



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNIA

Dosis de secuestrante de micotoxinas con
Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en
crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*)

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:

Bach. Vásquez Chinchay Elmer Milton

ASESOR:

Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. (ORCID: 0000-0001-6666-4721)

Lambayeque, 28 noviembre de 2024

**Dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio
Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes (Cavia porcellus)**

TESIS

Presentada como requisito Para optar el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

Bach. Vásquez Chinchay Elmer Milton

Aprobada por el siguiente jurado



Ing. Rogelio Acosta Vidaurre, M. Sc.
Presidente



Ing. Allan Joel Arriola Vega, M. Sc.
Secretario



Ing. Uber Plasencia Ruiz, M. Sc.



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Patrocinador



00420

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DEL BACHILLER EN INGENIERÍA ZOOTÉCNICA DEL SEÑOR ELMER MILTON VÁSQUEZ CHINCHAY PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA.

EN LA CIUDAD DE LAMBAYEQUE SIENDO A LAS 11:00 DEL DÍA 28 DE NOVIEMBRE DE 2024 EN LA SALA DE SUSTENTACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO" DE LAMBAYEQUE SE REUNIERON LOS MIEMBROS DE JONDA DE LA TESIS DESIGNADA CON RESOLUCIÓN N° 220-2024 - VIRTUAL - FIZ/D DE FECHA 12 DE NOVIEMBRE DE 2024, MODIFICADA POR LICENCIA DE ESTUDIOS DEL SECRETARIO DEL JURADO ING. SENGIO RUIZ ELB. DEL CARLO HERMANDEZ, MSc, MEDIANTE RESOLUCIÓN N° 034 - 2024 - VIRTUAL - FIZ/D, DE FECHA 18 DE MARZO DE 2024 OUBEDANDO DE LA SIGUIENTE MANERA: ING. ROBELIO ACOSTA VIDOURAE, MSc (PRESIDENTE); ING. ALLAN JOEL ARRIOLA VEGA, MSc (SECRETARIO), ING. UBER JOEL PLASENCIA RUIZ, MSc (VOCAL) E ING. NARCOLÓN CORRALES RODRÍGUEZ, Dr. PRESENTADOS POR EL BACHILLER Sr. ELMER MILTON VÁSQUEZ CHINCHAY, HABIENDOSE APROBADO EL REFERIDO PROYECTO CON RESOLUCIÓN N° 177 - 2024 - VIRTUAL - FIZ/D, DE FECHA 16 DE OCTUBRE DE 2023.

EL JURADO SE ENCARGÓ DE RECIBIR Y DICTAMINAR SOBRE EL TRABAJO TITULADO: "DOSIS DE SECUESTRAMIENTO DE NICOTONINAS CON ALUMINOSILICATO DE CALCIO Y SODIO HIDRATADO ACTIVADO TÉRMICAMENTE EN CRECIMIENTO DE CUYES (CAVIA PORCELLUS)". PRESENTADO Y EXPUESTO EL TRABAJO DE TESIS CUYA SUSTENTACIÓN FUE AUTORIZADA CON RESOLUCIÓN N° 231 - 2024 - VIRTUAL - FIZ/D DE FECHA 26 DE NOVIEMBRE DE 2024, FORMULANDO LAS PREGUNTAS POR LOS MIEMBROS DE JURADO, DANDO LAS RESPUESTAS POR EL SUSTENTANTE Y Aclaraciones del señor Patrocinador, el JURADO luego de DELIBERAR ACORDÓ APROBAR EL TRABAJO DE TESIS CON UN PUNTAJE DE 18, EQUIVALENTE AL CALIFICATIVO DE MUY BUENO, DEBIENDO CONSIGNARSE EN EL INFORME FINAL LOS SUBSCRIBIDOS BASE POR PARTE DEL JURADO DURANTE LA SUSTENTACIÓN.

POR LO TANTO EL SEÑOR BACHILLER ELMER MILTON VÁSQUEZ CHINCHAY SE ENCUENTRA APTO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA DE ACUERDO A LA NORMATIVIDAD VIGENTE.

ING. ROBELIO ACOSTA VIDOURAE MSc.
PRESIDENTE

ING. ALLAN JOEL ARRIOLA VEGA MSc.
SECRETARIO

ING. UBER JOEL PLASENCIA RUIZ MSc.
VOCAL

ING. NARCOLÓN CORRALES RODRÍGUEZ Dr.

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. Vásquez Chinchay Elmer Milton, investigador principal, e Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr., asesor del trabajo de investigación: “Dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*)”, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrará lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 24 de noviembre del 2024.



Vásquez Chinchay Elmer Milton
Investigador



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS por, por darme la vida y salud para vivir momentos placenteros con mi familia, amigos y maestros.

A mis padres, MARIO Y MARIA, por su apoyo absoluto durante mi vida universitaria, ya que ellos trabajaron con valentía y entrega para conducirme y lograr tener mi carrera profesional; son mi inspiración, a ellos dos mi muestra de lealtad, respeto y amor.

A mis hermanos, FEBRES, MERY, IRMA, JHONI, FERREN, por brindarme su protección y tolerancia durante esta etapa de mi vida; y por contribuir con un granito de arena en mi vida profesional.

¡Mi lealtad a Dios! ¡A todos les deseo éxitos!

AGRADECIMIENTO

Al ing. José Régulo Vásquez Ramírez, por haberme brindado el espacio para poder realizar la investigación.

A mi asesor, Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr., por su extraordinario trabajo de asesoramiento de la investigación.

A todos mis maestros por su instrucción, tolerancia, entrega y la formación profesional recibida.

A mis compañeros de estudios universitarios gracias por su apoyo y aliento permanente para culminar la noble carrera de la zootecnia

Al alma mater, la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general y a la Facultad De Ingeniería Zootecnia, en particular para convertirme en profesional de éxito.

CONTENIDO	Página
Resumen/Abstract	x
INTRODUCCION	1
I. DISEÑO TEORICO	3
1.1 Antecedentes Bibliográficos	3
1.2 Bases teóricas	4
1.2.1 Hongos y Micotoxinas	4
1.2.2 Secuestrantes de micotoxinas	9
1.2.3 Cuyes	14
1.2.4 Estrés animal y producción	15
II. METODOS Y MATERIALES	16
2.1 Tipo y Diseño de Estudio	16
2.2 Lugar y duración	16
2.3 Tratamientos evaluados	16
2.4 Materiales	17
2.5 Instalaciones y equipo	18
2.6 Técnicas experimentales	18
2.7 Variables evaluadas	19
2.8 Evaluación de la información	19
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1 Evaluación de animales	20
3.1.1 Peso inicial de cuyes según tratamiento	20
3.1.2 Peso final de cuyes	20
3.1.3 Incremento de peso vivo de cuyes según tratamiento	21
3.2 Alimentación de cuyes	22
3.2.1 Consumo de forraje verde	22
3.2.2 Consumo de concentrado	23
3.2.3 Consumo de materia seca total de alimento por cuy por tratamiento (Kg)	24
3.2.4 Conversión alimenticia de materia seca por tratamiento	24
3.2.4.1 Conversión alimenticia de materia seca de forraje	24
3.2.4.2 Conversión alimenticia de materia seca de concentrado	25
3.2.4.3 Conversión alimenticia de materia seca total	26

3.2.5 Temperatura (°C) y humedad relativa (%)	27
3.2.6 Mérito económico	27
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	30
BIBLIOGRAFÍA CITADA	30
ANEXOS	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nombres de productos comerciales a base de arcillas utilizadas como secuestrantes de micotoxinas en alimentos para organismos terrestres	12
Tabla 2. Zona de confort de cuyes en temperatura (°C) y humedad relativa (%)	15
Tabla 3. Raciones balanceadas para cuyes en crecimiento según tratamiento (%)	17
Tabla 4. Peso inicial de cuyes según tratamiento (Kg)	20
Tabla 5. Peso final de cuyes según tratamiento (Kg)	21
Tabla 6. Incremento de peso vivo de cuyes según tratamiento (kg)	22
Tabla 7. Consumo de forraje verde por cuy según tratamiento (kg)	23
Tabla 8. Consumo de materia seca de forraje por cuy según tratamiento (kg)	23
Tabla 9. Consumo de concentrado por cuy por tratamiento (Kg)	23
Tabla 10. Consumo de materia seca de concentrado por cuy por tratamiento (Kg)	24
Tabla 11. Consumo total de materia seca total por cuy por tratamiento (Kg)	24
Tabla 12. Conversión alimenticia de materia seca de forraje por cuy por tratamiento (%)	25
Tabla 13. Conversión alimenticia de materia seca de concentrado por cuy por tratamiento (%)	25
Tabla 14. Conversión alimenticia de materia seca total por cuy por tratamiento (%)	26
Tabla 15. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) durante el periodo de estudio	27
Tabla 16. Costo de alimentación por tratamiento (S/)	27
Tabla 17. Merito económico por tratamiento (S/)	28

Resumen

Dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes

Del 11 de marzo al 5 de mayo del 2024 en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo se evaluaron cinco dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente (SMACSHAT) en crecimiento de cuyes distribuidos en cuatro tratamientos: T0: 0.0%; T1: 0.1%; T₂: 0.15; T3: 0.20% y T4: 0.25. A cada uno se asignaron 8 cuyes hembras de raza mejorada con raza Perú destetadas de 15 días de edad. Las variables evaluadas fueron: peso final, incremento de peso vivo, conversión alimentación de materia seca de forraje y concentrado; conversión alimenticia de materia seca total y merito económico. Se utilizó un Diseño completamente al azar con igual número de repeticiones y prueba de comparación de Tuckey. En todos los factores evaluados no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) pero numéricamente los mejores resultados en todas las variables evaluadas incluyendo el mejor mérito económico se obtuvo incorporando 0.1% de SMACSHAT en raciones para cuyes en crecimiento.

Palabras clave: cuyes, crecimiento, secuestrante, Aluminosilicato.

Summary

Dose of mycotoxin sequestrant with thermally activated Calcium and Hydrated Sodium Aluminosilicate in guinea pig growth

From March 15 to May 5, 2024, in the district of The Victoria, province of Chiclayo, four doses of mycotoxin sequestrant with thermally activated Calcium Aluminosilicate and Hydrated Sodium (SMACSHAT) were evaluated in growing guinea pigs distributed in four treatments: T1: 0.1%; T₂: 0.15; T3: 0.20% and T4: 0.25. To each one, 8 weaned 15-day-old female guinea pigs of an improved Peru breed were assigned. The variables evaluated were: final weight, increase in live weight, feed conversion of dry matter of forage and concentrate; dietary conversion of total dry matter and economic merit. A completely randomized design was used with an equal number of repetitions and Tuckey's comparison test. In all the factors evaluated, no significant statistical differences were found ($p>0.05$) but numerically the best results in all the variables evaluated, including the best economic merit, were obtained by incorporating 0.1% of SMACSHAT in rations for growing guinea pigs.

Keywords: guinea pigs, growth, sequestrant, Aluminosilicate.

INTRODUCCIÓN

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos secundarios que pueden ejercer un efecto tóxico tanto en el hombre como en los animales debido, principalmente, a su exposición a través de los alimentos. La presencia de estos compuestos ha sido demostrada en una amplia variedad de materias primas, alimentos y balanceados, encontrando frecuentemente una contaminación múltiple por diferentes micotoxinas, en pequeñas cantidades, lo que puede generar efectos tóxicos sub crónicos, así como bioacumulación (Ramos, et al., 2020) y considerando que es difícil prevenir la formación de micotoxinas para evitar la contaminación, se necesitan estrategias de mitigación (Xu et al., 2022). La combinación de las propiedades de diferentes adsorbentes (minerales, minerales modificados, orgánicos y sintéticos) podría adaptarse mejor a los casos de alimentos multi-contaminados, cada vez más frecuentes, siendo actualmente uno de los retos que debemos abordar (Vila-Donat, y Ramos, 2018). Al momento de utilizar un aditivo se debe considerar que las vías de biotransformación de las micotoxinas que involucran enzimas metabolizadoras de fase I y fase II presentes tanto en el intestino como hígado varían entre especies (Maresca, 2013). En el mercado local y nacional se dispone entre otros secuestrantes de micotoxinas el Toxibond que es un Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente, orientado a controlar una gama de micotoxinas dañinas que pueden afectar a los animales siendo muy utilizado en aves y en porcinos pero que aún no ha sido estudiado en cuyes que posee una fisiología digestiva diferente a las especies mencionadas siendo necesario establecer indicadores propios de este aditivo para esta especie en pruebas in vivo que es importante para demostrar la real eficacia del producto (Kihal, 2023).

Formulación del problema

¿Es posible determinar una dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes?

Hipótesis

Si es posible determinar una dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes

Justificación del estudio

El presente trabajo se justifica porque busca determinar la dosis adecuada de un secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente para cuyes en crecimiento con una medición in vivo considerando que actualmente es un producto fabricado para cerdos y aves y la efectividad de los secuestrantes también depende de las especies a la que es suministrado. El cuy tiene diferente fisiología, conducta productiva y reproductiva con respecto a las aves y cerdos.

Objetivos

General

-Determinar la dosis adecuada de un secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicatos de Calcio y Sodio Hidratado activado en alimentación de cuyes en crecimiento.

Específicos

- Medir el incremento de peso vivo de los cuyes.
- Determinar la conversión alimenticia de los tratamientos evaluados
- Determinar el mérito económico de los tratamientos evaluados.

I. DISEÑO TEORICO

1.1 Antecedentes Bibliográficos

La inclusión de Mycosorb A+® (9 mg/kg) en la dieta protege de las micotoxinas a los cuyes, manifestándose con una mínima morbilidad con relación a la dieta sin inclusión (2,5 vs. 3,5 %), una *olds ratio* de 21 y una proporción de riesgo atribuible de 92,9%. El desempeño productivo por inclusión de Mycosorb A+® se manifiesta con similar Conversión Alimenticia pero mayor ganancia de peso vivo GPV ($9,7 \pm 1,4$ vs. $7,8 \pm 0,9$ g·día⁻¹) y conversión alimenticia CA ($6,3 \pm 0,9$ vs. $7,5 \pm 0,8$); así como con una mayor relación beneficio-costos (1,52 vs. 1,35). Se concluye que la inclusión de Mycosorb A+® como adsorbente de micotoxinas en la dieta se manifiesta positivamente en la salud, producción y beneficio económico de cuyes en crianza comercial (Fernández-Fuentes, et.al. 2023)

En la provincial de Morona Santiago, Cantón Sucúa, se evaluaron tres niveles de diatomeas como secuestrante de micotoxinas (1,5; 3,0 y 4,5 %), frente a un tratamiento testigo (T₀), en 48 cuyes de la línea peruano mejorado, de 15 días de edad y un peso promedio de 375,96 g, que fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), conformado por 6 repeticiones, y un tamaño de unidad experimental de 2 cuyes por repetición; los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza, separación de medias según Tukey (0,05 y 0,01), y análisis de regresión y correlación. En relación a los resultados, el tratamiento T₂ (3% de diatomea) alcanzó un peso final de 964,50 g, un incremento en ganancia de peso de 624,08 g; la más eficiente conversión alimenticia de 6,66; el menor consumo total de alimento fue con el T₁ (1,5%) de 4113,05 g MS. Se determinó que con el tratamiento T₃ (4,5%) se reduce la carga parasitaria de 56,86 % que fue al inicio del experimento, a 4,90%, transcurrido los 90 días. La mayor rentabilidad registró el tratamiento T₂ (3 % de diatomea) con un beneficio/costo de 1,19 lo cual significa que por cada dólar invertido existe una rentabilidad de 0,19 dólares (USD). Se sugiere entonces, aplicar en la etapa de crecimiento – engorde el 3% de diatomeas en las dietas para cobayos, esta dosis resulta ser la mejor al considerar los parámetros productivos y económicos (Maurat, 2018)

Del 10 de marzo al 13 de abril del 2023 en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo se evaluaron tres dosis de secuestrante de micotoxinas con bentonita de sodio (SMAB) comercial para cuyes en crecimiento distribuidos en tres tratamientos: T0: Concentrado sin SMAB; T1: 0.1% SMAB; T2: 0.2% de SMAB. A cada uno se asignaron 10 cuyes machos raza Kury destetados de 15 días de edad. Las variables evaluadas fueron: peso final, incremento de peso vivo, conversión alimentación de materia seca de forraje y concentrado; conversión alimenticia de materia seca total y mérito económico. Se utilizó un Diseño completamente al azar con igual número de repeticiones y prueba de comparación de Duncan. En todos los factores evaluados no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) a excepción del mérito económico donde se obtuvo mejores resultados utilizando 0.1% de SMAB para cuyes en crecimiento (Sánchez, 2024)

En este estudio se analizó la relación de la temperatura (T), humedad relativa (HR) e índice de temperatura-humedad (ITH) sobre la mortalidad y el peso corporal de cuyes (*Cavia porcellus*) de la línea sintética en la ciudad de Moquegua, Perú. Para ello, se evaluaron 157 cuyes entre octubre del 2019 y marzo del 2020, a través del análisis de la variabilidad y los niveles de asociación entre T, HR, ITH, mortalidad y peso. Los datos fueron procesados en STATA IC14. Los resultados de T, HR e ITH registrados mensualmente mostraron cambios altamente significativos ($p < 0,001$), al igual que el peso entre machos y hembras ($p < 0,05$). Los coeficientes de correlación estadísticamente significativos se hallaron entre el peso de cuyes machos y T a la semana 4 ($r = -0,345$) y a la 6 ($r = -0,352$); HR, a la semana 4 ($r = -0,388$) y a la 6 ($r = -0,387$); e ITH, a la semana 4 ($r = -0,387$) y a la 6 ($r = -0,374$). No se demostró correlación entre la mortalidad e ITH ($p > 0,05$); además, se observó un incremento en la mortalidad en situación de estrés ($ITH > 72$). El incremento de peso de cuyes machos mostró tendencia lineal a $ITH \leq 72$ ($r^2 = 0,993$) e $ITH > 72$ ($r^2 = 0,994$). De igual manera, el incremento de peso de las hembras mostró tendencia lineal a $ITH \leq 72$ ($r^2 = 0,996$) e $ITH > 72$ ($r^2 = 0,997$) (Jahuir, et. al, 2022).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Hongos y Micotoxinas

En maíz, *Fusarium* ataca numerosas plantas y cereales que son importantes para la nutrición humana y animal. Infecta específicamente ciertas partes de ellos, como granos, plántulas,

mazorcas, raíces o tallos, además, causa diversas enfermedades, provocando la reducción del rendimiento comercial y disminuye la calidad del producto (Montiel-González et al., 2005; Hernández et al., 2007; Lamprecht et al., 2011, SENASICA, 2020).

El desarrollo del hongo y la producción de micotoxinas pueden darse durante procesos defectuosos de almacenado, una vez que el cereal haya sido contaminado en el campo. La contaminación de las materias primas por hongos del género *Fusarium* se suele producir previo a la cosecha con circunstancias climatológicas en las que predomina el frío y la humedad. La temperatura óptima para la producción de las micotoxinas tricotecenos es notablemente más baja que la de las otras micotoxinas, lo que explicaría su presencia en productos agroalimentarios producidos en zonas frías (AESAN, 2020)

Las micotoxinas son compuestos tóxicos producidos de forma natural por algunos tipos de mohos. Los mohos productores de micotoxinas crecen en numerosos alimentos, tales como cereales, frutas desecadas, frutos secos y especias. Su crecimiento puede tener lugar antes o después de la cosecha, durante el almacenamiento o en el mismo alimento en entornos cálidos y húmedos. La mayoría de las micotoxinas son químicamente estables y persisten tras el procesamiento de los alimentos. Se han identificado varios cientos de micotoxinas, pero las más frecuentes que suponen un problema para la salud humana y del ganado con las aflatoxinas, la ocratoxina A, la patulina, las fumonisinas, la zearalenona y el nivalenol y desoxinivalenol. Las micotoxinas aparecen en la cadena alimentaria a consecuencia de la infección de los cultivos por mohos, sea antes o después de la cosecha. La exposición a las micotoxinas puede producirse directamente al comer alimentos infectados, o indirectamente, a las aflatoxinas, producidas por los mohos *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* que crecen en el suelo, la vegetación en descomposición, el heno y los cereales, se encuentran entre las micotoxinas más tóxicas. Los cultivos más afectados por *Aspergillus* spp. son los cereales (maíz, sorgo, trigo y arroz), las semillas oleaginosas (soja, cacahuete, girasol y algodón), las especias (chile, pimienta negra, coriandro, cúrcuma y jengibre) y nueces de árbol (pistacho, almendra, nuez, coco y nuez del Brasil). Asimismo, pueden encontrarse en forma de aflatoxina M1 en la leche de animales alimentados con comida contaminada. Grandes dosis de aflatoxinas pueden producir toxicidad aguda (aflatoxicosis), que puede ser mortal, generalmente por lesiones hepáticas. También se ha demostrado que las aflatoxinas dañan el DNA (genotóxicas) y causan cáncer en diferentes especies animales. Asimismo, hay pruebas

de que pueden causar cáncer hepático en el ser humano. La ocratoxina A, producida por varias especies de *Aspergillus* y *Penicillium*, es una micotoxina común que contamina en todo el mundo alimentos como los cereales y sus productos, los granos de café, las pasas, el vino y el jugo de uva, las especias y el regaliz. La ocratoxina A se forma durante el almacenamiento de los cultivos y se sabe que causa una serie de efectos tóxicos en diferentes especies animales. El efecto más sensible y notable es el daño renal, pero la toxina también puede tener efectos en el desarrollo fetal y el sistema inmunitario. Contrariamente a las claras pruebas de toxicidad renal y cáncer de riñón debido a la exposición a la ocratoxina A en animales. La patulina es una micotoxina producida especialmente por *Aspergillus*, *Penicillium* y *Byssosclamyces*. Los síntomas agudos en animales incluyen daño al hígado, bazo y riñón, y toxicidad para el sistema inmunitario. Los hongos del género *Fusarium* son comunes en el suelo y producen varias toxinas diferentes, entre ellas tricotecenos como nivalenol y desoxinivalenol, toxinas T-2 y HT-2, zearalenona y fumonisinas. La formación de los mohos y toxinas se produce en diferentes cultivos de cereales. Diferentes toxinas de *Fusarium* se asocian con ciertos tipos de cereales. Tanto el desoxinivalenol como la zearalenona se asocian a menudo con el trigo, las toxinas T-2 y HT-2 con la avena, y las fumonisinas con el maíz. Los tricotecenos pueden producir toxicidad aguda en el ser humano, causando irritación rápida de la piel o la mucosa intestinal y diarrea. Los efectos crónicos descritos en animales incluyen la inmunodepresión. Se ha demostrado que la zearalenona tiene efectos hormonales, estrogénicos y puede causar infertilidad cuando la ingesta es elevada, sobre todo en el cerdo. Las fumonisinas se han relacionado con la toxicidad hepática y renal en animales a partir de ingerir comida contaminada, y en particular de la leche. Las micotoxinas no solo representan un riesgo para la salud humana y animal, sino que también afectan la seguridad alimentaria y la nutrición al reducir el acceso de las personas a alimentos saludables. La OMS alienta a las autoridades nacionales a supervisar y garantizar que los niveles de micotoxinas en los alimentos que se comercializan en sus países sean lo más bajos posible y cumplan con los niveles máximos, las condiciones y las legislaciones nacionales e internacionales (OMS, 2018).

La mayoría de las micotoxinas que causan intoxicaciones en el campo de la producción animal son producidas por especies de hongos pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Para evitar las intoxicaciones, los animales deben ingerir alimentos

libres de micotoxinas mediante estrategias preventivas de contaminación o con el uso de sustancias no nutritivas secuestrantes. Las micotoxinas son un grupo diverso de toxinas de hongos que contaminan naturalmente el alimento. Muchas de ellas están implicadas como agentes químicos en enfermedades tóxicas de humanos y animales. El número de micotoxinas es desconocido, pero los metabolitos potencialmente tóxicos de los hongos son miles. Sin embargo, el número de micotoxinas que se encuentran involucradas en enfermedades son considerablemente menores. La mayoría de las micotoxinas que se consideran importantes en producción animal son producidas principalmente por especies pertenecientes a tres géneros de hongos llamados *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. La mayor clase de estas toxinas son aflatoxinas, tricotecenos (toxina T-2 y deoxinivalenol, entre otras), fumonisinas, zearalenona, ocratoxinas y citrinina. La susceptibilidad del individuo a las micotoxinas varía considerablemente dependiendo de especie, edad, sexo y nutrición. Estas toxinas pueden presentarse de manera combinada en el pienso, ejerciendo, en general, un efecto sinérgico, dado que un hongo puede producir más de una micotoxina y se puede encontrar simultáneamente más de un género de hongos en el alimento. Según estudios recientes, la mayoría de los productos y alimentos utilizados en alimentación animal están contaminados con al menos una micotoxina. Más frecuentemente a lo esperado, más de una micotoxina está presente en el mismo ingrediente o alimento. La ocurrencia de las aflatoxinas en el alimento ha sido muy estudiada; sin embargo, la ocurrencia para el resto de micotoxinas es menos conocida (Bueno, 2014)

Además de las buenas prácticas agrícolas para prevenir la contaminación de los piensos con micotoxinas, se han desarrollado otras estrategias con la finalidad de reducir la absorción de micotoxinas en el tracto digestivo mediante el uso de agentes secuestrantes o detoxificantes. Los agentes detoxificantes se definen como «sustancias que pueden suprimir o reducir la absorción, promover la excreción de micotoxinas o modificar su modo de acción» (véase Commission regulation (EC) No. 386/2009 of 12 May 2009). Esta nueva categoría de aditivos, que reducen la absorción de micotoxinas en el tracto gastrointestinal del animal o que modifican su estructura se conocen como agentes adsorbentes o biotransformadores (Jard et al., 2011). El uso de los primeros (distintos tipos de arcillas y silicatos) está más extendido que el de los segundos (enzimas o microorganismos capaces de detoxificar algunas micotoxinas). Estos aditivos se adicionan a la dieta de los animales (principalmente de

cerdos, aves y ganado vacuno) para reducir la absorción de las micotoxinas en el tracto digestivo y su distribución a la sangre y los órganos diana. Los adsorbentes se unen a las micotoxinas presentes en los piensos contaminados sin disociarse en el tracto digestivo del animal, lo que limita su biodisponibilidad después de la ingestión, disminuyendo la exposición de los animales a las micotoxinas. De esta manera, el complejo micotoxina-adsorbente pasa a través del animal y es eliminado a través de las heces. Estos agentes se dividen a su vez en dos subgrupos: compuestos inorgánicos y orgánicos (Jard et al., 2011). Los adsorbentes inorgánicos, como los aluminosilicatos (bentonitas, y algunas zeolitas), han demostrado una gran eficacia adsorbiendo AFs (Kong, Shin y Kim, 2014). Sin embargo, no han demostrado ser tan eficaces frente a otro tipo de micotoxinas, como aquellas producidas por el género *Fusarium* (Harper, Estienne, Meldrum, Harrell y Diaz, 2010; Ramos y Hernández, 1997). Por otro lado, los adsorbentes orgánicos (paredes celulares de levaduras, fibras micronizadas o bio-sorbentes, como el orujo de uva) están demostrando tener mayor efectividad contra un amplio espectro de micotoxinas (FBs, OTA y ZEN) (Avantaggiato, Greco, Damascelli, Solfrizzo y Visconti, 2014). Solo algunos β -glucanos y mananos, junto con ciertos polímeros sintéticos (colestiramina) se han identificado como posibles adsorbentes de DON (Faucet-Marquis, Joannis-Cassan, Hadjeba-Medjdoub, Ballet y Pfohl-Leszkowicz, 2014) (Vila-Donat, et. al., 2018)

Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos producidos por hongos filamentosos que comúnmente se detectan como contaminantes naturales en productos agrícolas en todo el mundo. La exposición a micotoxinas puede provocar micotoxicosis tanto en animales como en humanos cuando se encuentran en piensos y productos alimenticios, y en concentraciones más bajas puede afectar el rendimiento animal al alterar la digestión, la absorción, el metabolismo y la fisiología animal de los nutrientes. Por lo tanto, la contaminación de los alimentos para animales por micotoxinas representa un problema importante para la industria ganadera y es una amenaza para la salud de los animales destinados al consumo (Xu, et. al., 2022)

Las aflatoxinas son metabolitos fúngicos secundarios tóxicos que están presentes en una variedad de cultivos. Agregar bentonitas a alimentos contaminados con aflatoxinas podría reducir la toxicidad para los animales, aunque no se ha logrado una protección completa

contra la toxicidad. La adsorción de aflatoxina (AfB1) por la bentonita en el tracto gastrointestinal podría verse obstaculizada por la competencia de proteínas y otros nutrientes. Los objetivos de este estudio fueron evaluar 1) el efecto de la proteína del líquido gástrico simulado (pepsina) y el pH sobre la adsorción de aflatoxinas por la esmectita, 2) la influencia del catión intercambiable de la esmectita sobre la adsorción de aflatoxinas en condiciones gástricas simuladas, 3) la competencia de vitaminas con moléculas de aflatoxina por los sitios de adsorción en la esmectita, y 4) la adsorción de aflatoxinas en presencia de vitamina B1 en el fluido simulado. Se realizaron isotermas de adsorción de aflatoxinas en agua y fluidos gástricos simulados para esmectitas saturadas con Na, Ca y Ba. La intercalación de pepsina en la esmectita se confirmó con XRD y FTIR. La interacción de las vitaminas (B1, D y E) también se cuantificó con isotermas de adsorción. La adsorción de aflatoxinas en la esmectita se redujo en la solución gástrica simulada, debido a la intercalación de pepsina en la esmectita. El catión intercambiable mostró un efecto bajo o insignificante sobre la adsorción de aflatoxinas en el GF simulado. La vitamina B1 fue absorbida por la arcilla. Las proteínas y las vitaminas hidrofílicas competían con las moléculas de aflatoxina por los sitios de adsorción en la esmectita. En el espacio entre capas de la esmectita, moléculas grandes como la pepsina podrían bloquear los sitios hidrofóbicos necesarios para las aflatoxinas. Sin embargo, la vitamina B1 podría competir con las proteínas y mejorar la adsorción de aflatoxinas al producir dominios hidrofóbicos en la superficie de la esmectita. Se concluye que varios factores en los complejos fluidos gástricos afectan la adsorción de aflatoxinas por la esmectita. El bajo pH en el líquido gástrico redujo la adsorción de moléculas de aflatoxina, pero la capacidad de adsorción de aflatoxinas en el GF aún puede ser significativa. El bajo pH favorece la adsorción de proteínas (pepsina) en la esmectita, la pepsina adsorbida ocupó grandes áreas en la superficie de la esmectita y redujo los sitios de adsorción disponibles para las moléculas de aflatoxina (Barrientos et. al., 2016).

1.2.2 Secuestrante de micotoxinas

La técnica más utilizada para reducir los efectos tóxicos de las micotoxinas es la adición de adsorbentes que son compuestos que se unen a las micotoxinas y de esta manera impiden que ejerzan su acción tóxica en el organismo del animal. La desventaja de los adsorbentes es que

no todos son efectivos para todas las micotoxinas y que, a veces, pueden unirse a los nutrientes e impedir que el animal los absorba (ELIKA, 2013).

Los adsorbentes actúan como “secuestradores químicos”, formando enlaces con las moléculas de micotoxinas en el tracto gastrointestinal y reducen el grado de absorción de micotoxinas por el intestino, reduciendo así la toxicidad sistémica en el organismo (De Oliveira, S., 2015; Sekiyama et al, 2007; Huwig et al ..., 2001; Yiannilouris et al, 2006).

Un agente secuestrante efectivo es aquel que previene o limita la absorción de toxinas en el tracto gastrointestinal del animal. Estos agentes actúan por el fenómeno físico de la adsorción. De manera general, su incorporación como aditivos en la alimentación animal permite la formación de compuestos inertes, irreversibles y estables, que favorece su eliminación por las heces, previniendo la formación de cualquier metabolito tóxico más peligroso que la micotoxina de partida, independiente de las condiciones del tracto gastrointestinal y de su flora, así como del empleo de antibióticos o enzimas. Hay tres elementos que intervienen en la eficiencia de adsorción de una micotoxina por un adsorbente en el medio dado: la interacción entre la micotoxina y el secuestrante, la interacción entre la micotoxina y el medio y la interacción entre el medio y el secuestrante. El medio incluye el interior del aparato digestivo del animal, cuyas condiciones varían entre especies (los principales parámetros son el pH y la osmolaridad) y dependen en cierta medida de otros factores como son el estado de salud del organismo, la edad y la dieta. Hay que tener en cuenta que la micotoxina es una molécula orgánica cuyas propiedades varían según su estructura química, determinada por su peso molecular (tamaño), polaridad (balance de electronegatividad en función de los grupos funcionales), solubilidad y estereoquímica (configuración en el espacio). Por otro lado, las propiedades de los secuestrantes vienen dadas especialmente por su estructura atómica y cristalográfica, y propiedades fisicoquímicas, que dependen entre otros factores de la composición química, su origen y su configuración (Bueno, 2014).

En el año 2017 la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) consideró que los adsorbentes son seguros y establecen dosis límites de seguridad altas (20 kg/t de pienso). Las dosis recomendadas actualmente de adsorbente están establecidas generalmente por las empresas comercializadoras de los adsorbentes que realizan pruebas in vitro utilizando

diferentes dosis de inclusión de adsorbentes. Esta dosis requerida difiere según el tipo del adsorbente, cambiando las propiedades químicas con la composición química y la naturaleza del adsorbente. Sin embargo, debería ser posible recomendar un rango de proporciones que deberían seguirse durante los experimentos in vitro, sin embargo, los experimentos in vivo son el mejor método para probar la eficacia de los adsorbentes y permiten tener una comprensión más profunda del funcionamiento de los productos en los animales porque replican las condiciones del campo y la respuesta del animal al suplemento de los adsorbentes en presencia de micotoxinas en las dietas (Kihal, 2023).

El objetivo de la función de secuestro es evitar la difusión de toxinas al torrente sanguíneo, formando moléculas de alto peso molecular incapaces de atravesar la barrera intestinal y que se excreten a través de las heces. Los mecanismos de secuestro de micotoxinas pueden ser complejos y en muchas ocasiones se garantizan con la presencia de una arcilla específica en su composición, generalmente bentonita, reconociéndose incluso un apartado específico en la legislación (Reglamento CE 1060/2013) “Reductores de contaminación de los piensos por micotoxinas: Aflatoxina B1”. Las bentonitas son silicatos de aluminio con una estructura laminar tricapa, con 2 capas tetraédricas rodeando a una octaédrica. La capa octaédrica negativamente cargada se ve compensada con las dos capas tetraédricas a través de los cationes de oxígeno (Nutrinews.com, 2014).

En general, hay dos tipos de secuestrante: los orgánicos y los inorgánicos. Los primeros enlazan la toxina en sitios de unión sin que estén relacionados directamente con cargas electrostáticas y corresponden, en general, a derivados de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* (b-D-glucanos). Estos productos presentan acción secuestrante para diversas micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxina A, fumonisinas, toxina T-2, deoxinivalenol, y zearalenona) a una dosis de inclusión en la dieta 1-2 kg/t (0,1-0,2 %). Por otro lado, están los secuestrantes inorgánicos, que enlazan la micotoxina por diferencia de carga. En general, estos compuestos corresponden a minerales de arcillas (por ejemplo, bentonita), zeolitas, carbón activado, colestiramina y clorofilina. Normalmente, no se trata de un adsorbente de micotoxinas, sino de un adsorbente específico para las aflatoxinas. Eventualmente, tiene lugar una acción secuestrante por parte de estos productos para otras toxinas como toxina T-2 y deoxinivalenol. Algunos estudios muestran la posibilidad de adsorción de minerales y

otros nutrientes junto a las micotoxinas, pero en general se supone que no existe unión significativa con otros componentes de la dieta. Su dosificación es de 1 a 10 kg de adsorbente por tonelada de alimento (0,1-1 %) (Bueno, 2014)

Los agentes adsorbentes (sustancias de alto peso molecular) se unen con las micotoxinas que se encuentran en el alimento evitando su disociación, en el tracto digestivo del animal y de esta manera el complejo toxina-adsorbente pasa a través del animal y es eliminado en las heces (Gimeno & Martins, 2007). La manera en que las micotoxinas se pueden adherir a estos compuestos es por medio de una adsorción física (interacciones débiles de van der Waals y enlaces de hidrógeno, este proceso es fácilmente reversible) y adsorción química o quimiosorción (interacciones fuertes mediante enlace iónico o covalente, es un proceso irreversible ocasionado por un cambio químico en la sustancia original). Los aluminosilicatos de calcio y sodio (HSCAS), pueden encontrarse de forma natural o mediante el tratamiento térmico de arcillas de calcio. Estos compuestos contienen moléculas de agua adheridas a un metal central o cristalizado con un metal complejo permitiendo un mayor secuestro de micotoxinas (Tapia-Salazar et. al., 2010). En la tabla 1 se aprecia un listado de productos con las micotoxinas que secuestra.

Tabla 1. Nombres de productos comerciales a base de arcillas utilizadas como secuestrantes de micotoxinas en alimentos para organismos terrestres

Producto	Micotoxina que secuestra
Agrabond (Alumino silicato de calcio y sodio)	AF, ZEA, FUM
Alquerfeed antiox (Aluminosilicato de sodio y calcio hidratado)	AF, DON, T-2, OTA, ZEA, Oosporina
Astra Ben 20® (Bentonita de sodio)	AFB1, AFM1
Atox ® (Combinación de esmectita y sepiolita)	AFB1
Bentonita	AFB1
Bentonita de sodio	AFB1, FB1
Calibrin-A (Montmorilonita refinada)	AF
Calibrin-Z (Montmorilonita refinada)	ZEA
Championite® (Bentonita de sodio)	AF
Clinoptilolita	AF, OTA, NIV, DAS, T-2, ZEA, AFB1
Clinoptilolita-huelanditavolcánica	ZEA, OTA, FUMB1, T-2, AF
Duotek ® (organoaluminosilicato)	AFB1
Fixat® (aluminosilicato)	AFB1, T-2, DON, OTA, FB1, ZEA
Flo-Bond (aluminosilicato hidratado de calcio y sodio)	

Flow Guard® (bentonita de sodio)	AFB1, AFM1
Klinsil® (aluminosilicato)	OTA
Meksil® (aluminosilicato hidratado de calcio y sodio)	AFB1
Milbond-TX® (SMACSHAT)	AFB1
Montmorilonita	AF
Montmorilonita de calcio y sodio	AFB1, ZEA
Montmorilonita nanocompuesta modificada	AF
Montmorilonita organofílica modificada	DON, ZEA
Myco-Ad® (combinación de SMACSHAT y mezcla de ilita y cloritas)	AF, T-2, OTA
Myco-Ad® A-Z (combinación de SMACSHAT y mezcla de ilita y cloritas donde ha removido las fracciones no arcillosas)	AF, T-2, OTA, ZEA
Mycosil® A-Z (SMACSHAT)	AFB1
Mycobond R (mezcla de minerales)	AF
Neosil® A-Z (aluminosilicato hidratado de calcio y sodio, magnesio, hierro)	AF
NovaSil TM (SMACSHAT, Ca-montmorilonita)	AFB1, AFM1
Promisil IP-A (aluminosilicato de calcio y sodio)	OTA
Quitaflax ZEO® (aluminosilicato hidratado de calcio y sodio)	ZEA, FUMB1, OTA, VOM, AFB1, T-2
Red Crown® (bentonita de calcio)	AFB1, AFM1
Sintox® (aluminosilicato de calcio y sodio)	AF, T-2, OTA, ZEA, DON
Sorb-IT® (Bentonita + Montmorilonita)	AF, T-2, OTA, ZEA, FUM
Swy-2: Wyoming bentonita de sodio	AF
Topsil (aluminosilicato de calcio y sodio)	ZEA, FUM, OTA, AF
Toxinor® (Combinación de montmorilonita, sepiolita y diatomita)	AF, ZEA, FUM, OTA, DON, T-2
Toxisorb® classic (aluminosilicato parcialmente modificado)	AFB1, ZEA, T-2, FUM, ergot
Toxisorb® premium (aluminosilicato parcialmente modificado)	AFB1, DON, ZEA, T-2, FUMB1, AF, DON, T-2, OTA, ZEA, FUM
Trisox	AF, OTA, ZEA
Trisox II	AF, OTA, ZEA
Volclay FD-181 (bentonita de sodio)	FB1
Zeolex extra® (aluminosilicato de calcio y sodio hidratado y activado químicamente)	AF, OTA, T-2, FUMB1, ZEA
Zeolex® (SMACSHAT, aluminosilicato de calcio y sodio)	AFB1, ZEA, OTA, VOM, FUM, T2,C
Zeotek® (organoaluminosilicato)	AF, ZEA, OTA, VOM, FUM, T-2, CIT

AF aflatoxinas, AFB1 aflatoxina B1, AFM1 aflatoxina M1, ZEA zearalenona, FUM fumonisina, DON deoxinivalenol, T-2 toxina T-2, OTA ocratoxina, NIV nivalenol, DAS diacetoxiscirpenol, VOM vomitoxina, CIT citrina

Fuente: Tapia-Salazar et. al (2010)

Toxibond es un Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado y Activado térmicamente (HSCAS), inocuo para humanos y animales. Por su composición y propiedades físico químicas, puede ser usado como adsorbente de micotoxinas posee baja capacidad de intercambio catiónico y cargas eléctricas bipolares, que lo constituyen en una excelente alternativa para adsorber (ligar eléctricamente) una amplia gama de micotoxinas entre las que se pueden citar: Aflatoxina B1, Zearalenona, Ocratoxina, Vomitoxina, Fumonisina, T2 y Citrinina. Toxibond se liga a los grupos químicos activos de las toxinas por fuerzas de van der Waals, convirtiéndolas en compuestos de mayor tamaño evitando su absorción a nivel del intestino delgado. Adicionalmente, ha sido demostrado su efecto como modificador metabólico en fase I, mejorando la absorción de glucosa a nivel del tracto digestivo. Posee las siguientes características: 1) Modificador metabólico en fase I (Intestino delgado). Los modificadores metabólicos en fase I son compuestos que alteran el metabolismo para alcanzar mejoras en la eficiencia de un proceso productivo, por lo tanto, les da valor nutricional. También favorece un incremento en el tiempo de retención gastro intestinal, lo cual favorece la acción de las endo y exoenzimas. Esto se debe al poco porcentaje de hidratación del Toxibond, por lo que no cubre las vellosidades intestinales y favorece la absorción de los nutrientes. 2) incremento de la absorción transcelular de la glucosa mediante el aumento del potencial diferencial transmural (PDT) en el enterocito de las vellosidades; como resultado se produce mayor retención energética en el animal y una disminución en el consumo de alimento, sin afectar los parámetros productivos. 3) Incremento directo de la absorción para- celular de agua, favoreciendo la disminución de la humedad y olores en las heces. Además de producir huevos más limpios en ponedoras y reproductoras. Se recomienda utilizar 2.5 – 5 Kg. de Toxibond por tonelada métrica de alimento (BIOMIX, s/f).

1.2.3 Cuyes

Los parámetros productivos de la raza Perú son: Peso vivo al nacer 175.5g; Peso vivo al destete: 326.3g; incremento: 151.8g; Peso a las 8 semanas en machos: 1041g; Conversión alimenticia promedio: 3.03 (Reynaga, 2020).

Los requerimientos nutricionales de cuyes raza Perú en la etapa de crecimiento y acabado para Proteína cruda son: 20% y 17% respectivamente; Energía Digestible: 2.8 y 2.7

Mcal/Kg respectivamente; Fibra cruda: 8 y 10% respectivamente; Calcio: 0.8% en ambas etapas; Fosforo: 0.4% en ambas etapas; Sodio: 0.2% en ambas etapas; Lisina: 0.83 y 0.78% respectivamente; Metionina: 0.36 y 0.34% respectivamente y Met+Cis: 0.74 y 0.7% respectivamente (Vergara, 2008).

1.2.4 Estrés animal y producción

El estrés sufrido por un animal ante una situación que perciba como desfavorable va a ser el desencadenante del malestar del animal. Se entiende como estrés animal aquella situación de alerta por parte del mismo como consecuencia de un estímulo desagradable. Si la situación permanece en el tiempo puede provocar la aparición de trastornos e incluso la muerte si el estímulo es lo suficientemente fuerte. Se distinguen tres fases en el proceso de estrés: 1. Fase de alarma: El animal percibe la situación desagradable y se desencadenan una serie de reacciones fisiológicas que lo preparan para afrontarla. En esta fase el organismo produce adrenalina que produce a su vez aumento del ritmo cardíaco (taquicardia), aumento del ritmo respiratorio (taquipnea), vaso constricción periférica, etc. 2. Fase de mantenimiento: Los cambios fisiológicos de la anterior fase se mantienen en el tiempo, mientras dura el estímulo desagradable e incluso tras su cese. 3. Fase de agotamiento: En ocasiones, si el estímulo es lo suficientemente fuerte o duradero, puede sobrepasarse la capacidad de respuesta del organismo animal, desencadenándose situaciones patológicas e incluso la muerte (Duran y Arnao, 2020).

Jahuira, et. al., (2020) presentan la zona de confort térmico (°C) y humedad relativa (%) en la cual el cuy se desarrolla normalmente.

Tabla 2. Zona de confort de cuyes en temperatura (°C) y humedad relativa (%)

T° (°C)	H° (%)	Autores
18-22		Arias y araujo (2013)
18-24	45-70	Caycedo (2000)
18-24	50-70	Chauca (2012)

Fuente: Jahuira, et. al (2022)

II. METODOS Y MATERIALES

2.1 Tipo y Diseño de Estudio

Por la naturaleza del estudio se utilizó un diseño experimental.

2.2 Lugar y duración

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en el distrito La Victoria, provincia de Chiclayo desde el 11 de marzo al 5 de mayo de 2024.

2.3 Tratamientos evaluados

Se evaluaron 5 tratamientos considerando el nivel mínimo y máximo de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente (SMACSHAT) en el concentrado para cuyes en crecimiento.

T0: Cuyes en crecimiento sin SMACSHAT.

T₁: Cuyes en crecimiento con 0.10% de SMACSHAT

T₂: Cuyes en crecimiento con 0.15% de SMACSHAT

T₃: Cuyes en crecimiento con 0.20% de SMACSHAT

T₄: Cuyes en crecimiento con 0.25% de SMACSHAT

A cada tratamiento se le asignaron 8 cuyes hembras destetadas de 15 días de edad mejoradas con raza Perú. Todos los tratamientos fueron complementados con maíz chala como fuente forrajera. Las raciones experimentales y composición química de cada una se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3. Raciones balanceadas y composición química para cuyes en crecimiento según tratamiento (%)

Insumos	T0	T1	T2	T3	T4
Afrecho de trigo	27.00	27.00	27.00	26.95	26.90
Maíz grano	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
DL metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Heno de alfalfa 1ra.	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Polvillo de arroz	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Harina de Pescado 1ra.	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Torta de soya	14.00	13.93	13.88	13.88	13.88
Sal común	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix cuyes	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Antifúngico	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Carbonato de calcio	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Harina integral de soya	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Melaza de caña	4.66	4.64	4.63	4.63	4.63
Enzima	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Secuestrante de micotoxinas		0.10	0.15	0.20	0.25
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Composición química					
MS (%)	86.51	87.53	87.53	87.54	87.54
P T (%)	18.20	18.20	18.10	18.10	18.10
ED (Mcal/Kg)	2.84	2.83	2.83	2.83	2.83
F C (%)	8.64	8.63	8.63	8.63	8.62
Ca (%)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
P (%)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Na (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Lis (%)	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90
Met (%)	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Met. + Cis (%)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Treo (%)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

2.4 Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales:

- 40 cuyes hembras de raza mejoradas con raza Perú destetadas de 15 días de edad
- Alimento balanceado con insumos de la zona.

- Secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes (Toxi bond)
- Maíz chala

2.5 Instalaciones y equipo

a. Instalaciones

- 5 jaulas de evaluación para cuyes en recría de 1.35 m².

b. Equipo

- 1 Balanza electrónica
- 1 Termo higrómetro ambiental
- 1 Cámara fotográfica
- 10 comederos
- 10 bebederos
- Registro de peso
- Registro de alimento
- Implementos de limpieza y desinfectantes, etc.
- Computadora personal.

2.6 Técnicas experimentales

Para la ejecución del presente trabajo se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Adaptación del galpón para la implementación del estudio experimental
- Acondicionamiento de las jaulas con sus comederos y bebederos dentro del galpón.
- Preparación de alimento concentrado para la alimentación de cuyes de acuerdo a cada tratamiento.
- Adquisición de cuyes para el estudio.
- Pesado, identificación y asignación de 8 cuyes al azar a cada tratamiento.
- Suministro diario de concentrado a cada tratamiento.
- Suministro diario de maíz chala a todos los tratamientos
- Pesado semanal en ayunas de los animales de cada tratamiento.

2.7 Variables evaluadas

- Consumo de alimento
- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia de materia seca de forraje, concentrado y materia seca total.
- Merito económico de los tratamientos evaluados.

2.8 Evaluación de la información

Por tratarse de un estudio experimental en el que se consideró la evaluación de tres tratamientos las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Ho: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Ha: al menos una media difiere del resto.

2.8.1 Diseño estadístico

Para contrastar la hipótesis a nivel de crecimiento de cuyes al inicio del estudio se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con igual número de repeticiones por tratamiento:

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

Donde:

Y_{ij} : Variable dependiente observada para la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ : Media general de todas las observaciones

A_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} : Error experimental del j-ésimo cuy del i-ésimo tratamiento.

Para realizar los análisis de varianza y en caso de hallar diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tuckey haciendo uso del programa Infostat Versión 20e y hoja de cálculo Excel 2020.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Evaluación de animales

3.1.1 Peso inicial de cuyes según tratamiento

Para el presente estudio se utilizaron 40 cuyes hembras destetadas de 15 días de edad mejoradas con raza Perú y por ser menor a 50 unidades se realizó el análisis de normalidad con la prueba de Shapiro wilks demostrando que los pesos iniciales describen una tendencia normal (Anexo 1.1). y para determinar la homogeneidad de varianzas se aplicó la prueba de Levene (Anexo 1.2) la cual no encontró diferencias estadísticas entre tratamientos ($p>0.05$) cumpliendo con los requisitos para realizar el Análisis de Varianza en este estudio.

Tabla 4. Peso inicial de cuyes según tratamiento (Kg)

Cuy	T0	T1	T2	T3	T4
1	0.278	0.274	0.246	0.198	0.208
2	0.312	0.298	0.268	0.226	0.314
3	0.242	0.267	0.204	0.272	0.198
4	0.284	0.292	0.312	0.310	0.284
5	0.252	0.284	0.224	0.218	0.280
6	0.206	0.208	0.220	0.324	0.230
7	0.288	0.284	0.362	0.322	0.314
8	0.270	0.202	0.284	0.264	0.278
Promedio	0.267a	0.264a	0.265a	0.267a	0.263a

3.1.2 Peso final de cuyes

Semanalmente se pesaron a los cuyes en ayunas y el peso final durante 8 semanas de evaluación y el peso de la última semana se aprecia en la tabla 5 y al aplicar el ANAVA (anexo 1.3) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente los cuyes que recibieron 0.1 % de SMACSHAT en el concentrado (T₁) superaron de manera inversa al peso final de los cuyes que recibieron mayor contenido de SMACSHAT en el concentrado de crecimiento, superando en 2.03%,

2.39% y 8.02% al peso final de los que recibieron 0.15% (T2), 0.20% (T3) y 0.25% (T4). de SMACSHAT en el concentrado de cuyes en crecimiento respectivamente. Todos los tratamientos con SMACSHAT superaron el peso final de los que no recibieron secuestrante de micotoxinas en el estudio (T0) apreciándose que T1 superó el peso final del testigo en 8.75% y éste peso fue ligeramente superior al obtenido con T4 que recibió la dosis máxima recomendada de SMACSHAT para aves y cerdos. Esta situación puede asociarse a la propiedad de los secuestrantes que además de adsorber aflatoxinas también adsorbe nutrientes como la vitamina B1 disminuyendo su nivel de adsorción de aflatoxinas por haber una competencia directa por los sitios de adsorción (Barrientos, 2016).

Tabla 5. Peso final de cuyes según tratamiento (Kg)

Cuy	T'0	T1	T2	T3	T4
1	0.637	0.757	0.671	0.696	0.720
2	0.836	0.802	0.854	0.752	0.720
3	0.620	0.743	0.701	0.740	0.624
4	0.790	0.812	0.857	0.863	0.802
5	0.702	0.944	0.733	0.607	0.800
6	0.696	0.706	0.744	1.030	0.770
7	0.820	0.941	0.968	0.848	0.715
8	0.780	0.740	0.786	0.755	0.777
Promedio	0.735a	0.806a	0.789a	0.786a	0.741a

3.1.3 Incremento de peso vivo de cuyes según tratamiento

Para calcular el incremento de peso vivo (Tabla 6) se utilizó la información de la tabla 4 de la cual se sustrajo la información de la tabla 3 y el análisis de varianza (anexo 1.3) no encontró diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos, pero numéricamente los cuyes que recibieron 0.1% de SMACSHAT en el concentrado (T₁) superaron de manera inversa al incremento de peso vivo de las cuyes que recibieron mayor contenido de SMACSHAT en el concentrado de crecimiento, superando en 3.27%, 4.13% y 11.85% al incremento de peso vivo de las que recibieron 0.15% (T2), 0.20% (T3) y 0.25% (T4) de SMACSHAT en el concentrado de cuyes en crecimiento respectivamente y superó a la ganancia de peso vivo de T0 en 8.75%. Se aprecia que el incremento de peso vivo diario fue de 8.37 g,

9.68 g, 9.36 g, 9.28 y 8.53 g para T0, T1, T2, T3 y T4 respectivamente, ganancias que se hallan por debajo de las ganancias de peso diario de 10.81 g y 10.19 g para de cuyes machos de raza Kuri evaluados en meses de verano del año 2023 que recibieron 0.15% y 0.25% de bentonita de sodio en el concentrado respectivamente, incrementos que se hallan por debajo de los 16 g logrados por la raza Perú pura, parámetros que evidencian la influencia de la dosis de secuestrante en el concentrado y asimismo el impacto de la depresión del consumo por estrés calórico en la baja ganancia de peso de los animales.

Tabla 6. Incremento de peso vivo de cuyes según tratamiento (kg)

Cuy	T0	T1	T2	T3	T4
1	0.359	0.483	0.425	0.498	0.512
2	0.524	0.504	0.586	0.526	0.406
3	0.378	0.476	0.497	0.468	0.426
4	0.506	0.520	0.545	0.553	0.518
5	0.450	0.660	0.509	0.389	0.520
6	0.490	0.498	0.524	0.706	0.540
7	0.532	0.657	0.606	0.526	0.401
8	0.510	0.538	0.502	0.491	0.499
Promedio	0.469a	0.542a	0.524a	0.520a	0.478a

3.2 Alimentación de cuyes

La alimentación diaria de cuyes se realizó en función de los pesos semanales (anexo 2) considerando un consumo de materia seca de 10% del peso vivo promedio de cada tratamiento considerando 60% para el forraje y 40% para el concentrado. El forraje utilizado fue maíz chala con un contenido de 27% de materia seca en base fresca y un concentrado en harina preparado con insumos de la zona con 86% de materia seca en base fresca.

3.2.1 Consumo de forraje verde

El forraje verde consumido por animal durante el periodo de evaluación fue controlado y todos recibieron el equivalente al 30% de su peso vivo lo cual se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7. Consumo de forraje verde por cuy según tratamiento (kg)

T0	T1	T2	T3	T4
1.51	1.60	1.57	1.56	1.51

Con la información de la tabla 7 se calculó el consumo total de materia seca de forraje verde por cuy de cada tratamiento durante el estudio considerando un aporte de 27% de materia seca de maíz chala utilizada obteniendo el mismo resultado para todos los tratamientos como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Consumo de materia seca de forraje por cuy según tratamiento (kg)

T0	T1	T2	T3	T4
0.41	0.43	0.42	0.42	0.41

3.2.2 Consumo de concentrado

El concentrado utilizado en el presente estudio fue diseñado para cuyes en crecimiento con insumos de la zona y con una composición química de acuerdo a los requerimientos nutricionales de esta etapa recomendados por VERGARA (2008): Materia seca: 86 %; Proteína cruda: 18 %; Energía digestible: 2.8 Mcal/kg; Fibra cruda: 8 %; Ca: 1.0; P: 0.65 %; Lisina: 0.83 %; Metionina: 0.36 % y Met+Cis: 0.74 %. El consumo de concentrado durante el estudio de cada tratamiento se aprecia en la tabla 9 observando que el consumo de concentrado promedio por día de cada tratamiento fue de 21.60 g en todos los tratamientos apreciándose que el consumo de concentrado se encontró dentro del rango de 20 a 30 g para la etapa de crecimiento recomendado por CHAUCA (2023), situación que se explicaría por la época de calor en la cual se realizó el experimento donde el cuy restringe su consumo como estrategia para equilibrar su calor interno.

Tabla 9. Consumo de concentrado por cuy por tratamiento (Kg)

T0	T1	T2	T3	T4
1.21	1.21	1.21	1.21	1.21

Con la información de la tabla 9 se calculó el consumo de materia seca de concentrado durante el estudio por cuy de cada tratamiento que se aprecia en la tabla 10.

Tabla 10. Consumo de materia seca de concentrado por cuy por tratamiento (Kg)

T0	T1	T2	T3	T4
1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

3.2.3 Consumo de materia seca total de alimento por cuy por tratamiento (Kg)

El consumo de materia seca total por cuy por tratamiento que se aprecia en la tabla 11 se calculó sumando el consumo de materia seca de forraje (tabla 8) y consumo de materia seca de concentrado (tabla 10)

Tabla 11. Consumo de materia seca total por cuy por tratamiento (Kg)

T0	T1	T2	T3	T4
1.46	1.48	1.47	1.47	1.46

3.2.4 Conversión alimenticia de materia seca por tratamiento

3.2.4.1 Conversión alimenticia de materia seca de forraje

La conversión alimenticia de materia seca del forraje (C.A.M.S.F) se calculó relacionando el consumo total de materia seca de forraje por cuy por tratamiento (tabla 8) y el incremento de peso de cada uno visto en la tabla 6. Los resultados se presentan en la tabla 12 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 1.4) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente la mejor C.A.M.S.F la presentaron los cuyes que recibieron 0.1% y 0.15% de SMACSHAT en el concentrado (T_1 y T_2 respectivamente) siendo menor en 6.60% a la C.A.M.S.F de los cuyes del tratamiento que recibió la dosis máxima de Toxibond recomendada por el fabricante en el concentrado de 0.25% (T_4) y 10.06% más eficiente que la C.A.M.S.F de los cuyes del tratamiento que no recibió de SMACSHAT en el concentrado (T_0).

Tabla 12. Conversión alimenticia de materia seca de forraje por cuy por tratamiento (%)

Cuy	T0	T1	T2	T3	T4
1	1.14	0.89	1.00	0.85	0.79
2	0.78	0.86	0.72	0.80	1.00
3	1.08	0.91	0.85	0.90	0.95
4	0.81	0.83	0.78	0.76	0.79
5	0.91	0.65	0.83	1.08	0.78
6	0.83	0.87	0.81	0.60	0.75
7	0.77	0.66	0.70	0.80	1.01
8	0.80	0.80	0.84	0.86	0.82
Promedio	0.89a	0.81a	0.82a	0.83a	0.86a

3.2.4.2 Conversión alimenticia de materia seca de concentrado

La conversión alimenticia (C.A) de materia seca del concentrado (MSC) se calculó relacionando el consumo total de MSC por cuy por tratamiento (tabla 10) y el incremento de peso de cada uno presentados en la tabla 6. Los resultados se presentan en la tabla 13 y el análisis de varianza (anexo 1.5) no halló diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0.05$) pero numéricamente se aprecia mejor CAMSC en los cuyes que recibieron la dosis mínima de 0.1% de SMACSHAT en el concentrado (T₁) y ésta se va incrementando a medida que aumenta la dosis de este producto en el concentrado siendo 2.93%, 5.32% y 13.24% más baja que la CA de los que recibieron 0.15%, 0.20% y 0.25% del secuestrante de micotoxinas evaluadas con T2, T3 y T4 respectivamente. Al compararlo con la CAMSC del T0, T4 fue 16.26% más eficiente.

Tabla 13. Conversión alimenticia de materia seca de concentrado por cuy por tratamiento (%)

Cuy	T0	T1	T2	T3	T4
1	2.92	2.17	2.47	2.11	2.05
2	2.00	2.08	1.79	1.99	2.58
3	2.77	2.20	2.11	2.24	2.46
4	2.07	2.02	1.92	1.90	2.02
5	2.33	1.59	2.06	2.70	2.02
6	2.14	2.11	2.00	1.49	1.94
7	1.97	1.60	1.73	1.99	2.62
8	2.06	1.95	2.09	2.14	2.10
Promedio	2.28a	1.96a	2.02a	2.07a	2.22a

3.2.4.3 Conversión alimenticia de materia seca total

La conversión alimenticia de materia seca total (CAMST) se calculó dividiendo la información del consumo de materia seca total (MS de forraje + MS de concentrado) de la tabla 11 entre el incremento de peso total de cada tratamiento (tabla 6) obteniendo los resultados que se aprecian en la tabla 14 y al aplicar el análisis de varianza (anexo 1.6) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente la CAMST de los cuyes que recibieron 0.1% de SMACSHAT en el concentrado (T1) fue inferior a todos los demás tratamientos que recibieron mayor dosis del secuestrante utilizado en el presente estudio y coincide con la dosis de 0.1% de SMAB utilizados como secuestrante de micotoxinas con bentonita de sodio en cuyes machos en etapa de crecimiento (Sánchez, 2024). Esta CAMST fue inferior en 2.27%, 4.32% y 10.15% más baja que la CAMST de los que recibieron 0.15%, 0.20% y 0.25% del secuestrante de micotoxinas evaluada en T2, T3 y T4 respectivamente y al compararla con la del testigo la CAMST de T4 fue 12.63% más eficiente que la de T0.

Estos resultados indican que la dosis máxima de uso de este secuestrante recomendada por el fabricante puede estar asociada para alimentos con mayor posibilidad de contaminación fúngica y en caso de condiciones de insumos normales la dosis mínima es la de mejor respuesta.

Tabla 14. Conversión alimenticia de materia seca total por cuy por tratamiento (%)

Cuy	T0	T1	T2	T3	T4
1	4.06	3.07	3.46	2.95	2.84
2	2.78	2.94	2.51	2.79	3.59
3	3.86	3.11	2.96	3.14	3.42
4	2.88	2.85	2.70	2.66	2.81
5	3.24	2.24	2.89	3.78	2.80
6	2.98	2.97	2.81	2.08	2.70
7	2.74	2.25	2.43	2.79	3.63
8	2.86	2.75	2.93	2.99	2.92
Promedio	3.17a	2.77a	2.84a	2.90a	3.09a

3.2.5 Temperatura (°C) y humedad relativa (%)

La temperatura promedio durante el periodo de estudio calculada con los datos del Anexo 2 se aprecia en la tabla 15 siendo más alto en el mes de marzo y fue descendiendo muy lentamente en el mes de abril e inicio de mayo pudiéndose apreciar que a nivel de máximas la temperatura estuvo por encima de los 28 °C lo cual influyó en el consumo de los animales en estudio cuya zona de confort oscila entre 14 a 24°C y 50 a 70% de humedad relativa. Durante todos el periodo de evaluación el nivel de humedad relativa (H°) estuvo por encima de la humedad de confort del cuy y el exceso de humedad puede provocar trastornos respiratorios, mayor difusión de enfermedades y condensación sobre las instalaciones y los propios animales (Duran y Arnao, 2020).

Tabla 15. Temperatura (°C) y humedad relativa (%) durante el periodo de estudio

Mes	Temperatura °C		Humedad (%)
	Max	min	
Marzo	29.43±1.13	21.25±0.69	82.64±2.81
Abril	28.55±1.24	19.82±0.82	80.81±3.69
Mayo	26.36±1.24	18.34±0.63	80.64±2.95

3.2.6 Mérito económico

Para calcular el mérito económico de los tratamientos evaluados se procedió a multiplicar el consumo de forraje fresco por su precio de adquisición que fue S/0.33 por kg y el consumo de concentrado por el precio de adquisición que fue de S/2.00; S/2.10; S/2.15; S/2.20 y S/2.25 por kg para T0, T1, T2, T3 y T4. Los resultados se aprecian en la tabla 16.

Tabla 16. Costo de alimentación por tratamiento (S/)

Concepto	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Costo forraje/cuy/tratamiento	0.50	0.53	0.52	0.51	0.50
Costo concentrado/cuy/Tratamiento	2.41	2.53	2.59	2.65	2.71
Costo total alimentación (S/)	2.91	3.06	3.11	3.17	3.21

Con los costos de alimentación de la tabla 16 y el incremento de peso vivo total de cada tratamiento se calculó el mérito económico (ME) de cada uno de los tratamientos y los resultados se presentan en la tabla 17 donde se aprecia que el ME de los cuyes que recibieron 0.1 % de SMACSHAT (T1) fue el más eficiente de todos siendo 9.12% más eficiente que el ME del tratamiento testigo y esta eficiencia fue disminuyendo a medida que se incrementaba el nivel del secuestrante de micotoxinas evaluada con T2, T3 y T4 quién fue 8.15% más caro que el ME del tratamiento testigo.

Tabla 17. Merito económico por tratamiento (S/)

Concepto	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Costo total alimentación (S/)	2.91	3.06	3.11	3.17	3.21
Incremento peso/tratamiento	0.47	0.54	0.52	0.52	0.48
Mérito económico (S/.)	6.21	5.65	5.93	6.09	6.72
Eficiencia respecto a T0 (%)	100.00	90.88	95.48	98.10	108.15

CONCLUSIONES

Las dosis de secuestrante de Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado y activado térmicamente en el concentrado de cuyes en crecimiento de 0%, 0.1%, 0.15%, 0.20% y 0.25% no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente hay una ventaja utilizando 0.1 % de secuestrante Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado y activado térmicamente (Toxibond) para cuyes en crecimiento.

El incremento de peso vivo con las diferentes dosis de Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado y activado térmicamente en el concentrado de cuyes en crecimiento no presentó diferencias estadísticas ($p>0.05$) pero numéricamente los mejores resultados se lograron con 0.1 % en el concentrado de cuyes complementado con maíz chala como forraje.

La conversión alimenticia de materia seca total que incluye la materia seca de forraje más la materia seca del concentrado no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ($p>0.05$) pero numéricamente los mejores resultados de hallaron utilizando 0.1 % de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado y activado térmicamente en el concentrado de cuyes en crecimiento complementado con maíz chala en la alimentación.

El mejor mérito económico se logró utilizando 0.1 % de secuestrante de micotoxinas de Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado y activado térmicamente en el concentrado de cuyes en crecimiento siendo 9.12% más eficiente que el mérito económico del tratamiento testigo.

RECOMENDACIONES

Evaluar dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de calcio y sodio hidratado y activado térmicamente en el concentrado para cuyes bajo diferentes sistemas de almacenaje que puedan favorecer el desarrollo de hongos.

Evaluar dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de calcio y sodio hidratado y activado térmicamente en el concentrado para cuyes en reproducción.

Evaluar la dosis óptima de secuestrantes de micotoxinas de otras marcas y otra naturaleza disponibles en el mercado para cuyes en crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). 2020. Toxinas T2/HT-2. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/T2.pdf
- Barrientos, A; Arteaga, S; Dixon, J. B y Deng, Y. (2016). Los efectos del pH, la pepsina, el intercambio catiónico y las vitaminas sobre la adsorción de aflatoxinas en esmectita en fluidos gástricos simulados. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169131715301782>
- BIOMIX (S/f). TOXIBOND. Adsorbente de mixotoxinas. Modificador metabólico. Disponible en <https://dimune.com/wp-content/uploads/2019/12/TOXIBOND.pdf>
- Bueno, D. 2014. Efectos de los secuestrantes de micotoxinas en los piensos. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/intoxicaciones/206-micotoxinas.pdf
- Chauca, L. (2023). Desarrollo del mejoramiento genético en cuyes en el Perú: Formación en nuevas razas. Repositorio Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2065>
- De Oliveira, S. 2015. Utilización de secuestrantes de micotoxinas. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/76-Utilizacion_Secuestrantes.pdf
- Duran, M. A. y Arnao, L. M. 2020. Fundamentos zootécnicos. Editorial SINTESIS, S.A. Madrid, España. 228 pp.
- ELIKA, 2013. Sustancias indeseables. Alimentación animal Toxinas T-2 y HT-2. Revista elika. Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria. <https://alimentacion-animal.elika.eus/wp-content/uploads/sites/6/2017/12/T2-y-HT2-2013-cast.pdf>
- Fernández-Fuentes, E. J., Roque-Huanca, B., Sumari-Machaca, R., Roque-Huanca, E. O., Chui-Betancur, H. N., & Pérez-Argollo, K. (2023). Mycosorb A+® como adsorbente de micotoxinas en la dieta sobre la salud y la producción en cuyes. Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia, 33(1), 1-8. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33218>
- Gimeno, A., Martins, M.L. 2007. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. © 2006 by SPECIAL NUTRIENTS, INC. 2766 SW Douglas Road, Miami, FL 33133 USA. Traducciones Victor Mireles, Ciudad de México, México. 128 p
- Jahuira, M. H., Arias, J., Diaz, F. R., & Chauca, L. J. (2022). Análisis del índice de temperatura-humedad sobre la mortalidad y el peso corporal de cuyes (*Cavia porcellus*) de la línea sintética en Moquegua, Perú. Ciencia Y Tecnología Agropecuaria, 23(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2014

- Kihal, A. 2023. Nuevos enfoques para evaluar la eficacia de adsorbentes en micotoxinas. Artículo en línea. <https://mycotoxinsite.com/nuevos-enfoques-evaluar-eficacia-adsorbentes-micotoxinas/>
- Maurat, W. (2018). Valorización de diferentes niveles de diatomea en el comportamiento productivo de *Cavia porcellus* (Cuyes) en la fase de crecimiento y engorde. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8172>
- Mareska, M. (2013). Del intestino al cerebro: viaje y efectos fisiopatológicos de la micotoxina tricoteceno asociada a los alimentos, deoxinivalenol. <https://doi.org/10.3390/toxins5040784>
- Nutrinews.com. 2014. Efectividad de los secuestrantes de micotoxinas: evaluación. <https://nutrinews.com/efectividad-de-los-secuestrantes-de-micotoxinas-evaluacion/>
- Organización Mundial de la Salud. OMS. 2018. Micotoxinas. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
- Ramos, A. J., Marín, S., Molino, F., Vila, P. y Sanchis, V. (2020). Las micotoxinas: el enemigo silencioso. *Arbor*, 196 (795): a540. <https://doi.org/10.3989/arbor.2020.795n1004>
- Reynaga Rojas, Max Fernando, Vergara Rubín, Víctor, Chauca Francia, Lilia, Muscari Greco, Juan, & Higaonna Oshiro, Rosa. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18173. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>
- Sánchez, M. 2024. Dosis de secuestrante de micotoxinas con adsorbente de bentonita de sodio en crecimiento de cuyes. Tesis. Grado bachiller. Facultad de Ingeniería Zootecnia. UNPRG. 39 pp.
- Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Alimentaria. SENASICA. 2020. *Fusarium spp.* Podredumbre de raíces. Ficha Técnica. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium_spp__ma_z__2020.pdf
- Tapia-Salazar, M; García-Pérez, O, D; Nieto-López, M; Ricque-Marie, D; Villarreal-Cavazos, D; Cruz-Suárez, L. E. (2010). Mycotoxins in aquaculture: Occurrence in feeds components and impact on animal performance. <http://eprints.uanl.mx/8368/1/20-MireyaTapia.pdf>
- Vergara, R. 2008. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal APPA2008. SIMPOSIO: Avances sobre Producción de Cuyes en el Perú. <https://es.scribd.com/document/175620825/Nutricion-y-Alimentacion-Cuyes-UNALM>

- Vila-Donat, P., Marín, S., Sanchis, V. y Ramos, A. J. (2018). A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. *Food and Chemical Toxicology*, 114, pp. 246-259. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.044>.
- Xu, R., Kiarie, EG, Yiannikouris, A. Sun, L y Karrow, N.A. 2022. Impacto nutricional de las micotoxinas en la producción animal de alimentos y estrategias de mitigación. *J Animal Sci Biotechnol* 13, 69 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00714-2>.

ANEXOS

1.1 Prueba de normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Peso inicial	40	0.27	0.04	0.93	0.0557

1.2 Prueba de homogeneidad de varianzas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Peso inic	40	0.09	0.00	65.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.7E-03	4	4.3E-04	0.83	0.5130
tratamiento	1.7E-03	4	4.3E-04	0.83	0.5130
Error	0.02	35	5.2E-04		
Total	0.02	39			

1.3 Análisis de varianza de Peso final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso final	40	0.09	0.00	12.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	4	0.01	0.89	0.4817
tratamiento	0.03	4	0.01	0.89	0.4817
Error	0.31	35	0.01		
Total	0.34	39			

1.4 Análisis de varianza de incremento de peso vivo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Inc. PV	40	0.16	0.06	13.84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	4	0.01	1.63	0.1880
tratamiento	0.03	4	0.01	1.63	0.1880
Error	0.17	35	4.9E-03		
Total	0.20	39			

1.5 Análisis de varianza de Conversión alimenticia de materia seca de forraje

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CAMSF	40	0.07	0.00	13.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	4	0.01	0.67	0.6141
tratamiento	0.04	4	0.01	0.67	0.6141
Error	0.49	35	0.01		
Total	0.52	39			

1.6 Análisis de varianza de Conversión Alimenticia de materia seca de Concentrado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CAMS Cdo	40	0.16	0.07	14.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.59	4	0.15	1.68	0.1758
tratamiento	0.59	4	0.15	1.68	0.1758
Error	3.08	35	0.09		
Total	3.67	39			

1.7 Conversión alimenticia de la Materia Seca Total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CAMSTotal	40	0.13	0.03	14.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.92	4	0.23	1.35	0.2727
tratamiento	0.92	4	0.23	1.35	0.2727
Error	6.00	35	0.17		
Total	6.93	39			

2. Temperatura (°C) y Humedad Relativa (%) en el periodo de estudio

Fecha	Temperatura (°C)		H° (%)
	máx.	min	
11/03/2024	28.50	22.00	81.40
12/03/2024	30.20	21.60	82.20
13/03/2024	30.50	21.50	83.70
14/03/2024	31.40	22.10	78.00
15/03/2024	28.10	21.30	78.90
16/03/2024	29.20	21.20	77.90
17/03/2024	29.20	21.10	81.50
18/03/2024	31.40	21.40	80.70
19/03/2024	30.60	22.00	80.10
20/03/2024	29.00	21.80	81.70
21/03/2024	29.40	21.60	83.50
22/03/2024	30.30	21.80	81.50
23/03/2024	26.60	21.70	88.90
24/03/2024	28.80	21.50	84.80
25/03/2024	30.40	21.60	84.10
26/03/2024	28.80	21.00	84.50
27/03/2024	28.80	19.90	83.30
28/03/2024	29.10	19.90	87.40
29/03/2024	29.80	20.20	81.90
30/03/2024	28.90	20.10	85.40
31/03/2024	29.00	20.90	84.00

Fecha	Temperatura (°C)		H° (%)
	máx.	min	
01/04/2024	28.00	20.90	87.60
02/04/2024	28.50	21.00	75.50
03/04/2024	29.00	20.50	76.70
04/04/2024	28.70	20.10	79.30
05/04/2024	28.80	20.60	78.50
06/04/2024	28.60	20.50	85.10
07/04/2024	28.40	20.00	81.80
08/04/2024	30.20	20.80	78.40
09/04/2024	27.60	20.40	82.80
10/04/2024	29.20	20.70	79.50
11/04/2024	28.80	20.80	81.40
12/04/2024	29.00	19.60	84.00
13/04/2024	27.40	19.90	81.70
14/04/2024	28.60	20.20	79.80
15/04/2024	27.80	19.10	80.50
16/04/2024	24.70	18.50	85.20
17/04/2024	26.70	17.90	88.20
18/04/2024	28.50	18.00	80.70
19/04/2024	28.80	18.80	76.40
20/04/2024	29.40	19.90	74.50
21/04/2024	31.60	20.20	72.30
22/04/2024	29.60	19.70	77.60
23/04/2024	27.50	19.50	85.20
24/04/2024	27.80	19.70	80.10
25/04/2024	28.80	19.80	80.90
26/04/2024	28.90	19.60	80.20
27/04/2024	30.90	19.80	82.50
28/04/2024	28.90	19.90	81.50
29/04/2024	28.10	19.50	84.20
30/04/2024	27.60	18.60	82.30

Fecha	Temperatura (°C)		H° (%)
	máx.	min	
01/05/2024	26.2	18.6	87.6
02/05/2024	25.7	18.3	81.6
03/05/2024	26.6	19	80.2
04/05/2024	27.5	17.3	75.4
05/05/2024	25.8	18.5	78.4

Dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*)

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	10%	5%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ueb.edu.ec	<1 %
	Fuente de Internet	
2	www.agq.com.es	<1 %
	Fuente de Internet	
3	www.ganaderia.com.mx	<1 %
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Aliat Universidades	<1 %
	Trabajo del estudiante	
5	www.sciencepublishinggroup.com	<1 %
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad de Celaya	<1 %
	Trabajo del estudiante	
7	raed.academy	<1 %
	Fuente de Internet	
8	www.vampp-cr.com	<1 %
	Fuente de Internet	


Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor




Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Elmer Milton Vásquez Chinchay
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Dosis de secuestrante de micotoxinas con Aluminosilicato d...
Nombre del archivo:	10_TESIS_ELMER_MILTON_TURNITIN.pdf
Tamaño del archivo:	525.81K
Total páginas:	47
Total de palabras:	12,692
Total de caracteres:	62,127
Fecha de entrega:	22-nov.-2024 08:28p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2529200277



UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNIA

Dosis de secuestrante de micotoxinas con
Aluminosilicato de Calcio y Sodio Hidratado activado térmicamente en
crecimiento de cuyes (Cavia porcellus)

TESIS
Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR:
Bach. Vásquez Chinchay Elmer Milton

ASESOR:
Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr. (ORCID: 0000-0001-6666-4721)

Lambayeque noviembre de 2024


Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr.
DNI 16680503
Asesor

Constancia de aprobación de originalidad de tesis

Yo, Ing. Corrales Rodríguez Napoleón, Dr., docente/Asesor de Tesis/revisor del trabajo de investigación del bachiller Elmer Milton Vásquez Chinchay, quien realizó trabajo titulado:

“DOSIS DE SECUESTRANTE DE MICOTOXINAS CON ALUMINOSILICATO DE CALCIO Y SODIO HIDRATADO ACTIVADO TÉRMICAMENTE EN CRECIMIENTO DE CUYES (*Cavia porcellus*)”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 13%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen un plagio. Por lo que, a mi entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”

Lambayeque, noviembre de 2024



Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.

DNI 16680503

Asesor