	0.01305628	0.20	0.8957
trt	3	0.25671246	0.08557082	1.29	0.3352



20. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Obs	trt	block	EEB
1	0.105%Na	1	5.37710
2	0.105%Na	2	5.43628
3	0.105%Na	3	5.66229
4	0.105%Na	4	5.81230
5	0.15%Na	1	5.81171
6	0.15%Na	2	6.52108
7	0.15%Na	3	5.26839
8	0.15%Na	4	5.29417
9	0.195%Na	1	7.34594
10	0.195%Na	2	5.80393

11	0.195%Na	3	5.59480
12	0.195%Na	4	5.37618
13	0.24%Na	1	5.57899
14	0.24%Na	2	6.71816
15	0.24%Na	3	7.08916
16	0.24%Na	4	6.54871

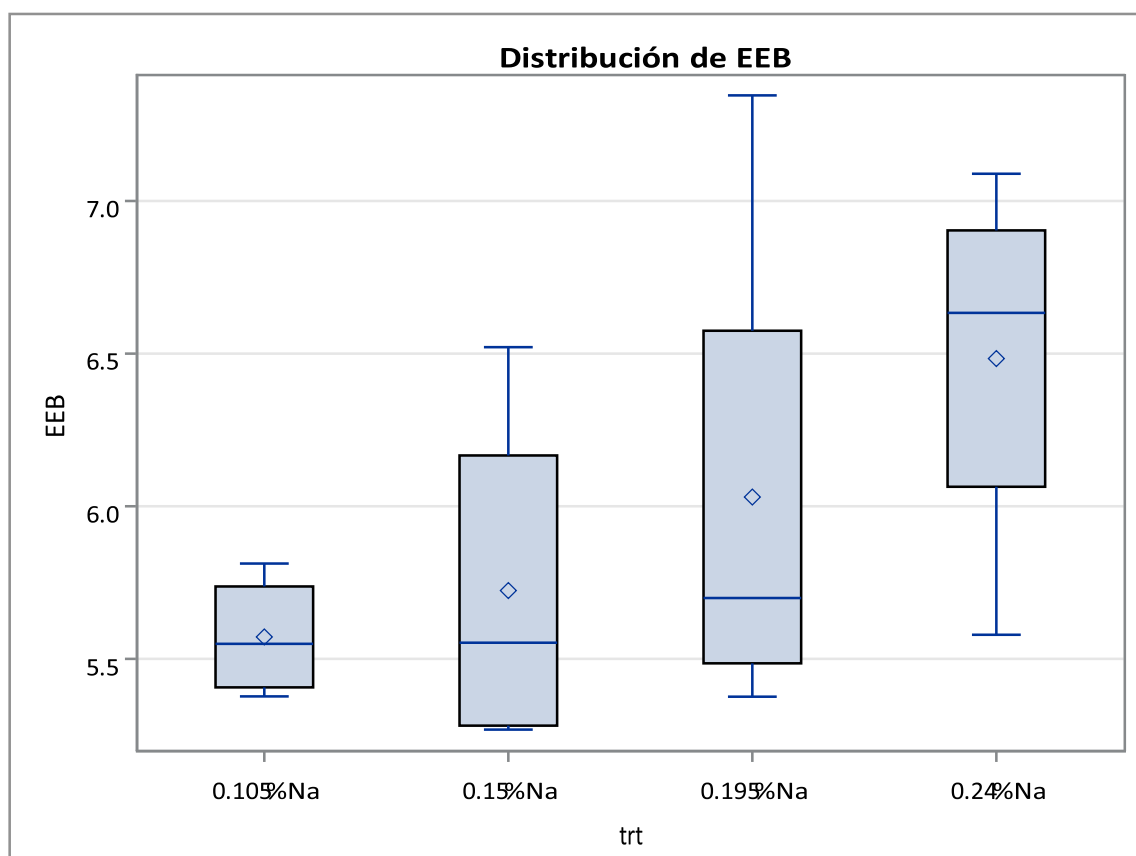
Procedimiento GLM

Información del nivel de clase			
Clase	Niveles	Valores	
block	4	1 2 3 4	
trt	4	0.105%Na 0.15%Na 0.195%Na 0.24%Na	
N.º observaciones leídas			16
Número de observaciones usadas			16

Variable dependiente: EEB

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	2.23760232	0.37293372	0.74	0.6282
Error	9	4.50540236	0.50060026		
Total corregido	15	6.74300468			
R-cuadrado		Var Coef.	Raíz MSE	Media de EEB	
0.331841		11.88639	0.707531	5.952449	
Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.29621438	0.09873813	0.20	0.8957

trt	3	1.94138795	0.64712932	1.29	0.3352
Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.29621438	0.09873813	0.20	0.8957
trt	3	1.94138795	0.64712932	1.29	0.3352



c. Fotos del experimento









