



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**Efecto del Selenio en cuyes (*Cavia porcellus*) de la provincia
de San Marcos – 2018**

TESIS

Para optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO

Presentada por la Bachiller
VILMA ISABEL CARMONA RÍOS

Asesor
M.Sc. M.V. FERNANDO ALBERTO OBLITAS GUAYÁN

CAJAMARCA, PERÚ
2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962
UNIVERSIDAD LICENCIADA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las once horas del nueve de setiembre del dos mil diecinueve, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “César Bazán Vásquez” de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis Titulada: “EFECTO DEL SELENIO EN CUYES (*Cavia porcellus*) DE LA PROVINCIA DE SAN MARCOS - 2018”, asesorada por el docente: Mg. M.V. Fernando Alberto Oblitas Guayán y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: VILMA ISABEL CARMONA RÍOS.

Acto seguido el Presidente del Jurado procedió a dar por iniciada la sustentación, y para los efectos del caso se invitó al sustentante a exponer su trabajo.

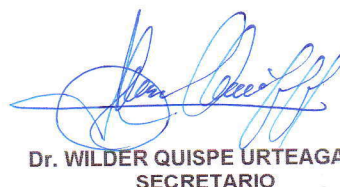
Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del Jurado Calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el Presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de **QUINCE (15)**.

Siendo las doce horas del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación.



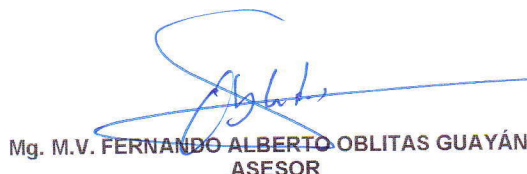
Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN
PRESIDENTE



Dr. WILDER QUISPE URTEAGA
SECRETARIO



M.Cs. M.V. MIGUEL ENRIQUE CHÁVEZ FARRO
VOCAL



Mg. M.V. FERNANDO ALBERTO OBLITAS GUAYÁN
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

De igual manera, dedico esta tesis con todo mi amor y cariño a mi padre y madre, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todos aquellos familiares y mis verdaderos amigos, quienes siempre tuvieron confianza en mí, estando conmigo en las buenas y malas que de una otra manera me apoya.

EL AUTOR



AGRADECIMIENTO

A mi hermosa Universidad Nacional de Cajamarca, la cual llevo en el corazón siempre, que me dio todo y abrió sus puertas del conocimiento para mí.

A mi maravillosa Facultad de Ciencias Veterinarias, nido de muchos que como yo eligieron esta extraordinaria carrera y que con mucho orgullo, amor, pasión y respeto representaré.

A todos mis maestros de la carrera por sus conocimientos, consejos, confianza y formación.

De manera especial a mi asesor de tesis MSc. M.V. Fernando Alberto Oblitas Guayán, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en la investigación.

A la M.V. Soledad Montoya Muñoz, principal colaboradora durante todo este proceso, quien con su orientación, conocimiento, enseñanza, apoyo y amistad permitió el desarrollo de este proyecto de investigación.

A amigos y compañeros de nuestra facultad, que de alguna u otra forma me apoyaron con sus consejos y sugerencias permitiéndome finalizar esta labor de investigación.

Por todo lo que significa concluir este trabajo y cerrar ciclos en mi vida.

EL AUTOR



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja de cuyes "Divino Niño" ubicado en el caserío Collambay, distrito Pedro Gálvez, provincia San Marcos y Región Cajamarca. Tuvo como objetivo principal determinar el efecto del selenito de sodio en cuyes (*Cavia porcellus*), evaluar la ganancia de peso general en machos y hembras, independientemente; evaluar la presentación de enfermedades. Se trabajó con 100 cuyes al azar de la raza Perú de 15 días de edad (50 machos y 50 hembras), seleccionados en dos grupos, uno de 50 cuyes (25 machos y 25 hembras) como grupo control; los otros 50 cuyes (25 machos y 25 hembras) como grupo tratado, a este último grupo se les aplicó solución de selenito de sodio ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) al 0,0642 % en dosis de 0,05 mg/kg de peso vivo vía intramuscular, por una sola vez al inicio del proyecto. Las evaluaciones de peso se realizaron semanalmente y la evaluación de la presencia de enfermedades, se realizó diariamente por espacio de 8 semanas. Obteniendo los siguientes resultados: no existió diferencia estadística significativa ($P > 0,05$) en la ganancia de pesos total y entre sexos; y en la evaluación de presentación de enfermedades existió diferencia a la prueba de Chi^2 ($P < 0,05$): 22 % en cuyes enfermos y 22 % de cuyes muertos en el grupo control y un 10 % de cuyes enfermos y 4 % de cuyes muertos del grupo tratado. Se concluye que la aplicación de selenito de sodio no es favorable para la ganancia de peso en los cuyes, pero si es favorable en la disminución en presentación de enfermedades.

Palabras clave: Cuyes, selenio, selenito de sodio, minerales.



ABSTRACT

This research work was carried out at the "Divino Niño" guinea pig farm located in the Collambay farmhouse, Pedro Galvez district, San Marcos province and Cajamarca Region. Its main objective was to determine the effect of sodium selenite in guinea pigs (*Cavia porcellus*), to evaluate that of general weight gain and in males and females independently; Evaluate the presentation of diseases. We worked with 100 random guinea pigs of the 15 day old Peru breed (50 males and 50 females), selected in two groups, one of 50 guinea pigs (25 males and 25 females) as a control group; the other 50 guinea pigs (25 males and 25 females) as a treated group, 0,0642% sodium selenite solution ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) was applied to the latter group at a dose of 0,05 mg / kg body weight via intramuscular, only once at the beginning of the project. The weight evaluations were carried out weekly and the evaluation of the presence of diseases was carried out daily for 8 weeks. Obtaining the following results: there was no statistically significant difference ($P > 0,05$) in the total weight gain and between sexes; and in the evaluation of disease presentation there was a difference to the Chi2 test ($P < 0,05$) 22% in sick guinea pigs and 22 % of dead guinea pigs in the control group and 10% of sick guinea pigs and 4 % of dead guinea pigs of the treated group. It is concluded that the application of sodium selenite is not favorable for weight gain in guinea pigs, but it is favorable in the decrease in the presentation of diseases.

Keywords: Guinea pigs, selenium, sodium selenite, minerals



ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I

Pág.

INTRODUCCIÓN

1

1.1. Objetivos

3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

4

2.1. Antecedentes

4

2.2. Generalidades

5

2.3. Alimentación

7

2.4. Selenio

8

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

30

3.1. Ubicación

30

3.2. Materiales

31

3.3. Metodología

33

3.4. Análisis estadístico

36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

37



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

42

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

43

ANEXO

48



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento y la crianza del cuy (*Cavia porcellus*), más una buena alimentación, ha permitido en la actualidad obtener buenos ejemplares (reproductores machos y hembras) en cuanto a conformación, tamaño y peso de tal modo que en menos tiempo se logra obtener mejores pesos.

Sin lugar a dudas, la presencia de enfermedades en la crianza de cuyes es uno de los tantos obstáculos que se presentan a diario, debido a que son muy susceptibles a contraer todo tipo de enfermedades que provienen de otros animales, del hombre y de la naturaleza. La falta de higiene, cambios bruscos de temperatura, mal manejo y la deficiente alimentación son factores de estrés que coadyuvan generalmente a la presencia de enfermedades.

Las enfermedades infecciosas se difunden rápidamente y producen alta morbilidad y mortalidad afectando animales, tanto adultos como a jóvenes, siendo más susceptibles las hembras reproductoras gestantes y sus crías; siguiendo con los animales que se encuentran en pleno crecimiento.

Actualmente, la utilización de nutrientes en la producción animal cada día se hace más importante, ya que mediante estos se está logrando incrementar la producción, disminuir los costos de producción y sobre todo en controlar enfermedades en otras especies (Mullo, 2009).

Todos los seres vivos necesitamos de micronutrientes y macronutrientes para poder sobrevivir. Como otros micronutrientes, el selenio se le considera un elemento traza para los animales tanto por su valor nutricional como clínico, se reporta trabajos donde se administró selenio en diferentes formas, para ganancias de pesos en otras especies obteniendo resultados favorables y como inmunoestimulante y se han observado efectos positivos en la capacidad de respuesta inmune de los animales (Hefnawy y Pérez, 2008).

En Cajamarca, no hay reportes de las concentraciones de selenio en el suelo, planta o animal, no hay estudios ni trabajos sobre selenio en cuyes, incluso se podría asegurar que no hay trabajos en otras partes del Perú.

La importancia de este trabajo de investigación radica en brindar información precisa de los efectos del selenio en cuyes. Es por eso que esta investigación desea probar si la suplementación con selenito de sodio tiene o no tiene efecto positivo sobre la ganancia de peso entre machos y hembras, inmunidad y disminución de presentación de enfermedades, y así poder brindar información a los profesionales afines y criadores de cuyes.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos.

1. OBJETIVO

1.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar el efecto del selenito de sodio en cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú, evaluando la ganancia de pesos y presentación de enfermedades - provincia de San Marcos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto del selenito de sodio en la ganancia de pesos de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú, entre machos y hembras.
- Evaluar el efecto del selenito de sodio en la presentación de enfermedades durante el mismo período de investigación en cuyes de la raza Perú, en ambos sexos.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Estudios con ratas han confirmado que la vitamina E y el selenio actúan sinérgicamente. No obstante, cada nutriente no puede compensar siempre por completo la deficiencia del otro; el selenio es necesario especialmente para la fertilidad masculina y la protección renal (Underwood y Suttle, 2003).

Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos. Se determinó el efecto de la adición de selenio orgánico (selenito de sodio) e inorgánico (levadura enriquecida con selenio) en el alimento sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos en los músculos semimembranoso y longissimus dorsi en cerdos en finalización. El efecto al adicionar el selenio tanto orgánico como inorgánico (0,45 ppm) no es representativo ya que no hay diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos con relación al sexo y a los músculos (Gómez *et al*, 2012).

Efecto de un suplemento parenteral con selenito de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio, la aplicación de selenio (0,25 y 0,5 mg se kg) incrementó la concentración de selenio en sangre de corderos y ambas dosis fueron efectivas para prevenir la

enfermedad de músculo blanco y mejorar la supervivencia de los corderos hasta el destete (Ramírez *et al*, 2004).

Aplicación del promotor natural de crecimiento en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento – engorde y gestación – lactancia. Determinado que la utilización selenio no mejora los parámetros productivos y reproductivos. En la etapa de crecimiento y engorde, no proporcionando respuestas estadísticas favorables, y en la etapa de gestación – lactancia, el mejor resultado obtenido estadísticamente fue en el peso postparto (Mullo, 2009).

La aplicación de selenio como selenito de sodio fue favorable para la ganancia de peso y desarrollo corporal en terneras al pastoreo y la suplementación de selenio como selenito de sodio en solución acuosa al 1,67% en dosis de 5 mg de Se/100 Kg P.V. vía intramuscular, constituyó una buena alternativa para la suplementación de selenio (Hernández, 2003).

2.2. Generalidades

El cuy (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos y que además, se ha convertido en las últimas décadas en una carne requerida en el mercado nacional e internacional debido a su bajo nivel de grasas, además de su exquisito sabor (Montes, 2012).

El cuy son pequeños herbívoros monogástrico que se caracterizan por su rusticidad, corto ciclo biológico y buena fertilidad (Toasa, 2011).

Los nutrientes requeridos por el cuy son similares a los requeridos por otras especies domésticas y están constituidos por agua, aminoácidos, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Cuantitativamente, sin embargo, las necesidades relativas de los nutrientes dependen de la edad, genotipo, estado fisiológico y medio ambiente al que están sujetos los animales (Revollo, 2012).

2.2.1. Descripción zoológica

En la escala zoológica se ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación zoológica (Veloz, 2013):

Orden:	Rodentia
Suborden:	Hystricomorpha
Familia:	Caviidae
Genero:	<i>Cavia</i>
Especie:	<i>Cavia aperea aperea</i> Erxleben <i>Cavia aperea aperea</i> Lichtenstein <i>Cavia cutleri</i> King <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus <i>Cavia cobaya</i>

2.2.2. Factores que influyen en el crecimiento del cuy

El crecimiento es uno de los procesos más importante de la producción animal. Un estimado general del desarrollo corporal muestra que la mayoría de los mamíferos alcanzan la pubertad aproximadamente con el 30% del peso adulto mientras que el humano lo logra con el 50 – 60 % de su peso adulto lo que demuestra otra diferencia marcada de esta especie (Cárdenas, 2013).

2.3. Alimentación

2.3.1. Principales forrajes en la alimentación de cobayos

2.3.1.1. Alfalfa (*Medicago sativa*)

Se define a la alfalfa como un forraje con notable valor energético, proteico y un elevado contenido en cenizas, especialmente un elevado contenido en calcio (Núñez, 2017).

Tabla 1: Composición nutritiva de la alfalfa (*Medicago sativa*)

Requerimiento	%MS
Proteína	18,7
Fibra	27,7
Calcio	1,55
Fósforo	0,24
Magnesio	0,25

Fuente: Núñez, 2017

2.3.1.2. Rye grass (*Lolium multiflorum*)

Se define que el rye-grass, como en toda gramínea el valor nutritivo está asociado a la composición morfológica de la planta, es decir, al momento de corte (Núñez, 2017).

Tabla 2: Composición nutritiva del Rye grass (*Lolium multiflorum*)

Requerimiento	% MS
Proteína	14,4
Fibra	23,3
Calcio	0,51
Fósforo	0,44
Magnesio	0,18

Fuente: Núñez, 2017

2.4. Requerimientos nutricionales

La nutrición juega un rol muy importante en toda la explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El comercio de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Padilla y Baldoceada, 2006).

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolla la crianza (Padilla y Baldoceada, 2006).

Tabla 3. Requerimientos nutritivos del cuy.

NUTRIENTES	CONCENTRACIÓN EN LA DIETA
Proteínas, %	18 – 20
Energía digestible, Kcal/kg	3000,0
Fibra, %	10,0
Minerales	
Calcio, %	0,8 – 1,0
Fósforo, %	0,4 – 0,7
Magnesio, %	0,1 – 0,3
Potasio, %	0,5 – 1,4
Zinc, mg/kg	20,0
Magnesio, mg/kg	40,0
Cobre, mg/kg	6,0
Fierro, mg/kg	50,0
Yodo, mg/kg	1,0
Selenio, mg/kg	0,1
Cromo, mg/kg	0,6

Fuente: (Vargas y Yupa, 2011)

2.5. Acción de los minerales en el organismo

Los minerales desempeñan un importante papel en el buen funcionamiento del organismo. Las necesidades diarias de minerales son muy pequeñas, sin embargo, su deficiencia puede ser el principio de un sin fin de enfermedades. El consumo de cantidades suficientes de minerales hace a los organismos más resistentes a enfermedades ordinarias (Fernández, 2014).

Las cantidades en que sean necesarios y se encuentren en los tejidos corporales se distinguen tres grandes grupos:

- **Macrominerales:** Calcio, fósforo, magnesio, sodio o potasio, cloro, azufre y,
- **Microminerales o elementos traza que se encuentran en muy pequeñas cantidades:** Hierro, cinc, yodo, selenio, flúor, manganeso, cromo, cobre o molibdeno.
- **Minerales ultratraza** (Carbajal, 2017).

Tabla 4: Minerales en el organismo

<p>A. <u>Macrominerales:</u> >0,05% del peso corporal Ir >100mg/d Ca, p, mg, s Na, k, cl (electrolitos)</p>	<p>≈ 20 minerales esenciales</p>
<p>B. <u>Microminerales o elementos traza:</u> <0,05% del peso corporal Ir <100mg/d Fe, Zn, Cu, I, Se, Cr, Mn, Mo, F,...</p>	
<p>C. <u>Minerales ultratraza</u> (> 18 elementos, <u>en estudio</u>): En muchos casos se desconocen sus funciones y necesidades posibles necesidades: <1 mg/d B, Si, Li, As, Ni, Al, Cd, Pb, Co, Br, Ge, Ti, V,...</p>	

Fuente: Carbajal, 2017. Manual de nutrición. Minerales

2.5.1. El selenio

El selenio es un micromineral que se encuentra distribuido de forma variable en la corteza terrestre, es esencial para los animales y de vital importancia en el metabolismo normal de los humanos (Vinchira y Muñoz, 2010).

Químicamente, el selenio es considerado un metaloide. Forma compuestos inorgánicos como selenito y seleniato, o compuestos orgánicos en forma de selenoaminoácidos tales como selenocisteína y selenometionina, entre otros (Vinchira y Muñoz, 2010).

El selenio es un oligoelemento esencial para humanos y animales, que se necesita para una amplia variedad de funciones fisiológicas, incluido el metabolismo de la hormona tiroidea, la protección contra el

estrés oxidativo y las funciones asociadas a la inmunidad (Kedzierska *et al*, 2017).

El selenio es un constituyente de las selenoproteínas y juega un papel estructural y enzimático importante en nutrición animal. La historia del selenio como nutriente en dietas para el ganado ha sufrido grandes vaivenes; desde la prohibición de su uso por su posible toxicidad hasta el reconocimiento de la necesidad de incluirlo en dietas prácticas. El nivel máximo es 0,5 ppm para todas las especies (Mateos *et al*, 2004).

Actualmente al selenio se le considera un elemento traza para los animales tanto por su valor nutricional como clínico, ya que actúa como un potente antioxidante, es eficaz en la inhibición de expresión de virus y juega un papel importante en el sistema inmunológico (López, 2015).

2.5.2. Funciones que cumple el selenio

Algunas funciones del selenio y las agrupa de la siguiente manera:

- a) El selenio es un componente clave de los mecanismos de defensa del organismo contra la oxidación y trabaja en íntima conexión con otros antioxidantes, en particular con la vitamina E. Es un gran antioxidante que, al proteger las células de los “radicales libres”, interviene manteniendo la salud celular y evitando su degeneración (Mullo, 2009).
- b) Situaciones asociadas con estrés oxidativo o estados inflamatorios, tal como ocurre en animales jóvenes en el momento del destete, pueden modificar el estatus en selenio y en vitamina E y afectar el crecimiento (Mullo, 2009).

- c) Hasta muy recientemente se considera que la principal y casi única función del selenio en el organismo animal era formar parte del glutatión peroxidasa (GSH-Px), enzima que ayuda a mantener la integridad de las membranas celulares evitando o reduciendo el efecto de los peróxidos formados durante el metabolismo celular. Sin embargo, últimamente se ha caracterizado más de catorce selenoproteínas, algunas de ellas con actividad enzimática redox y otras con funciones estructurales y de transporte. De hecho, el selenio es el único elemento traza que está especificado en el código genético como selenocisteína y es considerado hoy en día como el aminoácido número 21 (Mullo, 2009).
- d) Las nuevas funciones reconocidas del selenio incluyen la producción y regulación del nivel de activación de las hormonas del tiroides a partir de la tiroxina y la estabilización de las proteínas relacionadas con la maduración del esperma y el mantenimiento de la fertilidad de los machos (Mullo, 2009).
- e) Contrarresta, en parte, la toxicidad de metales pesados presentes en el medio ambiente por la contaminación como el cadmio, mercurio y arsénico (Mullo, 2009).
- f) Es un oligoelemento importante en la fertilidad masculina ya que interviene en la formación y movilidad de los espermatozoides (Mullo, 2009).
- g) El papel del selenio en el desarrollo de la espermatogénesis y la calidad del semen puede que sea más importante que el de la propia vitamina E. Sin embargo, una práctica común de la industria es aumentar las dosis de la vitamina E de los piensos, sin modificar los niveles de selenio (Mullo, 2009).



- h) El selenio cumple funciones indispensables en la regulación del metabolismo, orquestando el crecimiento normal, promoviendo esfuerzos reproductivos exitosos, neutralizando los radicales libres y defendiendo el organismo contra infecciones (Mullo, 2009).

2.5.3. Selenio y tiroides

Recientemente se ha demostrado el incremento de apoptosis en tiroides de animales con carencia de selenio. La relación del selenio con la actividad tiroidea no solo está asociada a la actividad de la peroxidasa en la síntesis de las hormonas tiroideas, sino también a la actividad de las deiodinasas tiroideas, también selenoenzimas, que catalizan la activación, transformación, de T3 a partir de T4. La deficiencia de selenio determina una reducción significativa de T3 con incremento de T4 y reducción en la actividad hepática de la 5-deiodinasa tipo I (Hefnawy y Pérez, 2008).

2.5.4. Selenio y vitamina E

El selenio y la vitamina E, son los antioxidantes más importantes del organismo. La vitamina E, es un antioxidante liposoluble componente integral de las membranas celulares mientras que el selenio es un componente de la enzima Glutación Peroxidasa (GSH-Px) que al ser hidrosoluble se localiza en el citosol celular (Reinoso y Soto, 2009).

Al tener funciones similares, dietas con altos niveles de vitamina E disminuyen los requerimientos de selenio y viceversa, pero debido a la diferencia en la solubilidad y por lo tanto, en la localización en la célula ambos nutriente son necesarios para el buen funcionamiento del sistema antioxidante (Reinoso y Soto, 2009).

2.5.5. Selenio y respuesta inmune

El aporte adecuado de selenio se ha demostrado relevante para asegurar la resistencia a la enfermedad y la eliminación de patógenos (inmunidad no específica), el elemento se asocia a la integridad de diferentes mecanismos y células participantes en la respuesta inmune. La deficiencia en el elemento afecta los niveles de IgG y la función de las células T, factores que determinan mayor prevalencia y severidad de las enfermedades usualmente presentes en las poblaciones animales. Presumiblemente, la baja actividad del glutatión peroxidasa (GSH-Px) reduce la vida media de los macrófagos, afecta los fenómenos de presentación antigénica y las respuestas humorales, con menor concentración de inmunoglobulinas. Se ha administrado selenio en diferentes formas como inmunoestimulante y se han observado efectos en la capacidad de respuesta inmune de los animales y en la calidad del calostro producido (Hefnawy y Pérez, 2008).

El selenio, es esencial para el funcionamiento de neutrófilos poliformonucleares y linfocitos. Las relaciones conocidas entre el selenio y la función inmune incluyen la efectividad de las células fagocitarias; esta relación es importante para mantener los mecanismos involucrados en la citotoxicidad y la producción de anticuerpos (Hefnawy y Pérez, 2008).

Bajos niveles de selenio, inducen disfunción en la actividad de los polimorfonucleares (PMN), asociada a la baja actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px) y afecta la capacidad de respuesta inmune de los animales. Los neutrófilos de vacas suplementadas demuestran mejor capacidad fagocitaria y bactericida para *Staphylococcus aureus* y *Candida albicans*, así como una mayor capacidad de producción de leucotrienos, que los de vacas no tratadas. La producción y actividad

de los factores que intervienen en la quimiotaxis y migración de leucocitos, parece ser también afectada en los animales carenciados en el elemento, señala que no se expresaron diferencias significativas en los niveles de IgG de corderos suplementados con 0,1, 0,5 y 1,0 ppm de selenio como selenito de sodio o selenometionina; sin embargo, si ocurrieron diferencia es las ovejas que recibieron estos mismos niveles de suplementación. En contraparte, becerros suplementados con selenio-vitamina E evidenciaron mayores concentraciones de IgG que los controles. En vacas deficientes se ha demostrado una menor capacidad de respuesta inmune, asociada a menores cuentas de linfocitos T, mientras que la suplementación con selenio indujo efectos “inmunoestimulantes”, efectos similares han sido demostrados en modelos “in vitro” (Hefnawy y Pérez, 2008).

La influencia del selenio en la presentación de enfermedades ha generado recomendaciones de suplementación para evitar algunas patologías, como la aplicación de selenio en el periodo seco en la prevención de metritis o de la retención placentaria (Hefnawy y Pérez, 2008).

2.5.6. Consecuencias de la deficiencia de selenio

La carencia de selenio determina serios problemas en la eficiencia productiva y la salud de los animales, incluso con elevada mortalidad en las crías, cuando la deficiencia es grave, como consecuencia de lesiones degenerativas en el miocardio. Entre las anomalías mejor documentadas se señalan menores ganancias de peso, menor producción de leche y lana, baja eficiencia reproductiva, con reducción en la fertilidad, la prolificidad y la calidad seminal (Hefnawy y Pérez, 2008).



La menor actividad de glutatión peroxidasa (GSH-Px), determina daño directo de los peróxidos sobre las membranas celulares, en particular las mitocondriales, se incrementa la fragilidad eritrocítica con anemia consecuente y también ocurre daño en los endotelios resultante en anasarca. El daño a las estructuras membranales, se considera también la base del cuadro con que inicialmente se reconoció a la deficiencia de selenio como un problema de salud: la enfermedad del músculo blanco o distrofia muscular nutricional con cambios degenerativos en músculo esquelético y en animales jóvenes en miocardio (Hefnawy y Pérez, 2008).

La deficiencia ocurre cuando los suelos son pobres en selenio o contienen elevados niveles de otros minerales que compiten su utilización por las plantas. Selenio consideran niveles insuficientes en el suelo cantidades menores a 0,5 mg/Kg o cantidades en las plantas menores a 0,1 ng/Kg como era de esperar se han establecido claras correlaciones entre la presencia de selenio en el suelo, las plantas y los tejidos animales (Hefnawy y Pérez, 2008).

Aunque la deficiencia ha sido señalada en todas las especies, los rumiantes parecen ser más sensibles al padecimiento y en particular la situación parece ser más grave para los pequeños rumiantes, ovinos y caprinos, con miocarditis degenerativa en corderos y cabritos y distrofia muscular en adultos. Esta mayor susceptibilidad de los rumiantes se atribuye al ambiente retículo ruminal, que genera formas no solubles en particular seleniuros y donde podría ocurrir una pérdida significativa del elemento ocasionada por los microorganismos del rumen, que colaboran a convertir una proporción del selenio a formas insolubles (selenio elemental y seleniuros) y otra porción la incorporan a sus proteínas con la formación de selenoaminoácidos, selenometionina y selenocisteína y se desconoce su posible utilización posterior. Lo anterior explicaría la

menor absorción de selenio en rumiantes que en monogástricos, 29 - 35% en rumiantes y del 77 al 85% en monogástricos (Hefnawy y Pérez, 2008).

Se han documentado muy bien la deficiencia de selenio conlleva a una gran variedad de problemas médicos como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 5: Enfermedades relacionadas con la deficiencia de selenio.

ENFERMEDADES	ESPECIE
Necrosis hepática	Ratas, conejos, cerdos, pollos
Distrofia muscular	Cerdos, vacas, ovejas
Microangiopatía	Cerdos
Diatesis exudativa	Pollos, pavos
Fibrosis pancreática	Pollos
Retención placentaria	Vacas
Enfermedad de Keshan	Hombre
Cáncer y enfermedad cardiovascular	Hombre
Enfermedades relacionadas con el sistema inmunocompetente	Todas las especies

Fuente: Acosta, 2007.

2.5.7. Absorción, transporte y distribución del selenio

Como se ha dicho, las formas de selenio más biodisponibles en la dieta son los selenoaminoácidos: la selenometionina y la selenocisteína. La selenometionina procede de fuentes vegetales y animales, mientras que la selenocisteína proviene principalmente de fuentes animales. Las formas inorgánicas (selenatos y selenitos) contribuyen poco al aporte diario de este elemento en condiciones normales y sólo adquieren

importancia cuando son utilizadas como suplementos en dietas experimentales o en determinadas situaciones como en los pacientes sometidos a nutrición parenteral durante un período largo de tiempo (Casals *et al*, 2005).

Aunque la selenometionina no puede ser sintetizada en el organismo, es posible obtenerla de la dieta. Sin embargo, es considerada como un reservorio poco regulado de selenio. El organismo hace uso de este almacén cuando se interrumpe la ingesta de selenio. Aunque se han sugerido otras funciones de este complejo, actualmente no se conoce que la selenometionina tenga una función fisiológica separada de la metionina (Casals *et al*, 2005).

En contraste, la selenocisteína constituye la forma biológicamente más activa y está estrechamente regulada. Es la forma en la que se encuentra el selenio formando parte de las selenoproteínas y, al contrario que la selenometionina, no hay evidencia que la selenocisteína sustituya a la cisteína. De hecho, el 80% del selenio se incorpora a las selenoproteínas en forma de selenocisteína. Por otro lado, la selenocisteína es codificada por el codón UGA (Adenosina - Uridina - Guanosina) del ARN mensajero, por lo que se considera el 21 aminoácido. Este codón normalmente es leído como un codón de finalización, por lo que la descodificación de la selenocisteína requiere una reprogramación de la transcripción (Casals *et al*, 2005).

La incorporación a selenoproteínas existen grandes diferencias en el metabolismo postabsortivo de las fuentes orgánica e inorgánicas del selenio. El selenio administrado por vía parenteral en forma de selenito se incorpora rápidamente a proteínas plasmáticas ricas en selenocisteína, especialmente en animales deficientes en selenio, y puede utilizarse para la síntesis de otras selenoproteínas gracias a la

actividad de enzimas como la selenocisteína β liasa. Aunque la Selenometionina se absorba y se retenga bien, su conversión a selenocisteína para la síntesis de proteínas funcionales es lenta (Underwood y Suttle, 2003).

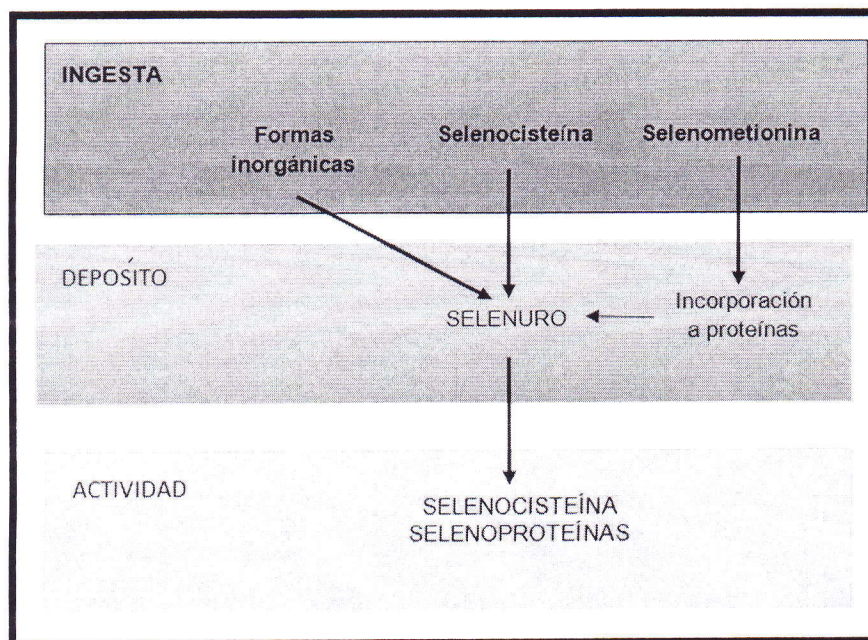
El selenio se absorbe principalmente en el duodeno y pulmones (Rojas, 2015). También se absorbe bien por el tracto gastrointestinal. Se sabe que más del 90% de la selenometionina, forma principal de la dieta, se absorbe por el mismo mecanismo que la metionina. Sin embargo, se conoce poco sobre el mecanismo de absorción de la selenocisteína (Casals *et al*, 2005).

Tras la absorción, el selenio circula en el plasma unido principalmente a la selenoproteína P (contiene una tercera parte del selenio plasmático) y la selenoproteína W (contiene una sexta parte del selenio plasmático), hallándose el resto unido principalmente a la albúmina de forma no específica, como otros muchos micronutrientes (Casals *et al*, 2005).

Los tejidos donde el selenio se distribuye principalmente son el hígado, riñones, páncreas y músculos. El selenio se transfiere al feto a través de la placenta y también aparece en la leche materna, en cantidades proporcionales a la ingesta. Las diferentes formas de selenio siguen rutas metabólicas distintas. La selenometionina puede almacenarse en un almacén proteico (se incorpora en las proteínas aleatoriamente en lugar de metionina). El catabolismo de este almacén liberará selenio en forma de selenuro. La selenocisteína no se almacena, sino que es catabolizada directamente y el selenio resultante forma otra reserva de selenio. Las formas inorgánicas (selenito y selenato) se almacenan directamente en forma de selenuro, el cual, independientemente de su origen, se utiliza para la formación de selenofosfato, precursor de la

selenocisteína, que formará parte de las selenoproteínas. El exceso de selenio es excretado, si las células precisarán de los depósitos de selenometiona, ésta sería liberada por proteólisis, aunque, según algunos autores, la cantidad de selenio disponible en el organismo desde el almacén de selenometionina está en función del metabolismo de la metionina independientemente de la necesidad de selenio del organismo (Casals *et al*, 2005).

Tabla 6: Absorción, transporte y distribución del selenio



Fuente: Casals *et al*, 2005. Importancia del Selenio en la práctica clínica. Metabolismo de Selenio

2.5.8. Excreción del selenio

El selenio se elimina del cuerpo por exhalación, excreción urinaria o excreción endógena fecal. La secreción biliar de selenio puede corresponder a un 28% de la ingestión total; a pesar de que la mayor parte se reabsorbe, el resto contribuye significativamente a las pérdidas endógenas fecales que son las principales responsables de balances negativos en situación de baja ingestión de selenio en ovejas y vacuno.

El selenito inyectado se acumula principalmente en el hígado y se excreta mayoritariamente con la bilis. No es muy fiable asumir que los valores endógenos fecales, son independientes del consumo de selenio, y existe evidencia que aumentan a medida que el consumo de materia seca también lo hace; ambos factores contribuyen a la variabilidad referida anteriormente. La pérdida ocurre por medio de los pulmones, orina y excremento, la eliminación es considerable y se ejecuta de manera relativamente rápida, a pesar de todo, cuando el consumo es alto, tiende acumularse y causa lesiones en los tejidos. No se adquiere tolerancia al veneno (Gerardo y Villanueva, 2011).

2.5.9. Actividad biológica del selenio

Se han identificado varias selenoproteínas de las cuales se consideran más importantes las del tipo glutatión peroxidasa (GSH-Px). El selenio forma parte de una enzima, el glutatión peroxidasa (GSH-Px), en la cual se encuentra en forma de selenocisteína. Esta enzima asegura la destrucción del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) que se forma en las reacciones oxidativas respiratorias y que es tóxico. Sin tal eliminación, las células musculares, pancreáticas y hepáticas y los glóbulos rojos de la sangre serían destruidos con rapidez. Esta acción protectora explica los síntomas de la carencia del selenio. El glutatión, sustrato del glutatión peroxidasa (GSH-Px) se caracteriza por ser un tripéptido simple de los tejidos animales que sirve como un componente de un sistema transportador de aminoácidos, es un activador de ciertas enzimas y también es importante en la protección de los lípidos contra la autooxidación, y se sintetiza en la célula a partir de tres aminoácidos y dos moléculas de trifosfato de adenosina (ATP) (Acosta, 2007).

2.6. Métodos de suplementación

Existen diferentes formas para administrar la fuente de selenio que va ser empleada, la siguiente es una agrupación de los más utilizados y los cuales son descritos previamente (Gonzales, 2018):

- Sales minerales (en saladeros)
- Vía parenteral
- Bolos intrarruminales o sales minerales (en saladeros)
- Fertilización con selenio de la pradera o potrero
- Vía parenteral (lactantes)
- Sales minerales en dietas integrales

Señala, que los suplementos con el elemento se pueden formular a partir de compuestos orgánicos como la selenometionina y la selenocisteína, con el inconveniente que son fuentes caras. La otra alternativa, es usar fuentes inorgánicas que se pueden administrar parenteralmente (inyecciones subcutáneas), por vía oral directa (sales, pelets y cápsulas) y por vía oral indirecta (fertilización con selenio de forrajes) (Gonzales, 2018).

A continuación, se describen las diferentes vías de aplicación:

2.6.1. Administración parenteral

Resulta el mejor método para restaurar las concentraciones del elemento traza cuando es necesario corregir deficiencias severas o agudas, por ejemplo, durante la preñez en donde la demanda de micro elementos es mayor. Otra ventaja de la ruta parenteral es que se conoce la cantidad del elemento introducido al animal, pero en caso de



resultar necesario el repetir la dosis aumenta los costos por el manejo de los animales (Gonzales, 2018).

En el caso de inyecciones de selenio, las formas principales de compuestos usados son:

- **Selenato de Bario ($BaSeO_4$):** De larga acción puede mantener el balance normal del selenio por 12 a 16 meses después de cada inyección de 10 mg de selenio/100 Kg de peso vivo. Ese tipo de inyecciones está bajo estudio, pues pruebas de glutatión peroxidasa (GSH -Px) sanguínea dieron evidencias de resultados decepcionantes en vacas tratadas con el producto (Hernández, 2003).
- **Selenito o selenato de sodio (Na_2SeO_4 - Na_2SeO_4):** Ambos de acción corta, aplicados subcutáneamente en dosis de hasta 10 mg de selenio/100Kg de peso vivo dan protección por 4 a 6 semanas, si bien en diferencias severas de selenio es necesario repetir el tratamiento. Pueden administrarse por vía intramuscular, aunque en ocasiones se produce reacciones locales (Hernández, 2003).

2.7. Requerimiento de selenio

Se ha discutido y que hasta la actualidad sigue vigente sobre la cantidad de selenio que debe contener en la dieta, lo cual se ha visto reflejada en las variaciones que han sido propuestas por el Consejo Nacional de Investigación (RCN) como concentración mínima de este mineral en la ración, si bien los nutricionistas convienen que entre 1,1 y 0,3 ppm de selenio es adecuado. Es expresada sobre una concentración base (ppm) y no sobre una cantidad base (mg/Kg) (Oblitas *et al*, 1997). Requerimiento sugerido por el ARC es de 0,1

mg/Kg de MS, el cual es similar a la sugerencia hecha por el Consejo Nacional de Investigación (RCN) (Hernández, 2003).

El requerimiento de selenio para ganado de carne en desarrollo, engorda, gestación o lactancia es de 0,1 ppm Consejo Nacional de Investigación (RCN). Para ganado lechero: 0,3 ppm, en cualquier etapa. Y para ovinos es de 0,1 a 0,2 ppm. El requerimiento aumenta cuando los niveles de S, Cu, Cd, Hg, Al, As, Ag y Pb, o cualquiera de ellos, son altos en la dieta. Existe una interrelación entre el selenio y la Vitamina “E”, en la cual cualquiera entre ellos puede substituir al otro, hasta cierto punto, pero nunca completamente. La absorción máxima de vitamina “E”, se hace solo en presencia de niveles normales de selenio y viceversa (Villanueva, 2011).

Los requerimientos de selenio para los ovinos dependen de la cantidad de vitamina E en la dieta; el nivel de selenio sugerido para los ovinos es de 0,1 mg selenio/kg MS; siendo 2 mg selenio/kg MS de la ración, el límite máximo tolerable (Carbajal *et al*, 2013).

El feto cubre sus necesidades de selenio por vía transplacentaria, en cantidades variables según la condición de la madre, pero en los rumiantes el paso del selenio al feto ocurre aun cuando la madre tenga baja disposición del elemento. Las observaciones realizadas en este sentido, sugieren que la hembra podría sacrificar su propia condición para mantener el transporte elemento al feto, en general se observa una reducción de los niveles plasmáticos de selenio materno, en la medida en que progresa la gestación y el o los productos aumentan de tamaño y peso. En ovejas de primer parto las concentraciones fetales de selenio declinan ligeramente en el último tercio de gestación, días 100 al 148 de 0,29 a 0,20 mg/Kg de materia seca (Carbajal *et al*, 2013).

2.8. Intoxicación

El selenio es un elemento muy tóxico, de modo que los niveles de 5 mg/kg en la materia seca de la ración, o 500 µg/kg en la leche o agua de bebida, pueden ser potencialmente peligrosos en animales (McDonald *et al*, 2006).

El cuadro ocurre en dos formas, la aguda que puede resultar de un gran consumo, en una sola oportunidad, de plantas seleníferas que contienen más de 20 mg/Kg o de la inyección de una sobre dosis de selenio, de más de 1,65 mg/Kg de peso corporal, presentando trastornos motrices, ataxia, diarrea oscura, hipertermia, pulso débil y rápido, respiración dificultosa, dolor abdominal, meteorismo, depresión, poliuria, disnea y mucosas pálidas (Carbajal *et al*, 2013).

La segunda forma de toxicidad del selenio, la crónica, también se llama enfermedad del álcali y ocurre cuando los animales consumen cantidades de 5 a 20 ppm por mucho tiempo. En estos casos se presenta parálisis de la lengua, respiración laboriosa y rápida, exceso de saliva, baja temperatura corporal (hipotermia), emaciación, anemia, alopecia y deformación de estructuras córneas, uñas y cuernos en su caso (Carbajal *et al*, 2013).

A la necropsia se observa degeneración del músculo cardíaco. En el ganado con intoxicación crónica se observa pérdida de la vitalidad, somnolencia, enflaquecimiento, dermatitis, pelo áspero, dolor y crecimiento alargado de los cascos, rigidez y cojera debida a erosión en la unión de los huesos grandes, desarrollo embrionario anormal. En el envenenamiento agudo, los animales sufren de ceguera, trastornos nerviosos y respiratorios, dolores abdominales, salivación, crujir de dientes, laxitud, ataxia y parálisis progresiva, hipertermia, pulso rápido

y débil, espuma sanguinolenta en nariz y boca, diarrea obscura, disnea, neuritis espinal, y muerte (Carbajal *et al*, 2013).

2.9. Algunas principales enfermedades en cuyes

2.9.1. Salmonelosis

Enfermedad de alta patogenicidad de alta, ocasionando por serotipos del género salmonella. Esta enfermedad provoca abortos, enteritis (diarreas), inapetencia, anemia, parálisis del tren posterior y septicemias. Estos cuadros patológicos ocasionan mortalidad severa y pérdida económica para sus criadores. La enfermedad se desencadena como consecuencia de factores de estrés que activan la salmonella que se encuentra en estado latente (Gil, 2014).

- **Sintomatología**

Por lo general, la salmonelosis presenta una sintomatología diversa y compleja caracterizada por enteritis inflamatoria, abortos, anorexia, adipsia (pérdida de sed), parálisis del tren posterior, apatía pérdida de reflejos, postración cuadros neumónicos septicemia aguda (Gil, 2014).

- **Tratamiento**

La salmonelosis no tiene un tratamiento efectivo y aun se discute la pertinencia del uso de antibióticos, por no existir consenso respecto a su aplicación. Los tratamientos con antibióticos no han dado resultados satisfactorios, sin embargo algunos investigadores sugieren compuestos antibacterianos como el cloranfenicol (5 g/litro de agua), estreptomina (2 g/litro de agua) y nitrofurazona (3 g/ kg

de alimento). La enrofloxacin potente antibacteriano incluso contra microorganismos poco susceptibles o resistentes a los antimicrobianos ya conocidos, ha demostrado un excelente comportamiento farmacocinético (Gil, 2014).

A la necropsia, se observa decoloración de la mucosa y orejas, hemorragia múltiple, ganglios y bazo hemorrágicos y aumentados de tamaño. En casos graves, aparecen signos neumónicos, el estómago muestra contenido acuoso y necrosis en la mucosa de los intestinos, los ganglios mesentéricos se muestran hemorrágicos y de tamaño aumentado. El hígado por lo general se observa pálido o focos necróticos y puede haber petequias en los riñones (Gil, 2014).

2.9.2. Neumonía

Las neumonías son relativamente importantes y frecuentes en cuyes. Es una patología de carácter multifactorial. Sin embargo, es considerada de mediana patogenicidad. Las neumonías son más comunes en animales jóvenes. En condiciones normales, las bacterias potencialmente causantes de la enfermedad, suele habitar en las vías respiratorias de animales sanos (Gil, 2014).

Las causas más comunes se han identificado la hipotermia o estrés término por enfriamiento prolongado o exposición a corrientes de aire, la concentración de amoníaco en los galpones por deficiente ventilación e higiene, el hacinamiento, el estrés alimenticio por dietas inadecuadas, son considerados factores que deprimen la resistencia de los animales frente a patógenos que producen neumonías (Gil, 2014).

- **Síntomas**

Los síntomas clínicos comprenden dificultad respiratoria, sonidos respiratorios anormales, secreciones nasales, estornudos, inapetencia, pérdida de peso, lagrimeo y letargo. Algunos animales no muestran signos estos síntomas y mueren repentinamente (Gil, 2014).

- **Tratamiento**

Una terapia oportuna en base a penicilina G procaina (10,000 UI) y dihidroestreptomicina (12,5 mg) para animales de 600 g por 3 a 5 días. La tetraciclina, de 3 a 5 g/litro de agua; 10 mg/500 g de peso, durante 4 a 8 días. Los animales responden bien a estos tratamientos (Gil, 2014).

2.9.3. Linfadenitis

Es una enfermedad de menor patogenicidad, pero no menos importante. Se evidencia por el aumento de tamaño de los ganglios linfáticos del cuello y zona sub mandibular. En la mayoría de casos, representa una respuesta inflamatoria transitoria a una infección generalizada a local, pero en ocasiones, indican un proceso infeccioso por bacterias del género *Streptococcus ganglionares* y *Streptobacillus* (Gil, 2014).

- **Síntomas**

Su diagnóstico exige evaluar la afectación de otras zonas ganglionares: las adenopatías generalizadas cuando afectan dos o más zonas, sugieren una infección o enfermedad sistémica, mientras

que las adenopatías localizadas, indican una infección o enfermedad del ganglio afectado o de su área de drenaje (Gil, 2014).

- **Tratamiento**

Los abscesos pueden ser drenados quirúrgicamente y desinfectados con agua oxigenada. Los animales tratados deben ser removidos del galpón y medicados con penicilina más dehidroestreptomicina o con enrofloxacin 1,5 mg/kg dos veces al día por 7 a 10 días. También se recomienda el uso de sulfatrimetropim (Gil, 2014).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en el caserío Collambay, distrito de Pedro Gálvez, provincia San Marcos y región de Cajamarca en la granja de cuyes “Divino Niño”; y presenta los siguientes datos meteorológicos¹:

Latitud Sur	: 7° 20' 07”
Longitud Oeste	: 78° 10' 11”
Altitud	: 2252 msnm
Temperatura Máxima	: 22,9°
Temperatura Media	: 15,6
Temperatura Mínima	: 8,3°
Humedad relativa	: 90 %
Clima	: Cálido y templado
Horas de sol	: 12:07 h

¹ Datos proporcionados por el SENAMHI/UNC ESTACIÓN MAP.A.WERBERBAUER CAJAMARCA (JUNIO 2018)

3.2. Materiales

Material biológico

100 cuyes raza Perú de 15 días de edad (50 machos – 50 hembras)

Alfalfa

Alimento Balanceado

Material químico

Solución de selenito de sodio pentahidratado ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) al 0,0642 %

Agua destilada estéril

Alcohol 90%

Cal

Desinfectante

Material físico

Jeringas 1mL

Agujas N° 24

Algodón

Guantes

Mascarillas

Materiales de campo

Balanza

Comederos

Bebederos

Overol

Botas de jebe

Tablero de madera

Libreta de campo

Escoba

Recogedor

Pala

Carretilla

Equipos

Cámara fotográfica

Lanza llamas

Mochila fumigadora

Estuche de disección

Materiales escritorio

Computadora

USB

Impresora

Hojas de papel bond

Lapiceros

3.3. Metodología

3.3.1. Selección de los animales

Para el experimento se seleccionaron 100 cuyes al azar de raza Perú de 15 días de edad (50 machos – 50 hembras). Los animales fueron seleccionados de la granja “Divino Niño”.

3.3.2. Administración del selenito de sodio

Se le inyectó selenito de sodio ($\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) diluido en agua destilada estéril al 0,0642% en dosis de 0,05 mg/kg de peso vivo intramuscular (muslo) a cada animal del grupo tratado, la aplicación se realizó por única vez iniciado el proyecto de investigación.

3.3.3. Instalación de los animales

Primeramente, se realizó la desinfección de las pozas, comederos y bebederos de barro un día antes iniciado el proyecto.

Se identificó a los cuyes mediante aretes metálicos en la oreja izquierda machos y en la oreja derecha hembras, numerado de acuerdo al grupo y pozas. Seguidamente, con la desparasitación interna y externa.

Luego, se efectuó un pesaje inicial de forma individual mediante una balanza electrónica a ambos grupos para su control de pesos y su respectiva dosis de selenito de sodio para el grupo tratado.

Y se procedió a colocar a los animales en las respectivas pozas que tenían dimensiones de 52 x 52 x 36 cm, previo a una selección al azar según su sexo y grupos formados: Grupo control 50 cuyes (25 machos

y 25 hembras) y grupo tratado 50 cuyes (25 machos y 25 hembras), en 12 pozas en total que detallo a continuación:

Tabla 7. Distribución en pozas de los animales de experimento.

Nº DE POZAS	ANIMALES TRATADOS		ANIMALES CONTROL	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
01	8	8	8	8
02	8	8	8	8
03	9	9	9	9

3.3.4. Alimentación

Los cuyes de ambos grupos en general recibieron la misma cantidad y tipo de alimentación desde iniciado el experimento hasta las 8 semanas de duración de la investigación.

El forraje verde de alfalfa se le dio a libre discreción dos cantidades (mañana – tarde) para llenar los requerimientos indispensables en la digestión de los animales. El suministro de agua se realizó a cada poza a libre voluntad.

El alimento balanceado se suministró por las mañanas pesando cuidadosamente las cantidades requeridas por el número de animales de las pozas teniendo en cuenta según la Tabla 8 por animal/día/semana, para luego realizar su mezcla con agua y obtener una buena homogeneidad.

Tabla 8: Cantidad de alimento por animal/día por 8 semanas.

Semanas Cantidad	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va
Grupo control	10 g	15 g	17,50 g	20 g	22,50 g	25 g	27,50 g	30 g
Grupo tratado	10 g	15 g	17,50 g	20 g	22,50 g	25 g	27,50 g	30 g

Elaboración de la fórmula del alimento balanceada se utilizó la siguiente fórmula:

Tabla 9: Ingredientes y cantidad del alimento balanceado artesanal.

INGREDIENTES	CANTIDAD
Afrecho de trigo	40 kg
Maiz molido	45 kg
Torta de soya	15 kg
Total	100 kg

Tabla 10: Aporte nutricional del alimento balanceado artesanal.

PARÁMETROS EVALUADOS	CONCENTRADO PARA CUYES %
Materia seca	88,29
Proteína bruta	14,98
Extracto etéreo (grasa bruta)	5,03
Fibra bruta	17,16
Cenizas (minerales totales)	9,17
Extracto libre de nitrógeno (CHOS)	53,65

3.3.5. Control de pesos y evaluación de presencia de enfermedades

Ambos grupos estuvieron bajo sistemas similares, llevando un control de pesos semanalmente durante 8 semanas.

Diariamente, se observó a los cuyes de ambos grupos para detectar animales enfermos y/o muertos, durante las 8 semanas de duración de la investigación.

Los animales muertos no se consideraron para el análisis de promedios de pesos.



3.3.6. Programa sanitario

Se realizó la limpieza, desinfección y esterilización del galpón especialmente de las pozas que se utilizaron para la investigación, un día antes del inicio de la investigación con fuego directo (lanza llamas), seguidamente se empleó desinfectante en dosis de 4mL/L de agua, y luego se realizó la desinfección cada 15 días hasta finalizado la investigación y la limpieza dejando un día a fin de evitar la propagación de microorganismos.

3.4. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados del presente trabajo, se utilizará los siguientes diseños estadísticos (ver Anexo 2):

- Análisis de pesos: Análisis factorial de 2x2
- Tabla de enfermedades: Chi^2



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ganancias de pesos

Tabla 11: Promedio de ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú del grupo control (M – H) y grupo tratado (M – H).

Grupos	Ganancia de peso	
	Control	Tratado
Promedio	593,9 a	573,8 a

Las letras iguales en una misma fila indican que no existió diferencia significativa entre grupos ($P>0,05$)

En la Tabla 11, se reporta los resultados obtenidos por el efecto del selenio aplicado como selenito de sodio al grupo tratado de ambos sexos, indicando que a través del análisis de varianza en las ganancias de los pesos promedio de los grupos en estudio controles (machos – hembras) y tratados (machos – hembras) evaluados durante las 8 semanas, sin distinción de sexo, notándose que no existió una diferencia estadísticamente significativa ($P>0,05$) entre estos grupos.

El resultado de la Tabla 11, sobre la ganancias de pesos coincide con lo reportado con Mullo (2009), que a diferencia utilizó levadura enriquecida con selenio en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento – engorde, no fueron diferentes estadísticamente ($P>0.05$); lo que demuestra que el selenio como selenito de sodio y levadura enriquecida

con selenio incorporado no tiene una acción favorable estadísticamente significativas en el incremento de peso, lo que posiblemente puede deberse a que si se añade selenio se debe incorporar también vitamina E, por cuanto Reinoso y Soto (2009), indica que ambos nutrientes tienen similares funciones y localización en la células, y son necesarios para el buen funcionamiento del sistema antioxidante. Puede deberse a que hubo un desdoblamiento del nutriente aportado (selenito de sodio), así como también a la individualidad y características genéticas de los cuyes (Mullo, 2009).

4.2. Evaluación de la presentación de enfermedades

Tabla 12: Porcentaje de cuyes (*Cavia porcellus*) enfermos durante la investigación de los grupos tratados (M – H) y controles (M – H).

Grupos	Total de animales	Sanos (N°)	Enfermos	
			N°	%
Controles	50	39	11	22
Tratados	50	45	5	10

Existió diferencia a la prueba de Chi² (P<0,05).

La Tabla 12, reporta los resultados obtenidos por el efecto del selenio aplicado como selenito de sodio al grupo tratado de ambos sexos, indicando que existió diferencia a la prueba de Chi² (P<0,05) en el porcentaje de los cuyes enfermos entre grupos, teniendo un 22 % de en el grupo control comparado con un 10 % en el grupo tratado con selenio.

Tabla 13: Porcentaje de cuyes (*Cavia porcellus*) que murieron durante la investigación en los grupos tratados y controles.

Grupos	Total de animales	Sanos (N°)	Muertos	
			N°	%
Controles	50	39	11	22
Tratados	50	48	2	4

Existió diferencia a la prueba de Chi² (P<0,05).

La Tabla 13, reporta los resultados obtenidos por el efecto del selenio aplicado como selenito de sodio al grupo tratado de ambos sexos, indicando que existió diferencia a la prueba de Chi² (P<0,05) entre el número de cuyes muertos entre grupos, teniendo un 22% en el grupo control comparado con un 4% en el grupo tratado con selenio.

La Tabla 12 y la Tabla 13, diferencias que pueden deberse que si se añade selenio inorgánico como selenito de sodio, tiene una acción favorable en el manejo de disminución de presentación de enfermedades y posibles muertes, por cuanto Hefnawy y Pérez (2008), quienes reportan que en trabajos de investigación se ha demostrado que el aporte adecuado de selenio en diferentes formas como un inmunoestimulante mejora la capacidad de respuesta inmune de los animales, asegurando la resistencia a las enfermedades y la eliminación de patógenos (inmunidad no específica). Esto se asume a que actúa como un potente antioxidante, es eficaz en la inhibición de expresión de virus y juega un papel importante en el sistema inmunológico (López, 2015).

Tabla 14: Número de animales, pesos totales por sexo y grupo de los cuyes (*Cavia porcellus*) raza Perú.

Ganancia de peso					
Grupos	Sexo	Nº de animales	Promedio	Pesos totales	Pesos totales por grupo
Control	Machos	18	596,0	14 304	28 504,8
	Hembras	21	591,7	14 200,8	
Tratado	Machos	24	587,7	10 578,6	22 338,6
	Hembras	24	560,0	11 760	

Análisis de número de animales por pesos.

En la Tabla 12, se reportan los resultados generales sobre la ganancia de pesos y animales muertos obtenidos por el efecto de selenio aplicado como selenito de sodio al grupo tratado de ambos sexos, muestra que los promedio y pesos totales de los machos de ambos grupos y hembras del grupo control tuvieron incremento más que las hembras tratadas. Pesos totales por grupo, muestra que el grupo control tuvo mayor peso comparado con el grupo tratado, pero el grupo control tuvo 11 (7 machos – 4 hembras) animales muertos comparado con el grupo tratado que solo presentó 2 (1 machos – 1 hembra) animales muertos.

En la Tabla 12, la ganancia de peso puede deberse que los animales machos presentan un mayor desarrollo corporal que las hembras, aunque reproductivamente, las hembras alcancen la madurez reproductiva en un menor tiempo. Por lo que, se puede considerar que en la etapa de crecimiento de los cuyes machos presentan un mejor desarrollo corporal que las hembras (Mullo, 2009).

Mayor peso en hembras control, que puede deberse que como hubo menor número de cuyes por pozas, hubo menor competencia por el alimento comparado con las hembras tratadas que tuvieron más competencia entre

sí, también fue sometidas al estrés de la inyección por selenio lo cual influye mucho en la producción y productividad. Incluso los machos tratados alcanzaron mayor peso que los machos tratados, que puede deberse al mismo problema que las hembras.

Tabla 15: Identificación de enfermedades, números de animales y diagnóstico.

Grupos	Sexo	Enfermedad	Frecuencia	Diagnostico
Control	Machos	Neumonía	5	Muertos
		Salmonelosis	2	Muertos
	Hembras	Neumonía	2	Muertos
		Salmonelosis	1	Muertos
Tratado	Machos	Linfadenitis	3	Recuperados
		Salmonelosis	1	Muertos
	hembras	Neumonía	1	Muertos

La Tabla 15, reporta enfermedades que pueden deberse a la patogenicidad de cada enfermedad; salmonelosis enfermedad más peligrosa en la producción de cuyes, neumonía son relevantes y frecuentes en cuyes, es considerada de mediana patogenicidad y linfadenitis, enfermedad de menor patogenicidad, pero no menos importante (Gil, 2014).



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- 5.1. En el presente trabajo de investigación se demostró que la aplicación de selenio inorgánico como selenito de sodio, no tiene una acción favorable en la ganancia de peso en los cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú entre machos y hembras.

- 5.2. En el presente trabajo de investigación se demostró que la aplicación de selenio inorgánico como selenito de sodio, tiene una acción favorable en un 4% de disminución de presentación de enfermedades en cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú en ambos sexos.



CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Acosta, L. 2007. El Selenio. Pág. 3. [03 Setiembre 2018]. Disponible en:
http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/95-selenio.pdf
- Carbajal, A. 2017. Departamento de nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. [15 Setiembre 2018]. Disponible en:
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2017-12-02-cap-10-minerales-2017.pdf>
- Carbajal, M., Aquí, G., Díaz, G. 2013. Uso de Selenio en ovinos. Pág. 47 - 51. [15 Setiembre 2018]. Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2013/av131f.pdf>
- Cárdenas, A. 2013. Evaluación de dos suplementos minerales y dos fuentes de complejo B en el desarrollo de cuyes (*Cavia Porcellus*) machos. Cadet. Tumbaco, Pichincha. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Quito: Universidad Central Del Ecuador. Pág. 4-5.
- Casals, G., Torra, M., Deulofeu, R., Ballesta, M. 2005. Importancia del selenio. Química clínica. Pág.- 141-142. [Internet], [03 Setiembre 2018]. Disponible en:
http://www.seqc.es/download/revista/81/323/385271785/1024/cms/QC_2005_141-148.pdf/

- Fernández, A. 2014. Los minerales: Nutrientes esenciales. [08 Setiembre 2018]. Disponible en: https://nutricionanimal.info/los_minerales-en-los-alimentos/#
- Gerardo, J., Villanueva, C. 2011. Minerales: Fisiología, suplementación e intoxicación. Producción Animal. [03 Setiembre 2018]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/147-selenio.pdf
- Gil, V. 2014. Sanidad en cuyes en sistemas intensivos de producción. 1ra ed. 71 – 89
- Gonzales, K. 2018. Suplementación de selenio en Ovinos. Zootenia y veterinaria. [03 Setiembre 2018]. Disponible en: <https://zoovetesmipasion.com/ovinos/razas-de-ovinos/suplementacion-de-selenio-en-ovinos/>
- Gómez, M., Domínguez, A., Morales, A. 2011. Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos. [03 Setiembre 2018]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/39968>
- Hefnawy, A., Pérez, J. 2008. Selenio y salud animal. Importancia, deficiencia, suplementación y toxicidad. Pág. 154-155. [05 Setiembre 2018]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2571-8852-1-PB.pdf>
- Hernández, O. 2003. Ganancia de peso en terneras suplementadas con selenio en la campiña de Cajamarca. Tesis de Médico Veterinario. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Kędzierska, E., Dudka, E., Poleszak, E., Kotlinska, J. 2017. Actividad antidepresiva y ansiolítica del selenito de sodio después del tratamiento agudo en ratones. Pág. 276-280. [05 Setiembre 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1734114016303589>

López, M. 2015. Aplicación de selenio y su efecto en el estado antioxidante y la composición mineral de la lechuga. Tesis de Maestro en Ciencias en Horticultura. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pág. 3.

Mateos, G., García, D., Jiménez, E. 2004. Microminerales en alimentación de monogástricos. Aspectos técnicos y consideraciones legales (II). Universidad Politécnica de Madrid. XX curso de especialización FEDNA. Pág. 9. [01 Setiembre 2018]. Disponible en: <http://www.adiveter.com/ftp/public/microminerales%20en%20monogastricos.pdf>

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. 2006. Nutrición Animal. 6ta ed. Zaragoza (España): Acribia, S.A. Pág. 117.

Montes, T. 2012. Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. Pág. 4. [16 Setiembre 2018]. Disponible en: https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/015-a-cuyes_crianza-tecnificada.pdf

Mullo, L. 2009. Aplicación del promotor natural del crecimiento (SEL – PLEX) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento, engorde y gestación – lactancia. Tesis de grado: Ingeniero zootecnista. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Pág. 33- 34.

- Nuñez, C. 2017. Comportamiento productivo y cuantificación de la biomasa residual disponible en un sistema cavícola. Tesis de grado: Médico Veterinario Zootecnista. Cevallos - Tungurahua – Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. Pág. 11 – 12.
- Oblitas, F. 1997. Evaluación de la suplementación con selenio en bovinos lecheros a pastoreo. Tesis de Magister en Ciencias. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. Pág. 6.
- Padilla, F., Baldoceada, L. 2006. Crianza de cuyes. 1ra Ed. Lima: Macro EIRL. Pág. 41.
- Ramírez, E., Hernández, E., Hernández, L., Tórtora, J. 2004. Efecto de un suplemento parenteral con selenito de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio. Artículo. [20 Setiembre 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30238105.pdf>
- Reinoso, V., Soto, C. 2009. Importancia de la vitamina E y el selenio en vacas lecheras. [20 Setiembre 2018]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/selenio-en-vacas-lecher-as-t28565.htm>
- Revollo, K. 2012. Fisiología Digestiva del cuy. 1ra Ed. Lima: Macro EIRL. Pág. 3.
- Rojas, N. 2015. Intoxicación por selenio final (selenosis). Pág. 1. [03 Setiembre 2018]. Disponible en: [https://es.scribd.com/document/290294013/Intoxicacion -Por-Selenio-Final](https://es.scribd.com/document/290294013/Intoxicacion-Por-Selenio-Final)
- Underwood, E., Suttle, N. 2003. Los Minerales en la nutrición del ganado. 3ra. Ed. Zaragoza (España): Acribia S.A. Pág. 435 - 439.

- Vargas, S., Yupa, E. 2011. Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Tesis de grado previo a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Ecuador: Universidad de Cuenca. Pág. 11.
- Vinchira, J., Muñoz, A. 2010. Selenio: nutriente objetivo para mejorar la composición nutricional del pescado cultivado. Pág. 63. [03 Setiembre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n1/v57n1a05.pdf>
- Veloz, R. 2005. Evaluación del efecto del laurato de nandrolona (laurabolin) en el crecimiento y engorde de cuyes machos (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniero Agropecuario. Sangolquí – Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército. Pág. 14.
- Villanueva, C. 2011. Nutrición del ganado: selenio, premezclas minerales, zapopan, Jalisco, México. [03 Setiembre 2018]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/147-selenio.pdf
- Toasa, M. 2011. Diseño del proyecto de producción y comercialización asociativa del cuy, de la organización de mujeres Kichwas y campesinas de Ambatillo. Tesis para Licenciatura en Gestión para el Desarrollo Local Sostenible. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Pag 9.

ANEXO

Anexo 1: Panel fotográfico



Fig. 1. Materiales para el procedimiento del proyecto.

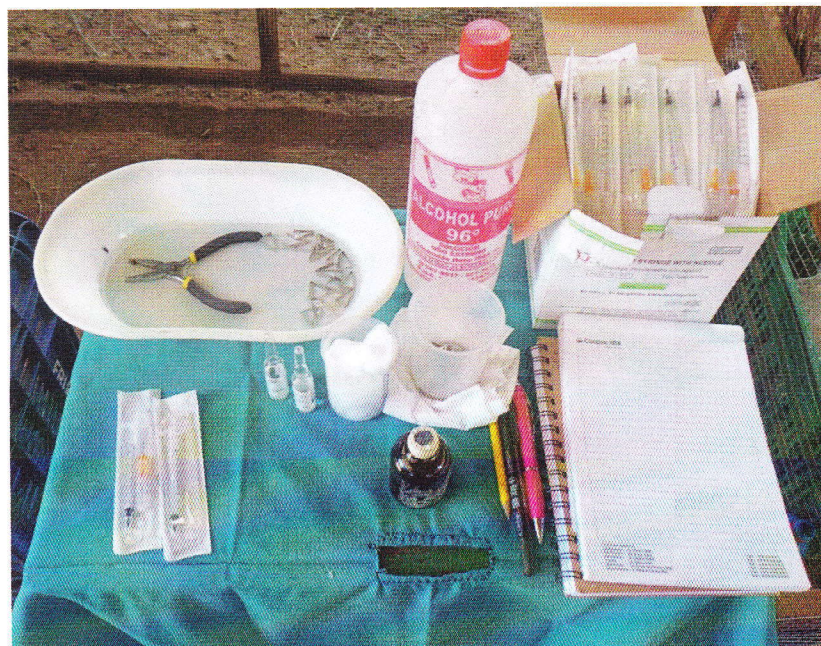


Fig. 2. Materiales para el procedimiento del proyecto.



Fig. 3. Selección de los animales para el proyecto, selección de machos y hembras.



Fig. 4. Sexaje, desparasitación externa e interna de los cuyes para el ensayo.



Fig. 5. Identificación de los animales mediante aretado (machos oreja derecha) y hembras (izquierda).



Fig. 6. Pesado de los animales para su respectiva dosis de selenio inorgánico y su control.

Anexo 2: Análisis estadístico

Resultados

De las ganancias de los pesos

SEXO	TRATAMIENTO	N°	Promedio	Promedio según sexo
Hembra	Control	21	493,33±19,52	480,00±13,34 b
Hembra	Tratado	24	466,67±18,26	
Machos	Control	18	554,72±21,09	535,59±13,80a
Machos	Tratado	24	516,46±18,26	

Letras diferentes en una misma fila indican diferencia significativa entre grupos ($P < 0,05$ TUKEY)

Al análisis de varianza en las ganancias de pesos, no existió diferencia significativa entre tratamientos ni en la interacción ($P > 0,05$), pero si existió una diferencia significativa en las ganancias de pesos entre sexos, siendo mayor los incrementos de peso los machos comparados con las hembras.

Tabla de frecuencias de la presencia de cuyes enfermos entre tratamientos.

			Enfermos	Sanos	
Tratamiento	Control	Count	11	39	50
		% within tratamiento	22,0%	78,0%	100,0%
	Tratado	Count	5	45	50
		% within tratamiento	10,0%	90,0%	100,0%
Total		Count	16	84	100
		% within tratamiento	16,0%	84,0%	100,0%

Existió diferencia a la prueba de chi cuadrado en la presencia de enfermedades entre tratamientos

Tabla de frecuencias del número de cuyes muertos por tratamiento

			muertos	sanos	
Tratamiento	Control	Count	11	39	50
		% within tratamiento	22,0%	78,0%	100,0%
	Tratado	Count	2	48	50
		% within tratamiento	4,0%	96,0%	100,0%
Total		Count	13	87	100
		% within tratamiento	13,0%	87,0%	100,0%

Existió diferencia entre el número de cuyes muertos entre tratamientos ($P < 0,05$ Chi cuadrado), teniendo un 22% de cuyes muertos en el grupo control comparado con un 4% en el grupo tratado con selenio.

Identificación de enfermedades

Tratamiento		Frecuencia	Porcentaje	
Control	Enfermo	11	100,0	Muertos
Tratado	Linfadenitis	3	50,0	Recuperados
	Salmonella	1	16,7	Muerto
	Neumonía	1	16,7	Muerto
	Total	5	100,0	

Pesos totales por tratamiento

SEXO	TRATAMIEN	N°	Promedio	Pesos totales al final del experimento g	Peso total por tratamiento (g)
Hembra	Control	21	493,33	10360	20345
Machos	Control	18	55,72	9985	
Hembra	Tratado	24	46,67	11200	23595
Machos	Tratado	24	516,46	12395	

Análisis de factorial de 2*2 en completamente al azar de las ganancias de pesos

Source	DF	SS	MS	F	P
SEXO	1	66277	66276,6	8,28	0,0051
TRATAMIEN	1	22605	22604,8	2,82	0,0966
SEXO*TRATAMIEN	1	721	721,1	0,09	0,7648
Error	83	664198	8002,4		
Total	86				

Grand Mean 507,80 CV 17,62%

Chi-Square Tests entre tratamientos por enfermedades

	Value	df	Asymptotic		
			Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1,772 ^a	1	0,183		
Continuity Correction ^b	1,134	1	0,287		
Likelihood Ratio	1,794	1	0,180		
Fisher's Exact Test				0,287	0,143
N of Valid Cases	100				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,50.

b. Computed only for a 2x2 table

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic		
			Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,162 ^a	1	0,007		
Continuity Correction ^b	5,659	1	0,017		
Likelihood Ratio	7,792	1	0,005		
Fisher's Exact Test				0,015	0,007
N of Valid Cases	100				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,50

b. Computed only for a 2x2 table.