



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

**“VALORIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEA EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE *Cavia porcellus* (CUYES) EN LA
FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”**

AUTOR:

WILLAN RAFAEL MAURAT LUCERO.

Riobamba – Ecuador

2017

Este Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente tribunal



Ing. M.C. FRANCISCO JAVIER OÑATE MANCERO.
PRÉSIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. M.C. VÍCTOR HUGO HUEBLA CONCHA.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



MVZ. M.C. LUÍS AGUSTÍN CONDOÑO ORTÍZ.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Macas, 19 de diciembre del 2017.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **WILLAN RAFAEL MAURAT LUCERO**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 19 de diciembre del 2017.



Willan Rafael Maurat Lucero

C.I. 140078717-0

AGRADECIMIENTO

A Dios que me brindo salud, conocimiento, paciencia, respeto y humildad, a mis padres, hermanos y demás familiares los cuales me brindaron su apoyo sea moral o económicamente para poder lograr una de mis metas trazadas y así tener un futuro mejor y ser el orgullo de todos ellos. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Ext. Morona Santiago Escuela de ingeniería Zootécnica y sus distinguidos maestros quienes fueron parte de mi educación profesional.

Willan M.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo va dedicado a mi familia especialmente a mis padres, hermanos e hija y a todas aquellas personas especiales en mi vida a las que siempre guardo en mi alma, no podría sentirme más ameno con la confianza que ellos pusieron en mi persona.

Willan M.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. DIATOMITAS	3
1. <u>Generalidades</u>	3
2. <u>Importancia de las diatomitas</u>	3
3. <u>Presencia de silicio en tejidos animales</u>	4
4. <u>Tierra de diatomea</u>	6
5. <u>Principales usos</u>	7
a. Usos Insecticidas	7
b. Acción Fertilizante	7
c. Control de desechos animales y compostaje	8
d. Nutrición animal.	8
e. Filtros para estanques piscícolas	9
f. Otros usos	9
B. EI CUY	9
1. <u>Origen e historia</u>	9
2. <u>Importancia zootécnica</u>	10
3. <u>Clasificación zootécnica</u>	10
C. FISIOLOGÍA DIGESTIVA	10
1. <u>Requerimientos nutricionales</u>	11
a. Necesidades de Energía, kcal	13
b. Necesidades de Proteína, %	13
c. Necesidades de Aminoácidos, %	14
d. Necesidades de Fibra, %	14
e. Necesidad de grasa, %	15
f. Necesidad de Agua, ml	15
g. Necesidades de Minerales y Vitaminas, %	16

D.	Necesidades de Vitaminas %	17
E.	Alimentación del cuy	18
F.	DATOS PRODUCTIVOS DEL CUY	19
1.	<u>Parámetros productivos</u>	19
2.	<u>Cría o Recría I</u>	19
a.	<u>Alimentación en la etapa de cría</u>	20
3.	<u>Engorde o Recría II</u>	20
a.	Alimentación en la etapa de recría II y engorde	21
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	22
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	22
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	22
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	22
1.	<u>Materiales</u>	23
2.	<u>Suministros</u>	23
3.	<u>Equipos</u>	23
4.	<u>Instalaciones</u>	24
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	24
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	25
1.	<u>Medidas de campo</u>	25
2.	<u>Económicos</u>	25
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	26
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	26
1.	<u>De campo</u>	26
a.	Confinamiento	26
b.	Manejo alimenticio	27
c.	Programa Sanitario	28
2.	<u>Laboratorio</u>	28
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	29
1.	<u>Peso inicial y final, g</u>	29
2.	<u>Ganancia de peso, g</u>	29
3.	<u>Consumo de alimento, Kg ms</u>	29
4.	<u>Mortalidad</u>	29
5.	<u>Conversión alimenticia</u>	29

6.	<u>Análisis económico</u>	30
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	31
A.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUYES POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEA EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO - ENGORDE	31
1.	<u>Peso inicial, g</u>	31
2.	<u>Peso final, g</u>	31
3.	<u>Ganancia de peso, g</u>	33
4.	<u>Consumo de forraje verde, g Ms</u>	36
5.	<u>Consumo de concentrado, g Ms</u>	36
6.	<u>Consumo total de alimento, kg Ms</u>	39
7.	<u>Conversión alimenticia</u>	41
8.	<u>Infestación parasitaria inicial y final, %</u>	44
B.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	48
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	49
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	50
	<u>ANEXOS</u>	

M. Castillo

20 Feb/18

RESUMEN

En la provincial de Morona Santiago, Cantón Sucúa, la crianza de los cuyes se realiza de forma empírica con rendimientos bajos, por lo cual se evaluaron tres niveles de diatomeas (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.

Palabras claves: cuyes, diatomea, desparasitante natural, comportamiento productivo, crecimiento – engorde.



Abstract

In Morona Santiago Province, Sucua Canton, breeding guinea pigs is done in an empirical way with low yields, so three levels of diatoms (1.5, 3.0 and 4.5%) were evaluated, compared to a control treatment (T0), in 48 guinea pigs in Peruvian breed, of 15 days of age and an average weight of 375.96 g, which were distributed under a Completely Randomized Design (CRD), consisting in 6 repetitions, and a size experimental unit of guinea pigs per repetition; the data obtained were analyzed according variance, pursuant to Tukey separation of means (0.05 and 0.01), and regression and correlation analysis. In relation to the results, the treatment T2 (3% of diatom) reached a final weight of 364.50 g, an increase in weight gain of 624.08 g, the most efficient feed conversion of 6.66, the lowest total food consumption was with the T1 (1.5%) of 4113.05g MS. It was determined that with the T3 treatment (4.5%) the parasitic load of 56.86% that was at the beginning of the experiment was reduced to 4.90% after 90 days. The highest profitability registered the treatment T2 (3% of diatom) with a benefit / cost of 1.19 which means that for every dollar invested there is a return of 0.19 dollars (USD). It is suggested, to apply in the stage of growth - fattening the 3% of diatoms for guinea pigs in daily diet, that dose turns out to be the best when considering the productive and economic parameters.

Keywords: GUINEA PIGS, DIATOMS, NATURAL DESPARANT, PRODUCTIVE ACTIONS, GROWING-FATTENING



LISTA DE CUADROS

N°	Pág.
1. CLASIFICACION ZOOTECNICA DEL CUY.	11
2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY.	13
3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL CUY.	19
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA.	22
5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	25
6. ESQUEMA DEL ADEVA.	26
7. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL FORRAJE MARALFALFA.	27
8. CONSUMO DE CONCENTRADO MÁS LA DICION DE DIATOMEA.	27
9. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUYES POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEA, EN LA ALIMENTACIÓN EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO - ENGORDE.	32
10. ANÁLISIS ECONÓMICO	46

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Análisis de regresión de la ganancia de peso de los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.	35
2. Análisis de regresión del consumo de alimento concentrado, en los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.	37
3. Análisis de regresión del consumo total de alimento concentrado, en los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.	40
4. Análisis de regresión de la conversión alimenticia de los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.	42
5. Análisis de regresión del porcentaje de infestación parasitaria final de los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.	44

LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
2. Peso final, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
3. Ganancia de peso, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
4. Consumo de forraje verde, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
5. Consumo de concentrado, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
6. Consumo total de alimento, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
7. Conversión alimenticia, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
8. Infestación parasitaria inicial, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.
9. Infestación parasitaria final, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza y explotación de los cobayos en nuestro país ha llegado a considerarse una alternativa de alimentación humana que brinda carne de calidad con un alto contenido de proteína y nutrientes. En el Ecuador se menciona que existen 5`067.049 cuyes, la producción en la actualidad ha traspasado las fronteras y es demandado en los mercados de América del Norte y la Unión Europea, por ser una carne baja en grasa, rica en proteína, Omega 3, hierro, vitaminas A, B1, B2, B6, B12, C, D, E, K, ácido fólico, y minerales como el calcio, fósforo, magnesio, manganeso y potasio, que resulta atractiva para el consumo humano.

La alimentación y nutrición es uno de los factores determinantes en la producción de cuyes, los costos elevados, escasos de materia prima y aditivos nos lleva a pensar en nuevas alternativas de elaboración de dietas nutricionales para ésta especie animal.

A pesar de ser el cuy un animal rustico y prolífico, ha sido afectado por problemas sanitarios principalmente de tipo parasitario que ha ocasionado retardo en el crecimiento y bajas ganancias de peso, afectando al productor con pérdidas económicas; por lo cual la presente investigación pretende brindar alternativas de solución con la administración de diatomeas en la nutrición de los cuyes.

Las diatomeas, al ser algas unicelulares microscópicas, poseen propiedades insecticidas, antibacterianas y antihelmíntico natural, juega un papel importante en la alimentación y nutrición del cuy, mejorando así la característica organoléptica de carne de forma orgánica, además coadyuva con la creación de anticuerpos en el cuy previniendo enfermedades, de esta manera mejora la salud animal y contribuye con el equilibrio ecológico al mitigar las emanaciones de mal olor de sus excretas.

En el ámbito de los pueblos que conforman el Ecuador, se encuentran asentadas familias con escasos recursos económicos, dedicados a la agricultura tradicional, cuya producción no supera el consumo familiar mucho menos proporciona excedentes que se destinen a mejorar la calidad de vida de la población, se

dedican a la crianza de animales menores como los cuyes que manejados de forma tradicional, los rendimientos y calidad del animal son bajos. Este proyecto pretende dar a conocer un sistema de alimentación que genere un mayor rendimiento productivo durante la crianza y permita al productor reducir los costos de producción.

Por lo mencionado anteriormente, en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Utilizar diferentes niveles de diatomea (1,5; 3 y 4,5 %), en la suplementación alimenticia de cuyes, fase de crecimiento y engorde.
- Determinar el comportamiento productivo de los cuyes bajo el efecto de diferentes niveles de diatomea, como una alternativa de suplemento alimenticio.
- Establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos a través del indicador beneficio costo (B/C).

II. REVISION DE LITERATURA

A. DIATOMITAS

1. Generalidades

Las diatomeas (*Bacillariophyceae*), son algas eucariotas unicelulares fotosintéticas. Se encuentran en casi todas partes, en aguas dulces, entre los musgos, en los cauloides, sobre las cortezas de los árboles, en el néctar de las flores e incluso en algunos de nuestros órganos, de forma aislada o en colonias (Uribe, 2009).

A simple vista no podemos observarlas, pero a nivel de biomasa constituyen un 45% del total de la producción primaria oceánica, por lo que resultan importantísimas para el ecosistema, tanto por ser el alimento de otros seres vivos, como por su importante rol en la oxigenación del agua. Se estima que estos seres aparecieron durante o después del periodo jurásico temprano (Uribe, 2009).

Se forma por la acumulación sedimentaria de los esqueletos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas. Está compuesta de esqueletos opalinos fosilizados de la diatomea; los esqueletos se componen de la sílice amorfa (Huerta, 2010).

La posibilidad de cultivar microalgas con fines económicos se investiga desde hace varias décadas. En los años 40 del siglo pasado se iniciaron los estudios para la producción industrial de lípidos y desde los 50 con toda una serie de finalidades, que van desde la producción de proteínas hasta el tratamiento de aguas residuales. Muy recientemente se estudian las condiciones óptimas de cultivo para obtener sustancias antioxidantes (Affan, et al. 2007).

2. Importancia de las diatomitas

Además de su extraordinaria utilidad como seres fotosintéticos fijadores del carbono atmosférico y productores de oxígeno, las diatomeas son parte importantísima de los ecosistemas donde habitan, siendo un componente esencial de la cadena de alimentación, pues son la base sobre la que se sustenta el resto

de los niveles de la pirámide (De la Nuez, 2005).

Por otro lado, los científicos han descubierto que estas pequeñísimas algas son unos excelentes bioindicadores de la calidad del medio, en particular del agua, debido a que están adaptadas a condiciones químicas y físicas muy particulares. Así, de ocurrir alguna alteración en el medio, como un cambio en la acidez, la salinidad, la concentración de nutrientes, en la transparencia del agua, las corrientes u otras alteraciones producto de la actividad humana, la manera en que reaccionen las poblaciones de diatomeas serán esenciales para avisar de que algo no va bien en ese sitio (De la Nuez, 2005).

Estos organismos unicelulares toman el ácido silícico disuelto en el agua y lo precipitan en forma de sílice opalina para formar sus frústulas, que son como estuches que las mantienen protegidas del exterior. El ácido silícico es tomado por transportadores específicos y polimerizado intracelularmente en una vesícula especializada dentro de una matriz orgánica que consiste de largas cadenas de poliaminas y fosfoproteínas, llamadas silafinas (Chepurnov, 2008).

Las silafinas no muestran homologías con las silicateinas de las esponjas ni con los transportadores de silicio del arroz (*Oryza sativa*). Si se toman las regiones más conservadas del transportador de silicio de maíz (*Zea mays*) y se comparan con otras secuencias en el SIB Blast network service (Base de datos que alberga las secuencias de proteínas conocidas), la más parecida a estas resulta ser una proteína hipotética de sorgo (*Sorghum bicolor*) locus 01g050150 y la secuencia de un transportador de silicio de arroz (*Oryza sativa* del grupo Japonica) locus Os03g0107300 y de un transportador de silicio de cebada (*Hordeum vulgare*) (Mitani, 2009).

3. Presencia de silicio en tejidos animales

Las evidencias de diferentes estudios sugieren que el silicio es importante en la formación de los huesos en animales. La biodisponibilidad del silicio en la dieta no es clara. De hecho, se asume que el silicio, como ácido ortosilícico $[\text{Si}(\text{OH})_4]$, está disponible únicamente en líquidos (tal como el agua para beber y la cerveza) pero

no en todos los alimentos en los cuales existe como polímero debido a reacciones de condensación entre monómeros del ácido ortosilícico (Jugdaohsingh, et al. 2002).

La enzima digestiva tripsina, es capaz de hidrolizar in vitro enlaces de polímero de silicio, pero se desconoce si esto influye en la biodisponibilidad del elemento a través del tracto digestivo (Brandstadt, 2005).

Faltan estudios para determinar si el silicio pudiera estar disponible en alimentos y en qué cantidades. El silicio soluble (ácido silícico) se encuentra en la dieta humana en cantidades que van de 20 a 50 mg/día de silicio y el agua natural contiene de 0.8 a 44 mg de Si/L y a diferencia de la sílice cristalina (cuarzo) no se le ha asociado con efectos tóxicos. Entre los productos alimenticios que contienen silicio se encuentran la cerveza, el té de limón (*Cymbopogon citratus*), caña de azúcar (*Saccharum officinale*), el arroz, el champiñón (*Agaricus sp.*) el anís silvestre (*Tagetes micrantha*) (Raya, et al. 2009).

Los humanos excretamos 15-20 mg diarios de silicio, mientras que los herbívoros excretan de 10-20 veces más. De hecho, cuando a los herbívoros se les altera la dieta y se les disminuye la cantidad de granos y/o rastrojos por alimento industrializado baja inmediatamente la cantidad de silicio excretado (Raya, et al. 2009).

Además, los estudios en veterinaria y con animales de laboratorio, han arrojado como resultado que el silicio es importante en la síntesis de colágeno y en el desarrollo de los huesos. Estudios de privación de silicio en animales en crecimiento (ratas) realizados al inicio de la década de 1970, mostraron que su tamaño fue pequeño y que tenían defectos marcados en los huesos y en el tejido conectivo (Raya, et al. 2009).

Se ha propuesto que el ácido ortosilícico podría estar involucrado en la mineralización de la matriz ósea. En humanos, al dar un suplemento con silicio a mujeres posmenopáusicas con osteoporosis no solo inhibió la pérdida de hueso, sino que además se incrementó el volumen trabecular óseo y la densidad mineral

del hueso. El silicio está presente además en el pelo, incluso en los fetos y en recién nacidos. Ya en el año 1857, se había determinado que las cenizas de sangre humana contenían un 0.5% de SiO₂ (Raya, et al. 2009).

Sin embargo, los mecanismos biosintéticos que controlan la polimerización del ácido silícico en sistemas vivos permanece aún desconocido. Sin duda la elucidación de este mecanismo, podría ayudar a resolver los requerimientos no explicados de silicio en la formación del esqueleto de mamíferos y podría dirigir el desarrollo de nuevas rutas de síntesis a baja temperatura de materiales basados en silicio (Brandstadt, 2005).

Las altas cantidades de silicio presentes en los suelos, en apariencia, hacían pensar que no era necesaria su reposición. Sin embargo, así como sucede con elementos como el nitrógeno, el fósforo y el potasio (los principales nutrientes de los suelos), la extracción de productos vegetales tales como granos, forrajes, raíces, etc., que conlleva la extracción de estos elementos, y que de alguna manera deben ser repuestos al agroecosistema. Lo mismo deberá ocurrir con el elemento Silicio dada su participación en los organismos y en los ecosistemas que aquí se han descrito estomacales (Kordörfer, et al.2011).

4. Tierra de diatomea

Cuando las algas mueren, todo el contenido orgánico se destruye, con excepción de su esqueleto de sílice, el cual generalmente van a depositarse al fondo de las aguas, para formar al cabo de los siglos, grandes depósitos de algas fosilizadas conocidos como tierra de diatomeas que es un material inerte no toxico (Huerta, 2010).

La tierra de diatomeas cumple un doble propósito: además de su efecto insecticida natural, las diatomeas aportan una gran riqueza en minerales y oligoelementos. Otra interesante aplicación de las diatomeas es la de proteger las plantas de la radiación solar La tierra de la diatomea son a la vez extrañas y variadas: agente de purificación, filtrando, abrasivo, material aislante y a prueba de sonido (Huerta, 2010).

5. Principales usos

a. Usos Insecticidas

Insecticida ecológico de última generación en el control de plagas de insectos en el hogar tales como: cucarachas, garrapatas, polillas, hormigas, moscas, mosquitos, jejenes, piojos, ácaros, tábanos, termitas, etc. En jardines Y/o en cultivos comerciales controla: broca del café, polilla guatemalteca en papa, protege de heladas y chinches en pastos, orugas, babosas, caracoles, pulgones, grillos, arañitas roja, chinches, ácaros, hormigas, langostas, etc. (Agropuli, 2010).

Las diatomeas son el medio más eficaz, inocuo y económico para combatir parásitos externos (adultos y larvas) en animales domésticos y mascotas. En el control de insectos que atacan los granos almacenados, evitando el deterioro y la pérdida del valor comercial de estos. En este caso se aplica en polvo sobre los granos a conservar, notándose en las semillas una mejor germinación posterior al momento de la siembra (AGROPULI, 2010).

b. Acción Fertilizante

Tienen la propiedad natural de ser también un muy activo fertilizante. Aportan a la planta 38 oligoelementos o trazas minerales que son vitales para la interacción metabólica de sus tejidos y que la desmineralización de las tierras de cultivo ha dejado de aportar a los vegetales por carecer de ellos (AGROPULI, 2010).

Aplicado en forma foliar, protege la planta del golpe del sol, al reflejar el espectro de los rayos infrarrojos y ultravioletas. La tierra de diatomea es un fertilizante eficaz y seguro ya que no es toxico, ni fitotóxico. Indicado en la recuperación de nutrientes perdidos por años de cultivos y uso de productos químicos. Puede ser utilizado en plantas que presente frutos cercanos a madurez, puesto que no deja residuos visibles para el momento de la cosecha (AGROPULI, 2010).

- Beneficios agronómicos de la tierra de diatomeas
- Mejora las condiciones físicas del suelo.

- Neutraliza los elementos tóxicos y el exceso de ácidos de la tierra.
- Recupera los suelos que hayan sido trabajados de forma inadecuada.
- Optimiza la fertilidad del suelo al mejorar la retención del agua.
- Mantiene los nutrientes en forma disponible para las plantas.
- Brinda a las plantas capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos a través de una mejor fotosíntesis, y que se requieren para el crecimiento y producción de la cosecha.

Es seguro en agricultura orgánica y se recomienda para todos los cultivos. La tierra de diatomeas ha sido ensayada con éxito en cultivos comerciales de papa, palma, jardines, pasto, caña, café, cacao, frutales, hortalizas, flores, hongos champiñones, cebolla y otros (AGROPULI, 2010).

c. Control de desechos animales y compostaje

Dentro del uso agronómico, la tierra de diatomeas trabaja también con los desechos animales (deshidratación de del deshecho y control de larvas y adultos de moscas y otros insectos). Ideal en el compostaje de residuos orgánicos, pues a la vez que controla insectos, aporta minerales y oligoelementos al suelo. Se pueden espolvorear o fumigar: establos, porquerizas, apriscos, galpones o gallineros y en general los lugares donde duermen o viven los animales, coadyuvando tanto en el cuidado sanitario de los animales, como en el mejoramiento de su hábitat, (AGROPULI, 2010).

d. Nutrición animal.

En el campo de la nutrición animal, la tierra de diatomeas está encontrando una rápida aceptación. Sus Beneficios han sido notables en alimentación de vacas lecheras, pollos, cerdos, caballos, novillos, ovejas y otros pequeños animales. Controla diarreas en terneros, Agente secuestrante de las toxinas bacterianas y actúa como desparasitante. Las diatomeas capturan la toxina antes que ésta se adhiera a la velloso y provoque daños, arrastrando con las heces. Se puede incorporar directamente con la leche al 1% (AGROPULI, 2010).

e. Filtros para estanques piscícolas

En los estanques piscícolas y/o acuarios, es posible utilizarla en recipientes de filtración especiales, para retener bacterias, protozoarios, y otros microorganismos e impurezas de cualquier tipo (AGROPULI, 2010).

f. Otros usos

Tiene una gran demanda en la industria de la bebida (Como filtro) en la elaboración de cerveza, vinos, cidra, jugos de fruta en general, jarabes, tratamiento de agua, separación de sólidos ultramicroscópicos, etc. Además de lo anterior, tiene una gran variedad de aplicaciones en la industria de la pintura, y del plástico, en donde la tierra de diatomea, es un eficiente extendedor de pigmentos y agentes mateantes (AGROPULI, 2010).

B. EI CUY

1. Origen e historia

Córdova (2006), manifiesta que es una especie que está considerada como originaria de los Andes (Argentina, Bolivia, Chile, Perú, Ecuador). Antes de ser domesticadas, las cobayas habitaban en muchas zonas distintas: en zonas montañosas y con rocas, praderas, pantanos, bosques, en los Andes, en alturas superiores a los 4500 metros, con temperaturas muy bajas.

Coronado (2007), sugiere que los cuyes aparecieron en el Mioceno hace unos 20 millones de años. Han ido evolucionando hasta hace uno 5 millones de años, que fue cuando alcanzaron su mayor diversidad, cuando Cristóbal Colón llegó a América los Incas ya tenían domesticado a los cuyes y en consecuencia presentaban diferentes colores al agutí del cobaya salvaje.

Chicaiza (2014), indica que en ese entonces los Incas utilizaban los cobayas como sacrificios para los dioses y para el consumo y aún hoy en día sirven de

alimento en Sudamérica, siendo así que su explotación se da en tiempos muy remotos, ya que se afirma que existió cuyeras hace más de 10,000 a.C. Su explotación se aplicaba en gran escala ya que constituía el principal alimento de los indígenas aun en la época preincaica.

2. Importancia zootécnica

Flores (2016), expone que al cuy se lo explota principalmente por su carne, que posee características muy particulares, es de gran aceptación para el consumo, especialmente en nuestros países andinos, siendo así que el cuy por su rápida reproducción y por su crianza, ofrece las mejores perspectivas económicas para contribuir a elevar el estándar de vida de la población con el consumo de carne en la alimentación.

3. Clasificación zootécnica

La clasificación zootécnica del cuy se detalla en el: (cuadro 1).

Cuadro 1. CLASIFICACION ZOOTEKNICA DEL CUY.

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Mammalia
Orden:	Rodentia
Familia:	Caviidae
Subfamilia:	Caviinae
Género:	<i>Cavia</i>
Especie:	<i>C. porcellus</i>

Fuente: Navarrete, G. (2010).

C. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA

Bjornhag (1992), indica que la fisiología digestiva de los cuyes comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo.

FAO (2009), menciona que el cuy es un animal que realiza cecotrofia, produciendo así dos tipos de excretas en forma de pellets, uno rico en nitrógeno que es reutilizado (cecótrofo) y el otro que es eliminado como heces, este proceso se basa en el “mecanismo de separación colónica” por el cual las bacterias presentes en el colon proximal son transportadas hacia el ciego por movimientos antiperistálticos para su fermentación y formación del cecótrofo, el cual es re ingerido.

Chauca (2010), sugiere que La ingestión de los cecótrofos permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado.

Vergara (2011), FAO (2009), menciona que el movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es sumamente rápido, no demora más allá de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego, sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas, ya que se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas, la absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos que son de cadenas largas, el ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 % del peso total.

1. Requerimientos nutricionales

Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo de aprovechar su precocidad, prolificidad, así como su habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de

una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar que el cuy tiene una gran capacidad de consumo.

NRC (2010), declara que los requerimientos nutricionales que los cuyes necesitan son los siguientes: Energía, Proteína, Aminoácidos, Fibra, Grasa, Agua, Minerales y Vitaminas, los mismos que están a factores como la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la producción, (cuadro 2).

Cuadro 2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY.

NUTRIENTES	CONCENTRACIÓN EN LA DIETA
Proteína,%	18
Energía Digestible, kcal/kg	3000
Fibra,%	10
Ácido graso insaturado.%	<1,0
Aminoácidos	
Aminoácidos	1,2
Histidina, %	0,35
Isoleucina, %	0,6
Leucina, %	1,08
Lisina, %	0,84
Metionina, %	0,6
Treonina, %	0,6
Valina %	0,84
Minerales	
Calcio,%	0,8 – 1,0
Fósforo,%	0,4 – 0,7
Magnesio,%	0,1 – 0,3
Potasio,%	0,5 – 1,4
Vitaminas	
Vitamina A, UI/kg	1000

Vitamina D, UI/kg	7
Vitamina E, UI/kg	50
Vitamina K, mg/kg	5
Vitamina C, mg/kg	200
Vitamina B12, mg/kg	10
Ácido Fólico, mg/kg	4

Fuente: NRC. (2010).

a. Necesidades de Energía, kcal

NRC (2005), expone que las necesidades de energía en la dieta de los cobayos los obtienen de los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal, los que se encuentran disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo.

Hammblood (2006), propone un nivel de Energía Digestible de 3 000 kcal/ kg de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se descubrió mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética, para las evaluaciones con hembras en reproducción, cada animal recibe 200 g de pasto elefante y para el caso de crecimiento recibieron 150 g/animal/día.

b. Necesidades de Proteína, %

Barrie (2004), indica que el requerimiento de proteína que necesita el cuy lo obtiene de los alimentos fibrosos energéticos y proteicos debido a su fisiología digestiva al tener primero una digestión enzimática en el estómago y luego otra microbiana en el ciego y colon.

Ramos (2012), señala que las raciones de 20% de contenido proteico son ideales en la alimentación del cuy cuando éstas provienen de dos o más fuentes; sin

embargo se han reportado raciones con 14 y 17% de proteína que han logrado buenos incrementos de peso, se sugiere que para condiciones prácticas, los requerimientos de proteína total en las etapas de reproducción, crecimiento y engorde son de 14 a 16%, 16 a 18% y 16% respectivamente.

c. Necesidades de Aminoácidos, %

Barrie (2004), menciona que entre los más importantes aminoácidos que no deben faltar en la dieta de los cuyes se encuentran los siguientes:

Colina.- Vitamina esencial para el cuy. Su deficiencia produce retardo en el crecimiento, debilidad muscular, disminución de la concentración de glóbulos rojos de los valores de hematocrito y hemoglobina; pequeñas hemorragias subcutáneas y en las adrenales; y palidez de los riñones. Los requerimientos de esta vitamina son de 1,0 a 1,5 gr de cloruro de colina por kilogramo de dieta.

Inositol.- Cuando la dieta está bien balanceada de aminoácidos, no es necesario suplementar. En caso contrario, y en ausencia de inositol, se presenta caída del pelo, especialmente en las márgenes de las orejas y dermatitis.

Niacina.- Esta vitamina es esencial, su deficiencia produce: Retardo del crecimiento, Pérdida de apetencia por alimento y agua. Babeo, su requerimiento es de 10 a 20 mg/ kg de ración satisface las necesidades de crecimiento.

d. Necesidades de Fibra, %

SENASA (2010), manifiesta que las necesidades de fibra en la alimentación de los cuyes es fundamental ya que de estos depende el normal funcionamiento de su sistema digestivo, siendo así que los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 10 al 18 %.

El aporte de fibra está compuesto básicamente por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes, el suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una

alimentación mixta. Razón por la cual las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben poseer un porcentaje de fibra no menor de 18 %.

e. Necesidad de grasa, %

Almeida (2008), expone que los cuyes necesitan de un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados, su deficiencia provoca un retardo en el crecimiento, además problemas de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo, esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración se afirma que un nivel de 3 % es suficiente para lograr un buen crecimiento.

f. Necesidad de Agua, ml

INIA (2015), menciona que el agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. Constituye el 60 al 70% del organismo animal,

Barrie (2014), reporta que los cuyes de recría requieren entre 50 y 100 ml de agua por día, este requerimiento puede incrementarse hasta más de 250 ml si no reciben forraje verde y si el clima supera temperaturas de 30° C. Si sólo se da concentrado al animal entonces se debe proporcionar de 8 a 15 ml de agua por 100 g de peso vivo o 50 a 140 ml por animal por día.

El suministro de agua se registra un mayor número de crías nacidas, menor mortalidad durante la lactancia, mayor peso de las crías al nacimiento y destete, así como mayor peso de las madres al parto, en los cuyes en recría el suministro de agua no ha mostrado ninguna diferencia en cuanto a crecimiento, pero sí mejora su conversión alimenticia. Mejora la eficiencia reproductiva.

g. Necesidades de Minerales y Vitaminas, %

Barrie (2004), enuncia que las necesidades de minerales están en base a los siguientes elementos tales como el calcio, potasio, sodio, magnesio, fósforo y cloro son indispensables para el cuy, pero sus necesidades cuantitativas no han sido determinadas, presumiblemente sean necesarios el hierro, magnesio, cobre, zinc y yodo el cobalto es probablemente requerido para la síntesis intestinal de vitamina B12, si la dieta no la contiene, es de importancia en la actividad de cada elemento la relación Ca:P de la dieta.

Al respecto se detectó que un desbalance de estos minerales producía una disminución de la velocidad de crecimiento, rigidez en las articulaciones por la alta incidencia de depósito de sulfato de calcio en los tejidos blandos y alta mortandad, entre los principales minerales que se requieren en la dieta alimenticia de los cuyes están los siguientes:

Calcio.- Barrie (2004), menciona que un desbalance de este mineral da como resultado una lenta velocidad de crecimiento, rigidez en las articulaciones y alta incidencia de depósitos de sulfato de calcio (0-0,28) y vitamina D, la relación Ca – Mg en deficiencia y exceso demuestran que el exceso de calcio incrementa el requerimiento de Mg y acentúa los síntomas de deficiencia de Mg. un porcentaje de 0,8- 1,0 de Ca en la dieta es adecuado.

Fósforo.- SENASA (2010), indica que el nivel de fósforo en la dieta de cuyes es importante, porque modifica los requerimientos de otros elementos. Un exceso de fósforo en la dieta incrementa el requerimiento de Mg. El fósforo es el elemento determinante en el desarrollo de la calcificación del tejido blando, cuando la dieta el limitante de Mg y K. El efecto del exceso de P, y el efecto determinante al suplir con Mg una relación eficiente en la dieta es 0,9 % de Ca y 0,4 5 de P y 90 mg de Mg por 100 gr de dieta.

Magnesio.- SENASA (2010), sugiere que el exceso de P y Ca, independiente, incrementa el requerimiento mínimo de Mg y sus efectos son aditivos. Muchos estudios muestran que no sólo el P y Ca modifican el requerimiento de Mg, sino

que los cuyes pueden tolerar raciones con rangos amplios de la relación Ca- P, si el nivel de Mg es apropiado, cuando el Ca y P están presentes al nivel de 0,9 y 0,4 %, respectivamente, un nivel de 0,08 de Mg es adecuado.

Potasio.- SENASA (2010), manifiesta que los cuyes jóvenes alimentados con dietas deficientes en potasio retardan su crecimiento. El requerimiento es de menos de 1,4 % cuando existen suficientes cantidades de otros cationes en la dieta.

h. Necesidades de Vitaminas %

Esquivel (2007), señala que los requerimientos de vitaminas en las diferentes etapas de la vida del cuy son similares; así para el crecimiento, reproducción, engorde y lactancia, las necesidades varían, la ventaja en la explotación de este roedor radica en que el 90 % de la alimentación, está basada en pastos y forraje, siendo estos especialmente ricos en estos elementos, lo que disminuye las deficiencias de vitaminas de todas maneras en la formulación de raciones para cuyes no debemos olvidar la adición de vitaminas y minerales en cada ración.

Vitamina A.- Morgan (2015), indica que la capacidad del cuy para almacenar esta vitamina es variable y escasa, por lo que su buena salud depende de la frecuencia de su ingestión, con 6 mg de vitamina A por kilogramo de peso, normalmente el cuy satisface sus requerimientos.

Vitamina B1 (Tiamina).- Morgan (2015), dice que la vitamina A es denominada la vitamina del apetito, por lo que su deficiencia produce anorexia, los requerimientos son de 4,0 a 6,5 Mg./ Kg. de ración para animales en crecimiento y de 6,0 a 8,0 Mg./ Kg. de ración para adultos.

Vitamina B2 (Riboflavina).- Barrie (2014), marca que la vitamina B2 se suministra con la finalidad de obtener un óptimo crecimiento, los requerimientos de riboflavina son de 3 mg/kg de alimento.

Vitamina B6 (Piridoxina).- Barrie (2014), menciona que el requerimiento en la dieta de los cuyes de la vitamina B6 es de 16 mg/ kg de dieta.

Vitamina C (Ácido ascórbico).- Barrie (2014), los requerimientos de vitamina C son de 1 mg de ácido ascórbico por 100 gr de peso para prevenir las lesiones patológicas, 4 mg de ácido ascórbico por 100 gr de peso es indicado para animales en crecimiento activo. Se debe tener en cuenta que el forraje no es un simple vehículo de vitamina C, esto quedó demostrado al administrar a un grupo de animales una cantidad de vitamina C equivalente a lo que recibía otro grupo de forraje (40 mg / día) donde el segundo grupo creció más.

D. ALIMENTACIÓN DEL CUY

La alimentación juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, ya que el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutricionales del cuy nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer sus necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción de carne (engorde), (Bizhat, 2005).

En la crianza de cuyes se recomienda una alimentación mixta; es decir, hay que proporcionar tanto alimento vegetal (forraje) como alimento concentrado. Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son la alfalfa (*Medicago sativa*), la chala de maíz (*Zea mays*), el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), la hoja de camote (*Hypomea batata*), la grama china (*Sorghum halepense*), entre otros (Bizhat, 2005).

El alimento vegetal no puede proporcionarse húmedo, caliente ni recién cortado, de lo contrario el cuy podría enfermar de Timpanismo ó Torsón (hinchamiento de panza). Es por ello, que se recomienda orear el forraje en sombra por lo menos 2 horas, antes de proporcionárselo, (Bizhat, 2005).

El alimento concentrado se utiliza en menor proporción que el alimento vegetal, no obstante hay casos en los que su ración puede incrementarse como consecuencia de la escasez de pastos, situación que se da por la falta de agua de

lluvia ó de riego en el campo. El concentrado se formula con insumos secos tales como el maíz molido, afrecho de trigo, torta de soya, entre otros (Bizhat, 2005).

E. DATOS PRODUCTIVOS DEL CUY

1. Parámetros productivos

Córdova (2006), indica que con la finalidad de manejar adecuadamente el mejoramiento de cuyes a través de la selección se debe conocer los estándares en lo que respecta a los parámetros productivos del cuy, (cuadro 3).

Cuadro 3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS DEL CUY.

	PESOS (g)		MORTALIDAD (%)
Nacimiento	80 a 120	Lactancia	10 a 15
Destete	220	Engorde	5 a 8
Carcasa	550	Reproductores	5 anual

Fuente: Toledo, (2010)

2. Cría o Recría I

Córdova (2016), señala que el periodo de recría, es el tiempo de transición entre el destete y el sexaje, es esta etapa los cuyes destetados (machos y hembras) son llevados a espacios especiales por un tiempo de 10 a 15 días, hasta completar un peso de 350 - 400 gramos, una de las actividades que se puede realizar en ese tiempo pueden ser el sexaje para luego ser llevados a pozas de engorde.

Esta etapa considera los cuyes desde el destete hasta la 4ta semana de edad, después del destete, se los agrupa en lotes de 20 ó 30 en jaulas de 1,5 x 2,0 x 0,45 m; los gazapos deben recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína con un 17%, en la etapa de recría I los gazapos alcanzan a triplicar su peso de nacimiento por lo que debe suministrárseles raciones de calidad.

a. Alimentación en la etapa de cría

Ordoñez (2007), manifiesta que la alimentación después del destete, el consumo de alimento se incrementa de la 1ª a la 2ª semana en un 25,3 % de alimento, este incremento se debe a que un animal en crecimiento consume gradualmente más alimento, los lactantes, al ser destetados, incrementan su consumo como compensación a la falta de leche materna. En el período de recría I o cría, la ración de baja densidad nutricional proporcionó similares pesos e incrementos de peso que la de alta densidad, pero un mayor consumo de MS total, la conversión alimenticia se mejora cuando la ración está preparada con insumos de mejor digestibilidad y con mejor densidad nutricional, el porcentaje de mortalidad durante la etapa de cría es de 2,06 %, después de la 4ª semana las posibilidades de sobrevivencia son mayores.

3. Engorde o Recría II

Córdova (2006), manifiesta que la etapa de engorde está comprendida desde el periodo desde el sexaje hasta el momento de la saca, se colocan cuyes del mismo sexo por jaula ó poza, tomando en cuenta las dimensiones de la misma. Esta etapa se inicia a partir de la 4ª semana de edad hasta la edad de comercialización que está entre la 9ª o 10ª semana de edad, los lotes deben ser homogéneos y manejarse en áreas apropiadas; se recomienda manejar entre 8 y 10 cuyes en áreas por animal de 1 000-1 250 cm². Se deberá ubicar lotes uniformes en edad, tamaño y sexo, no es recomendado prolongar esta etapa para evitar peleas entre machos, ya que las heridas que se hacen malogran la carcasa, estos cuyes que salen al mercado son los llamados «parrilleros».

Ordoñez (2007), reporta que el acabado o fase de engorde tiene una duración de 45 a 60 días dependiendo de la línea y alimentación empleada, es recomendable no prolongar por mucho tiempo, para evitar peleas entre los machos, las cuales causan heridas y malogran la calidad de la carcasa. Aquellos cuyes que tengan un déficit de peso, podrán ser castrados químicamente para un aumento de peso rápido.

a. Alimentación en la etapa de recría II y engorde

Toledo (2010), indica que los cuyes en esta etapa responden bien a dietas con alto contenido de energía y baja proteína, ya que en la etapa de engorde se debe manejar una conversión alimenticia de 3,8 pudiendo alcanzar un peso vivo de 800 a 950 g a las 8 semanas de vida. Recomendado alimentar a los mismos por 2 ocasiones al día en la mañana se da del 30 a 40% de la ración y en la tarde el resto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en la finca “Del señor Ángel Maurat”, ubicada en el Cantón Sucúa Km 1 vía al Río Upano, frente al Centro de Formación Shuar, parroquia Sucúa, Provincia Morona Santiago.

Las condiciones meteorológicas del cantón Sucúa, se indican en el: (cuadro 4).

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA.

PARÁMETRO	PROMEDIO ANUAL
Temperatura (°C)	22,3
Humedad atmosférica (%)	70
Precipitación (mm/año)	2261
Altura (msnm)	850

Fuente: Estación Meteorológica de Morona Santiago. (2016).

El proyecto tuvo una duración de 90 días, tiempo en el que se realizó la adecuación de las instalaciones, selección y compra de animales, elaboración de las dietas de acuerdo a los niveles de diatomeas, suministro de las diferentes dietas nutricionales, entre otras actividades.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó 48 cuyes de la línea peruano mejorado de 15 días de edad y con un peso promedio de 375,96 g.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación fueron los siguientes:

1. **Materiales**

- 48 cuyes machos.
- 24 jaulas
- Manguera.
- Balanza.
- 48 aretes numerados.
- 24 comederos.
- 24 bebederos
- Mesas.
- Guantes.
- Mandil.
- Viruta.
- Valdez.
- Letreros.
- Mascarilla.
- Escobas.
- Pala.
- Materiales de oficina

2. **Suministros**

- Agua
- Forraje verde
- Concentrado con diferentes niveles de diatomeas

3. **Equipos**

- Bomba de mochila
- Balanza de capacidad de 3 Kg
- Equipo de limpieza.
- Equipo de desinfección.
- Equipo de sanidad animal.

- Equipo de laboratorio.
- Equipo de limpieza

4. Instalaciones

- Galpón de especies menores pertenecientes al señor Ángel Maurat, ubicada en el Cantón Sucúa, el cual se encontraba adecuado con sus respectivas pozas de crianza.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se trabajó con tres tratamientos a base de los diferentes niveles de diatomitas (1,5; 3,0 y 4,5 %), para su comparación con un tratamiento testigo (T0). Se aplicó un diseño Completamente al Azar, conformado por 6 repeticiones, un tamaño de unidad experimental de 2 cuyes por repetición, 12 cuyes por tratamiento, con un total de 48 animales, en función del siguiente modelo lineal aditivo.

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

Dónde:

y_{ij} : Valor respuesta.

μ : Media general.

α_i : Efecto sobre los tratamientos.

ϵ_{ij} : Error Experimental.

1. Esquema del Experimento

En el cuadro 5, se describe el esquema del experimento para los cuyes en la etapa crecimiento - engorde.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS	CODIGO	REP.	T.U.E *	Nº animales
70% forraje +30% concentrado +0% de diatomea	T0	6	2	12
70% forraje +30% concentrado +1,5% de diatomea	T1	6	2	12
70% forraje +30% concentrado +3% de diatomea	T2	6	2	12
70% forraje +30% concentrado +4,5% de diatomea	T3	6	2	12
TOTAL				48

T.U.E = Tamaño de la unidad experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales evaluadas durante el experimento se indican a continuación:

1. Medidas de campo

- Peso inicial (g).
- Peso final (g).
- Consumo de alimento total, (g).
- Ganancia de peso total (g)
- Conversión alimenticia (g).
- Análisis coproparasitarios inicial y final.
- Mortalidad c/u tratamiento (%).

2. Económicos

- Rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA), (Cuadro 6).
- Separación de medias según Tukey a un nivel de significancia de $P < 0,05$ y $P \leq 0,01$.
- Análisis de regresión y correlación.

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente Variación	Grados Libertad
Total	23
Tratamiento	3
Error experimental	20

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De campo

a. Confinamiento

Para la presente investigación se utilizaron 48 cuyes que fueron evaluados en la fase crecimiento - engorde. Se alojaron en jaulas de 0,5; 0,5; 0,4 metros; se colocaron 2 animales por jaula, cada jaula a su vez dispuso de un comedero y un bebedero.

Los pesos se tomaron cada 30 días de edad, iniciando con el peso al destete, hasta el peso final a los 105 días de edad.

Al terminar el experimento (90 días de experimentación), fueron pesados por última vez para determinar su peso al sacrificio. Además se revisó diariamente cada una de las pozas, para verificar anomalías en los animales.

b. Manejo alimenticio

El alimento se distribuyó de acuerdo a los requerimientos establecidos para las etapas de crecimiento – engorde que consistió en: suministro de 200 g de forraje verde que fue de maralfalfa el cual tiene la siguiente composición nutricional (cuadro 7), el alimento concentrado fue de tipo peletizado al cual se le trituro para obtener una mezcla homogénea con los niveles de diatomeas descritos en el cuadro 8.

Cuadro 7. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL FORRAJE MARALFALFA.

Nutrientes	Contenido
Materia Seca, %	29,67
Proteína, %	16,25
Fibra bruta, %	53,33
Grasa, %	2,10
Cenizas, %	7,90
Calcio, %	0,80
Fósforo, %	0,33
Energía Metab. Kcal/kg	1650
Disgestibilidad de la materia seca %	55,52

Fuente: AGROLAB. (2016).

Cuadro 8. CONSUMO DE CONCENTRADO MÁS LA DICION DE DIATOMEA.

Periodo de investigación	Consumo de forraje verde, g	Consumo de concentrado, g	Adición de diatomeas, g		
			T1 (1,5%)	T2 (3%)	T3 (4,5%)
1 a 30 días	80	15	0,23	0,45	0,68
31 a 60 días	134	20	0,3	0,6	0,9
61 a 90 días	220	30	0,45	0,9	1,35

Fuente: Maurat, W. (2017).

Se proporcionó agua a voluntad y todo el alimento suministrado cada día se registró al igual que los sobrantes del alimento concentrado y forraje verde que sirvió para determinar el consumo diario de materia seca, recalcando que el alimento a disposición fue de tipo comercial.

c. Programa Sanitario

El experimento se inició con la limpieza y desinfección de las pozas, instalaciones y de los equipos, para lo cual se utilizó amonio cuaternario en una proporción de 20ml/10 lts de agua. La desinfección se realizó tres veces durante toda la investigación.

2. Laboratorio

El análisis coproparasitario para determinar la carga parasitaria (parásitos gastrointestinales como: *Unicaria*, *Entamoeba coli*, *Trichuris trichuras*, etc), se lo realizó por el método de flotación determinando la presencia de huevos y ovocitos para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- Toma de muestra de heces de cada tratamiento
- Separación de 2 a 5 g de heces en un mortero o vaso
- Agregar 15ml de solución salina saturada
- Disolver muy bien las heces con una espátula hasta que se homogenice
- Pasar por un colador por 7 veces consecutivas
- Dejar reposar durante 5 minutos la sustancia
- Colocar un cubre objetos en la solución y esperar alrededor de 15 minutos
- Retirar cuidadosamente el cubre objetos del tubo de ensayo, y colocar sobre un portaobjetos
- Observar al microscopio con el objetivo de 10X

- Determinar la cantidad y especie de parasito.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Peso inicial y final, g

Este parámetro se determinó con el uso de una balanza y se registró el peso inicial en gramos, al destete y al sacrificio.

2. Ganancia de peso, g

La ganancia de peso se determinó en cada fase de evaluación, y se estimó por diferencia de pesos, entre el peso final y el peso inicial.

Ganancia de Peso (GP) = peso final (g) – peso inicial (g)

3. Consumo de alimento en gramos de materia seca

Se registró los datos en cada fase de evaluación con la siguiente fórmula:

Consumo de Alimento (CA) = alimento ofrecido (gr. ms) – sobrante del alimento (gr. ms).

4. Mortalidad

El porcentaje de mortalidad es la cantidad de cuyes que se mueren durante el proceso de crianza expresada como porcentaje del total de cuyes ingresados; la fórmula es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de Mortalidad (\%M)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ cuyes muertos}}{\text{N}^\circ \text{ cuyes totales}} \times 100$$

5. Conversión alimenticia

Se determinó mediante la relación entre el consumo de alimento total sobre el peso final obtenido.

$$\text{Índice de Conversión Alimenticia (ICA)} = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Peso total (g)}}$$

6. Análisis económico

El análisis económico se realizó por medio del indicador beneficio/costo, en el que se consideró los egresos e ingresos totales que corresponden a la venta de los animales y abono. La fórmula del beneficio costo es la siguiente:

$$\text{B/C} = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUYES POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE LA DIATOMEA

Los resultados de las diferentes variables se indican en el (cuadro 9).

1. Peso inicial, (g)

La variable peso inicial de los cobayos, seleccionados para la ejecución de la investigación planteada en la provincia de Morona Santiago, iniciaron con pesos homogéneos de 401,17; 383,58; 378,67 y 340,42 kg para los tratamientos con la aplicación del 0; 4,5; 1,5 y 3 % de diatomea respectivamente, esta homogeneidad de las unidades experimentales permitirá que el trabajo experimental no se incline de forma benéfica a ninguno de los tratamientos establecidos.

Mayorga (2015), para iniciar su investigación en la cual se emplearan diferentes niveles de Genex como promotor de crecimiento inicia con un peso promedio de 375,67 g, datos similares a los de la presente investigación, además de conocer que los animales se destetan a los 14 días después del nacimiento con peso promedios de 350 g, además de considerar que está determinado por la longitud de su cuerpo que es entre 20cm y una anchura del cuerpo de 10 cm.

2. Peso final, g

Con respecto al peso final de los cuyes, no se registraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) pero si diferencias descriptivas; el mayor valor registró el tratamiento T2 (3%) con 964,5 gramos, y el menor valor el tratamiento T3(4,5%) con 932,17 gramos (cuadro 9).

Estas diferencias podría deberse a que al aplicar las diatomeas en diferentes porcentajes también los nutrientes proporcionados a los cuyes varían, las diatomeas constituyen un excelente suplemento nutritivo mineral con altos contenidos de calcio, sílice y oligoelementos (Illana, 2002).

Cuadro 9. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUYES POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEA, EN LA ALIMENTACIÓN EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO - ENGORDE.

Variable	Niveles de diatomea, %				E.E	Prob.
	0	1,5	3	4,5		
Peso Inicial, g	401,17	378,67	340,42	383,58		
Peso Final kg	936,83	954,08	964,50	932,17	19,12	0,5371
Ganancia de Peso kg	535,67 b	575,42 ab	624,08 a	548,58 b	16,48	0,0020
Consumo de Forraje kg. M.S	2265,12 a	2184,71 B	2229,88 ab	2216,62 b	1,96	0,0010
Consumo de Concentrado kg M.S	1934,51 a	1928,34 ab	1917,32 bc	1905,41 c	3,78	0,0000
Consumo Total de Alimentos	4199,63 a	4113,05 B	4147,20 ab	4122,03 ab	13,58	0,0002
Conversión Alimenticia	7,86 a	7,18 ab	6,66 b	7,55 a	0,21	0,0014
% de infestación parasitaria inicial	40,20	36,27	44,12	56,86	9,12	0,3504
% de infestación parasitaria final	47,08 a	9,81 B	8,83 b	4,90 b	3,80	0,0000
% de Mortalidad	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,0000

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Pasquel, M. (2010), al emplear diferentes niveles de harina de hoja de yuca en la alimentación diaria de los cuyes en la etapa de crecimiento – engorde, registró un peso final de 805,39 gramos con la aplicación del 45 % de mencionada harina. León (2015), al usar en la dieta de los cuyes diferentes niveles de clorhidrato de ractopamina registró un peso promedio de 926,87 gramos, valor que resulta ser inferior al registrado en la presente investigación, lo cual podría deberse a que las diatomeas tienen un mayor contenido de nutrientes con respecto al clorhidrato de ractopamina.

Tayan (2015), al añadir orégano en el alimento concentrado para cuyes determinó un peso final de 1117,25 gramos, valor que supera al obtenido en esta investigación.

3. Ganancia de peso, (g)

La ganancia de peso en la presente investigación, mostró diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), registrándose entre las unidades experimentales la mayor ganancia de peso en cuyes, a animales del tratamiento con el 3,0 % de diatomea, con una media de 624,08 g; seguido por los cobayos alimentados con la adición de 1,5 % de diatomea, con 575,42 g; y posteriormente se alcanzaron los menores pesos finales de 548,58 y 535,67 g, en las unidades experimentales del tratamiento con el uso del 4,5 y 0 % de diatomea en la alimentación diaria, respectivamente.

Arthur (2000), reporta que las diatomeas poseen en su composición minerales y sustancias que ayudan en la prevención y eliminación de agentes patógenos entre estos la *E. coli*; y refuerza el sistema inmunológico gracias al crecimiento de la microflora intestinal lo cual hace que el animal por su buen estado de salud mejore considerablemente sus condiciones productivas, dando mayor rentabilidad al productor.

Mayorga (2015), al emplear diferentes niveles de Genex como promotor de crecimiento registró el valor más alto de ganancia de peso que fue de 619,38 g, dato que resulta ser similar al registrado en la presente investigación. Carro

(2002), menciones que Genex es un promotor de crecimiento que tiene como finalidad provocar modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, ello se traduce en aumento de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso.

Padilla (2012), al emplear dietas a base de pollinaza alcanzó el mayor valor de ganancia de peso con 602 g, valor que es inferior al registrado en ésta investigación, ello posiblemente se deba a que la pollinaza es un alimento proteico mas no un facilitador de digestibilidad como lo es la diatomea.

Pasquel (2010), al alimentar a sus unidades experimentales con diferentes niveles de harina de hoja de yuca alcanzo una ganancia de peso de 712,87 g. León (2015), de igual manera su mayor ganancia de peso fue de 805,60 g con la adición de diferentes niveles de clorhidrato de ractopamina, posiblemente esto se dio gracias a los propiedades del Clorhidrato de ractopamina que pertenece al grupo de las catecolaminas, el cual es un derivado de la familia de los β -adrenérgicos, que actúa incrementando el flujo sanguíneo, dando consigo una hipertrofia de las fibras musculares esqueléticas, un aumento de la síntesis proteica y una disminución en la degradación de la proteína muscular (Orozco, 2015).

La regresión para la variable ganancia de peso (gráfico 1), presenta una línea de tendencia de tipo cuadrática, la cual inicia con un intercepto de 529,01 g teniendo un incremento en la ganancia de peso con la utilización de los niveles entre 0 al 3 % de diatomea en 63,45 g, para finalmente con niveles superiores al 3 % de diatomea descender en 12,80 g, con un coeficiente de determinación del 40,63 % , lo cual indica que este porcentaje es el que ha influido al aplicar los niveles de diatomea a los cuyes, y el porcentaje restante ha sido influido en la ganancia de peso por otros factores como la humedad relativa y genética del animal. Además se determinó un coeficiente de correlación de 0,6373. La ecuación de regresión es la siguiente:

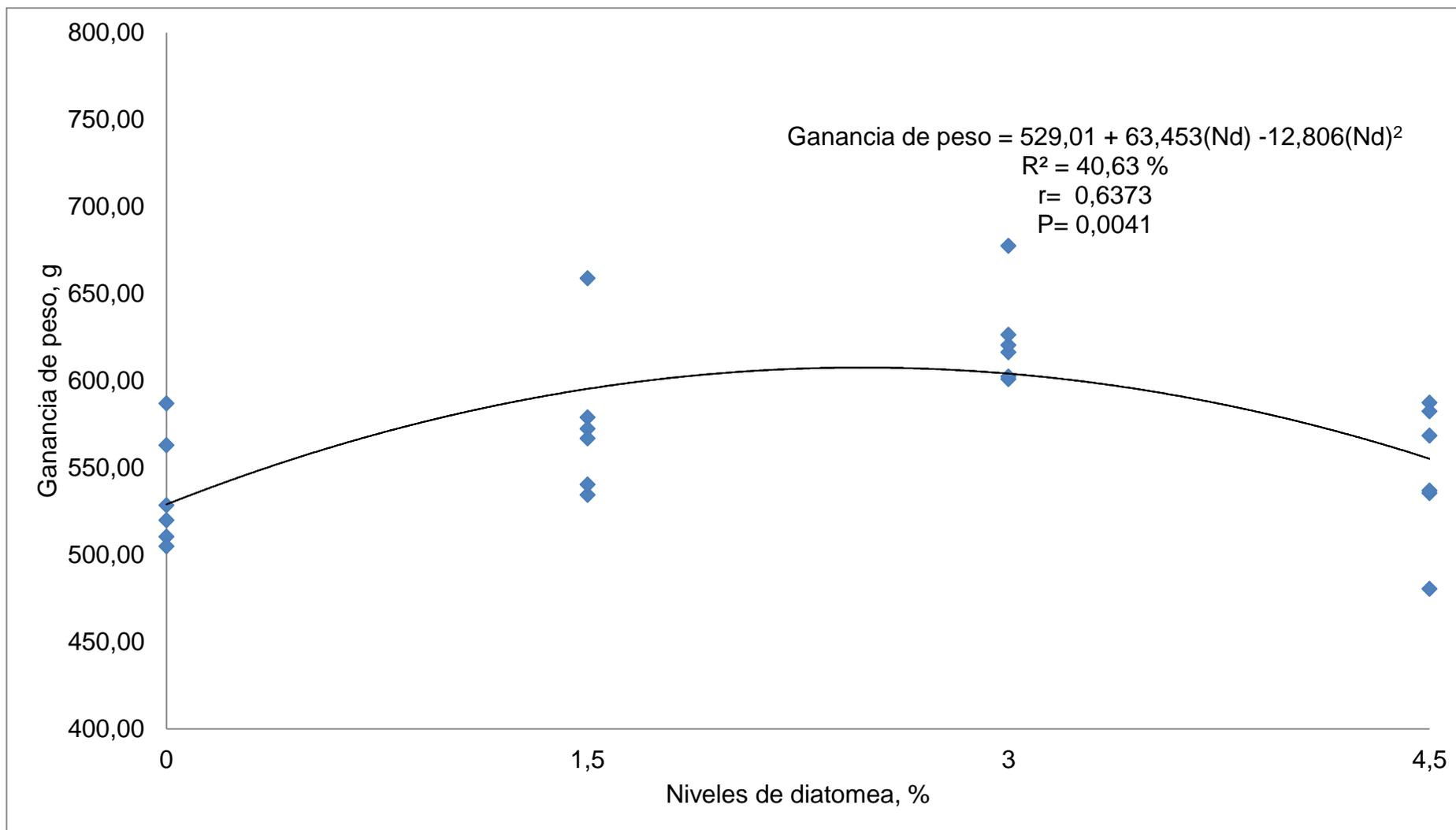


Gráfico 1. Análisis de regresión de la ganancia de peso de los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

Ganancia de peso, $g = 529,01 + 63,453(Nd) - 12,806(Nd)^2$.

4. Consumo de forraje verde en gramos de materia seca (g MS)

En relación a ésta variable, registraron diferencias estadísticas ($P < 0,01$), por efecto de la aplicación de los diferentes niveles de diatomea, los mayores valores de consumo de forraje presentaron los tratamientos T0 y T2 con 2265,12 y 2229,88 gramos de materia seca (g Ms), en su orden y los menores consumos de forraje verde fue de 2216,62 y 2184,71 gMS para los tratamientos T3 y T1 respectivamente, notándose que el empleo de los diferentes niveles de diatomea si disminuyen el consumo de forraje en los semovientes, quizás esto se deba a que los animales mejoran su digestibilidad por la adicción de la diatomea.

Consumos que son inferiores a los reportados por Cargua (2014), quien registra valores de consumo de forraje verde de 3,00 y 2,99 kg.MS, Hidalgo (2015), al emplear diferentes niveles de harina de algarrobo en la dieta diaria de los cuyes alcanza su mayor consumo de forraje verde de 2,33 kgMs, este consumo estar en dependencia de la calidad nutricional de la dieta forrajera.

En el análisis de la regresión para la variable consumo de forraje verde (gráfico 2), se describe que inicia un consumo de forraje verde de 2265,1 gMs; y a medida que se incrementan los niveles de diatomea hasta el 3 % de diatomea, aumenta el consumo en 68,79 gMs y finalmente al elevarlos niveles de diatomea baja el consumo de aliento en 9,08 gMs, con un coeficiente de determinación de 53,64 % y un $r=0,7323$. Para lo cual se empleó la siguiente ecuación de regresión.

Consumo de forraje verde, gMs = $2265,1 - 136,35x + 68,793(Nd)^2 - 9,0862(Nd)^3$

5. Consumo de concentrado, (g Ms)

Con respecto a ésta variable, se registró diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$) entre los tratamientos, el mayor consumo presentó el tratamiento T0(0%) con un valor de 1934,51 gMs, y el menor valor el tratamiento T3(4,5%) con 1905,41 gramos; los demás tratamientos registraron valores

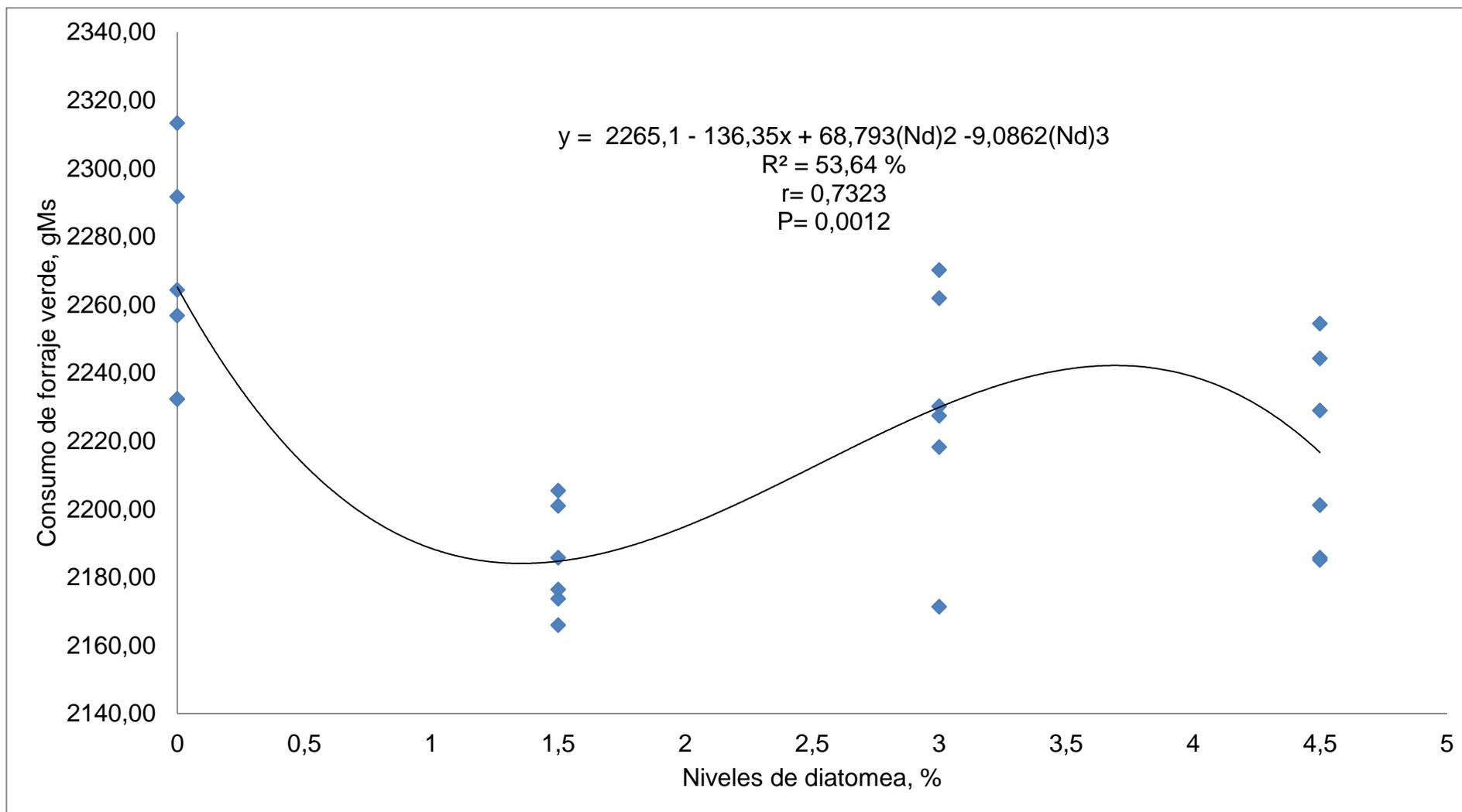


Gráfico 1. Análisis de regresión del consumo de forraje verde en los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

intermedios a los mencionados anteriormente; posiblemente éstas diferencias se deban al efecto de la palatabilidad al incluir los diferentes niveles de diatomeas en la dieta de los cuyes.

De acuerdo a los resultados demostrados en la separación de medias se observa que a mayor adición de diatomea disminuye el consumo de alimento, ello posiblemente se debe a que al incrementar la adición de diatomeas en el concentrado, los cuyes notan el sabor con mayor facilidad el sabor no agradable de las diatomeas y por lo tanto disminuye el consumo.

León (2015), al emplear varios niveles de clorhidrato de ractopamina, alcanzó un consumo de concentrado de 4,56 kg en la evaluación a los 90 días, Padilla, (2012), al emplear diferentes niveles de orégano en la dieta de los cuyes alcanzó un consumo de 2,34 kg de alimento en materia seca, datos que suelen ser mayores a los de la presente investigación, posiblemente esto se deba a que el orégano y el clorhidrato de ractopamina tienen mayor palatabilidad en comparación con las diatomeas.

El análisis de regresión para la variable consumo de concentrado en los cuyes, (gráfico 3), presenta una línea de tendencia lineal negativo altamente significativa ($P < 0,01$), la cual inicia con un intercepto de 1936,1 g, determinándose que a medida que se elevan los niveles de diatomea disminuye el consumo de concentrado de 6,554 g, con una dependencia de los niveles de diatomea en 66,14 %; el 33,86 se debe a factores externos tales como humedad, temperatura y genética de los animales. Se determinó un coeficiente de correlación del 0,8132. Para el cálculo de la regresión se aplicó la siguiente ecuación:

Consumo de alimento, g = 1936,1 -6,554(Nd).

6. Consumo total de alimento en Gramos de Materia Seca (gMS)

En la evaluación del consumo total de alimento en los cuyes, se determinó diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la

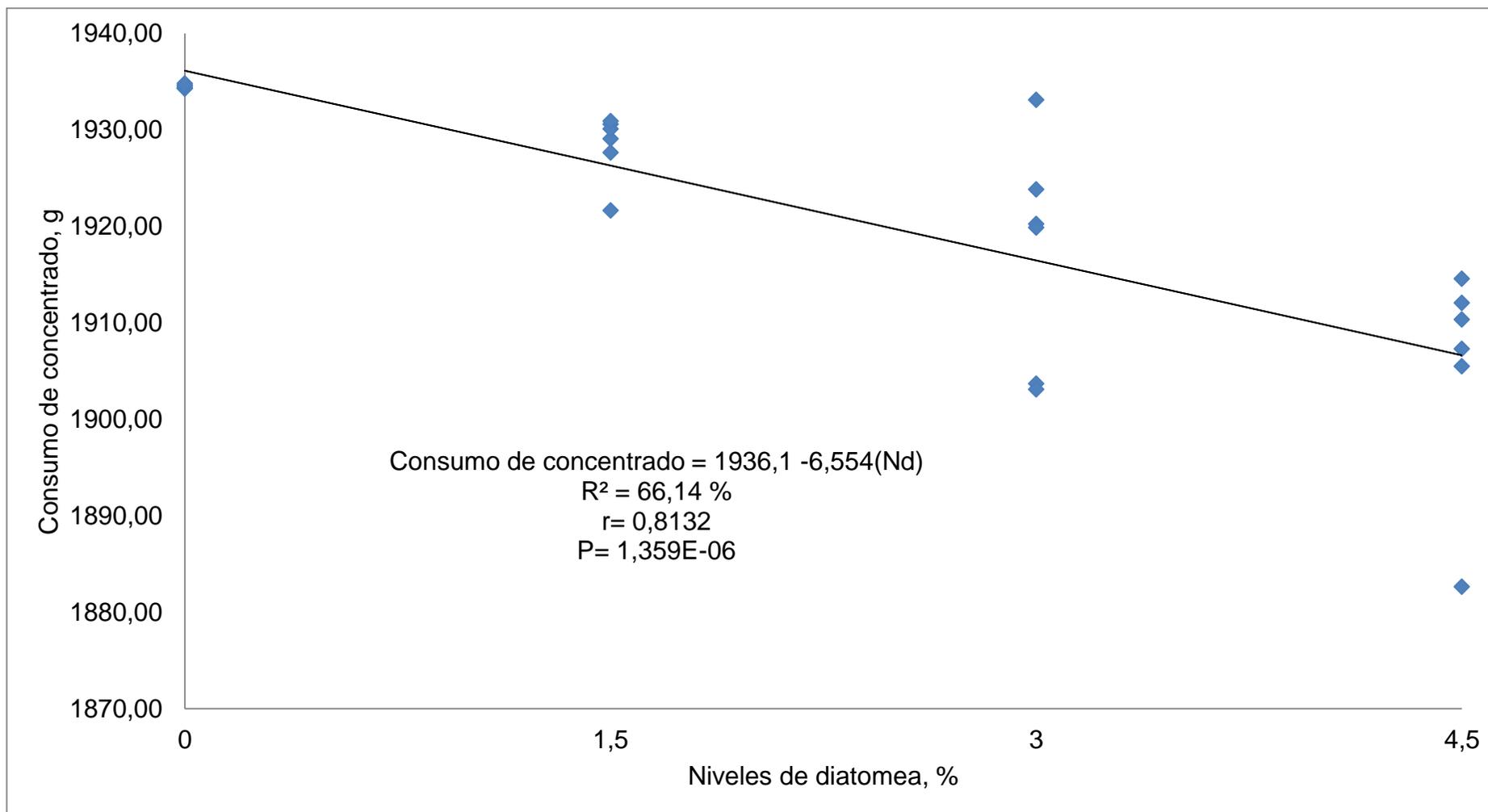


Gráfico 3. Análisis de regresión del consumo de alimento concentrado en los cuyes, por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

aplicación de diferentes niveles de diatomea en la dieta, el mayor consumo de alimento total fue en el tratamiento control (0%) con 4199,63 gramos de materia seca, y el menor consumo registro el T1 (1,5%) con 4113,05 gMS, mientras que los demás tratamientos obtuvieron valores intermedios a los mencionados, lo que demuestra que los niveles de diatomeas influyen directamente en la alimentación de los cobayos.

Con lo anteriormente expresado se determina que a mayor adicción de diatomeas existe una disminución en el consumo de alimento que beneficiaría al productor en menor costo de producción. Avendaño (2007), menciona que farmacológicamente las diatomeas se han utilizado en tratamientos de parasitosis, desórdenes gastrointestinales, debido a su efecto cicatrizante y multiplicador de microflora intestinal, coadyuvando con la obtención de mejores rendimientos como pesos finales y por ende ganancia de pesos. León (2015), al emplear varios niveles de clorhidrato de ractopamina, alcanzo un consumo de 6,62 kg en la evaluación a los 90 días; Padilla (2012), al emplear diferentes niveles de orégano en la dieta de los cuyes alcanzó un consumo de 4,52 kg de alimento en MS, notándose un consumo mayor en comparación con la presente investigación, posiblemente esto se deba a que las diatomeas al ser secuestrante de micotoxinas eleva su digestibilidad lo que hace que el animal consuma menos pero asimile en mayor porcentaje.

En el análisis de la regresión (gráfico 4), para la variable consumo de alimento total se muestra una línea de tendencia cúbica ($P < 0,01$), teniendo un descenso en el consumo de 137,97 gMs con el 1,5 % (ND), para luego aumentar en 66,83 gMs con el 3,5 y finalmente bajar el consumo total en 8,89gMs con el nivel del 4,5 (ND) (ND), con un grado de dependencia de 59,60 %, se determinó un coeficiente de asociación o correlación de 0,7720.

Se aplicó la siguiente ecuación de regresión para el consumo de alimento.

$$\text{Consumo total} = 4199,6 - 137,97(\text{ND}) + 66,838(\text{ND})^2 - 8,8912(\text{ND})^3$$

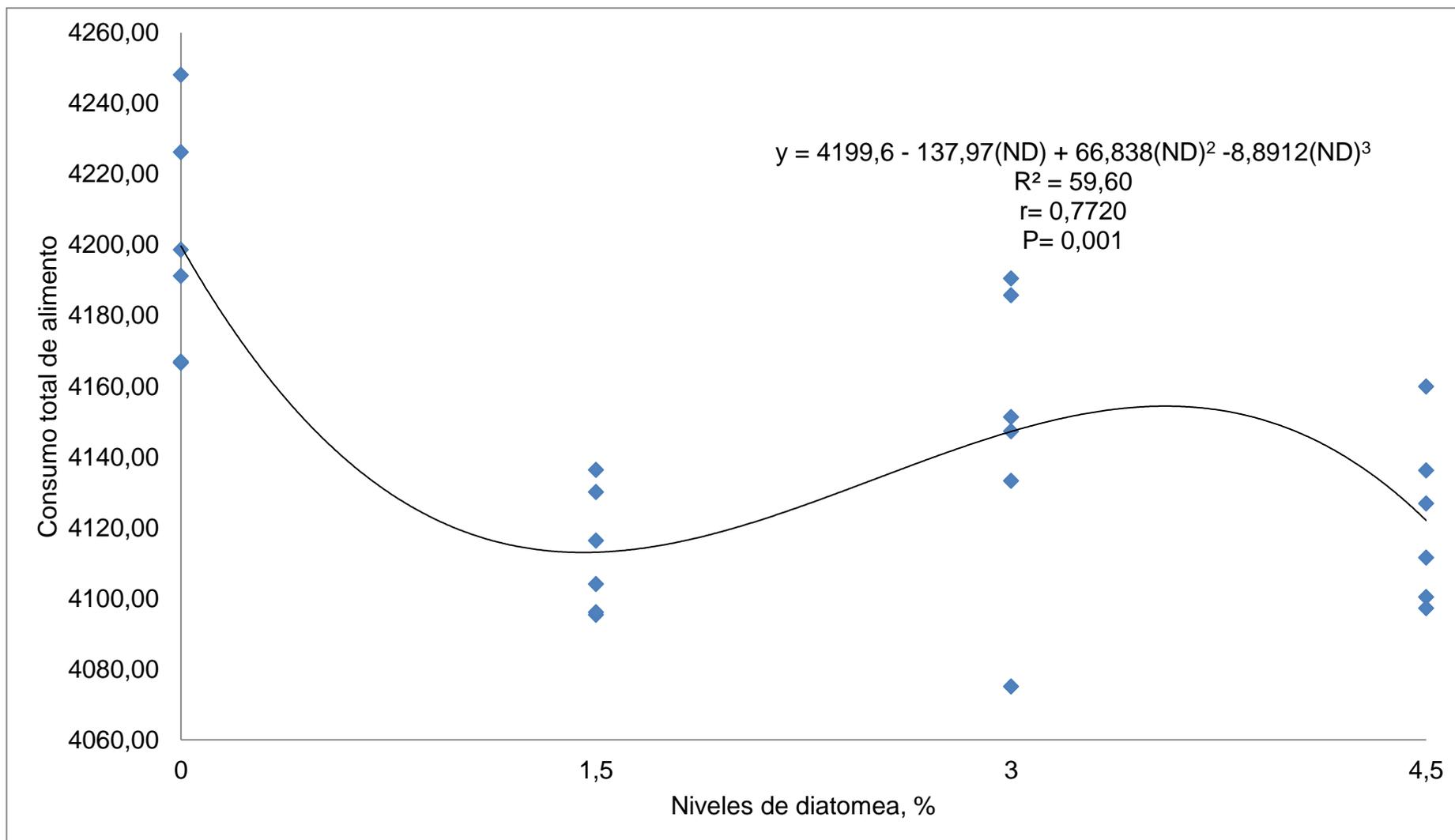


Gráfico 4. Análisis de regresión del consumo total de alimento, en los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

7. Índice de Conversión alimenticia

Para la evaluación de la conversión alimenticia, bajo la separación de medias según Tukey, se reportan diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los diferentes niveles de diatomea; la conversión alimenticia más eficiente fue de 6,66 en el T2 (3 % de diatomea); mientras que el tratamiento control (T0%), obtuvo una conversión menos eficiente de 7,18.

De esta manera se determina que el 3 % de diatomea influye positivamente en la conversión alimenticia de los animales. Al respecto, Vargas (2012), menciona que la diatomea es un poderoso nutriente que aporta oligoelementos que mejoran la salud de quienes lo consumen, además de ser económico y beneficia el levante y engorde de cualquier especie animal, sin representar un peligro para quienes lo manipulan, ni para los animales que lo consumen.

Chillagano (2014), al incluir el 15% de amaranto en el balanceado para cuyes en la etapa de crecimiento – engorde, alcanzó una conversión alimenticia de 7,10. León (2015), al emplear diferentes niveles de clorhidrato obtiene en el T2 la menor conversión alimenticia de 10,33; siendo respuestas menos eficientes con respecto a los de la presente investigación, quizás esto se vea influenciado por aspectos climáticos y genéticos de los cobayos.

Moncayo (2015), al emplear diferentes niveles de Genex determina una conversión alimenticia de 3,05, datos más eficientes al contrastar con los de la presente investigación, quizás esto se deba a lo indicado por OPTIVITE (2014), que GENEX promueve la regulación digestiva dentro de las posibilidades de un producto elaborado con ingredientes totalmente naturales, y sus cualidades son mucho más amplias.

La conversión alimenticia en el análisis de regresión (gráfico 5), presenta una línea de tendencia cuadrática, altamente significativa, con un porcentaje de

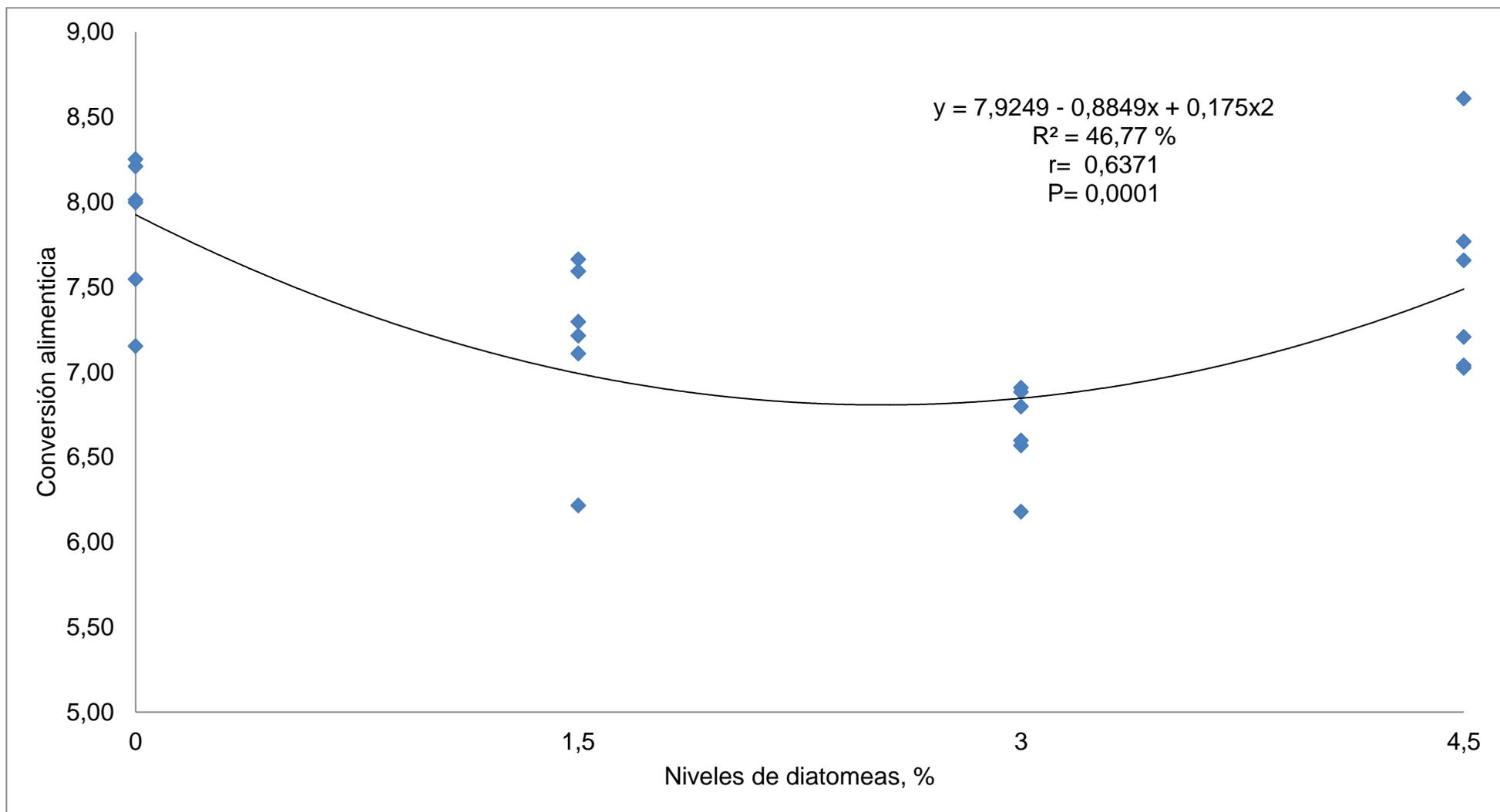


Gráfico 5. Análisis de regresión de la conversión alimenticia de los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

dependencia de los niveles de diatomea del 46,77 %, observándose que, al incrementar los niveles de diatomea hasta el 3% la conversión alimenticia desciende en 0,8849 puntos, iniciando con un intercepto del 7,92, y finalmente al incrementar los niveles de diatomea al 4,5 % aumenta la conversión en 0,175 puntos con un coeficiente de correlación de 0,6371 %. Para lo cual se utilizó la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{Conversión alimenticia} = 7,9249 - 0,8849(\text{Nd}) + 0,175(\text{Nd})^2$$

8. Infestación parasitaria inicial y final, %

Al considerar la variable de infestación parasitaria al inicio de la investigación, en cuyes, bajo el efecto de varios niveles de diatomeas, no reportaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), entre los tratamientos evaluados, llegando a tener los menores porcentajes de infestación con la utilización del tratamiento testigo T0 y el del tratamiento (T1) 1,5 % de diatomea con una media de 40,20% y 36,27 % respectivamente; los mayores valores fueron de 44,12% y 56,86 % para los tratamientos T2(3%) y T3(4,5%) en su orden.

Al analizar la variable porcentaje de infestación parasitaria al final de la investigación en los 90 días establecidos, se reportan diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la inclusión de los niveles de diatomea en el alimento concentrado, logrando el mayor control de parásitos con los tratamientos T1(1,5%), T2(3%) y T3(4,5%), con cargas parasitarias de 9,81%; 8,83% y 4,90 % respectivamente, infiriendo de manera significativa con respecto al tratamiento control que al finalizar la investigación su carga parasitaria fue de 47,08%.

Con el análisis realizado se deduce que la diatomea tiene propiedades desparasitantes, al incluirlo en la alimentación animal en este caso de los cobayos en la etapa de crecimiento – engorde, que concuerda con lo sugerido por <http://www.Redganadera.Com>. (2014), que indica que la tierra de diatomeas "La Tierra Blanca" es inofensiva para el sistema digestivo y aplicándolos en el agua o

alimento de consumo diario de los animales, se logrará eliminar parásitos internos como los nemátodos, los cestodos y las fasciolas hepáticas. En el campo de la nutrición animal, la tierra de diatomeas está encontrando una rápida aceptación. Sus Beneficios han sido notables en alimentación de rumiantes y monogástricos. Controla diarreas provocadas por procesos bacterianos, es un agente secuestrante de las toxinas bacterianas y actúa como desparasitante. Las diatomeas capturan la toxina antes que ésta se adhiera a la vellosidad y provoque daños, arrastrando con las heces.

La regresión para porcentaje de infestación parasitaria final (gráfico 6), evaluados en la etapa de crecimiento - engorde, presentan una línea de tendencia cuadrática, altamente significativa ($P < 0,01$), iniciando con un intercepto de 45,12%, y a medida que se incrementan los niveles de diatomea hasta el 3 % existe una reducción en la carga parasitaria de 25,17 %, con un coeficiente de determinación del 77,4 % y un coeficiente de correlación de 0,8802 que demuestra ser alto y positivo.

B. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Dentro del estudio económico de la producción de cuyes en etapa comprendida desde el crecimiento al engorde, alimentándoles con dietas concentradas con la adición de diferentes niveles de diatomeas, se determinaron los costos en cada uno de los tratamientos y durante el proceso productivo, representados por consumo de forraje, consumo de concentrado, sanidad, servicios básicos, finalmente mano de obra, en tanto que los ingresos estuvieron representados por, cotización de la venta de los cuyes y el abono orgánico. Es así que la mayor rentabilidad para etapa crecimiento - engorde se determinó mediante la suplementación alimenticia del 3 % de diatomeas (T2), con un indicador de beneficio/costo de 1,19 USD, lo que se traduce en una rentabilidad de 0,19 USD, por cada dólar invertido en el proceso de producción, (cuadro 10).

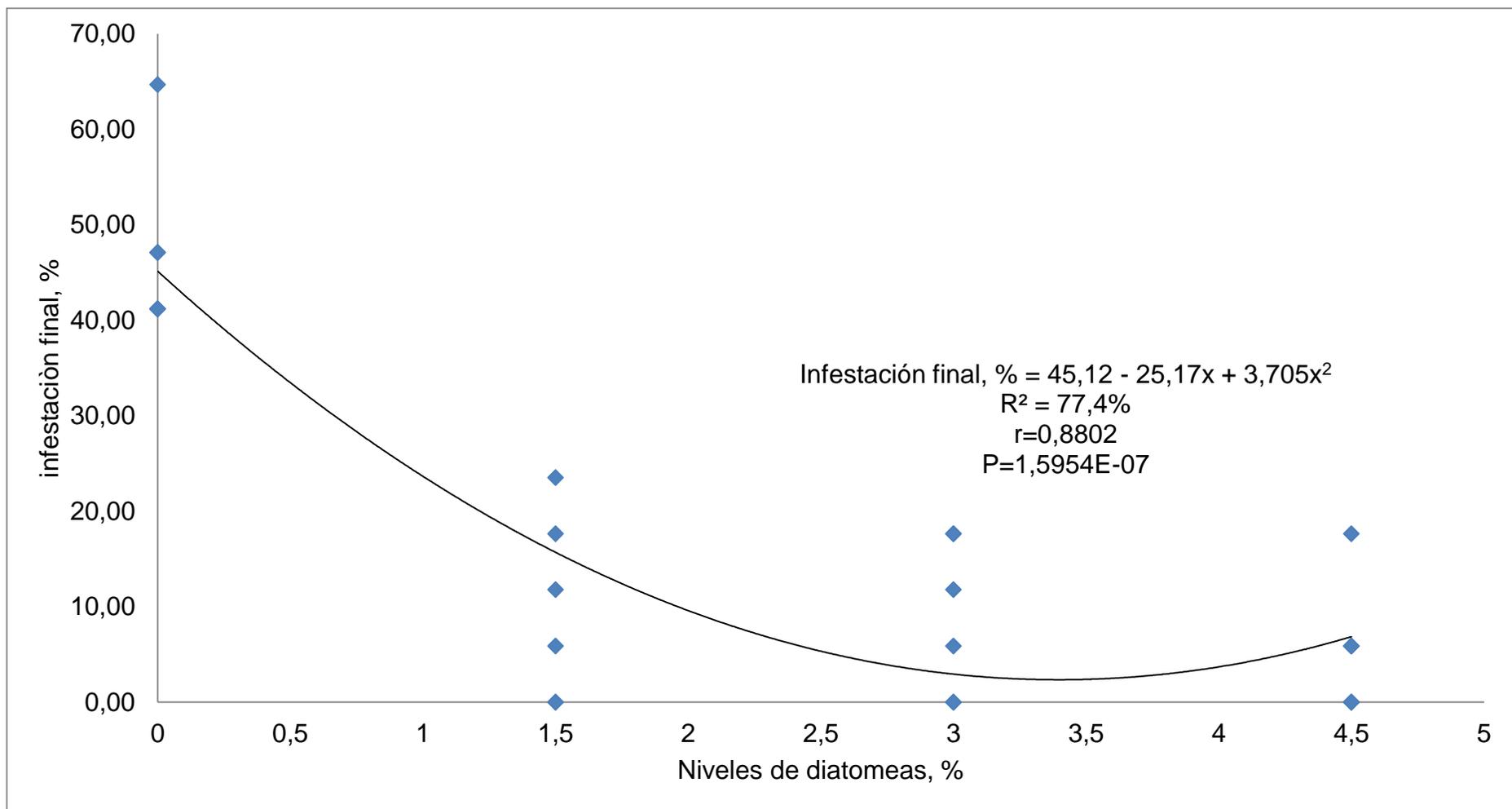


Gráfico 6. Análisis de regresión del porcentaje de infestación parasitaria final de los cuyes por efecto de la utilización de diferentes niveles de diatomea en la alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

Cuadro 10. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Detalle	Niveles de diatomea, %			
	0	1,5	3	4,5
Egresos				
Cuyes egresados	12	12	12	12
precio del cuy	5	5	5	5
Total	60	60	60	60
Sanidad	1,2	1,2	1,2	1,2
Mano de obra	25	25	25	25
Consumo de forraje verde	2,27	2,18	2,23	2,22
En Ms, precio /g de materia seca	0,3	0,3	0,3	0,3
Total	8,15	7,86	8,03	7,98
Consumo de concentrado, kg	1,93	1,93	1,92	1,91
precio, kg de alimento	0,65	0,6	0,6	0,65
Total	15,09	13,88	13,80	14,86
Total egresos	109,44	107,95	108,03	109,04
Número de animales	12	12	12	12
Peso de los animales	0,94	0,95	0,96	0,93
Precio de los animales/kg peso vivo	10,5	10,5	10,5	10,5
Total	118,041	120,2145	121,527	117,453
Número de sacos de cuyinaza	3	3	3	3
Precio del kg peso vivo	2,5	2,5	2,5	2,5
Total	7,5	7,5	7,5	7,5
Total de ingresos	125,541	127,7145	129,027	124,953
Beneficio/costo	1,15	1,18	1,19	1,15

V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en cobayos, con diferentes niveles de diatomeas se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La utilización del 3% de diatomea (T2), en la etapa de crecimiento engorde en los cobayos, alcanzó un peso final de 964,50 gramos, un incremento en ganancia de peso de 624,08 g; la más eficiente conversión alimenticia de 6,66, superando al resto de tratamientos evaluados.
2. Al evaluar la cuantificación parasitaria en los cuyes alimentados con dietas incluyendo los diferentes niveles de diatomea, con el T3 (4,5%) se reduce la carga parasitaria de la infestación inicial que fue del 56,86 % a un mínimo de infestación parasitaria transcurrido los 90 días, de 4,90 %, corroborando en forma visual, con el bienestar y salud de los animales.
3. La mayor rentabilidad en la etapa de crecimiento - engorde para los cuyes, se consiguió con el empleo del 3 % de diatomeas, alcanzando un beneficio/costo de 1,19 lo cual significa que por cada dólar invertido existe una rentabilidad neta del 19 %.

VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar en la alimentación de los cobayos en la etapa de crecimiento – engorde el 3 % de diatomeas en las dietas, esta dosis resulta ser la mejor al considerar los parámetros productivos y económicos.
- Utilizar las diatomeas en el balanceado de otras especies de interés zotécnico, de esta forma se podría reducir el uso de productos químicos como desparasitantes internos y externos, para ser reemplazados por un producto natural como son las diatomeas.
- Continuar con el estudio de la adición de las diatomeas en el alimento concentrado para cobayos, considerando otras fases de crianza como: gestación y lactancia para determinar su efecto en la zona.

VII. LITERATURA CITADA

1. Affan, A., Karawita, R., Jeon, Y. J., & Lee, J. B. (2007). Growth characteristics and antioxidant properties of the benthic diatom *Navicula incerta* (Bacillariophyceae), from Jeju island, Korea. *J. Phycol.* 43: 823 – 833.
2. Agropuli. (2010). Protocolo mineral tierra de diatomeas. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/insecticida-tierra-diatomeas/insecticida-tierra-diatomeas.pdf>. Consultado el 10-12-2015.
3. Barrie, A. (2004). Estudio de mercado: oferta, demanda y comercialización de la carne de cuy en la ciudad de Huancayo, cepartamento de Junín; Instituto Ecológico para el Desarrollo. Lima-Perú.
4. Batllori, L. (1991). Plantas medicinales y drogas vegetales. Orégano. *Offarm* 1: p. 80. Yucatán-Mexico
5. Brandstadt, K. F. (2005). Inspired by nature: an exploration of biocatalyzed siloxane bond formation and cleavage. *Current Opinion in Biotechnology.* 16, 393-397.
6. Carro, M. (2002). Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.pdf. Consultado el 10-08-2017.
7. Chauca, J. (2014). Conferencias sobre cuyes: IV Symposium de especies animales subutilizadas. Barinas - Venezuela.
8. Chicaiza, D. (2014). Caracterización de la producción de cuyes para la comercialización asociativa en la asociación “Pakusumi” de la parroquia Pasa de la provincia de Tungurahua. (Tesis de grado. Ingeniero Zootecnista). Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda.
9. Córdova, M. (2006). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de

las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma - Italia
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562S/W6562S00.htm>.
Consultado el 24-07-2017.

10. Coronado, M. (2007). Producción de cuyes. (1ª.ed). Ed. Universidad Nacional del Centro del Perú. Lima - Perú: Epsilon.
11. De La Nuez, D. (2005). ¿Qué son las diatomeas? Disponible en <http://www.batanga.com/curiosidades/5830/que-son-las-diatomeas>. Consultado el 13-12-2015.
12. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). Animal Feed Resources Information System, Blood, revisado en: Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/Data/317.htm>. Consultado el 10-07-2017
13. Flores, D. (2016). Producción de cuyes en los cantones de la provincia de Chimborazo para su comercialización y exportación a los países de España e Italia. Disponible en: <http://www.slideshare.net/benavides1969/tesis-carne-de-Cuy>. Consultado el 18-06-2017
14. Huerta, D. (2010). Diatomita, que es y cuáles son sus principales usos. Disponible en <http://davidhuerta.typepad.com/blog/2010/10/diatomita-que-es-y-cuales-son-sus-principales-usos.html>. Consultado el 10-12-2015.
15. Illana, C. (2010). Las diatomeas. Disponible en la página web https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Illana/publication/286453161_Usos_industriales_de_las_algas_diatomeas/links/566a9a1a08aea0892c4a1735/Usos-industriales-de-las-algas-diatomeas.pdf. Consultado el 26-08-2017.
16. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (1995). Resumen ejecutivo, cuyes. Lima. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/cuyes/resumen.htm>. Consultado el 28-05-2017
17. Instituto De Investigación Agropecuaria De Panamá. (2013). Mani forrajero

(*Arachis pintoi* Frapovickas y Gregory) una alternativa para el sostenimiento de la ganadería en Panamá. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/read/4623#1874>. Ver más en: <http://teca.fao.org/es/read/4623>. Consultado el: 07-08-2016

18. Jugdaohsingh, R., Anderson, S.H.C., Tucker, K.L., & Elliot, H. (2002). Dietary silicon intake and absorption. *American Journal Clinical Nutrition*. 75, 887-893.
19. Kordörfer, A.P., Grisoto, E., & Vendramim, J. D. (2011). Induction of insect plant resistance to the Spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stal (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. *Neotropical Entomology* 40, 387-392.
20. Mitani, N., & Yamaji, J F. (2009). Identification of maize silicon influx transporters. *Plant Cell Physiol*. 50, 5-12.
21. Morgan, O. (1998). Metodología de Investigación, cultivo de cacao. (2ª. ed). México: Mc Graw Hill Interamericana.
22. Navarrete, G. (2010). Efecto de la cascara de cacao en sustitución de la alfalfa, en la alimentación de conejos mejorados. Lima - Perú. p. 78-87.
23. Ortiz, M. (2010). Módulo de manejo de cultivos tropicales, Instituto Tecnológico Agropecuario "Luis A. Martínez", New-York. p. 10-14.
24. Ordoñez, P. (2007). Investigación realizada en cuyes, nutrición, selección y mejoramiento en el Perú (1ª. ed). Nariño - Colombia: Universidad de Nariño. p 75.
25. Orozco, V. (2015). Ventajas del uso de la Ractopamina. Disponible en <https://lapisa.wordpress.com/2015/09/04/ventajas-del-uso-de-la-ractopamina-en-cerdos/> Consultado el 27-07-2017
26. Pérez J. C., & Aguirre C. L. (2009). Composición elemental de algunas especies de plantas silvestres mexicanas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 15, 95-99.

27. Ministerio de Agricultura del Perú. (2010). Sanidad vegetal. Servicio nacional de sanidad agraria. Lima-Perú. Disponible en: http://www.senasa.gob.pe/sanidad_vegetal. Consultado el 27-06-2017.
28. Toledo, G. (2010). Efecto de dos niveles de proteína y fibra cruda en el alimento de cuyes (*Cavia porcellus*) en lactación y crecimiento. (Tesis de grado. Médico Veterinario Zootecnista). Universidad La Molina. Lima - Perú. pp. 60 - 65.
29. Uribe, C. D. (2009). Diatomeas antárticas: vida en las sombras y el frío. Boletín antártico chileno, 28, 18-19.
30. Vergara, L. (2011). XVIII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de producción animal (APPA), Lambayeque, Perú. pp. 15-25. <https://es.scribd.com/doc/108607319/Fisiologia-Digestiva-Del-Cuy>. Consultado el 20-07-2017

ANEXOS

Anexo 1. Peso inicial, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles de diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	452,50	423,00	346,00	405,00	402,50	378,00	2407,00
1,5	325,50	369,50	369,00	434,00	375,50	398,50	2272,00
3	357,00	283,50	314,00	408,50	366,00	313,50	2042,50
4,5	375,00	385,00	373,50	388,00	360,50	419,50	2301,50

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	23	37208,96					
Niveles de diatomeas	3	11784,88	3928,29	3,09	3,10	4,94	0,05
Error	20	25424,08	1271,20				
CV %			9,48				
Media			375,96				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles de diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	401,17	15,94	a
1,5	378,67	15,94	a
3	340,42	15,94	a
4,5	383,58	15,94	a

Anexo 2. Peso final, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles de diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	1015,50	1010,00	866,00	933,50	913,00	883,00	5621,00
1,5	984,50	948,50	941,50	968,50	916,00	965,50	5724,50
3	973,50	961,00	934,50	1009,50	968,50	940,00	5787,00
4,5	962,50	920,50	956,00	868,50	897,50	988,00	5593,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	23	40649,49					
Niveles de diatomeas	3	4078,61	1359,54	0,74	3,10	4,94	0,5371
	20	36570,88	1828,54				
CV %			4,52				
Media			946,90				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles de diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	936,83	19,12	a
1,5	954,08	19,12	a
3	964,50	19,12	a
4,5	932,17	19,12	a

Anexo 3. Ganancia de peso, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles de diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	563,00	587,00	520,00	528,50	510,50	505,00	3214,00
1,5	659,00	579,00	572,50	534,50	540,50	567,00	3452,50
3	616,50	677,50	620,50	601,00	602,50	626,50	3744,50
4,5	587,50	535,50	582,50	480,50	537,00	568,50	3291,50

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	23	54684,66					
Niveles de diatomeas	3	27529,70	9176,57	6,76	3,10	4,94	0,0020
Error	20	27154,96	1357,75				
CV %			6,45				
Media			570,94				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles de diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	535,67	16,48	b
1,5	575,42	16,48	ab
3	624,08	16,48	a
4,5	548,58	16,48	b

Anexo 4. Consumo de forraje en MS, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	2313,30	2264,33	2232,30	2291,70	2256,80	2232,30	13590,73
1,5	2173,73	2185,77	2200,98	2165,96	2176,43	2205,41	13108,29
3	2270,21	2261,93	2171,35	2218,19	2227,41	2230,18	13379,27
4,5	2244,23	2254,46	2185,79	2228,93	2201,18	2185,13	13299,72

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher			
				Cal	0,05	0,01	Prob
Total	23	37175,64					
Niveles diatomeas	3	19940,21	6646,74	7,71	3,10	4,94	0,0010
Error	20	17235,43	861,77				
CV %			1,32				
Media			2224,08				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	2265,12	1,96	a
1,5	2184,71	1,96	a
3	2229,88	1,96	a
4,5	2216,62	1,96	a

Anexo 5. Consumo de concentrado, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles de diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	1934,82	1934,30	1934,32	1934,54	1934,40	1934,66	11607,04
1,5	1921,66	1930,59	1929,10	1930,11	1927,65	1930,91	11570,02
3	1920,27	1923,84	1903,70	1933,12	1919,88	1903,12	11503,93
4,5	1882,64	1905,50	1914,58	1907,30	1910,36	1912,07	11432,45

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher			
				Cal	0,05	0,01	Prob
Total	23	4383,86					
Niveles de diatomeas	3	2953,64	984,55	13,77	3,10	4,94	0,0000
Error	20	1430,22	71,51				
CV %			0,44				
Media			1921,39				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles de diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	1934,51	3,78	a
1,5	1928,34	3,78	ab
3	1917,32	3,78	bc
4,5	1905,41	3,78	c

Anexo 6. Consumo total de alimento, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	4248,12	4198,63	4166,62	4226,24	4191,20	4166,96	25197,77
1,5	4095,39	4116,36	4130,08	4096,07	4104,08	4136,32	24678,31
3	4190,48	4185,77	4075,05	4151,31	4147,28	4133,30	24883,20
4,5	4126,87	4159,96	4100,37	4136,23	4111,54	4097,20	24732,17

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01 Prob
Total Niveles diatomeas	23	45667,87				
	3	27219,88	9073,29	9,84	3,10	4,94
Error	20	18447,99	922,40			
CV %			0,73			
Media			4145,48			

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	4199,63	5,18	a
1,5	4113,05	5,18	ab
3	4147,20	5,18	bc
4,5	4122,03	5,18	c

Anexo 7. Conversión alimenticia, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	7,55	7,15	8,01	8,00	8,21	8,25	47,17
1,5	6,21	7,11	7,21	7,66	7,59	7,30	43,09
3	6,80	6,18	6,57	6,91	6,88	6,60	39,93
4,5	7,02	7,77	7,04	8,61	7,66	7,21	45,30

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher			Prob
				Cal	0,05	0,01	
Total	23	9,32					
Niveles diatomeas	3	4,84	1,61	7,21	3,10	4,94	0,0014
Error	20	4,48	0,22				
CV %			6,47				
Media			7,31				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	7,86	0,21	a
1,5	7,18	0,13	ab
3	6,66	0,13	b
4,5	7,55	0,13	a

Anexo 8. Infestación parasitaria inicial, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles de diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	23,53	23,53	58,82	41,18	58,82	35,29	241,18
1,5	41,18	35,29	29,41	17,65	35,29	58,82	217,65
3	35,29	41,18	23,53	64,71	70,59	29,41	264,71
4,5	41,18	29,41	82,35	29,41	100,00	58,82	341,18

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	23	9756,34					
Niveles de diatomeas	3	1434,54	478,18	1,15	3,10	4,94	0,3504
Error	20	8321,80	416,09				
CV %			45,98				
Media			44,36				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles de diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	40,20	9,12	a
1,5	36,27	9,12	a
3	44,12	9,12	a
4,5	56,86	9,12	a

Anexo 9. Infestación parasitaria final, de los cuyes en la etapa crecimiento engorde al utilizar diferentes niveles de diatomea.

Resumen

Niveles de diatomeas	Repeticiones						Suma
	I	II	III	IV	V	VI	
0	41,20	47,10	41,20	64,71	47,10	41,20	282,51
1,5	23,53	17,65	5,88	11,80	0,00	0,00	58,86
3	0,00	17,65	11,80	5,88	17,65	0,00	52,98
4,5	5,88	5,88	17,65	0,00	0,00	0,00	29,41

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	23	8450,24					
Niveles de diatomeas	3	7008,98	2336,33	32,42	3,10	4,94	0,0000
Error	20	1441,26	72,06				
CV %			48,08				
Media			17,66				

Separación de medias según TUKEY para los niveles de diatomea

Niveles de diatomeas	Media	E.E	Tukey
0	47,08	3,80	a
1,5	9,81	3,80	b
3	8,83	3,80	b
4,5	4,90	3,80	b