



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOTÉCNICA

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS CAPONES PIO-PIO CON
DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:
DIEGO FERNANDO ILVIS TAPIA

RIOBAMBA – ECUADOR
2016

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Julio Enrique Usca Méndez.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Nelson Antonio Duchi Duchi, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega, PhD.

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Riobamba, 10 de junio del 2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Diego Fernando Ilvis Tapia**, 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.

Riobamba, 10 de junio del 2016.

Diego Fernando Ilvis Tapia

C.I. 060425283-3

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María, por acompañarme todos los días y han sido mi guía espiritual y mi fortaleza siempre para seguir adelante.

A mi Madre Pepita, por ser el pilar fundamental en mi familia para salir adelante, enseñándome los valores y principios que me han hecho ser la persona que soy.

A mi Padre César, quien ha sido la persona que ha sacado adelante a la familia.

A mis hermanos, por su apoyo, cariño, comprensión, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre puedo contar con ellos.

A mis amigos quienes han sido mi apoyo y respaldo en todo momento.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme formar parte de la institución.

A mi Director Dr. Nelson Duchi, quien fue la guía para la elaboración de este trabajo.

A todas las personas que me han apoyado de una u otra manera a lo largo de mi vida universitaria.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico principalmente a mi Dios quién supo guiarme y protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban y permitirme llegar a este momento tan especial.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

A mis padres, César y Pepita quienes siempre me han demostrado su amor, su apoyo y siempre ser mi sustento, por acompañarme en el arduo y largo camino de mi vida.

A mi hermano César que siempre ha estado junto a mí, brindándome su apoyo y compartiendo conmigo buenos y malos momentos.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y apoyarnos en los momentos más difíciles de nuestra vida.

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>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA QUINUA EN EL ECUADOR	3
1. <u>Historia de la quinua en el Ecuador</u>	3
a. Centro de origen y diversidad	3
b. Importancia de la quinua en Ecuador	3
c. Zonas de producción	4
2. <u>La quinua</u>	4
a. Valor nutricional y funcional	5
b. Proteínas	5
c. Grasas	6
d. Fibra	7
e. Minerales	7
f. Vitaminas	8
3. <u>Usos de la quinua</u>	8
a. Alimentación humana	8
b. Alimentación animal	9
c. Quinua de segunda calidad	10
B. AVICULTURA	11
1. <u>Generalidades</u>	11
2. <u>El pollo campero una excelente alternativa</u>	12
3. <u>El Pollo Campero</u>	12
a. Características del Pollo Campero	12
4. <u>Manejo y sistema de explotación</u>	12
5. <u>Alojamiento</u>	13
a. Instalaciones	14
b. La temperatura	14

c.	La ventilación	15
d.	La iluminación	15
6.	<u>Necesidades nutricionales de pollos camperos pio-pio</u>	16
a.	Requerimientos Nutricionales	16
b.	Alimentación	16
7.	<u>Agua</u>	17
8.	<u>Energía</u>	18
a.	Necesidades energéticas	18
9.	<u>Proteína</u>	19
10.	<u>Suplemento de minerales</u>	19
C.	SANIDAD	20
1.	<u>Principales enfermedades bacterianas</u>	20
a.	Colibacilosis	20
b.	Coriza infecciosa	21
2.	<u>Enfermedades parasitarias en aves</u>	21
a.	Coccidiosis	21
b.	Ascaridiosis	22
D.	USO DE ADITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	22
1.	<u>Uso de medicamentos en avicultura</u>	22
2.	<u>Antibióticos</u>	23
3.	<u>Resistencia a los antibióticos</u>	23
E.	DIATOMEAS	23
1.	<u>Que son las diatomeas</u>	23
a.	Importancia	24
b.	Origen	24
c.	Estructura y configuración	25
d.	Mecanismos de acción de las diatomeas	25
2.	<u>Usos de las diatomeas</u>	26
a.	Acción Fertilizante	26
b.	Acción insecticida	26
c.	Control de parásitos	26
d.	Uso ganadero	27
e.	En procesos nutricionales	27
3.	<u>Dosificaciones</u>	27

4.	<u>Ventajas del Uso de la Tierra de Diatomeas</u>	28
F.	LA CASTRACIÓN EN POLLOS	28
1.	<u>Antecedentes</u>	28
2.	<u>Características e importancia</u>	29
3.	<u>Capón</u>	29
4.	<u>Técnica de castración de pollos</u>	30
a.	Técnica quirúrgica	30
5.	<u>Preparación de las aves antes de la caponización</u>	31
6.	<u>Higiene de la castración y cuidados postoperatorios</u>	32
7.	<u>Efectos de la caponización</u>	33
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	34
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	34
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	34
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	35
1.	<u>Materiales</u>	35
2.	<u>Equipos</u>	35
3.	<u>Insumos</u>	35
4.	<u>Instalaciones</u>	36
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	36
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	36
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	37
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	38
1.	<u>Esquema del Análisis de la varianza (ADEVA)</u>	39
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	42
1.	<u>Análisis químico nutricional de la dieta</u>	42
2.	<u>Peso inicial, (g)</u>	42
3.	<u>Peso final, (g)</u>	42
4.	<u>Ganancia de peso por día, (g)</u>	43
5.	<u>Ganancia de peso, por semana, (g)</u>	43
6.	<u>Conversión alimenticia</u>	43
7.	<u>Consumo de alimento MS, (g)</u>	43
8.	<u>Consumo de calcio, (g/día)</u>	44
9.	<u>Consumo de proteína, (g/día)</u>	44

10.	<u>Estimación de consumo de energía metabolizable. (Mcal/día)</u>	44
11.	<u>Mortalidad. (%)</u>	44
12.	<u>Coliformes totales. (UFC/ml)</u>	44
13.	<u>Coproparasitario</u>	45
14.	<u>Rendimiento a la canal (%)</u>	45
15.	<u>Costo por kilogramo de carne USD</u>	46
16.	<u>Analíticas físico químicas para determinar calidad de carne (pH, proteína, grasa)</u>	46
17.	<u>Beneficio/Costo</u>	46
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	47
A.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CAPONES PIO-PIO.	47
1.	<u>Energía Metabolizable (EM), Mcal/kgMS</u>	47
2.	<u>Energía neta (Enm), Mcal/kgMS</u>	47
3.	<u>Materia seca (%)</u>	47
4.	<u>Materia orgánica, (%)</u>	49
5.	<u>Proteína bruta, (%)</u>	49
6.	<u>Grasa cruda, (%)</u>	50
7.	<u>Fibra bruta, (%)</u>	50
8.	<u>Humedad, (%)</u>	50
9.	<u>Ceniza, (%)</u>	51
10.	<u>Extracto libre de nitrógeno, (%)</u>	51
B.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	52
1.	<u>Peso inicial, kg</u>	52
2.	<u>Peso final, kg</u>	52
3.	<u>Ganancia de peso total, g</u>	56
4.	<u>Ganancia de peso/día, g</u>	58
5.	<u>Conversión alimenticia, puntos</u>	59
6.	<u>Rendimiento a la canal, %</u>	61
7.	<u>Costo/kg de carne</u>	63
8.	<u>Mortalidad %</u>	65

C.	CONSUMOS DE ALIMENTO Y APORTE DE NUTRIENTES A LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	67
1.	<u>Consumo de alimento total</u>	67
2.	<u>Consumo de alimento g/día</u>	67
3.	<u>Consumo de proteína g/día</u>	69
4.	<u>Consumo de MO g/día</u>	69
5.	<u>Consumo de calcio g/día</u>	70
6.	<u>Consumo de EM</u>	70
D.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE CARNE (pH, PROTEÍNA, GRASA).	71
1.	<u>pH, 24 horas</u>	71
2.	<u>Proteína cruda, (%)</u>	72
3.	<u>Grasa intramuscular, (%)</u>	74
E.	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y COPROPARASITARIO DE LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	75
1.	<u>Análisis bacteriológico</u>	75
2.	<u>Análisis coprológico</u>	77
F.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	78
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	80
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	81
VII	<u>LITERATURA CITADA</u>	82
	ANEXOS	

RESUMEN

Al evaluar el efecto de dietas en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas, en el rendimiento productivo de pollos capones pio-pio, con niveles de 2, 4 y 6 kg/Tn de diatomeas frente a un tratamiento control, con 5 repeticiones y un tamaño de unidad experimental de 5 pollos, ajustado a un diseño Completamente al Azar. Los datos se tabularon en Excel (2010) y SPSS versión 18 (2010), para ADEVA. Los resultados más relevantes fueron reportados en: pesos finales (5816,76 g), ganancia de peso (4413,2 g), conversión alimenticia (2,83 g) y costo/kg de ganancia de peso con 1,53 USD conseguidos con el empleo de 2 kg/Tn de diatomeas. Los aportes nutricionales con los diferentes niveles de diatomeas más una dieta a base de quinua no registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. En términos de calidad de la carne analizada en el musculo pectoral en los pollos capones pio-pio con 2 kg/Tn (T1) reportaron medias para pH a las 24 horas de 6,55; proteína cruda de 25,44 % y la grasa intramuscular de 2,11 %. Otro efecto positivo del uso de las diatomeas es de la reducción de Coliformes totales de 40000 a 2400 UFC/ml; *Escherichia coli* de 3000 a 900 UFC/ml obtenido con la aplicación de los 4 kg/Tn de diatomeas; mientras que al bajar la carga parasitaria suele ser eficiente con el uso de los diferentes niveles de diatomeas. En el análisis económico con el 2 kg/Tn reporta valores de beneficio/costo 1,36 con una rentabilidad del 36 %.

ABSTRACT

Upon evaluating the effect of diets based on quinoa as by product an different diatoms levels in the productive performance of pio pio capon poultry with levels of 2, 4 and 6 kg/Tn of diatoms and a control treatmet with 5 replications and an experimental unit size of 5 birds adjusted to a completely at random design the data were tabulated in Excel (2010) and SPSS 18 version (2010) for ADEVA. The most relevant results were reported in final weights (5816,76 g) weight gain (4413,2 g) feed conversion (2,83 g) and cost/Kg weight gain with 1,53 USD obtained with the use of 2 kg/Tn of diatoms. The nutritional contribution with the different diatom levels plus a diet based on quinoa as by product did not record statistical differences between the evaluated treatments. In terms of meat quality in the chest muscle in the pio pio capon poultry with 2 kg/Tn (T1) reported means for pH at the 24 hours of 6,55 row protein of 25,44% in the intramuscular fat of 2,11%. Another positive effect of the use of the diatoms is the reduction of total coliforms from 40000 down to 2400 Ufc/ml; Escherichia coli from 3000 to 900 Ufc/ml obtained with the application of 4 kg/Tn of diatoms; while lowering the parasite load is usually efficient white the use of the different diatoms levels. In the economic analysis the 2 kg/Tn reports values of benefit/cost of 1,36 with a profitability of 36%.

LISTA DE CUADROS

N°	Pág.
1. VALOR NUTRICIONAL DEL GRANO DE QUINUA.	5
2. AMINOÁCIDOS PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.	5
3. ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.	7
4. MINERALES PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.	8
5. VITAMINAS PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.	8
6. ESPACIO REQUERIDO PARA POLLOS CAMPEROS.	13
7. NORMAS DE TEMPERATURA SEGÚN LA EDAD DEL POLLO.	15
8. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLOS FINQUEROS PIO-PIO.	16
9. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL POLLO CAMPERO.	17
10. CONSUMO ALIMENTO POR PERÍODO DE POLLOS CAMPEROS.	17
11. NECESIDADES DE AGUA EN DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTALES (L/100 POLLOS).	18
12. AMINOÁCIDOS REQUERIDOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS COMERCIALES.	19
13. MINERALES REQUERIDOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PIO-PIO.	20
14. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.	34
15. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	37
16. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO PARA CALIDAD DE CARNE.	37
17. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).	39
18. PLAN DE VACUNACIÓN PARA POLLOS PIO - PIO.	40
19. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA DIETA EN BASE A QUINUA Y	48

DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA ALIMENTACIÓN DE
POLLOS CAPONES PIO-PIO.

20.COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	53
21.CONSUMOS DE ALIMENTO Y APORTE DE NUTRIENTES A LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	68
22.ANÁLISIS QUÍMICO PARA LA CALIDAD DE CARNE EN EL MUSCULO PECTORAL (PECHUGA), DE POLLOS CAPONES PIO – PIO.	71
23.ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO PARA COLIFORMES, EN POLLOS CAPONES PIO – PIO.	75
24.ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO PARA ESCHERICHIA COLI, EN POLLOS CAPONES PIO – PIO.	77
25.ANÁLISIS COPROLÓGICO EN POLLOS CAPONES PIO – PIO.	77
26.ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.	79

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Pág.
1. Peso final, kg, en pollos capones pío – pío, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.	55
2. Ganancia de peso total, g, en pollos capones pío – pío, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.	57
3. Ganancia de peso/día, g, en pollos capones pío – pío, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.	60
4. Conversión alimenticia, puntos, en pollos capones pío – pío, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.	62
5. Rendimiento a la canal, %, en pollos capones pío – pío, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.	64
6. Costo por kg de carne, %, en pollos capones pío – pío, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.	66
7. Análisis de la regresión para la proteína cruda en la carne de pollo.	73
8. Análisis de la regresión para la grasa intramuscular en la carne de pollo.	76

LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
2. Peso final de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
3. Ganancia de peso de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
4. Ganancia de peso día de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
5. Conversión alimenticia de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
6. Conversión alimenticia de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
7. Consumo de alimento en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
8. Consumo de proteína en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
9. Consumo de materia orgánica en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
10. Consumo de calcio en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
11. Consumo de energía metabolizable en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
12. Rendimiento a canal en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.
13. Costo/kg de carne en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura a nivel mundial es una industria muy reconocida y en nuestro país es uno de los sectores más importantes donde se ha generado diferentes sistemas de innovación tecnológica y considerándola como una necesidad; ya que la alta demanda para el consumo humano hace necesaria el incremento de producción de buena calidad para garantizar la seguridad alimentaria de nuestra población y satisfacer las exigencias de los consumidores.

En nuestro medio la producción de pollos capones es una tecnología novel y por ello la cultura alimentaria de la población al momento es desconocida, este nuevo sistema de producción animal conllevaría a la implementación de sistemas alternativos de producción avícola de traspatio que este directamente relacionado a producir proteína inocua libre de hormonas y con una calidad de carne muy apreciada por mercados exclusivos y al ser implementados en nuestro país conseguiría mejorar los rendimientos productivos de pequeños y medianos productores así como mejorar la calidad de vida de la población.

La producción de quinua en la provincia de Chimborazo es de 2730 has cultivadas, con un rendimiento de 2 Tn/ha, y se estima que la quinua calificada para consumo humano representa del 92 al 95%, la diferencia 5 – 8% es un subproducto cuyo contenido está dado por grano de menor diámetro y polvillo resultante del pilado del grano de exportación, el cual se le conoce como quinua de segunda calidad, actualmente se la puede utilizar como materia prima en la alimentación de pollos, ofreciendo valor agregado al sistema de producción.

Las diatomeas en el campo de la nutrición animal han encontrado una rápida aceptación, sus beneficios han sido notables en la alimentación de aves, por ser un producto orgánico y certificado el cual se lo puede usar como complemento nutritivo pues mejora la asimilación de alimentos y ayuda en el estado de salud en general, considerado un antiparasitario natural que por su forma de acción no ocasionan resistencia de dichos patógenos, como es el caso de los antiparasitarios químicos los cuales actualmente se está teniendo problemas de resistencia.

Con los antecedentes mencionados en la presente investigación tiene el propósito de incrementar la producción avícola de pollos capones pio-pio abaratando costos de producción con el reemplazo proteico y energético de la quinua de segunda en la alimentación diaria; a más de que la aplicación de las diatomeas asegurará la calidad y seguridad alimentaria oprimiendo el uso de desparasitantes y bactericidas químicos, llegando a transformarse en una avicultura orgánica.

De acuerdo a lo mencionado se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas en la producción de pollos capones pio-pio.
- Valorar una dieta proteínica en base a quinua con diferentes niveles de diatomeas (2, 4, 6 kg/Tn).
- Conocer la composición química de cada dieta experimental.
- Determinar los costos de producción de cada tratamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA QUINUA EN EL ECUADOR

1. Historia de la quinua en el Ecuador

La FAO conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), desde el 2005 viene impulsando proyectos de fomento de la producción de quinua en las provincias de Carchi, Cotopaxi, Bolívar, Pichincha e Imbabura. En el 2008 sembraron 28 ha con un promedio de rendimiento de 33 quintales por ha. En el 2009 están sembradas 72 ha con más de 20 pequeños productores. El objetivo es producir grano comercial de buena calidad con valor agregado, para el mercado nacional y la exportación, (Lescano, J. 2005).

a. Centro de origen y diversidad

La región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas en el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes, (Lescano, J. 2005).

En el caso particular de Bolivia, al estudiar la variabilidad genética de la colección de germoplasma de quinua, ha determinado seis sub centros de diversidad, cuatro de ellos ubicados en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí y que albergan la mayor diversidad genética y dos en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca y Potosí, (Rojas, W. 2003).

b. Importancia de la quinua en Ecuador

En Ecuador, la quinua se puede producir en las 10 provincias de la Sierra, con un área potencial de cien mil hectáreas, Berlotto, C. (2014). La quinua es un alimento muy importante en la nutrición humana por ser completo y de fácil digestión, pues posee aminoácidos esenciales, oligoelementos y un gran equilibrio y balance de

proteínas, grasas y carbohidratos, es rico además en fibra, minerales y vitaminas, (Pinto, M. 2013).

c. Zonas de producción

Los centros de producción de quinua se ubicaron en determinadas áreas de seis provincias de la sierra, de las cuales las de mayor importancia por la frecuencia y la superficie de cultivo son: Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi, respectivamente; con menor cuantificación, Tungurahua, Pichincha, Carchi; mientras que en Cañar y Azuay, el cultivo ha desaparecido. En la actualidad la superficie de cultivo se estima en apenas unas 900 a 1000 hectáreas, (Sánchez, G. 2012).

2. La quinua

La quinua es un producto originario de los países andinos, su consumo es ancestral en la dieta de la población campesina ya que ha sido cultivada en el altiplano sudamericano desde la época prehispánica. El cultivo de este grano fue artesanal en las zonas alto andinas hasta la década de los 90, tiempo en el que se produjo una importante demanda de exportación a los mercados norteamericano y europeo, (Zegarra, G. 2010).

La quinua posee cualidades superiores a otros cereales y gramíneas. Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dada por los aminoácidos esenciales que la constituyen como: Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptófano y Valina.

Entre un 14 y 18% de su composición está formada por proteínas, predominando tres aminoácidos importantes para la asimilación de otras pequeñas sustancias fundamentales en el crecimiento uno es la cistina, que permite asimilar el azufre, otro es la tirosina que se asocia con el calcio y el fósforo; y el tercero es el triptófano que es uno de los ocho aminoácidos llamados esenciales y que el cuerpo necesita ingerir en los alimentos, ya que no lo puede sintetizar por sí mismo, (Djeordjian, M. 2003).

a. Valor nutricional y funcional

La quinua es considerada por la FAO y la OMS como un alimento único debido a su valor nutricional, (ECOVISIONES, 2007). Si bien todas las partes de la planta de quinua tienen diferentes usos, el producto primario es el fruto, el análisis bromatológico muestra su alto valor nutricional, (cuadro 1), (Zegarra, G. 2010).

Cuadro 1. VALOR NUTRICIONAL DEL GRANO DE QUINUA.

Parámetro	Porcentaje %
Proteínas	12-16
Humedad	12,6
Carbohidratos	59,7
Fibras	4,1
Cenizas	3,3
Grasas	4,9

Fuente: Zegarra, G. (2010).

b. Proteínas

Lo que caracteriza a la quinua es su valor proteico elevado, donde la calidad de sus proteínas y balance son superiores en ésta que en los demás cereales, fluctuando entre 12,5 a 16,7%. El 37% de las proteínas que posee la quinua está formado por aminoácidos esenciales, (cuadro 2).

Cuadro 2. AMINOÁCIDOS PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.

Aminoácido	(mg/g muestra)
Histidina*	4,6
Isoleucina*	7
Leucina*	7,3
Lisina*	8,4
Metionina*	5,5
Fenilalanina*	5,3
Treonina*	5,7
Triptófano*	1,2
Valina*	7,6
Ácido aspártico	8,6
Ácido glutámico	16,2
Cisteína	7
Serina	4,8
Tirosina	6,7
Arginina*	7,4
Prolina	3,5
Alanina	4,7
Glicina	5,2

*Aminoácidos esenciales para el ser humano según la OMS/ONU.

Fuente: Zegarra, G. (2010).

c. Grasas

Los principales ácidos grasos presentes en el grano de quinua son: palmítico, cis-oleico, cis-linoleico y cis-linolénico, (cuadro 3). Siendo estos dos últimos esenciales para el ser humano en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual, Zegarra, G. (2010). La quinua se caracteriza por ayudar a disminuir los altos porcentajes de colesterol malo (LDL) y aumentar los niveles de colesterol bueno (HDL), gracias a su contenido en ácidos grasos omega 3 y omega 6 en algunos casos el 82,71% de ácidos grasos del aceite de quinua pertenece a ácidos grasos insaturados, (Ayala, G. 2004).

Cuadro 3. ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.

Ácido graso	% Peso
Mirístico 14:0	0,2
Palmítico 16:0	9,9
Esteárico 18:0	0,8
cis-oleico 18:1	24,5
cis-linoleico 18:2	50,2
cis-linolénico 18:3	5,4
Araquídico 20:0	2,7
Lignocérico 24:0	0,7

Fuente: Zegarra, G. (2010).

d. Fibra

La quinua es un alimento rico en fibra que varía su composición dependiendo del tipo de grano, con rangos que van desde los 2,49 y 5,31g/100 g de materia seca. Se ha demostrado que la fibra dietética disminuye los niveles de colesterol total, LDL colesterol, presión arterial y actúa como antioxidante, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), (FAO, 2013).

e. Minerales

La quinua tiene casi todos los minerales en un nivel superior a los cereales, contiene fósforo, calcio, hierro, potasio, magnesio, manganeso, zinc, litio y cobre, (cuadro 4). Su contenido de hierro es dos veces más alto que el del trigo, tres veces más alto que el del arroz y llega casi al nivel del frijol.

El calcio es absorbido por el organismo, debido a la presencia simultánea del zinc, lo que hace a la quinua sea muy recomendable para evitar la descalcificación y la osteoporosis, a diferencia de otros alimentos que sí contienen calcio pero que, en su proceso, no logra ser absorbido por el cuerpo, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), (FAO, 2013).

Cuadro 4. MINERALES PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.

Mineral	mg/100g materia seca
Calcio	11
Hierro	54

Fuente: Zegarra, G. (2010).

f. Vitaminas

La quinua posee un alto contenido de vitaminas del complejo B, C y E, es rica en caroteno y niacina (B3). Contiene sustancialmente más riboflavina (B2), tocoferol (vitamina E) y caroteno que el trigo y el arroz, (cuadro 5), (FAO, 2013).

Cuadro 5. VITAMINAS PRESENTES EN EL GRANO DE QUINUA.

Vitamina	mg/100g materia seca
Vitamina B ₁	30
Vitamina B ₂	28
Vitamina B ₃	7
Vitamina C	3

Fuente: Zegarra, G. (2010).

3. Usos de la quinua

a. Alimentación humana

En el Ecuador y en pequeñas cantidades las principales formas de transformación del grano de quinua son: hojuelas, harinas integrales, como ingrediente en papillas para alimentación infantil, expandidos, extruidos, quinua perlada (Jacobsen, E. 2003).

También se consumen las hojas y plántulas tiernas como reemplazo de las

hortalizas de hoja (Acelga, Espinaca, Col, etc.), hasta la fase fenológica de inicio del panojamiento (hojas) y plántula hasta la fase de ramificación, Muñoz, Y. et al. (2007).

b. Alimentación animal

Los residuos de la quinua poseen importantes contenidos nutricionales que pueden ser aprovechados en la alimentación animal, los granos quebrados, de baja calidad son utilizados en la alimentación de aves de corral mientras que los residuos como tallos, pequeñas partes de hojas, inflorescencia y flores, en ovinos, bovinos y porcinos, la importancia de estos subproductos radica en los volúmenes producidos que viabilizaría su utilización en la alimentación animal, (León, M. 2003).

Los granos (semillas), hervidas para la crianza de pollos, patos, pavos y codornices; mientras que los granos germinados en el ganado lechero aumentan considerablemente la producción láctea, (Pulgar, J. 2004).

El producto principal de la quinua es el grano y constituye la principal fuente de utilización en ensayos de alimentación animal, puede utilizarse como proteína complementaria para mejorar el balance de aminoácidos en la dieta de animales, (Jacobsen, E. 2003).

La escasez de forraje en las zonas altas, secas y frías del altiplano, hacen que los subproductos de la quinua sean un complemento a la producción pecuaria, proporcionando forraje localmente producido de alta calidad, (Bonifacio, A. 2006).

No obstante, desde tiempos antiguos los pobladores de la meseta altiplánica utilizan la planta entera así como los subproductos de la cosecha, trilla y beneficiado en la alimentación de sus animales domésticos, especialmente de los camélidos y posteriormente con la llegada de los conquistadores fueron utilizados en bovinos, ovinos, aves y cerdos (Abrau, A. 2004).

Está ampliamente estudiado la presencia de saponina en el grano, que le

proporciona el característico sabor amargo, si el contenido de saponina en el grano es de 4,7 a 11,3 g/kg de materia seca son consideradas quinuas amargas, mientras que las que contienen de 0,2 a 0,4 g/kg de materia seca se clasifican como quinuas dulces, y aquellas que están entre estos dos rangos como intermedias.

La saponina se concentra en la parte externa del grano, más propiamente en el pericarpio, por tanto, previo al consumo de los animales debe ser eliminado. Las saponinas pueden modificar los microorganismos del tracto gastrointestinal, particularmente en los rumiantes, reduciendo las poblaciones de protozoos del rumen mediante la unión al colesterol en la membrana celular del protozoo, causando el rompimiento y muerte celular (Bonifacio, A. 2006).

Sin embargo, Abreu, A. et al. (2004), observaron un aumento del número de protozoos en ovejas alimentados con frutos de *Sapindus saponaria* con alto contenido de saponinas. Aunque las saponinas, en algunos casos, pueden tener un efecto negativo en el comportamiento alimenticio de los mamíferos, está claramente reportado de los efectos adversos en el consumo, digestibilidad, y productividad, lo que disminuye su valor forrajero.

c. Quinua de segunda calidad

La producción de quinua en la provincia de Chimborazo, es de 2730 Ha, con una producción media de 2 Kg/Tn, de las cuales la quinua calificada para consumo humano representa del 92 al 95%, la diferencia 5 – 8% es quinua de segunda que al momento se destina para elaboración de compost, siendo la quinua de segunda un subproducto cuyo contenido está dado por grano de menor diámetro y polvillo resultante de la pilación del grano de exportación; por lo tanto en esta investigación se trata de utilizar como materia primera en la formulación de dietas para aves, además de ofrecer valor al sistema de producción, (INIAP. 2006).

Las investigaciones en torno a la utilización del grano en producción animal se ha centrado principalmente en aves y porcinos, realizando raciones con granos que contenían saponina frente a granos con poco o ningún contenido de saponina, su

adición en diferentes porcentajes de la dieta y comparadas con otras fuentes alimenticias. De este modo, se estudió el efecto fisiológico de la saponina en pollos Leghorn, comparando raciones a base a quinua lavada, sin lavar, cruda y cocida, frente a una de maíz, constituyendo el grano el 40% 299 de la ración. El incremento de peso de los pollos, ya sea alimentados con quinua o maíz, no fueron estadísticamente diferentes durante los 30 días que duró el experimento.

Se obtuvieron mayores incrementos de peso cuando consumían quinua lavada y cocida seguida de quinua sin lavar y cocida, esta situación muestra un efecto positivo de cocer la quinua. Se alimentó pollos con granos de quinua cocidos, lavados, crudos y la adición de extracto de cerebro de cerdo en comparación con un grupo control, alimentado con leche, encontrando un mayor aumento de peso de pollos alimentados con quinua cocida, similar al control, mientras que el consumo fue mayor cuando la quinua fue lavada, pero la eficiencia de utilización de alimentos fue superior con la quinua sin tratamiento, (Bonifacio, A. 2006).

B. AVICULTURA

1. Generalidades

La avicultura actual se basa en la explotación de híbridos comerciales especializados en la producción de huevos (gallinas ponedoras de elevada capacidad) o en la producción de carne (pollos de ceba o broilers de gran velocidad de crecimiento), ambos tienen en común la eficiente utilización de alimentos los que constituyen los principales gastos en las explotaciones pecuarias, (Fernández, M. 2004).

Actualmente la cría del pollo campero supone una alternativa avícola a la explotación del pollo industrial, con el que se persigue un producto de calidad, criado en un sistema semi-extensivo frente al sistema ultra intensivo del pollo broiler. Además el hecho de que sea un sistema de manejo en semi-libertad de los animales, fomenta aún más el valor añadido de este producto y suma otro, el de la preocupación actual por parte del consumidor del bienestar animal, (Quiles, A. y Hevia, M. 2005).

2. El pollo campero una excelente alternativa

A partir del año 1988 los investigadores del Instituto de Investigaciones Avícolas, el desarrollo de aves semipesados para la producción de carne en condiciones de sostenibilidad, obtuvieron tres estirpes llamados pollos camperos, los cuáles se adaptan a condiciones ambientales adversas, donde fueron diseñados para el uso del empleo de materias primas no convencionales, constituyendo un importante aporte de la avicultura familiar a la seguridad alimentaria de la población y la economía, (Villa, R. 2002).

3. El Pollo Campero

Se puede decir con certeza que la denominación corresponde a una marca creada por el INTA, surgida de la creación de líneas de pollos destinadas a sistemas de producción no industriales, desarrolladas por el Ing. Bonnino y colaboradores. Estas líneas de crecimiento lento y rusticidad, manifiesta se producen bajo un protocolo diseñado para su manejo, (Manual de Producción Avícola 2012).

a. Características del Pollo Campero

- Cría hasta las 10-12 semanas de edad.
- Alimentación alternativa alcanza 1,8-2,5 kg de peso.
- Mejor sabor de la carne.
- Plumaje de varios colores.
- Baja mortalidad.
- Número pequeño de aves por m², (Godínez, D. 2006).

4. Manejo y sistema de explotación

La cría del pollo campero se basa en un sistema de explotación semi-extensivo o semi-intensivo, donde se busca obtener un producto con la máxima calidad organoléptica y diferente del pollo industrial, aunque para ello haya que alargar los ciclos productivos y aumentar los costos.

El pollo campero debe disfrutar del pastoreo, comer hierba, insectos y granos durante un periodo prolongado de crianza. Los animales tienen la posibilidad de hacer mucho ejercicio físico, lo que favorece el desarrollo de la musculatura, incrementándose el color de la misma, por el mayor contenido de mioglobina, (Quiles, A. y Hevia, M. 2004).

La cría de los animales tiene lugar en naves cubiertas con acceso a parques exteriores al aire libre. La densidad animal es de 11 pollos/m² en la zona cubierta, (cuadro 6), (Quiles, A. y Hevia, M. 2004).

Cuadro 6. ESPACIO REQUERIDO PARA POLLOS CAMPEROS.

SEMANAS	DENSIDAD
1 a 4	15 pollos por m ²
5 a 8	10 a 12 pollos por m ²
9 a 12	8 a 10 pollos por m ²

Fuente: García, M. (2010).

5. Alojamiento

INCA, (2008). El alojamiento de los pollos, es un aspecto determinante para el éxito o fracaso de una explotación avícola, por lo que se sugiere:

- La dirección del galpón debe estar en sentido Norte-Sur, donde se debe considerar también la dirección del viento y pendiente del terreno.
- Si se tiene el piso de tierra debe ser compacto.
- El techo debe ser de dos aguas y de material aislante.
- Las paredes pueden ser de ladrillo, bloque, madera, caña guadua, el espacio destinado para cortinas debe estar cubierta con malla para evitar el ingreso de pájaros.

- El tamaño del galpón dependerá del número de aves.

a. Instalaciones

Las instalaciones deben presentar alojamientos con grados de humedad comprendidos entre los 20-30% para conseguir el mantenimiento de las camas. Estas camas deben poseer unos 10 cm de espesor y estar formadas principalmente con viruta o con cascarilla de arroz.

Conforme vaya aumentando la edad de las aves se aumenta el espesor de la cama, a 15-20. Además para que este no pierda su mal estado debe voltearse consiguiendo una mayor esponjosidad, de esta manera el animal no sufrirá vesículas pectorales en las pechugas, (Canet, Z. 2011).

El pollo campero es un ave alimentada en forma natural, de carne firme y sabrosa. Para producirlo se pueden utilizar los mismos galpones que para la cría de los pollos parrilleros tradicionales. Lo recomendable es una densidad de 8 a 10 pollos/m². El material del galpón variará en función del clima de la zona aprovechando los materiales de la zona, el período de crecimiento oscila entre los 70 y los 80 días, (Casina, O. 2009).

b. La temperatura

Es uno de los factores que más influye en el índice de conversión. Los pollos son animales de sangre caliente lo que significa que mantienen una temperatura de cuerpo relativamente constante sin considerar la temperatura de su ambiente.

Las temperaturas óptimas permiten a los pollos usar alimentos para su crecimiento más que para la regularización de su temperatura, (cuadro 7), (INCA, 2008).

El avicultor es la clave del éxito, deberá estar atento al funcionamiento de las criadoras y a los cambios atmosféricos para que éstos no perturben el desarrollo inicial de sus pollitos, (Bonino, M. 2011).

Cuadro 7. NORMAS DE TEMPERATURA SEGÚN LA EDAD DEL POLLO.

EDAD (DÍAS)	AMBIENTE °C	FOCAL °C
0 a 3	28	38
3 a 7	28	35
7 a 14	28	32
14 a 21	27	29
21 a 28	24	27
28 a 35	22	24
Mayor 35	22	24

Fuente: Manual de pollos de Engorde. (INCA, 2008).

c. La ventilación

La ventilación y la temperatura se correlacionan directamente. En la mayoría de las condiciones, un aumento de ventilación da como resultado unas temperaturas más inferiores en una nave de aves. La ventilación a veces requiere de calefacción para mantener la nave a la temperatura ideal.

Si no se ventila correctamente, los niveles de amoniaco pueden llegar a ser perjudiciales para los animales, y por lo tanto para la producción. La cría de animales en parques presentan sistemas de ventilación natural, (Hevia, M. y Quiles, A. 2005).

d. La iluminación

Las aves criadas al aire libre en sistemas semi-extensivos están expuestas a diferentes fotoperiodos e intensidades de luz solar. Sin embargo, la mayoría de las aves gallinas ponedoras y camperos, son explotadas en regímenes ultra intensivos con ambiente controlado, donde ambos parámetros (intensidad y duración de luz), son manipulables por el hombre con el fin de mejorar los parámetros productivos y reproductivos, modificar el comportamiento o

simplemente ahorrar costos energéticos en electricidad, (Hevia, M. y Quiles, A. 2005).

6. Necesidades nutricionales de pollos camperos pio-pio

a. Requerimientos Nutricionales

Adema, M., et al. (2009). La decisión de hacer o comprar el alimento se basa en que las líneas comerciales modernas de pollos de engorde no crecerán a su potencial genético si no consumen los requerimientos nutricionales totales en cada día, (cuadro 8).

Cuadro 8. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA POLLOS FINQUEROS PIO-PIO.

	0-4 SEMANAS	5-10 SEMANAS	11-12 SEMANAS
Proteína, (%)	19-20	16-17	13-14
Energía, (Kcal kg)	2850	2750-2800	2650-2750
Fibra, (%)	3	4	4
Grasa, (%)	2,5	2,5	2

Fuente: Manual de Pollos de Engorde. INCA, (2008).

b. Alimentación

La alimentación de un pollo campero no tiene ninguna característica diferencial con la de un pollo broiler normal en cuanto a la utilización de determinadas materias, (INCA. 2008).

La alimentación está fundamentada, mayoritariamente, en dietas a base de cereales (donde el maíz supone el 60%) y exentas de materias primas y cualquier tipo de aditivo que pueda actuar como promotor del crecimiento y/o alterar las características organolépticas de la carne. La grasa no debe ser superior al 5%, (Albeitar, 2003), los requerimientos y consumos del pollo pio –pio se detalla en el (cuadro 9 y 10).

Cuadro 9. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL POLLO CAMPERO.

Nutriente	Requerimiento		
	Iniciador	Crecimiento	Engorde
Proteína, (%)	18,50	17,50	16,00
Calcio, (%)	0,96	0,77	0,85
Fósforo disponible, (%)	0,44	0,38	0,38
Energía Metabolizable, (Kcal kg)	2800	2800	2800
Metionina + Cistina, (%)	0,72	0,67	0,60
Lisina, (%)	0,94	0,81	0,75

Fuente: North, M. (2005).

Cuadro 10. CONSUMO ALIMENTO POR PERÍODO DE POLLOS CAMPEROS.

ALIMENTO	CONSUMO	DÍAS
Alimento preiniciador, (g)	0,130	De 0 a 7
Alimento Iniciador, (g)	0,870	De 8 a 23
Alimento Crecimiento, (kg)	1,609	De 24 a 37
Alimento de engorda, (kg)	2,000	De 38 a 49
Alimento Retiro, (kg)	1,200	De 50 a 56

Fuente: Adema, M., et al. (2009).

7. Agua

El agua es el nutriente más barato que poseemos en la crianza de aves, dentro del cuerpo del ave constituye el medio básico para el transporte de nutrientes, reacciones metabólicas, eliminación de productos de desecho y colabora con el mantenimiento de la temperatura corporal de las aves, (cuadro 11).

En el caso de déficit de agua en los pollitos aparecen necrosis, arrugamiento de piel de los tarsos. En adultos aparecen necrosis en ovarios. El consumo de agua debe aumentar en verano al ser función de la temperatura, (García, M. 2010).

Cuadro 11. NECESIDADES DE AGUA EN DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTALES (L/100 POLLOS).

EDAD EN SEMANAS	21°C	32°C
1	2,8	3,2
2	6,5	10,4
3	11,2	23,3
4	16,5	34,1
5	20,6	42,0
6	24,0	46,1
7	26,6	48,3
8	30,4	55,2
9	34,2	62,1
10	38,0	69,0
11	41,8	75,9
12	45,6	82,8

Fuente: Manual de pollos de Engorde. INCA, (2008).

8. Energía

La energía se adquiere de varios alimentos de alto contenido de carbohidratos y constituyen la parte más grande de los nutrientes contenidos en el pienso para pollos del 55 al 60% del total. Estos alimentos aportan calorías útiles para el engorde y crecimiento, (Cadena, S. 2006).

a. Necesidades energéticas

Las necesidades de energía metabolizable en las raciones para pollos de engorde en la fase inicial es de 3080 Kcal/kg y en la de engorde de 3300 Kcal kg de alimento. El mejor nivel energético utilizado en la fase inicial es de 3150Kcal

EM/kg y en la fase de acabado es de 3250 Kcal EM/ kg de alimento, (North, M. 2005).

El pollito puede ajustar su consumo de alimento para obtener suficiente vigor para su crecimiento máximo mediante niveles diarios de energía que oscila entre 2800 a 3400 Kcal de EM Kg de alimento relacionado con la altura sobre el nivel del mar. La energía y la proteína son los 2 elementos indispensables en la dieta, (North, M. 2005).

9. Proteína

La proteína es indispensable para las aves, especialmente durante el periodo de cría. La deficiencia de proteína ocasiona retrasos en las aves y que para suministrar todos los aminoácidos esenciales que requieren, la ración alimenticia debe contener proteínas de diverso origen. El alimento debe contener alrededor de un 20% de proteína, (cuadro 12), (Cadena, S. 2006).

Cuadro 12. AMINOÁCIDOS REQUERIDOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS COMERCIALES.

	0- 4 SEMANAS	5-10 SEMANAS	11-12 SEMANAS
Metionina, (%)	0,40	0,34	0,28
Met-Cist, (%)	0,75	0,64	0,52
Lisina, (%)	1,00	0,80	0,60
Triptófano, (%)	0,18	0,16	0,15

Fuente: Manual de Pollos de Engorde. INCA, (2008).

10. Suplemento de minerales

Los minerales son indispensables para la formación de huesos, tejidos y actúan como componentes estructurales. De los 90 que aportan los alimentos, solo 26 se reconocen como esenciales para la vida animal, debiendo formar parte regularmente de la alimentación diaria. El déficit provoca enfermedades específicas que desaparecen al aportarlo en la dieta, (cuadro 13).

Los minerales en el organismo regulan el impulso nervioso, el intercambio de iones en células, el equilibrio del medio interno e intervienen como factores de enzimas regulando el metabolismo, (North, M. 2005).

Cuadro 13. MINERALES REQUERIDOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PIO-PIO.

	0- 4 SEMANAS	5-10 SEMANAS	11-12 SEMANAS
Calcio, (%)	1,0 - 1,1	1,0 - 1,1	1,3 - 3,0
Fósforo, (%)	0,55	0,5	0,45
Sodio, (%)	0,25	0,25	0,25

Fuente: Manual de Pollos de Engorde, INCA. (2008).

C. SANIDAD

(INCA. 2008). La mejor manera de mantener la salud de las aves es mediante la prevención, por esto es importante:

- Mantener controles de Bioseguridad no permitir el ingreso de personas ajenas, animales y vehículos que son los principales vectores de contaminación.
- Realizar limpiezas y desinfecciones a fondo de los alrededores, del interior de los galpones, de comederos, bebederos, tuberías de agua.
- Se debe mantener pediluvios con desinfectantes a la entrada de los galpones.
- En lo posible se debe mantener una sola edad de aves.

1. Principales enfermedades bacterianas

a. Colibacilosis

Enfermedad producida por una infección de *Escherichia col.*, es una bacteria que normalmente habita en el tracto intestinal de los animales, gracias a ella el organismo puede realizar funciones vitales para la correcta digestión de los

nutrientes. Enfermedad sistémica común de importancia mundial en las aves de corral. Surge como una complicación de la micoplasmosis y en este complejo se hallan involucrados algunos virus respiratorios, (Hernández, M. et al. 2010).

Síntomas manifestaciones externas empiezan a adelgazar, y se denota una gran palidez en la piel, en las mucosas, los más claros de esta enfermedad son la inapetencia, la postración, las diarreas y la muerte, (Hernández, M. et al. 2010).

b. Coriza infecciosa

Es una enfermedad infecciosa aguda del sistema respiratorio, producida por una bacteria Gram negativa bipolar llamada *haemophilus paragallinarum* (ahora denominado *Avibacterium paragallinarum*), puede causar pérdidas económicas en el sector avícola a nivel global, (Rodríguez, E. 2006).

Síntomas principalmente la tumefacción de la cara debajo y ojos, descargas nasales y estornudo. Ataca principalmente los senos infraorbitarios del ave, produciendo inflamación, tratamiento diferentes antibióticos han sido utilizados en los animales afectados. Entre los más utilizados esta la oxitetraciclina, eritromicina, quinolonas y estreptomina solas o en combinación con sulfonamidas y trimetoprim, (Rodríguez, E. 2006).

2. Enfermedades parasitarias en aves

a. Coccidiosis

La coccidiosis es una enfermedad causada por parásitos protozoarios del género *Eimeria*; phylum Apicomplexa que afecta a las aves en todas las etapas productivas. Existen varias especies que causan la enfermedad clínica provocando lesiones y pérdidas económicas debido a la alta mortalidad.

La coccidiosis se transmite de un ave a otra por medio del alimento y el agua de bebida contaminada o cualquier otro material que contenga coccidios. El uso de

coccidiostatos en el alimento logra producir una moderada infección, con lo cual las aves adquieren inmunidad, (León, N. 2010).

b. Ascaridiosis

Los áscaris son parásitos metazoarios pertenecientes al Filum nematodos (Gusanos redondos), parásitos gastrointestinales de numerosas especies de aves (gallinas, pavos, gansos) en todo el mundo, (León, N. 2010).

Son gusanos intestinales muy frecuentes en aves. Estudios en varios países han reportado que más del 90% de las gallinas investigadas estaban infectadas con este nematodo. Las aves se infectan al ingerir alimentos o agua contaminados con huevos infectivos, (Castro, M. 2005).

D. USO DE ADITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Una amplia gama de aditivos son utilizados en la mayoría de alimentos para pollos de engorde, los cuales generalmente no aportan ningún nutriente. La mayoría de aditivos se usan para mejorar las características físicas de la dieta, la aceptabilidad del alimento o la salud de las aves, (Estrella, E. y León, V. 2010).

El empleo de aditivos en la producción animal es una práctica que acumula varias décadas y sus beneficios esperados se relacionan con su efecto mejorador en cuanto a eficiencia y costos.

En estos momentos la tendencia, en cuanto a su utilización, está dirigida al uso de sustancias naturales, en contraposición con algunos que pueden producir resistencia en los microorganismos o residualidad en la canal, (Castro, M. 2005).

1. Uso de medicamentos en avicultura

El uso de medicamentos en la avicultura es más común de lo que se desearía, por lo que se ha convertido en un asunto al cual debemos prestarle toda la importancia, recordando siempre que el objetivo principal en la producción avícola

es implementar una medicina profiláctica y no de tratamiento, (Carranza, C. y Vargas, J. 2012).

2. Antibióticos

Los antibacterianos son sustancias naturales, semisintéticas o sintéticas, que en concentraciones bajas, inhiben el crecimiento o provocan la muerte de las bacterias, la acción del antibiótico se realiza mediante mecanismos como la inhibición de la síntesis de la pared celular, inhibición de la síntesis de proteínas, inhibición del metabolismo bacteriano, inhibición de la actividad o síntesis del ácido nucleico o alteraciones en la permeabilidad de la membrana celular, (Carranza, C. y Vargas, J. 2012).

3. Resistencia a los antibióticos

La utilización de los antibióticos con demasiada frecuencia, ocasiona que el cuerpo desarrolle resistencia a los elementos químicos que contienen esos antibióticos, además existe la preocupación creciente por la pérdida de la eficacia de los antibióticos debido a la resistencia antimicrobiana porque, a través de la cadena de alimentación, se puede transferir la resistencia de los animales dedicados a la producción de alimentos hasta los seres humanos, (Parker, D. 2012).

El uso inadecuado de los antibióticos puede generar resistencia de los microorganismos, lo que ocurre principalmente por un mal diagnóstico, uso innecesario, dosis incorrecta, duración insuficiente del tratamiento y uso de fórmulas de baja calidad, (Carranza, C. y Vargas, J. 2012).

E. DIATOMEAS

1. Qué son las diatomeas

Las Diatomeas es un mineral de origen vegetal, totalmente inocuo por pertenecer al grupo de las sílices amorfas, formado por acumulación de algas en los fondos

marinos, fosilificadas por el paso de millones de años. Estas algas microscópicas están compuestas por una pared celular transparente de sílice y una capa interna de pectina. 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, se forman grandes depósitos de algas fosilizadas conocidos como tierra de diatomeas que es un material inerte no tóxico. La diferencia fundamental con respecto a otros minerales silíceos es que es de origen biogénico, (Revista Ecodona. 2010).

a. Importancia

La diatomeas tiene varios sinónimos entre estos son: Diatomea silícea, diatomita, D.E. (*Diatomaceous earth*). Tiene poco tiempo de vigencia comparado con productos tradicionales, esto ha demostrado categóricamente su superioridad en su acción y su inocuidad para el hombre, animales y plantas, porque no es un veneno que actúa por contacto o ingestión.

Además como el proceso de muerte de los insectos y plagas es mecánico, por contacto físico, el insecto no se volverá inmune y por consiguiente se romperá la cadena inmunológica. Las diatomeas son capaz de resolver por sí sola los problemas de salud animal y vegetal desde el punto de vista de la Ecología Humana, acabando con el uso y abuso de los químicos en la agricultura, creando ecosistemas sustentables para la vida en sus múltiples manifestaciones, (Revista Ecodona. 2010).

b. Origen

La diatomea es una roca silícica, sedimentaria de origen biogénico, compuesta por esqueletos fosilizados de los frústulos de las diatomeas. Se forma por la acumulación sedimentaria de los esqueletos opalinos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas; estos se componen de la sílice amorfa. Esta acumulación sedimentaria forma grandes depósitos en los lechos marinos o lacustres, a veces en capas masivas con un grosor suficiente, (Berloto, C. 2004).

c. Estructura y configuración

Las diatomeas pertenece a la clase *Bacillariophyceae* (*Baciliarofíceas*) y al orden de las Bacillarias. Es posible encontrar alrededor de 3.000 especies en un depósito mineral, constituyendo la distribución relativa de las especies una característica de éste, que lo distingue de otros como una impresión dactilar. Taxonómicamente es posible agruparlas en dos categorías amplias: discoídeas y elongadas o filiformes, (Ballet, J. 2011).

La frústula, o esqueleto silíceo de la diatomea, está formada por dos compuertas o valvas en un mismo plano, que encajan a través de un cinto de un modo análogo. Las compuertas poseen una rica vertebración que a su vez son soportes de cámaras y aberturas de distintos diámetros. En estado mineral la diatomea mide entre 50 y 120 micrones, sin embargo, y debido a fragmentaciones ocasionadas por tensiones orgénicas, la distribución granulométrica está centrada en torno a los 20 micrones, (Sánchez, G. 2012).

d. Mecanismos de acción de las diatomeas

Las diatomeas matan a los patógenos por acción estrictamente física, Las diatomeas es un insecticida natural. Estas minúsculas algas (huecas y con carga eléctrica negativa) perforan los cuerpos queratinizados de los insectos, los cuales mueren por deshidratación.

Algunos estudios revelan que para aumentar su eficiencia y lograr buenos resultados, se debe utilizar la diatomea diluida en agua al 1 %, es decir 1 parte de diatomeas y 99 de agua, (Revista Phitonat. 2014).

Los animales de sangre caliente están libres de este efecto pues su esqueleto está localizado internamente, rodeado y envuelto por músculos que lo soportan, y protegido por pelos o plumas mientras que los insectos tienen su armadura en el exterior y los fluidos vitales están sostenidos y protegidos por una cubierta cerosa, (Revista Agropuli, 2013).

2. Usos de las diatomeas

a. 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, sobre todo en los terrenos empobrecidos o agotados, donde han dejado de aportarlos a los vegetales.

La 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. Aplicado en forma foliar, protege la planta del golpe del sol, al reflejar el espectro de los rayos infrarrojos y ultravioletas, (Revista Ecodona. 2010).

b. Acción insecticida

Las diatomeas es un insecticida natural. Su acción es físico-mecánica, porque se adosan a los insectos y los bordes afilados de estas microscópicas partículas perforan sus cuerpos, matándolos por deshidratación y se provocan perforaciones y abrasiones en el exoesqueleto de quitina, destruyendo su estructura cerosa, absorbiendo sus líquidos corporales y secándolos por completo, (Revista Ecodona, 2010).

c. Control de parásitos

Las diatomeas son el medio más eficaz, inocuo y económico para combatir parásitos externos (adultos y larvas), en animales domésticos y mascotas, (Eco y Ambiente, 2014). Se debe alimentar a los animales en una proporción de 1 a 2 % del total de la dieta, el control es natural, no existe daño para el organismo, y usado como suplemento en forma regular, se puede prevenir la aparición de parásitos, (Mullin, J. 2007).

d. Uso ganadero

Las Diatomeas es un mineral de origen vegetal, totalmente inocuo por pertenecer al grupo de las sílices amorfas, formado por acumulación de algas en los fondos marinos, fosilificadas por el paso de millones de años. La diferencia fundamental con respecto a otros minerales silíceos es que es de origen biogénico (producido por organismos vivos o procesos biológicos), (Eco y Ambiente, 2014).

La Diatomea Purificada está indicado para todo tipo de piensos, ya que favorece en los procesos digestivos y actuando contra el apelmazamiento de agentes y coagulantes. Autorizado por la Comisión Europea en el Artículo 17 del Reglamento EC/1831/2003 sobre aditivos utilizados en nutrición animal Aditivo E 551 C., (Eco y Ambiente, 2014).

e. En procesos nutricionales

- Ralentiza el tránsito intestinal, consiguiendo una mayor absorción de los nutrientes aumentando el rendimiento.
- Logra una mayor calcificación de los huesos, evitando fracturas en la manipulación, así como un crecimiento más acelerado de los mismos.
- Atenúa los trastornos digestivos.
- El silicato de Aluminio actúa como aglutinante de micotoxinas de hongos.
- Elimina las heces líquidas, consiguiendo una mayor limpieza en huevos y animales al mismo tiempo que disminuye las ulceraciones de estos.
- Los desechos animales pueden ser utilizados como abonos y fertilizantes, (Eco y Ambiente, 2014).

3. Dosificaciones

En general, los estudios revelan que para aumentar su eficiencia y lograr buenos resultados, se debe utilizar la diatomea diluida en agua al 1, o 2%, es decir: 1 kg/100 litros de agua, o 10g/1 litro de agua, según el grado de infestación. Se puede aplicar directamente en polvo sobre el pelo del animal espolvoreando hasta

1 gramo por kilo de peso del animal, para el control de pulgas, garrapatas, ácaros, piojos, etc., evitando aplicar en la cara de los animales, (Revista Ecodioñana, 2010).

Para alimentación Animal:

- Avicultura: Pollos en todas las edades 2%; Pollitas y gallinas en puesta 2 a 3% y en Pavos 2 a 3%.
- Porcinos: Lechones 2%; Cerdos crecimiento y cebo 2 a 2,5% y Cerdas 2,5 a 3%.
- Vacunos: Terneros jóvenes 2%; Terneros en cebo 2,5 a 3% y Vacas lecheras 3%.

4. Ventajas del Uso de la Tierra de Diatomeas

- No requiere de equipos, ni de personal especializado para su aplicación.
- Bajo costo del insumo, Bajas dosis requeridas.
- Fácil y rápida aplicación.
- Alta compatibilidad con otros insumos o productos.
- Mantiene sus condiciones físicas en el tiempo, (Revista Ecodioñana, 2010).

F. LA CASTRACIÓN EN POLLOS

1. Antecedentes

La práctica del caponaje en pollos ha sido efectuada en distintos países del mundo durante mucho tiempo como un método para mejorar la producción de carne aviar, (North, M. 2005).

Los pollos pueden ser castrados en distintas edades, a las 4 semanas (castración precoz) y entre 8 y 10 semanas (castración tradicional), aunque siempre previo a la madurez sexual. Si bien es conveniente llevar a cabo la operación en los pollos de mayor edad, los jóvenes sufren menos efectos adversos y la sobrevivencia es

mayor.

La remoción quirúrgica total de los testículos y la consecuente caída en los niveles de testosterona producen cambios comportamentales y anatómicos evidentes, aquellos se manifiestan más precozmente que éstos. Dentro de las manifestaciones anatómicas el aspecto general de la cabeza y el tamaño de crestas y barbillones parecen preceder a los cambios en el plumaje de las aves castradas, (Cubiló, M. 2001).

2. Características e importancia

Es un producto muy heterogéneo criado en sistemas alternativos, en el que puede participar prácticamente cualquier raza. Esto también determina en gran medida que el peso final y la edad al sacrificio, así como otros importantes factores que influyen en los costos de producción sean muy variables, concurriendo al mercado con el mismo nombre productos con marcadas diferencias en calidad y costo de producción. Todo gracias a la eliminación de los testículos, la docilidad y una menor actividad, derivó en una conversión más eficiente del alimento hacia el crecimiento, acumulación de grasas e incremento de la calidad de su carne. Así, al crecer de manera más lenta que los machos normales y acumular más grasa corporal, su carne es más suave, jugosa y sabrosa, convirtiéndola en todo un manjar, (Cobo, R. 2005).

3. Capón

Los capones son aves que están castrados quirúrgicamente a una edad temprana. Los pollos castrados suelen ser más dóciles, menos propensos a luchar y no crecen medios y duros. Por consiguiente, su carne es menos musculosa y contiene más grasa. El resultado final es evidente una vez que su ave cocida se sirve. En pocas palabras, los capones son más plenos, más jugosos y sabrosos más en comparación con cualquier ave comercialmente crecida, (Cobo, R. 2005).

Es una técnica que se realiza desde la antigüedad con el propósito de buscar un tipo de carne de mayor calidad organoléptica. Con la extirpación de los testículos se produce un cambio en el metabolismo del animal, lo que genera cambios en el crecimiento, en el comportamiento, en la composición tisular, en la composición química y la calidad de la carne. (García, M. 2010).

4. Técnica de castración de pollos

La técnica de castración de pollos ha sido practicada en distintos países del mundo durante mucho tiempo, con fines productivos. En la medida en que los lotes de pollos para carne fueron obteniéndose a partir de líneas genéticas precoces, se pensó que la producción avícola tradicional basada en razas puras desaparecería del mercado, al menos bajo una orientación comercial, y con ello también algunas técnicas de producción asociadas, como la caponización, (Cobo, R. 2005).

a. Técnica quirúrgica

La caponización por cirugía involucra la remoción total de los testículos a una edad entre dos y cuatro semanas. A esta edad las razas pesadas deben pesar una libra, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

La operación debe llevarse a cabo en pollos más grandes, pero los jóvenes sufren menos efectos adversos y la sobre vivencia es mayor. El pollo es sujetado sobre la superficie de su lado izquierdo con las alas agarradas juntas por arriba de su cuerpo. Las patas también son sujetadas juntas y el pollo es extendido a todo su largo para poder ver el área de la caja de las costillas. Las plumas en esta área deben ser removidas y la piel desinfectada con 70% de etanol u otro desinfectante para la piel. Se hace una incisión de una pulgada a través de la piel y otros tejidos entre las dos costillas posteriores, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

La incisión debe ser suficientemente profunda para exponer el saco aéreo abdominal que cubre los intestinos y otros órganos abdominales. Debe tenerse

cuidado para evitar cortar la vena mayor en la piel que corre diagonalmente hacia la espalda del ave. El saco aéreo abdominal es perforado con un gancho afilado para exponer los órganos internos. Los testículos están localizados en la pared dorsal en la parte anterior final de los riñones, posterior a los pulmones. Los testículos de un pollo de tres semanas de edad son aproximadamente del tamaño de un grano de trigo y deben ser amarillos, blancos, grises o negros. Ambos testículos deben ser removidos de la incisión hecha, el testículo bajo o izquierdo se quita primero, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

Los testículos son sujetados con fórceps y luego se hace un giro para liberarlos del tejido conectivo mientras se jala lentamente de donde está pegado. Debe tenerse cuidado de no romper los vasos sanguíneos mayores localizados entre los dos testículos. Un equipo eléctrico caliente con cauterizador está disponible para la incisión de la piel y remoción de los testículos. El expansor de las costillas se quita y el ave se relaja, permitiendo que la piel y el músculo de muslo regresen a su lugar. La remoción de los dos testículos es necesaria ya que cualquier fragmento que quede, puede crecer y producir suficientes hormonas, pero esto no tendrá un funcionamiento normal en el pollo, y no permitirá características deseables en la carne del capón, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

5. Preparación de las aves antes de la caponización

Tanto para las aves como para el cirujano, pueden superar con éxito el trance si ambos se preparan adecuadamente. Ese es el objetivo que se persigue en este punto. Sólo la práctica continuada de la castración reduce al mínimo el estrés del animal, propósito que debe ser el prioritario aleja los naturales temores y reparos del principiante ante un animal vivo y un bisturí y proporciona seguridad, soltura, rapidez y fiabilidad en el proceso, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

Las aves a intervenir deben gozar de un perfecto estado de salud, para poder superar con éxito la castración. No se puede caponar animales con algún trastorno, puesto que el resultado puede ser catastrófico. Las aves, deben

someterse a una preparación previa que comprende una medicación y ayuno de alimentos sólidos.

En la medicación administrar vitamina K a través del agua de bebida, para favorecer una coagulación rápida de la sangre en caso de una hemorragia. El producto se debe de administrar permanentemente durante 3 a 4 días previo a la caponización a la dosis de 1 a 2 g/litro de agua, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

Dos días antes de la caponización las aves deben someterse a un ayuno de alimentos sólidos, nunca de agua. Con la finalidad de que sus intestinos se hallen vaciados y relajados para facilitar la observación del campo operatorio.

La falta de digestión reduce el ritmo cardíaco del ave, la aplicación del ayuno, provoca una pérdida de peso del ave comprendida entre 100 y 150 g, aproximadamente puede presentar en ocasiones algunos problemas; con el transcurso de las horas el apetito y el nerviosismo es notable, las aves empiezan a buscar algo que comer y a ingerir partículas de las mismas y hasta sus propias heces por esta razón pueden presentar sus intestinos a medio vaciar, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

6. Higiene de la castración y cuidados postoperatorios

Asociación Española de Ciencia Avícola. (2012), menciona que la Gonadectomía aviar es una intervención quirúrgica en la que nos jugamos la vida del animal. Para llevarla a cabo con éxito, la higiene es también una premisa indispensable que debe respetarse escrupulosamente. Pese a la imposibilidad de un elevado nivel de asepsia, nuestra cirugía debe ser lo más limpia posible y nuestra mentalidad consciente del riesgo y de la gravedad de las posibles infecciones.

La mesa de operaciones, el instrumental y las manos del castrador deben limpiarse y desinfectarse con frecuencia, utilizando detergentes si es posible mejor quirúrgicos y desinfectantes yodados. El local debe limpiarse de plumas y otros desechos. Las aves castradas deben alojarse de nuevo en su gallinero o, si

es posible, en otro local limpio y desinfectado y siempre sobre camas nuevas y limpias.

La medicación postoperatoria consistirá en la administración de un antibiótico de amplio espectro en el agua de bebida la misma enrofloxacin citada anteriormente, por ejemplo, u otro producto que aconseje el veterinario durante unos 4-6 días.

Las primeras 48 horas tras la intervención son las más delicadas y en las que puede presentarse una infección severa si no se ha medicado adecuadamente. Las heridas empezarán a cicatrizar. Puede ocurrir hinchazón de aire por uno o ambos costados. El fenómeno se debe a una deficiente sutura de las costillas y que se acumula debajo de la piel. Para corregir el problema y salvar al ave debe practicarse un corte y desinfectar con yodo.

Entre el tercero y cuarto día, la actividad se reanimará y sobre los ocho días puede considerarse superado el postoperatorio. Las costras de las heridas empezarán a desprenderse y el plumaje arrancado iniciará su recuperación.

7. Efectos de la caponización

Los efectos son varios y notables, hacen que la carne del capón sea fina, tierna y jugosa como la de una hembra. La piel del animal se torna fina y flexible y su plumaje se hace sedoso, brillante y espectacular. En los machos, origina una ausencia de andrógenos en el organismo, y esto provoca varios efectos uno de ellos la ralentización en el crecimiento de los huesos largos, ya que sus patas son más cortas que la del gallo de la misma edad sin caponizar, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

Se tornan mansos y hasta maternos, según algunas descripciones de convivencia de capones y pollitos de corta edad, el cambio que más nos interesa recalcar es la infiltración grasa que se da en las fibras musculares hecho que proporciona una carne más jugosa, tierna y de un sabor diferente de la del gallo entero, (Manual de la OIE sobre animales terrestres, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Unidad Académica de Investigación Avícola y el (Área del Proyecto PROCAP), de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur, parroquia Lizarzaburu, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Esta investigación tuvo una duración de 100 días, los cuales fueron distribuidos conforme a las necesidades de tiempo para cada actividad a partir de la compra de los animales, ubicación, pesaje de los animales, aplicación de las dietas y la toma de datos. Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio LABCESTTA ESPOCH y Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, las condiciones meteorológicas del sitio a llevarse a cabo la investigación se detalla en él (cuadro 14).

Cuadro 14. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

Parámetros	Valores
Temperatura promedio, °C	13,40
Humedad relativa, %	63,10
Precipitación, mm/año	564,50
Velocidad del viento, m/s	2,1

Fuente: Negrete, J. y Arévalo, M. (2015).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La presente investigación estuvo constituida de veinte y cinco aves por tratamiento, con un total de cien unidades experimentales de pollos capones comerciales Pio-Pio.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Pollos Comerciales Pio-Pio.
- Overol.
- Botas.
- Cortinas.
- Corrales.
- Registros.
- Escobas.
- Palas.
- Mesa.
- Cascarilla de arroz.
- Correas numeradas de identificación.
- Letreros de identificación.
- Materiales de escritorio.

2. Equipos

- Comederos.
- Bebederos manuales y automáticos.
- Balanza.
- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Bomba de fumigar.

3. Insumos

- Balanceado en base a quinua.
- Diatomeas.
- Agua de bebida.

4. Instalaciones

El galpón tiene una superficie de 70 m² (14m x 5m), el piso es de cemento, el techo es de Eternit, las paredes de ladrillo enlucido y ventanas modernas para una adecuada ventilación.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el comportamiento productivo de los pollos capones comerciales Pio-Pio post cirugía por efecto de la aplicación de tres niveles de diatomeas (2, 4, 6 kg/Tn) en una dieta en base a quinua y un tratamiento control, los que contaron con cuatro tratamientos experimentales con cinco repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 5 pollos, con un total de cien unidades experimentales de pollos capones Pio-Pio.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar y para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Dónde:

Y_{ij} : Valor de la variable en determinación.

μ : Medida general.

T_i : Efecto de los tratamientos.

E_{ij} : Efecto del error experimental.

1. Esquema del Experimento

El esquema del experimento se planteó de la siguiente manera como se detalla en él (cuadro 15 y cuadro 16).

Cuadro 15. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	T.U.E	Repeticiones	Animal/ Tratamiento
Dieta en base a quinua + 0 kg/Tn diatomeas	T0	5	5	25
Dieta en base a quinua + 2 kg/Tn diatomeas	T1	5	5	25
Dieta en base a quinua + 4 kg/Tn diatomeas	T2	5	5	25
Dieta en base a quinua + 6 kg/Tn diatomeas	T3	5	5	25
TOTAL				100

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

Cuadro 16. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO PARA CALIDAD DE CARNE.

Tratamiento	Código	T.U.E	Repeticiones	Animal/ Tratamiento
Dieta en base quinua + 0 kg/Tn diatomeas	T0	1	4	4
Dieta en base quinua + 2 kg/Tn diatomeas	T1	1	4	4
Dieta en base quinua + 4 kg/Tn diatomeas	T2	1	4	4
Dieta en base quinua + 6 kg/Tn diatomeas	T3	1	4	4
TOTAL				16

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

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

En el presente trabajo investigativo se aplicaron las siguientes mediciones experimentales.

- Análisis químico nutricional de la dieta (humedad, materia seca, ceniza, materia orgánica, proteína, fibra, ELN, estimación de la energía metabolizable /Kg / MS).
- Peso inicial, g.
- Peso final, g.
- Consumo de alimento, g.

- Ganancia de peso por semana, g.
- Ganancia de peso por día, g.
- Conversión alimenticia.
- Rendimiento a la canal.
- Costo por kilogramo de carne.
- Beneficio/Costo.
- Mortalidad, %.
- Consumo de alimento materia seca por día, g.
- Consumo de proteína, g/día.
- Consumo de calcio, g/día.
- Estimación de consumo de energía metabolizable, Mcal/día.
- Analíticas físico químicas para determinar calidad de carne (pH, proteína, grasa).
- Análisis de E. coli en, UFC/ml.
- Coliformes totales, UFC/ml.
- Análisis coprológico.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

En la presente investigación los tratamientos fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), los datos numéricos de campo y de laboratorio generados en la propuesta investigativa fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos.

- Análisis de varianza.

- Separación de medias según Waller-Duncan (reportando los valores de mejor ajuste a determinada prueba), a los niveles de significancia de $p < 0,05$ y $p < 0,01$.
- Análisis de correlación y regresión.
- Análisis económico a través del indicador beneficio / costo.

1. Esquema del Análisis de la varianza (ADEVA)

El esquema de análisis de varianza que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación se detalla en él (cuadro 17).

Cuadro 17. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ADEVA).

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las actividades que se realizaron en el desarrollo de la presente investigación se indican a continuación:

1. Se realizó la desinfección del galpón con un lanza llamas, se procedió a flamear la parte interior y exterior del galpón, seguidamente se higienizó con agua y detergente las paredes, el piso, el techo.
2. A continuación se colocó las cortinas para el galpón, con el fin de controlar las corrientes de aire, y de igual forma controlar la temperatura.
3. Las camas para cada tratamiento fueron con cascarilla de arroz con un grosor 10 cm, y de igual forma fue desinfectada por medio de aspersión con formol y luego con el lanza llamas de forma que pueda a más de calentar la cascarilla,

desinfectar la misma, en cuanto a las criadoras estuvieron instaladas 24 horas antes de la llegada de los pollos pio-pio, al igual que los comederos y bebederos previamente lavados y desinfectados.

4. A la recepción de los pollos pio-pio de 21 días de edad, se les suministró agua fresca y alimento, manteniendo la temperatura ideal en las campanas se procedió y se registró el peso a cada una de las repeticiones.
5. El plan de vacunación para los pollos pio-pio se rigieron de acuerdo al calendario establecido detallado en el (cuadro 18).

Cuadro 18. PLAN DE VACUNACIÓN PARA POLLOS PIO - PIO.

Enfermedades	Edad/días	Vacuna disponible	Aplicación
Newcastle	7	Avi - vac,	Ojo, agua
Gumboro	14	Gum – Vac	Pico, agua
Newcastle - Bronquitis	21	Avi – Bron – Bron – Vac	Ojo, agua

Fuente: Yambay, S. (2010).

6. La alimentación que se utilizó fue con las cuatro dietas en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas. Para las etapas de crecimiento, engorde y acabado en base a la tabla recomendada de suministro de alimento para pollos Pio-Pio.
7. Análisis de parámetros de salud de los pollos capones, una vez adquiridos los pollos se realizó un análisis de E. coli, UFC/ml, así también de Coliformes totales, UFC/ml, y un análisis Coproparasitario, para compararlo con los respectivos análisis después de finalizado el trabajo de campo y de esta manera determinar el efecto de las diatomeas en cuanto a la salud.

8. Las aves antes de la caponización, deben estar en perfecto estado de salud, someterse a una preparación previa que comprende, medicación con vitamina K a través del agua de bebida, para favorecer una coagulación rápida de la sangre en caso de una hemorragia, y antibiótico para evitar infección en el momento de la cirugía y el ayuno de alimentos sólidos. El producto se debe administrar permanentemente durante 3 a 4 días previo a la caponización a la dosis de 1 a 2 g/litro de agua.

9. Para la intervención quirúrgica se coloca a la ave con las alas cruzadas, para evitar el aleteo, se recostará por un lado sobre el pupitre, sujetándola con una cuerda y su gancho por la base de las alas y con la otra por las patas, Se desplumará y limpiará con un desinfectante yodado, la región que rodea a las dos últimas costillas, se aplica anestésico local 1 ml vía sub cutánea, se tensará la piel hacia la cola del ave y a unos 2 cm por debajo de la línea dorsal, se efectuará un corte con el bisturí de unos 2 cm de longitud y en la misma dirección de las costillas, con el separador abriremos el orificio, cuidando de no forzar en extremo y romper las costillas Bajo éstas aparece una membrana transparente uno de los sacos aéreos que rasgaremos con la punta del bisturí hasta que nos permita ver el interior y despejar completamente el área de los testículos, con el polipotomo, tomaremos el instrumento insertando el dedo pulgar en su anilla superior y los dedos índice y medio en las dos anillas inferiores. Acercaremos el lazo al testículo, al ser engullido por la cánula, estrangula y secciona los tejidos mesentéricos que sostienen al testículo y éste se desprende, con las pinzas lo retiraremos. Se debe realizar de forma correcta de asir el testículo con el lazo para evitar su regeneración.

10. Retiraremos el separador y con la aguja curva enhebrada con el hilo de algodón, efectuaremos una sutura por el centro de las dos costillas, uniéndolas firmemente, sin que quede ninguna abertura o rendija. Esa herida cuesta más de cicatrizar y si permanece abierta varios días, puede salir por ella parte del intestino. Por ello se debe realizar un cuidado pos quirúrgico para evitar problemas en la producción de la carne y la muerte de las aves.

11. Al finalizar el estudio se sacrificaron los animales para tomar el peso de la canal y de las vísceras, y establecer el rendimiento porcentual de la canal.
12. Antes de comenzar el estudio se flameó las jaulas y se desinfectó con Creolina en la proporción de 1ml/l de agua, además se pintó con una mezcla de cal, formol, amonio cuaternario y agua, también se realizaron desinfecciones periódicas de los equipos (comederos y bebederos) con Yodo control en una dosis de 1ml/l
13. A la entrada del galpón se dispuso de un área de desinfección (creso 4ml/litro), con la finalidad de desinfectar el calzado al momento del ingreso para el manejo habitual de los animales, como es: el suministro de alimento, control del consumo, limpieza de los comederos y bebederos, entre otras actividades de manejo en la producción de pollos de engorde.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis químico nutricional de la dieta

Se tomó una muestra de la dieta antes de realizar la investigación para enviarlos al laboratorio y determinar su composición química, la muestra fue de unos 200 g, del stock total donde fue enviada al laboratorio LABCESTTA ESPOCH para su respectivo análisis.

2. Peso inicial, (g)

Se tomó el peso en gramos de los pollitos en la recepción utilizando una balanza y se registraron los datos, (Yambay, S. 2010).

3. Peso final, (g)

El peso final se lo tomó en la catorceava semana, se pesó a cada uno de los animales de cada tratamiento y se registró para tabular de los datos, (Yambay, S. 2010).

4. **Ganancia de peso por día, (g)**

La ganancia de peso se estimó por diferencia de pesos, entre el peso final restado del peso inicial mediante la siguiente fórmula indicada, (Yambay, S. 2010).

$$\text{Ganancia de peso} = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

5. **Ganancia de peso, por semana, (g)**

La ganancia de peso semanal se lo realizó por diferencia entre la ganancia de peso semanal menos el peso inicial para cada uno de los tratamientos, (Padilla, L. 2005).

6. **Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se calculó por la relación entre el consumo total de materia seca y la ganancia de peso mediante la siguiente fórmula, (Yambay, S. 2010).

$$\text{Conversión alimenticia (CA)} = \frac{\text{Consumo Total MS (Kg.)}}{\text{Incremento de peso (Kg.)}}$$

7. **Consumo de alimento MS, (g)**

El consumo de alimento MS g/día se determinó mediante la siguiente fórmula, (Yambay, S. 2010).

$$\text{Consumo de alimento (CA)} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Sobrante (g)}.$$

8. Consumo de calcio, (g/día)

El consumo de calcio se calculó a partir del análisis proximal para cada una de las dietas en relación al consumo de materia seca, (Padilla, L. 2015).

9. Consumo de proteína, (g/día)

El consumo de proteína se calculó a partir del análisis proximal para cada una de las dietas en relación al consumo de materia seca, (Padilla, L. 2015).

10. Estimación de consumo de energía metabolizable, (Mcal/día)

El consumo de energía se calculó a partir del análisis proximal para cada una de las dietas en relación al consumo de materia seca, (Quigüiri, J. 2014).

11. Mortalidad, (%)

El porcentaje de mortalidad es la cantidad de aves que se mueren durante el proceso de crianza expresada como porcentaje del total de aves ingresadas, (Moreno, O. 2010).

$$\text{Porcentaje de mortalidad (M\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ aves muertas}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de aves vivas}} * 100$$

12. Coliformes totales, (UFC/ml)

Para el análisis de unidades formadoras de colonia se tomó una muestra de heces por tratamiento (al inicio y al final del tiempo experimental), en el laboratorio de Microbiología de la Facultad De Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se realizó el respectivo procedimiento efectuando diluciones decimales de $[10]^{-3}$, se tomó 1ml y se sembró en un medio de cultivo en placas Petrifilm se dejó 24h en la

estufa, posteriormente se realizó el recuento de unidades formadoras de colonia, (Enríquez, J. 2012).

13. E. coli, (UFC/ml)

Para el análisis de E. coli se tomó una muestra de heces por tratamiento (al inicio y al final del tiempo experimental), en el laboratorio de Microbiología de la Facultad De Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se realizó el respectivo procedimiento efectuando diluciones decimales de 10^{-3} , se tomó 1ml y se sembró en un medio de cultivo en placas Petrifilm se dejó 24h en la estufa, posteriormente se realizó el recuento de unidades de E. coli, (Enríquez, J. 2012).

14. Coproparasitario

Para realizar el análisis coproparasitario se recogió un gramo de heces de cada tratamiento (al inicio y al final del tiempo experimental), en el laboratorio de Microbiología de la Facultad De Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se identificó la incidencia de ooquistes en la muestra mediante la técnica de flotación y también se utilizó la cámara Mc Master en ella se contabilizó el número de ooquistes presentes en la respectiva muestra, (Enríquez, J. 2012).

15. Rendimiento a la canal (%)

El rendimiento a la canal se estimó por medio de la relación con el peso final y el peso de la canal, expresada en porcentaje, (Yambay, S. 2010).

$$\text{Rendimiento a la canal} = \frac{\text{Peso a la canal (kg)}}{\text{Peso final vivo (kg)}} * 100$$

16. Costo por kilogramo de carne USD

Multiplicando la conversión alimenticia por el costo por kilo de materia seca consumida se estimó el costo por kilo de ganancia de peso, (Padilla, L. 2015).

$$C/KgC = \text{conversión alimenticia} * \text{costo/kg ms consumida.}$$

17. Analíticas físico químicas para determinar calidad de carne (pH, proteína, grasa)

La evaluación de la calidad de carne se realizó en el musculo pectoral los parámetros analizados fueron; peso vivo al sacrificio, peso de la canal, a las 24 horas pos-mortem perdidas por oreo, pH (pH metro), proteína y grasa (análisis proximal en el laboratorio), (Padilla, L. 2015).

18. Beneficio/Costo

Se determinó mediante análisis de los costos de producción, desde el inicio de la fase de cría hasta la fase de engorde, para calcular el beneficio costo de la investigación, (Vallejo, R. 2015).

$$\text{Beneficio/Costo (B/C)} = \frac{\text{Ingresos totales (USD)}}{\text{Egresos totales (USD)}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CAPONES PIO-PIO

1. Energía Metabolizable (EM), Mcal/kgMS

En la dieta para pollos capones pio-pio se registró que al emplear 2 kg/Tn de diatomeas se obtuvo 2,93 Mcal/kg de MS, y 2,87 Mcal/kgMS al usar el 0, 4 y 6 kg/Tn de diatomeas, (cuadro 19).

A lo cual indica Paredes, A. (2009), que la energía metabolizable es la porción de poder o capacidad, utilizada selectivamente por el organismo del total de la energía o energía bruta que contienen los alimentos, en sentidos productivos, que dependiendo de la especie será: carne, etc.

2. Energía neta (Enm), Mcal/kgMS

La energía neta registrada en la dieta en base a quinua y los diferentes niveles de diatomeas fueron de 2,20; 2,27; 2,28 y 2,32 Mcal/kgMS para 6, 4, 0 y 2 kg/Tn de diatomeas, respectivamente.

Quiroz, T. (2015), aduce que la energía neta este es el valor energético de un alimento usado realmente para propósitos productivos, como el crecimiento, grasa corporal, leche, lana, huevos, carne, trabajo, etc. una parte de la energía neta se usa para mantenimiento de las funciones del animal: respiración, circulación, movimientos del animal, actividad normal.

3. Materia seca (%)

En la composición química de la dieta para pollo pio-pio se registraron valores de 88,18 y 88,12% para el 0 y 2 kg/Tn de diatomeas, seguidos de 88,10 y 88,08 % para los niveles de 6 y 4 kg/Tn de diatomeas.

Cuadro 19. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS CAPONES PIO-PIO.

Elemento Nutricional	NIVELES DE DIATOMEAS, (kg/Tn).			
	0	2	4	6
Energía Metabolizable (EM), Mcal/Kg MS	2,87	2,93	2,87	2,87
Energía Neta (ENm), Mcal/kg MS.	2,28	2,32	2,27	2,20
Materia Seca (MS), (%).	88,18	88,12	88,08	88,10
Materia Orgánica (MO), (%).	95,11	92,56	92,89	93,35
Proteína Bruta (PB), (%).	17,78	19,22	18,44	17,63
Grasa cruda (GC), (%).	8,09	8,65	8,18	7,81
Fibra bruta (FB), (%).	4,75	4,85	4,45	4,41
Humedad (H), (%).	11,82	11,88	11,92	11,90
Ceniza (C), (%).	4,89	7,44	7,11	6,65
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), (%).	47,33	52,04	50,10	48,40

ENm: Energía neta de mantenimiento.

ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Para el cálculo de la Energía se consideró los coeficientes de aporte para carbohidratos y proteína 0,42 Kcal g⁻¹; y grasa 9,3 Kcal g⁻¹.

La Energía Metabolizable (EM) se estimó a partir de la Energía bruta (EB) menos la energía perdida en heces y orina (EM Mcal kg⁻¹ MS = EB – (Energía Heces + Energía de Orina).

La Energía neta de mantenimiento se estimó (ENm) se estimó a partir de la Energía bruta (EB) menos la energía perdida en heces y orina EM Mcal kg⁻¹ MS= EM – Energía de incremento calórico.

Según Junge, R. (2005), el porcentaje de materia seca que aporta la quinua es de 86,6 %; indicando así que la quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir que presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales.

4. Materia orgánica, (%)

Los datos registrados de materia orgánica en las dietas para pollos pio-pio fueron de 92,56; 92,89; 95,11 y 95,35 % para los niveles de 2, 4, 0 y 6 kg/Tn de diatomeas, en su orden.

Ante esto se menciona que la materia orgánica de la quinua es de 0,5 % a lo cual González, T. (2009), menciona que la materia orgánica es aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos, estas son compuestos químicos que contienen carbono, se destacan especialmente por ser grande, compleja, diversa, tal es el caso de: glúcidos, proteínas, grasas y ácido nucleicos.

5. Proteína bruta, (%)

Al evaluar la composición química de las raciones en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas se reportaron contenidos de proteína de 19,22% con 2 kg/Tn; 18,44 % con 4 kg/Tn; 17,78 % con el tratamiento testigo y 17,63% con el 6 kg/Tn.

Quizás se deba al contenido de proteína de la quinua es de 12,5 % sin embargo no se puede utilizarla completamente ya que su digestibilidad es de 70%, (Junge, R. 2005).

Según López, G. (2007), define a las proteínas como moléculas complejas imprescindibles para la estructura y función de las células, cumplen diferentes funciones tales como transporte de sustancias a través de la sangre, formación de hormonas y anticuerpos, regulación del pH y de la coagulación de la sangre, contracción muscular, entre otras.

6. Grasa cruda, (%)

Los porcentajes de grasa cruda reportados fueron para los niveles de 6 kg/Tn con 7,81%; 0 kg/Tn de 8,09 %; 4 kg/Tn de 8,18% y finalmente con el 2 kg/Tn de 8,65%; en la dieta a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas para la alimentación de pollos pio-pio, a lo cual Junge, R. (2005), describe que la quinua posee el 5% de grasa que es tomado en cuenta para balancear las raciones de estos animales.

Según la Sociedad Argentina de Nutrición. (2010), menciona que la grasas constituyen uno de los principios nutritivos fundamentales junto con las proteínas, los hidratos de carbono y algunos minerales, forman la estructura de todo ser vivo, estas son las proporcionan energía al animal para que pueda cumplir con sus funciones vitales.

7. Fibra bruta, (%)

La cantidad de fibra hallada en las raciones alimenticias de pollos pio-pio, fueron de 4,41 y 4,45 % para los niveles de 6 y 4 kg/Tn de diatomeas, seguido de 4,75 y 4,85% para el 0 y 2 kg/Tn de diatomeas.

Se conoce que la quinua aporta con 2,1 % en la dieta, siendo este valor aceptable en la alimentación de pollos, recalcando su importancia ya que la fibra soluble es importante por los beneficios que aporta en el proceso de digestión, por su capacidad para absorber agua, captar iones, absorber compuestos orgánicos y formar geles, (FAO. 2013).

8. Humedad, (%)

El porcentaje de humedad registrado en la composición química de las raciones para pollos pio-pio, fueron en promedio de 11,82; 11,88; 11,90 y 11,92% para los niveles 0, 2, 6 y 4 kg/Tn de diatomeas respectivamente, estos resultados guardan relación con lo establecido por Galarza, L. (2011), quién menciona que el nivel de humedad influye en la calidad del balanceado para aves, el mayor inconveniente

está en que la mayor humedad genera el ambiente ideal para la proliferación de hongos y bacterias que producen mico y aflatoxinas que afectan el grado de crecimiento de las aves, la producción de huevos incluso puede provocar la muerte de los animales.

Por ello es importante la selección de materia prima la FAO. (2013), muestra que el porcentaje de humedad de la quinua es del 9,4 % siendo este valor adecuado para la elaboración de balanceado sin que presente problemas de toxicidad.

9. Ceniza, (%)

El porcentaje de ceniza presente en el balanceado registra los valores de 4,89 y 6,65% para los niveles de 0 y 6 kg/Tn de diatomeas, en su orden, seguido de 7,11 y 7,44% con el 4 y 2 kg/Tn de diatomeas, respectivamente.

La quinua posee el 3,5% de cenizas a lo que aduce Peña, C. (2010), que las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos, los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas.

10. Extracto libre de nitrógeno, (%)

Al evaluar la composición química de la dieta en base a quinua y diferentes de diatomeas en la alimentación de pollos capones pio-pio se reportaron los menores valores de 47,33 y 48,40 % para el tratamiento testigo y 6 kg/Tn de diatomeas en su orden, seguido de los tratamientos 4 kg/Tn de diatomeas con 50,10% y el mayor registrado con el 2 kg/Tn con 52,04%.

El aporte de la quinua para la formulación de la dieta en extracto libre de nitrógeno es de 71,29% siendo los resultados van de acorde a la cantidad de carbohidratos contenidos en el alimento, esto lo corrobora Saá, Y. (2010), quien menciona que el extracto libre de nitrógeno está constituido los carbohidratos más solubles: azúcares, almidón y algunas hemicelulosas, y todos son digestibles.

B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS

Los resultados obtenidos en la presente investigación al evaluar el comportamiento productivo de los pollos pio-pio alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas, se describen en el (cuadro 20).

1. Peso inicial, g

Los pesos registrados al inicio de la investigación fueron homogéneos, mostrando pesos promedios de 1391,22 g con el tratamiento testigo; 1369,81 g con el nivel 6 kg/Tn de diatomeas, seguido de 1403,57 g con el 2 kg/Tn y finalmente 1414,53 g con el empleo de 4 kg/Tn de diatomeas), con una variación entre medias de $\pm 32,03$ g.

2. Peso final, g

En la evaluación de peso final en pollos capones pio-pio se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), entre los tratamientos, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas en una dieta, siendo los mejores pesos con el uso de 2 y 4 kg/Tn de diatomeas con valores de 5816,76 y 5764,68 g respectivamente; los menores pesos fueron con 0 y 6 kg/Tn de diatomeas con medias de 5381,39 y 5408,99 g; en su orden, con una dispersión entre medias de $\pm 116,36$ g.

Mostrando que el nivel de 2 kg/Tn de diatomeas en el alimento es superior al resto de tratamientos, quizá esto se deba a que las diatomeas no solo actúan

Cuadro 20. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.

Variable	Niveles de Diatomeas, (Kg/Tn).				E.E	Prob.
	0	2	4	6		
Peso inicial, (g).	1391,22 a	1403,57 a	1414,53 a	1369,81 a	32,03	0,7837
Peso final, (g).	5381,39 b	5816,76 a	5764,68 a	5408,99 b	116,36	0,0289
Ganancia de peso total, (g).	3990,17 b	4413,2 a	4350,15 ab	4039,18 b	118,59	0,0488
Ganancia de peso, (g/día).	40,72 b	45,03 a	44,39 ab	41,22 b	1,21	0,0488
Conversión alimenticia, puntos.	3,1 a	2,83 b	2,84 b	3,16 a	0,08	0,0223
Rendimiento a canal, (%).	77,32 b	76,79 a	78,33 a	73,23 b	0,88	0,0047
Costo/kg de carne.	1,61 b	1,53 b	1,59 b	1,83 a	0,05	0,0013
Mortalidad, (%).	0	0	0	0		

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 Duncan.

como secuestrante de parásitos y micotoxinas intestinales sino que constituye un excelente suplemento nutritivo mineral, pues mejora la asimilación de alimentos y evita su descomposición en el tracto digestivo, incrementado su peso, (Gómez, V. 2010).

Los datos expuestos son superiores a los trabajos realizados por Velasteguí, L. (2009), quien al emplear el 3% de Sel – plex alcanzó 3558,65 g; Ruiz, D. (2015), muestra que con una dieta isoproteica balanceadas en base a quinua (17 % de proteína y 3206 kcal EM/kg de MS), reportó un peso al final de la investigación de 3661,96 g; Padilla, L. (2015), expuso que al emplear el 100% de sustitución de proteína de quinua en la dieta logró un peso de 4326,13 g; mostrado que el uso de diatomeas en la dieta influye positivamente en el desarrollo del animal, quizá esto se deba a los descrito por Suárez, V. (2005), que las diatomeas están formada por numerosos minerales entre macroelementos y microelementos, la incorporación al mismo tiempo de 39 oligoelementos como el azufre, potasio, calcio, magnesio, hierro y otros, garantizan una mayor sanidad y por ende mayor crecimiento y producción.

Mientras Chica, T. (2011), expuso que al incluir 3,0 g/lit de agua de diatomeas alcanzó un peso final 2716,05 g en pollos broiler, demostrando que las tierras de diatomeas que afecta positivamente en los incrementos de peso.

Al realizar la regresión se ha determinado que el peso final, (gráfico 1), en pollos capones alimentados con una dieta a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas, mostró un modelo de regresión polinómica cuadrática, los valores del coeficiente de determinación y correlación alcanzaron $R^2 = 41,71\%$, $r = 0,6461$ respectivamente, identificándose así que por cada nivel de 0 a 4 kg/Tn de diatomeas el peso se ve afectado en 298,18 g; mientras que los niveles superiores muestran un descenso en el peso de 49,441 g.

La ecuación para el peso final es:

$$\text{Peso final, g} = 5390,6 + 298,18(\text{Nd}) - 49,441(\text{Nd})^2$$

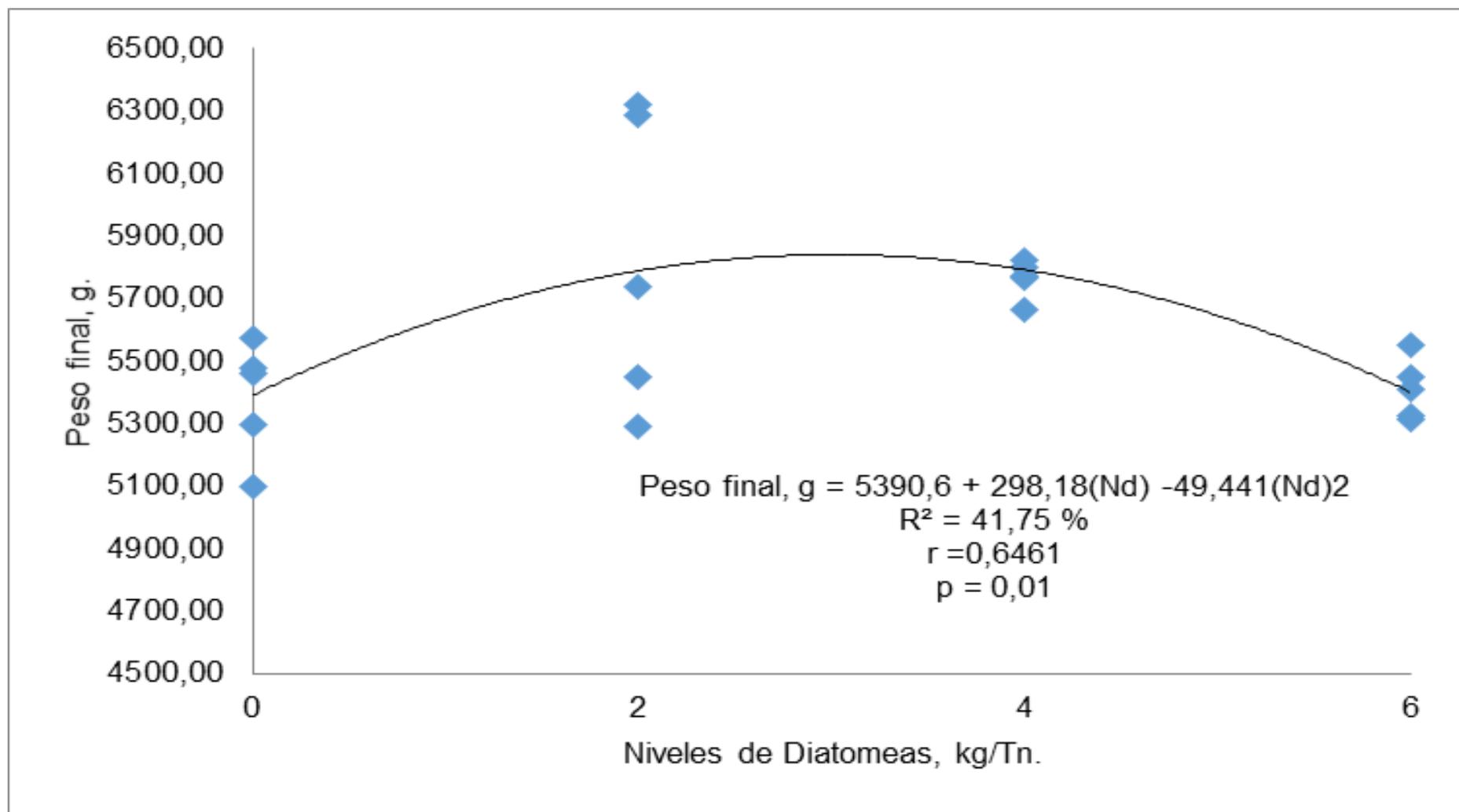


Gráfico 1. Peso final (g), en pollos capones pio-pio, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

3. Ganancia de peso total, g

En la variable ganancia de peso (g), en pollos pio-pio, alimentados con una dieta a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas, presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), entre los tratamientos registrándose los mayores incremento en peso de 4413,2 g con 2 kg/Tn de diatomeas, descendiendo el incremento de peso con 4 kg/Tn de diatomeas a 4350,15 g, para finalmente ubicarse las menores ganancias de 4039,18 y 3990,17 g, con la aplicación de 6 y 0 kg/Tn de diatomeas, con una variación entre medias de $\pm 118,59$ g.

El empleo de 2 kg/Tn de diatomeas, es beneficioso para el incremento en peso de los pollos pio-pio, ya que este nivel ofrece el mejor resultado, quizá esto se deba a lo anteriormente dicho que a más de ser un suplemento mineral actúa como un agente secuestrante de las toxinas bacterianas existentes en el balanceado, capturando la toxina antes que ésta se adhiera a la vellosidad y provoque daños, eliminándolas con las heces y actúa como desparasitante, esto beneficia a que el animal libre de agentes que perjudiquen su salud asimilen de mejor forma los nutrientes ofrecidos en el alimento, (Yáñez, H. 2008).

Estos resultados son superiores a los reportados por Ruiz, D. (2015), quien al alimentar a pollos pio-pio con dietas isoproteicas mas diferentes nivel de quinua, (3206 Kcal de EM/Kg de MS), logró un incremento en peso de 2708 g; Velasteguí, L. (2009), al emplear 3 % de Sel plex en la dieta obtuvo un incremento de peso de 1206,74 g; Pazmiño, A. (2015), al dar dietas más mananoligosacáridos y selenio metionina a pollos pio-pio, alcanzó 3069,5 g de ganancia de peso, esta superioridad demuestra que la tierra de diatomeas por sus aportes en minerales ayudan a mejorar la absorción de nutrientes.

En el análisis de regresión para la variable ganancia de peso total, (gráfico 2), en pollos capones pio-pio, expuso un modelo de regresión polinómica cuadrática que indica que por cada nivel de diatomeas empleado se incrementa el peso en 279,45 g hasta el nivel 4 kg/Tn; al rebasar este nivel el incremento de peso tiende a disminuir en 45,875 g por nivel de diatomea usado; además

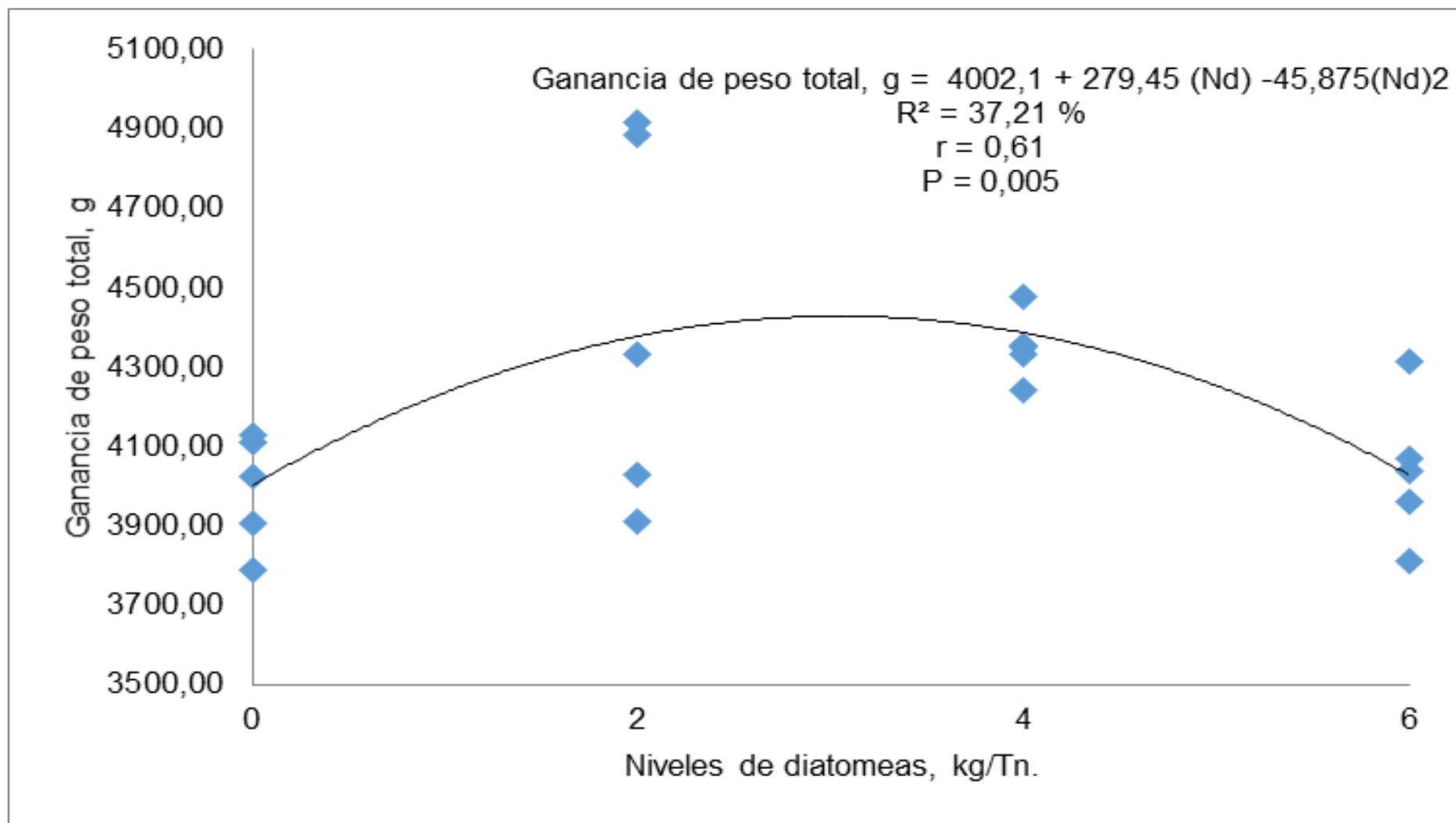


Gráfico 2. Ganancia de peso total (g), en pollos capones pio-pio, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

presenta un coeficiente de determinación de 37,21 % y un coeficiente de asociación alta de 0,61; la ecuación para ganancia de peso total es:

$$\text{Ganancia de peso total, g} = 4002,1 + 279,45 (\text{Nd}) - 45,875(\text{Nd})^2$$

4. Ganancia de peso, g/día

En la evaluación de esta variable se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), entre los tratamientos, por efecto del uso de niveles de diatomeas en una dieta en base a quinua para la alimentación de pollos capones pio-pio, mostrándose que las menores ganancias fueron de 40,72 y 41,22 g para el 0 y 6 kg/Tn de diatomeas respectivamente; elevándose a 44,39 con el uso de 4 kg/Tn; el mayor incremento de peso fue de 45,03 g con el 2 kg/Tn de diatomeas; con una dispersión entre medias de $\pm 0,08$ g.

El nivel de 2 kg/Tn de diatomeas mostró un mejor incremento en el peso diario, esto quizá se deba a lo mencionado anteriormente, que la inclusión de las diatomeas influye positivamente en el desarrollo del pollo, ya que al hacer la ración más palatable incrementa el consumo de alimento y por sus aportes minerales mejora la absorción de nutrientes, reflejándose estos beneficios en el incremento de peso, (Yáñez, H. 2008).

Datos que guardan relación con los hallados por Pazmiño, A. (2015), quién obtuvo un incremento de peso de 43,85 g/día al emplear mananoligosacáridos mas selenio metionina en la dieta para pollos y Padilla, L. (2015), al sustituir el 100 % de proteína de quinua en la dieta registró un incremento de 42,61 g en el peso; estos son inferiores a los reportados en la presente investigación.

La presente investigación es superior al trabajo realizado por Ruiz, D. (2015), al usar dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal de EM/Kg de MS), logró 38,69 g de ganancia de peso; quizá esto se deba a que las dietas proporcionadas no aportaron con los suficientes nutrientes para el desarrollo de los pollos pio-pio.

En la variable ganancia de peso g/día se realizó un análisis de regresión para determinar en qué grado afecta a esta variable el uso de diatomeas, entre los tratamientos, mostrando un modelo de regresión polinómica cuadrática, con un coeficiente de determinación 37,21% y de correlación de 0,62; este análisis nos muestra, que inicia con un intercepto de 40,838 g y por cada nivel de diatomeas utilizado de 0 a 4 kg/Tn afecta al incremento de peso en 2,8515 g y mientras excede este nivel, decrece en 0,46871 g, (gráfico 3). La ecuación para la ganancia de peso/día es:

$$\text{Ganancia de peso/día} = 40,838 + 2,8515(\text{Nd}) - 0,4681(\text{Nd})^2$$

5. Conversión alimenticia, puntos

Para la variable conversión alimenticia, en pollos capones pio-pio alimentados con una dieta a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas, se hallaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,01$), entre los tratamientos, mostrando que los tratamientos más eficientes son 2 y 4 kg/Tn de diatomeas en el alimento, con 2,83 y 2,84 puntos respectivamente; mientras que los menos eficientes fueron el 6 y 0 kg/Tn de diatomeas, con 3,16 y 3,1 puntos; con una variación de $\pm 0,08$ puntos.

Se muestra que el T1 es eficiente con respecto a los demás tratamientos, ya que el uso de diatomeas si interviene en los parámetros productivos de los pollos mejorándolos, quizá esto se deba a lo descrito por Vargas, C. (2012), que las diatomeas son totalmente inocuas para animales de sangre caliente ya que se puede usar con seguridad para controlar tanto parásitos externos como internos mejorando ostensiblemente la calidad de la carne, ya que a la vez contiene oligoelementos que mejoran el apetito, nutren y renuevan el aspecto saludable de los animales.

Los resultados obtenidos son superiores a los registrados por Pazmiño, A. (2015) quien al usar dietas más mananoligosacáridos y selenio metionina en pollos pio – pio logró 3,70 puntos de conversión, Padilla, L. (2015), alcanzó una conversión alimenticia de 3,75 puntos al sustituir el 100% de proteína de quinua en la dieta

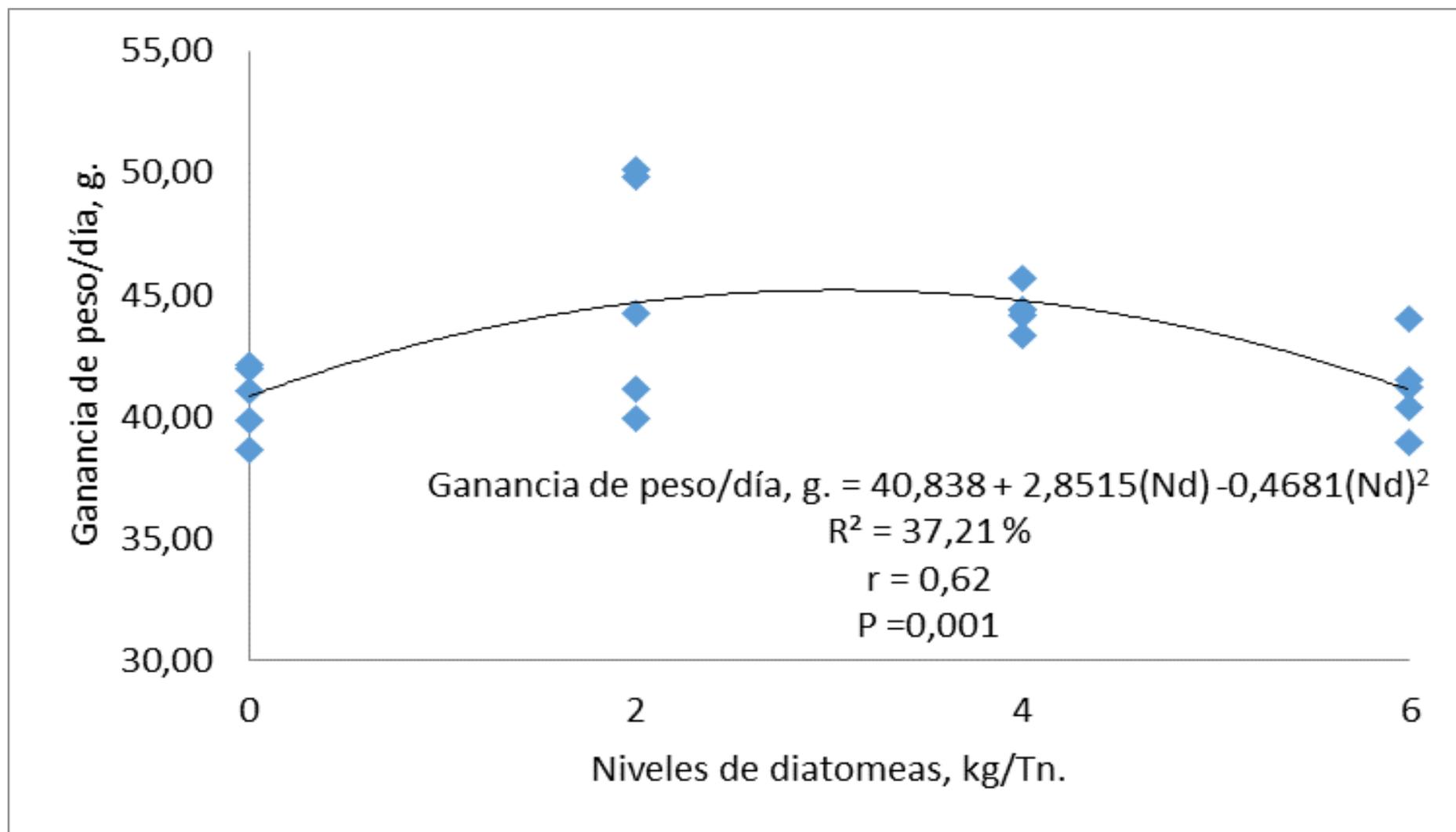


Gráfico 3. Ganancia de peso/día (g), en pollos capones pio-pio, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

para pollos capones pio-pio, esta superioridad quizá se deba a los beneficios indicados anteriormente de la inclusión de diatomeas en el balanceado.

Sin embargo Ruiz, D. (2015), al utilizar dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal de EM/Kg de MS), logró una media de 2,37 puntos que supera a la media reportada en al presente investigación esto quizá se deba a que en estas dietas al elevar el contenido de proteína y energía proporcionan al animal un alimento de calidad que ayuden a cumplir sus funciones biológicas sin presentar un desgaste energético ni proteico, reflejando esta ventaja en sus parámetros productivos.

En el (gráfico 4), se muestra el análisis de regresión para la variable conversión de alimento, en pollos pio-pio al ser alimentados con dietas en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas, manifestando un modelo de regresión polinómica cuadrática, que inicia con un intercepto de 3,1031 puntos; se observa que en los niveles de 0 a 4 kg/Tn de diatomeas la conversión decrece en 0,2012 puntos y tiende a incrementarse en 0,0365 puntos a medida que se elevan los niveles de diatomeas, con un coeficiente de determinación de 44,26% y correlación alto de 0,6652. La ecuación para la variable conversión alimenticia es:

$$\text{Conversión alimenticia} = 3,1031 - 0,2102(\text{Nd}) + 0,0365(\text{Nd})^2$$

6. Rendimiento a la canal, %

En esta variable se mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$), por efecto de la alimentación de pollos a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas, consiguiendo los mejores pesos de 78,33 y 76,79 % para los niveles de 4 y 2 kg/Tn de diatomeas; siendo los menores de 77,32 y 73,23 % con 6 y 0 kg/Tn de diatomeas, respectivamente, con una dispersión entre medias de $\pm 0,88$ %.

Los niveles de 2 y 4 kg/Tn de diatomeas en el alimento son superiores al resto de niveles evaluados, esto se evidencia en el rendimiento a la canal esto prueba que las diatomeas favorece a los procesos digestivos, y actúa contra el

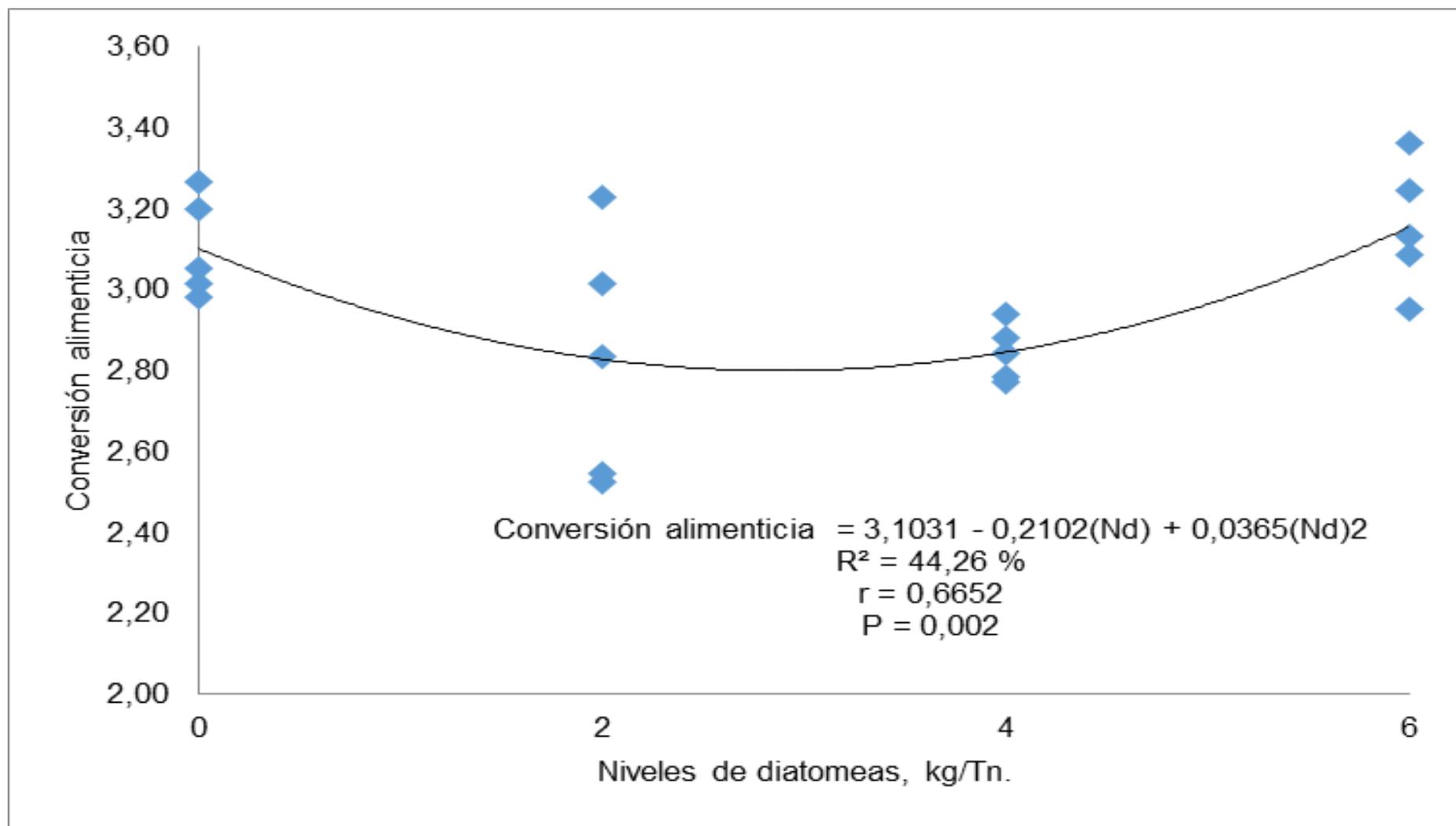


Gráfico 4. Conversión alimenticia, puntos, en pollos capones pio-pio, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

apelmazamiento de agentes y coagulantes, además ralentiza el tránsito intestinal, consiguiendo por ello, una mayor absorción de los nutrientes aumentando el rendimiento, (Rea, M. 2009).

Los resultados obtenidos guardan relación con los registrados por Pazmiño, A. (2015) quien al usar dietas más mananoligosacáridos y selenio metionina en pollos pio-pio logró 78,12% de rendimiento a la canal y Velasteguí, L. (2009), al emplear 3% de Sel plex en la alimentación de las aves consigue un rendimiento de 77,37%.

Sin embargo Padilla, L. (2015), alcanzó un valor 80,38% al sustituir el 100% de proteína de quinua en la dieta para pollos capones pio-pio, siendo este resultado mayor al expuesto en esta investigación, esto quizá se deba a que la dieta suministrada fue alta en proteína que al ser asimilada en tracto digestivo genera mayor cantidad de músculo, convirtiéndola posteriormente en carne.

Al realizar el análisis de regresión, (gráfico 5), para la variable conversión de alimento, en pollos pio-pio al ser alimentados con dietas en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas, mostrando una línea de tendencia cúbica, iniciando con un intercepto de 77,31 %, se observa que en los niveles del 2 – 4 kg/Tn de alimento presenta un ligero incremento de 1,3464 %; para luego decrecer en 1,3464 % en niveles superiores a 4 kg/Tn de diatomeas, reportando un coeficiente de determinación de 54,53 % y de correlación de 0,73 siendo esta alta. La ecuación para la variable rendimiento a la canal es:

$$\text{Rendimiento a la canal} = 77,315 - 2,2289x + 1,3464(\text{Nd})^2 - 0,1814(\text{Nd})^3$$

7. Costo/kg de carne

En la variable costo/kg de carne, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,01$), entre los tratamientos, siendo los menores costos obtenidos con los tratamientos de 2 kg/Tn de diatomeas, con 1,53 USD; 4 kg/Tn de diatomeas, con 1,59 USD; tratamiento testigo, con 1,61 USD y finalmente el mayor costo registrado fue de 1,83 USD con el 6 kg/Tn de diatomeas,

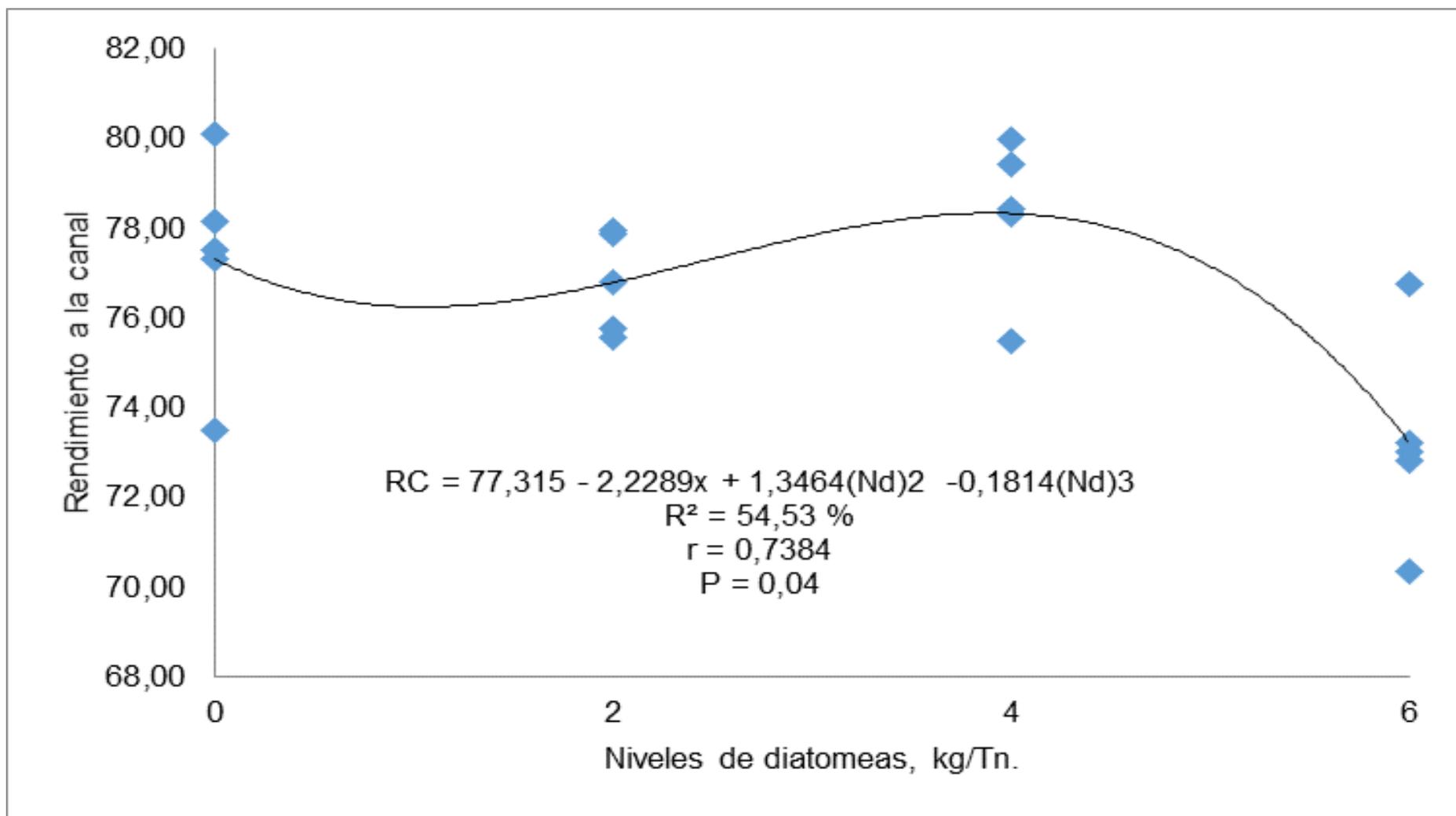


Gráfico 5. Rendimiento a la canal (%), en pollos capones pio-pio, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

con una variación entre medias de $\pm 0,05$.

Los resultados obtenidos indican que las diatomeas disminuyen el costo para producir un kilogramo de carne esto es corroborado por Rea, M. (2009), quien menciona que su utilización permite un gran ahorro económico por la diferencia del bajo costo de las diatomeas y el proceso de las materias primas, ya que la disminución energética queda corregida por un mayor rendimiento de la mezcla y porque evita la adición de Calcio en los piensos, al llevarlo como componente en su composición.

Estos costos son inferiores al trabajo realizado por Padilla, L. (2015), quien para producir un kg de carne necesito de 5,90 USD al usar 100% de proteína de quinua en la dieta para pollos capones pio-pio, este costo es excesivo quizá a que el uso de las diatomeas ayudan a la asimilación de los nutrientes mejorando la calidad de flora intestinal en las aves y el desdoblamiento de las dietas.

En el (gráfico 6), se muestra el análisis de regresión para la variable costo/ kg de carne, en pollos pio-pio al ser alimentados con dietas en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas, manifestando un modelo de regresión polinómica cuadrática, que inicia con un intercepto de 1,6145 USD; se observa que en los niveles de 0 a 4 kg/Tn de diatomeas el costo decrece en 0,0852 USD y tiende a incrementarse en 0,0202 USD a medida que se elevan los niveles de diatomeas, con un coeficiente de determinación de 61,32% y de correlación de 0,78; la ecuación para el costo/kg de carne es:

$$\text{Costo/kg de carne} = 1,6145 - 0,0852(\text{nd}) + 0,0202(\text{Nd})^2$$

8. Mortalidad %

No se registró pérdidas en los pollos pio-pio, por el efecto de la alimentación diaria a base de quinua más la inclusión de diferentes niveles de diatomeas, esto posiblemente se deba a que los animales fueron tratados adecuadamente en los aspectos sanitarios, manejo, alimentación y bioseguridad dentro del galpón.

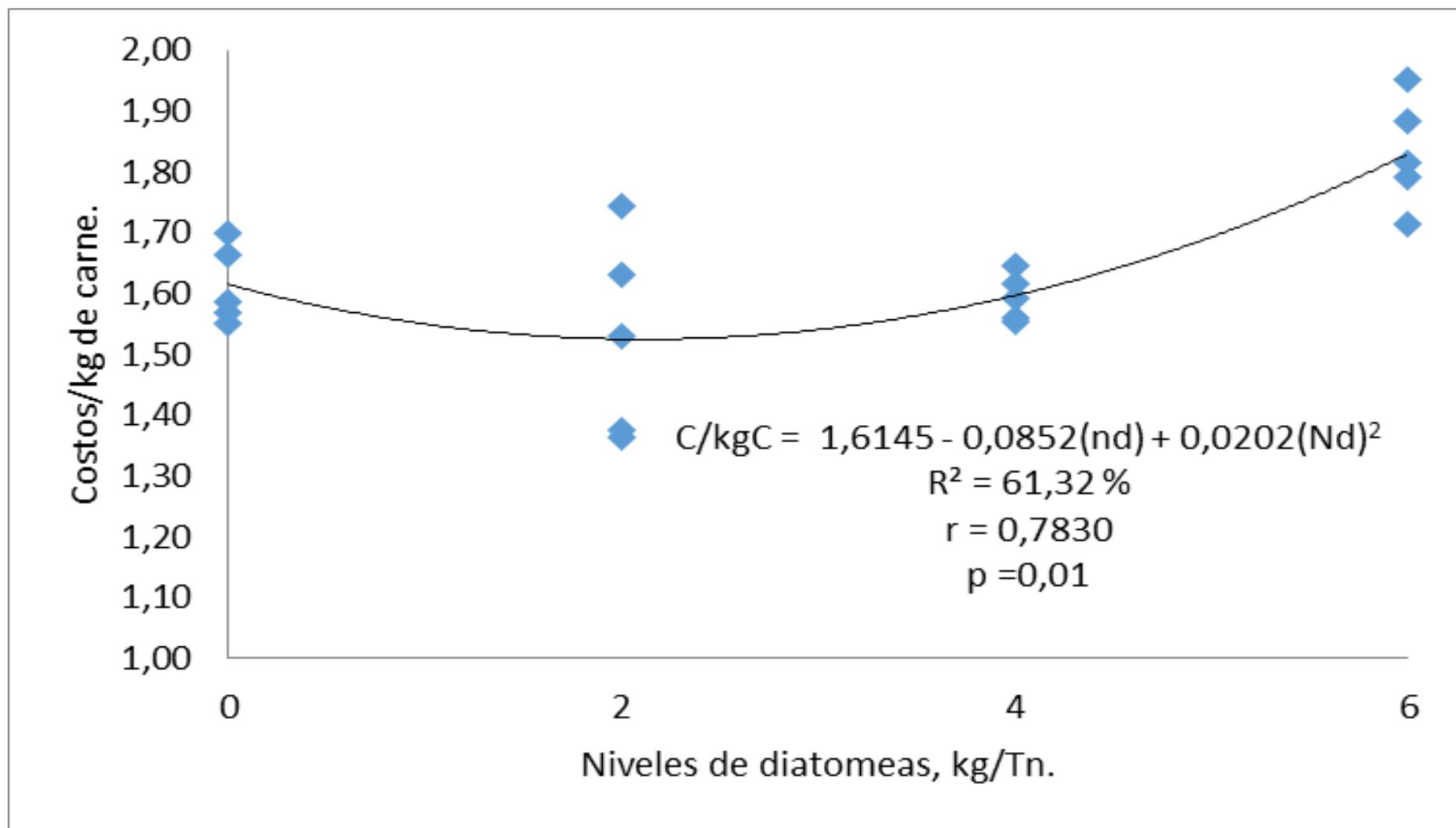


Gráfico 6. Costo por kg de carne, en pollos capones pio-pio, alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

C. CONSUMOS DE ALIMENTO Y APORTE DE NUTRIENTES A LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS

Los resultados obtenidos en la presente investigación, (cuadro 21), para los consumo de alimento y aporte de nutrientes a los pollos capones pio-pio.

1. Consumo de alimento total, g

En el consumo total de alimento no se registraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), en pollos capones pio-pio, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas en la dieta a base de quinua, siendo el mayor consumo de 12727,19 g con 6 kg/Tn de diatomeas, seguido de 12365,46 g con el tratamiento testigo; 12373,29 g con 4 kg/Tn de diatomeas y el menor consumo fue de 12379,38 g con el 2 kg/Tn de diatomeas, con una variación entre medias de $\pm 99,01$ g; este último nivel indica que las diatomeas influyen en el consumo de alimento quizá esto se deba a lo descrito por Rea, M. (2009), que al incluir las diatomeas en el balanceado, por su alto contenido en minerales hacen que la dieta sea más palatable y de fácil digestión incrementando su consumo.

Estos resultados son superiores a los encontrados por Padilla, L. (2015), quien al sustituir el 100% de proteína de quinua en la dieta para pollos obtuvo un consumo total de 11671,11 g, quizá esto se deba a que las diatomeas en la dieta hacen más palatable las dietas en relación a la dieta sustituida con quinua.

2. Consumo de alimento, g/día

Para la variable consumo de alimento por día, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), entre los tratamientos, por efecto de inclusión de diferentes niveles de diatomeas en la dieta, siendo sus consumos de 126,18 g para el tratamiento testigo; 126,26 g con 4 kg/Tn de diatomeas; 126,32 y 129,87 g para el 2 y 6 kg/Tn de diatomeas, en su orden; con una dispersión entre medias de $\pm 1,01$ g; indicando que los últimos niveles de diatomeas en la dieta favorecen el incremento en el consumo de alimento, por las razones indicadas

Cuadro 21. CONSUMOS DE ALIMENTO Y APORTE DE NUTRIENTES A LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.

Variable	Niveles de Diatomeas, (kg/Tn).				E.E	Prob.
	0	2	4	6		
Consumo de alimento total, (g).	12365,46 a	12379,38 a	12373,29 a	12727,19 a	99,01	0,0513
Consumo de alimento día, (g).	126,18 a	126,32 a	126,26 a	129,87 a	1,01	0,0512
Consumo de proteína, (g/día).	22,43 a	22,46 a	22,45 a	23,09 a	0,18	0,0518
Consumo de MO, (g/día).	120,73 b	115,93 c	111,47 d	122,21 a	0,01	<0,001
Consumo de calcio, (g/día).	0,98 a	0,99 a	0,98 a	1,01 a	0,01	0,0576
Consumo de EM, (Kcal/día)	362,13 a	370,12 a	362,36 a	372,72 a	2,91	0,0519

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 Duncan.

anteriormente.

3. Consumo de proteína, g/día

El consumo de proteína en pollos capones pio-pio, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas empleadas en la dieta a base de quinua, no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$), entre los tratamientos, reportando los consumos de proteína en los tratamientos 6 kg/Tn de diatomeas con 23,09 g; 2 kg/tn de diatomeas con 22,46 g, 4 kg/tn de diatomeas con 22,45 g y el tratamiento testigo con 22,43 g, siendo estos homogéneos, con una variación entre medias de $\pm 0,18$ g; estos consumos son corroborados por Santiago, H. (2011), quien expone un consumo diario de proteína de 22,45 g/día para pollos pio-pio, resultados que guardan relación con los obtenidos en la presente investigación.

Los resultados obtenidos son superiores a los obtenidos por Ruiz, D. (2015), quien al emplear al utilizar dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal de EM/Kg), obtuvo un consumo de proteína de 16,47 g/día.

Sin embargo estos datos son inferiores guardan relación con Pazmiño, A. (2015), quien al dar dietas más mananoligosacáridos y selenio metionina a pollos pio – pio, obtuvo un consumo de proteína de 23,26 g/día.

4. Consumo de MO, g/día

Al analizar los consumos de materia orgánica, proporcionados por una dieta a base de quinua con diferentes niveles de diatomeas en la alimentación de pollos capones pio-pio, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$), estableciendo el mayor consumo de 122,21 g/día con el uso de 6 kg/Tn de diatomeas, seguido de 120,73 g/día con el tratamiento testigo, y los menores consumos registrados fueron de 115,93 y 111,47 g con los niveles de 2 y 4 kg/Tn de diatomeas; con un dispersión de $\pm 0,01$ g/día.

El nivel de 6 kg/Tn de diatomeas, mostró el mayor consumo de materia orgánica en pollos pio-pio, siendo superior a lo indicado por Santiago, H. (2011), el cual

muestra un consumo de 83,46 g/día; esto quizá se deba a que la dieta ofrecida es rica en proteína y grasa, factores que inciden en la cantidad de materia orgánica ofrecida, se menciona además que está a base de quinua quien según González, T. (2009), aporta en 0,5 % al pienso

5. Consumo de calcio, g/día

El consumo de calcio g/día en pollos capones pio-pio, por efecto de los diferentes niveles de diatomeas empleadas en la dieta a base de quinua, no mostraron diferencias significativas ($p>0,05$), entre los tratamientos, siendo sus consumos de 0,98 g/día para el 4 y 0 kg/Tn de diatomeas; seguido de 0,99 g/día para 2 kg/Tn de diatomeas y 1,01 g/día con 6 kg/Tn de diatomeas; con una variación entre medias de $\pm 0,01$ g; estos resultados guardan relación con los reportados por Santiago, H. (2011), de consumo de calcio en pollos de 0,94 g/día.

Los resultados obtenidos son superiores a los obtenidos por Ruiz, D. (2015), quien al emplear al utilizar dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal de EM/Kg), obtuvo un consumo de calcio de 0,73 g/día.

6. Consumo de EM, Kcal/día

Para la variable consumo de EM, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$), entre los tratamientos, por efecto de inclusión de diferentes niveles de diatomeas en la dieta, siendo sus consumos de 362,13 Kcal/día para el tratamiento testigo; 362,36 Kcal/día con el 4 kg/Tn de diatomeas; 370,12 Kcal/día para el 2 kg/Tn y 372,72 Kcal/día con 6 kg/Tn de diatomeas; con una variación dispersión entre medias de $\pm 2,91$ g; el consumo recomendado para estas aves es de 340,00 Kcal/día según Santiago, H. (2011), este es inferior al reportado en esta investigación quizá esto se deba a que la dieta es a base de quinua e incrementa la cantidad de energía ya que esta aporta con 3,71 kcal/100 g; siendo esta la causa por la que la EM se ve incrementada.

Al comparar estos resultados con el trabajo realizado por Ruiz, D. (2015), quien al emplear al utilizar dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal

de EM/Kg), obtuvo un consumo de EM de 294,02 Kcal/día, siendo este consumo inferior al obtenido en la presente investigación.

D. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE CARNE (pH, PROTEÍNA, GRASA)

Los datos obtenidos en la presente investigación para el análisis físico químico de la carne de pollo se describen en el (cuadro 22).

Cuadro 22. ANÁLISIS QUÍMICO PARA LA CALIDAD DE CARNE EN EL MUSCULO PECTORAL (PECHUGA) DE POLLOS CAPONES PIO – PIO.

Variables	NIVELES DE DIATOMEAS, (kg/Tn).				E. E.	Prob.
	0	2	4	6		
pH 24, horas	6,55 a	6,55 a	6,45 a	6,65 a	2,52X10 ⁻¹⁶	0,05
Proteína cruda, (%).	26,24 b	25,44 d	26,69 a	25,95 c	7,66X10 ⁻¹⁶	0,01
Grasa intramuscular, (%).	2,75 a	2,11 b	1,65 c	1,65 c	5,70X10 ⁻¹⁷	0,01

1. pH, 24 horas

El pH registrado para la carne de pollo a las 24 horas de faenado, en pollos capones pio-pio, no se registró diferencias estadísticas ($p > 0,05$), siendo el mayor pH registrado de 6,65 para el 6 kg/Tn de diatomeas, seguido de los tratamientos 2 y 0 kg/Tn de diatomeas, comparten un promedio de 6,55 y finalmente el 4 kg/Tn de diatomeas, con 6,45.

Sin embargo estos valores son superiores a los descritos por Gaytán, C. (2008), que indica que el valor normal del pH es de 6,05; lo que podría derivarse en una contaminación bacteriológica de la carne ya que los microorganismos contenidos en este producto pueden deteriorar su calidad y podrían ser patógenos de algunas enfermedades en los humanos.

2. Proteína cruda, (%)

Al evaluar la proteína contenida en la carne de pollos capones pio-pio, se hallaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$), entre los tratamientos, siendo el mayor porcentaje registrado de 26,69 % con el 4 kg/Tn de diatomeas, seguido del tratamiento testigo con 26,24 %; el nivel 6 kg/Tn de diatomeas muestra un 25,95% y el menor contenido se presentó con el 2 kg/Tn de diatomeas con 25,44 %, (gráfico 7).

El mayor aporte de proteína fue con el 4 kg/Tn de diatomeas, esto quizá se deba a que las diatomeas contienen una alta cantidad de minerales y oligoelementos, además de poseer en base alimenticia a la quinua que es considerada como un alimento completo por su alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales altamente asimilables lo que permite incrementar el valor nutritivo de la dieta para pollos.

Los datos obtenidos guardan relación con los expuestos por Ruiz, D. (2015), quien al emplear dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal de EM/Kg), logró un 26 % de proteína y Pazmiño, A. (2015), quien al dar dietas más mananoligosacáridos y selenio metionina a pollos pio-pio, logró un promedio de 26,14%.

El análisis de regresión para la proteína cruda presente en la carne de pollo, (gráfico 7), entre los tratamientos, manifestando una línea de tendencia cúbica, que inicia con un intercepto de 26,24%, muestra un descenso al utilizar de 0 a 2 kg/Tn de diatomeas de 1,58%; mientras que al emplear los niveles de 2 a 4 kg/Tn de diatomeas logra un incremento de 0,76 % por cada nivel de diatomeas utilizado, posteriormente desciende en un 0,084 % al emplear niveles superiores a 4 kg/Tn de diatomeas, con un coeficiente de determinación de 97,56 % y de correlación de 0,86.

La ecuación para la proteína de carne de pollo es:

$$\text{Proteína} = 26,24 - 1,5858(\text{Nd}) + 0,7612(\text{Nd})^2 - 0,0842(\text{Nd})^3$$

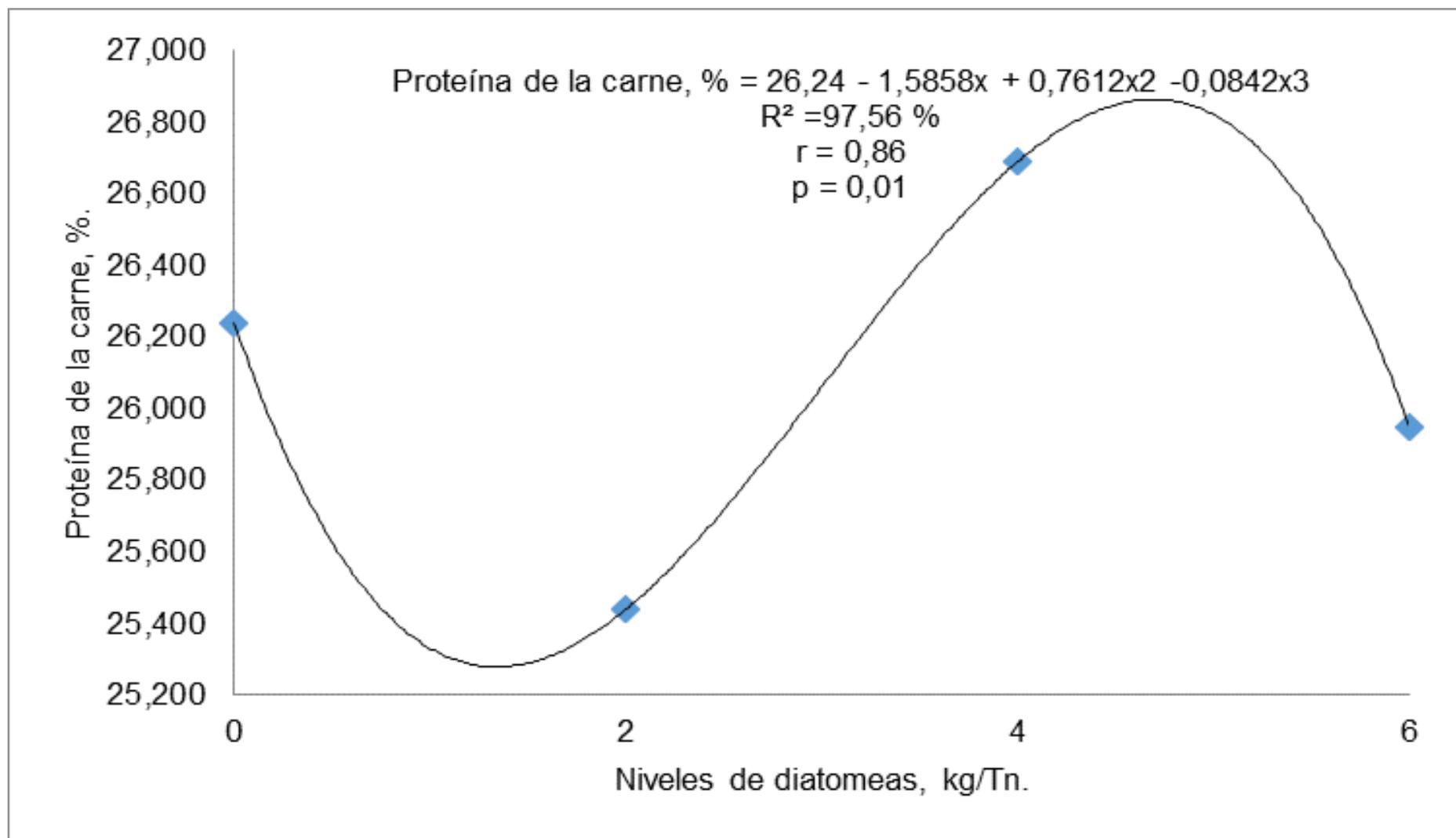


Gráfico 7. Análisis de la regresión para la proteína cruda en la carne de pollos capones pio-pio alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

3. Grasa intramuscular, (%)

Al finalizar la investigación se evaluó la grasa intramuscular de la carne de pollos capones pio-pio, al ser alimentados con una dieta a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$), entre los tratamientos, siendo el menor valor de 1,65 % para los niveles de 4 y 6 kg/Tn de diatomeas, seguido de 2,11% para la inclusión de 2 kg/Tn de diatomeas, y el mayor valor fue de 2,75 % para el tratamiento testigo.

Mostrando que los niveles de 4 y 6 kg/Tn de diatomeas disminuyen la cantidad de grasa en la carne, esto es corroborado por Terán, H. (2009), que indica que el contenido en grasa en la carne de pollo es de 60 mg/100 g inferior al de otras carnes, ya que posee un contenido vitamínico en ácido fólico y la vitamina A, minerales sobre todo potasio, fósforo, zinc, magnesio, hierro y sodio.

Estos datos son inferiores a los obtenidos por Pazmiño, A. (2015), con dietas más mananoligosacáridos y selenio metionina para pollos pio-pio, logró un porcentaje de 3,28; Ruiz, D. (2015), quien al emplear dietas isoproteicas mas diferentes niveles de quinua (3206 Kcal de EM/Kg), logró un 2,92 % de grasa, mostrando así que la inclusión de diatomeas si repercute en la disminución de la grasa intramuscular en la carne de pollo.

Al realizar el análisis de regresión, (gráfico 8), para la variable grasa intramuscular, en pollos pio-pio al ser alimentados con dietas en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas, mostrando una línea de tendencia cuadrática iniciando con un intercepto de 2,764 %; para disminuir en 0,428 % al utilizar los niveles de 0 a 4 kg/Tn de diatomeas; al incrementar los niveles de diatomeas se incrementa en 0,04 %; mostrando un coeficiente de determinación de 99,52% y de correlación de 0,9975.

La ecuación para la variable grasa intramuscular es:

$$\text{Grasa} = 2,764 - 0,428(\text{Nd}) + 0,04(\text{Nd})^2$$

E. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y COPROPARASITARIO DE LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS

1. Análisis bacteriológico

Los resultados expuestos en el (cuadro 23), muestran como a medida que se incrementan los niveles de diatomeas en la dieta, las concentraciones de bacterias disminuyen; observándose que en el tratamiento testigo al inicio de investigación reporta un total de 200000 UFC/ml y se incrementa a MNPC, mientras que los niveles de 2, 4 y 6 kg/Tn de diatomeas reportan una disminución de bacterias de 40000, 16000 y 31000 UFC/ml respectivamente.

Cuadro 23. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO PARA COLIFORMES, EN POLLOS CAPONES PIO – PIO.

Tratamientos	Coliformes totales, (UFC/ml).	
	Inicial	Final
0 Kg/Tn	200000	MNPC
2 Kg/Tn	320000	2800
4 Kg/Tn	40000	2400
6 Kg/Tn	50000	1900

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la FCP. (2015).

Al analizar las concentraciones de bacterias *E. coli* en pollos capones pio-pio, se reportó que incrementaron su número en 11000 UFC/ml al no emplear ningún nivel de diatomeas, mientras que al emplear 2 kg/Tn de diatomeas su conteo se reduce en 3900 UFC/ml y las mayores reducciones de bacterias se registró con los niveles de 4 a 6 kg/Tn de diatomeas siendo de 2100 y 7900 UFC/ml, esto quizá se deba a lo descrito por Yuyara, I. (2008), que las diatomeas a través del estómago y tracto digestivo, ataca y absorbe bacterias, hongos, protozoos, virus, endotoxinas, pesticidas, residuos de medicamentos, *E. coli* y metales pesados, estas toxinas son atrapadas y expulsadas del cuerpo, al ser eliminados los

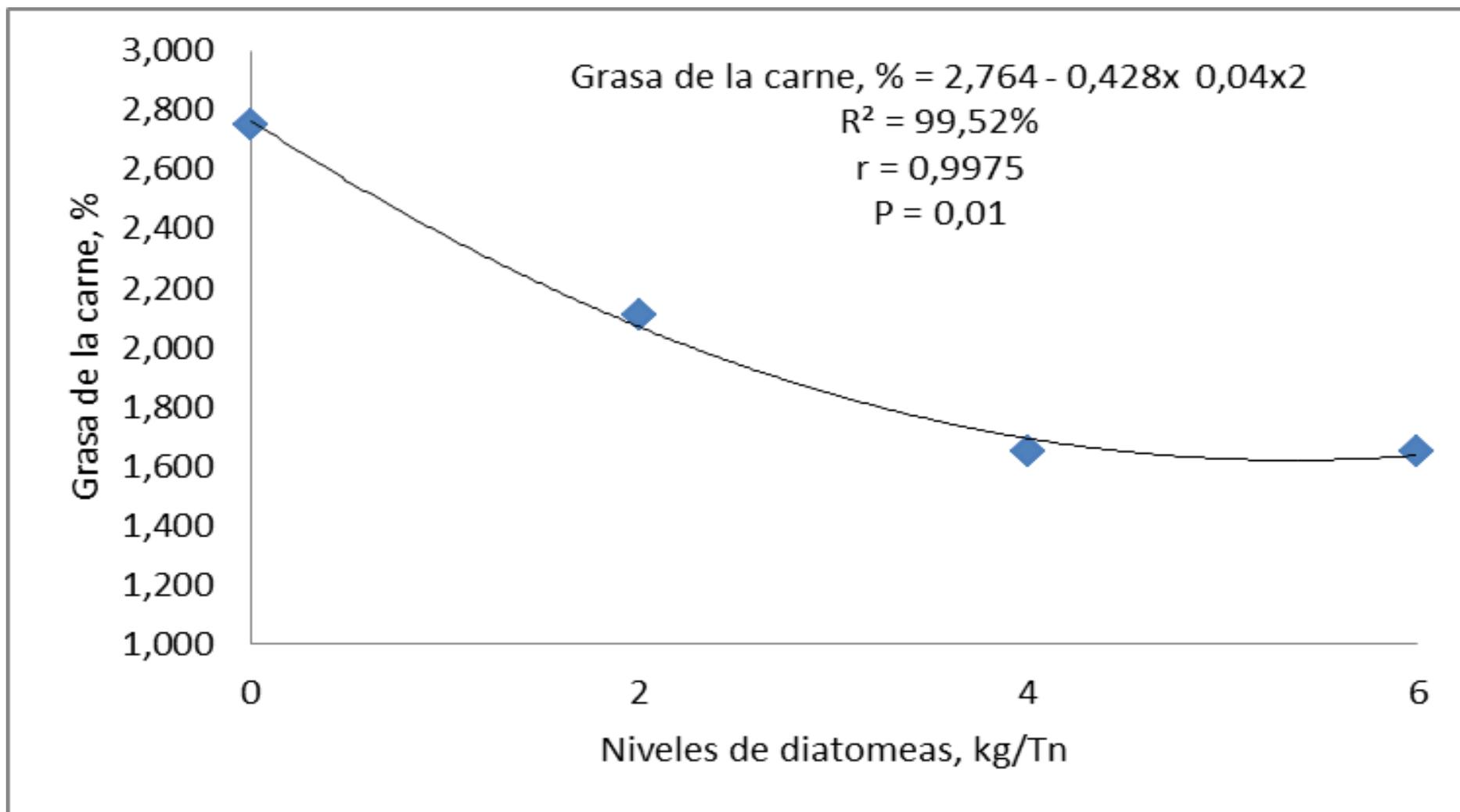


Gráfico 8. Análisis de la regresión para la grasa intramuscular en la carne de pollos capones pio-pio alimentados con una dieta en base a quinua y diferentes niveles de diatomeas.

desechos como consecuencia el sistema inmune se mejora, (cuadro 24).

Cuadro 24. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO PARA *Escherichia coli*, EN POLLOS CAPONES PIO – PIO.

Tratamientos	E. coli, (UFC/ml).	
	Inicial	Final
0 Kg/Tn	15000	26000
2 Kg/Tn	5000	1100
4 Kg/Tn	3000	900
6 Kg/Tn	9000	1100

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la FCP. (2015).

2. Análisis coprológico

Los resultados obtenidos al realizar este análisis, muestran la eficiencia de las diatomeas como desparasitante, ya que con los niveles del 4 y 6 kg/Tn de diatomeas reducen a 0 el conteo de parásitos, mientras que con los niveles de 2 kg/Tn de diatomeas disminuyen en 100 HPG; al no aplicar ningún nivel la carga parasitaria se incrementa en 50 HPG en el animal, (cuadro 25).

Demostrando que a medida se incremente los niveles de diatomeas la carga parasitaria desaparece, estos resultados coinciden con lo descrito por Yuyara, I. (2008), que al poseer en su composición silicio, elimina a los parásitos gastrointestinales y no desarrolla resistencia como hacen con los desparasitantes químicos.

Cuadro 25. ANÁLISIS COPROLÓGICO EN POLLOS CAPONES PIO – PIO.

Tratamientos	Coproparasitaria, (HPG).	
	Inicial	Final
0Kg/Tn	200	250
2Kg/Tn	150	50
4Kg/Tn	100	0
6Kg/Tn	100	0

Fuente: Laboratorio de Microbiología de la FCP. (2015).

F. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS

En la evaluación económica de esta investigación al alimentar pollos capones pio - pio, con una dieta a base de quinua y diferentes niveles de diatomeas de 2, 4 y 6 kg/Tn en el alimento, se estimaron los costos en cada uno de los tratamientos evaluados, así se determinó el mayor beneficio/costo en pollos pio-pio, (cuadro 26), fue al emplear 2 kg/Tn de diatomeas, 1,36; que representa una rentabilidad del 36%; que es superior respecto al uso del 4 kg/Tn de diatomeas, cuya rentabilidad fue de 35% (B/C 1,35) y los menores rendimientos se registraron con los niveles de 0 y 6 kg/Tn de diatomeas, siendo su rentabilidad del 21 y 20% (B/C 1,21 y 1,20), respectivamente.

Cuadro 26. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS POLLOS CAPONES PIO – PIO ALIMENTADOS CON UNA DIETA EN BASE A QUINUA Y DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V.UNITARIO	NIVELES DE DIATOMEAS, (kg/Tn).			
				0	2	4	6
Pollos (1)	Unidad	100	1,5	37,5	37,5	37,5	37,5
Balanceado	kilogramos	Varia	0,55	170,03	170,22	170,13	175,00
Diatomeas 2 Kg/Tn	kilogramos	0,62	3		1,86		
Diatomeas 4 Kg/Tn	kilogramos	1,24	3			3,71	
Diatomeas 6 Kg/Tn	kilogramos	1,91	3				5,73
Vacuna mixta (N + BI) (3)	Unidad	1	3,5	0,88	0,88	0,88	0,88
Vitamina + Electr (4)	Unidad	1	5,25	1,31	1,31	1,31	1,31
Caponaje (5)	Unidad	100	3	75	75	75	75
Yodo (6)	L	1	5	1,25	1,25	1,25	1,25
Cal (7)	Kg	4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mano de Obra (8)	Horas	90	2	45	45	45	45
Materiales (9)	Kit	3	22	16,5	16,5	16,5	16,5
TOTAL EGRESOS				347,5626	349,611	351,382	358,2636
Venta de Pollos (10)		100	3,5	408,1784	463,798	462,836	419,8634
Venta de Pollinaza (11)	Sacos	15	3	11,25	11,25	11,25	11,25
TOTAL INGRESOS				419,4284	475,048	474,086	431,1134
B/C				1,21	1,36	1,35	1,20

1. Costo de Pollos \$ 1,5/ pollo
2. Costo de Balanceado I \$ 0,55Kg
3. Costo de Vacuna mixta \$ 3,50/100dosis
4. Costo de Vitaminas \$ 5,25/100ml
5. Costo de Caponaje \$3,00/pollo

6. Costo de Yodo \$ 5/lt
7. Costo de la Cal \$ 0,10/lb
8. Costo de Mano de Obra \$ 180/mes
9. Costo de Materiales \$ 66/total
10. Costo de Venta de Pollos \$ 3,5/kg
11. Venta de Pollinaza \$ 3/saco

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la alimentación de pollos capones pio-pio con una dieta a base de quinua y diatomeas se concluyó lo siguiente:

1. Evaluando la composición química de la dieta para pollos capones pio-pio con diferentes niveles de diatomeas, se registró que el nivel de inclusión 2 kg/Tn de diatomeas, muestra concentraciones ligeramente superiores en energía metabolizable (2,93 Mcal/kgMS), Proteína bruta (19,22 %), Grasa Cruda (8,65 %) y fibra bruta (4,85 %), con respecto a los demás tratamientos.
2. El nivel de 2 kg/Tn de diatomeas, incluida en una dieta en base a quinua, en la producción de pollos capones pio-pio muestra los mejores resultados en peso final de 5816,76 g; ganancia de peso 4413,2 g; una eficiente conversión alimenticia de 2,83 puntos y el menor costo/kg de carne de 1,53 USD.
3. Los consumos y aportes nutricionales de la dieta no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), registrando los mayores consumos de materia seca de 12727,19 g; proteína, energía y calcio de 23,09, 3672,8 y 1,01 g/día en su orden.
4. El análisis químico para la calidad de carne, reportó con el nivel de 4 kg/Tn de diatomeas un pH de 6,45; proteína cruda 26,69% y grasa intramuscular de 1,65 %.
5. Se determinó que con 2 kg/Tn de diatomeas, registró una eliminación de Coliformes totales de 320000 a 2800 UFC/ml, mientras que para las bacterias *E. coli* fue de 5000 a 1100 UFC/ml, en lo que respecta al análisis coproparasitario fue de 150 a 50 HPG, resaltando así que las diatomeas son eficientes bactericida y desparasitante.
6. En cuanto al análisis beneficio/costo la mayor rentabilidad obtenida fue al emplear 2 kg/Tn de diatomeas (T1), con el 36%, es decir que por cada dólar invertido se obtiene un retorno de 0,36 USD (B/C 1,36).

VI. RECOMENDACIONES

Por las razones antes expuestas se recomienda lo siguiente.

- Incluir 2 kg/Tn de diatomeas en la formulación de dietas en base a quinua para pollos capones pio-pio, considerando que con este nivel se incrementan los parámetros productivos y mejora la rentabilidad económica para el avicultor.
- Evaluar niveles inferiores a los 2 kg/Tn de diatomeas en la alimentación de los pollos capones pio-pio, con la finalidad de obtener resultados eficientes disminuyendo los costos de producción y reducir el impacto ambiental producido por las excretas de las aves.
- Transferir los resultados obtenidos en la presente investigación a las granjas de pequeños y medianos productores, recomendando utilizar este aditivo en la formulación de la dieta, evitando la dependencia de productos químicos y llevándolo a una avicultura orgánica.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABREU, A.; CARULLA, J.; LASCANO, C.; DÍAZ, T.; M KREUZER, M. Y HESS, H. 2004. Effects of Sapindus saponaria fruits on ruminal fermentation and duodenal nitrogen flow of sheep fed a tropical grass diet with and without legume. Journal of Animal Science 82: 5.
2. ADEMA, M. y MARTIN, M. 2009. Criadero de pollos parrilleros. Disponible en: <http://www.agro.unlpam.edu.ar>.
3. ALBEITAR. 2003. Aviculturas alternativas: el pollo campero. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia//articulos-aves-archivo/aviculturas-alternativas:-el-pollo-campero.html>.
4. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CIENCIA AVÍCOLA. 2012. Castración, caponaje, gonadectomía en pollos. Disponible en: http://www.wpsa-aeca.com/aeca_imgs_docs/15_07_07_pollos2.pdf.
5. AYALA, G. 2004. Valor nutritivo y usos de la quinua. . In: Mujica, A, Jacobsen, S, Izquierdo, S y Marathee, JP (eds). Quinua: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. pp 215-253.
6. BALLETT, J. 2011. Tierras de diatomeas usos beneficios y aplicaciones, curiosidad natural al servicio de la industria. Disponible en: <http://www.creces.cl>. 2011.
7. BERLOTTO, C. 2014. Uso de desechos de tierras filtrantes (diatomita+perlita), como insumo para dieta de novillo de engorda. Tesis de grado. Facultad de Acuicultura Y Ciencias Veterinarias, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile.
8. BONIFACIO, A. 2006. Mejoramiento genético de la quinua. Disponible en: <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/2013/IV%20Congreso%20Mundial%20de%20la%20Quinua/CD%20congreso%20quinua/>

AutoPlay/Docs/ALEJANDRO%20BONIFACIO%20Mejoramiento%20genetico%20quinua%20Andes.pdf.

9. BONINO, M. 2011. Pautas para el manejo de aves. Disponible en: http://www.agrobit.com/Documentos/l_1_1_avicultu%5C266_mi000006av%5B1%5D.htm.
10. CADENA, S. 2006. Pollos Microcríaderos Intensivos .se. 3a ed. Quito, Ecuador. se. pp. 15.
11. CANET, Z. 2011. La cría del pollo campero. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar>.
12. CARRANZA, C. y VARGAS, J. 2012. Artículo preparado por el Programa Técnico de Fenavi-Fonav. REVISTA AVICULTORES Ed. 197. Disponible: <http://costa.fenavi.org/index.php?option=com.&id=61>.
13. CASINA, O. 2009. Comercializar.jujuy.gov.ar. Obtenido de Comercializar.jujuy.gov.ar: <http://www.comercializar.jujuy.gov.ar>.
14. CASTRO, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id193017842007> ISSN 0034-748.
15. CHICA, T. 2011. Evaluación de diferentes niveles de diatomeas aplicada en el agua de bebida, en la producción de pollos broiler en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. pp. 45 – 60.
16. COBO, R. 2005. Los capones, una especie muy demandada en la alta cocina, (en línea) Barcelona. Colegio Oficial de Veterinarios, Disponible: www.5.colvet.es/aehv/pdf/Congresobarna%20redux.pdf.
17. CUBILÓ, M. 2001. Efecto de la castración sobre el crecimiento de los gallos de la raza Penedesenca Negra. Selecciones Avícolas. Ficha de investigación No. 748.43.

18. DJEORDJIAN, M. 2003. La Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willdenow*), Disponible en: <http://www.ecoportel.net/content/view/full/21446>.
19. ECO Y AMBIENTE, 2014. Insecticida ecológico por fin. Tierra de Diatomeas. Disponible en: <http://ecoyambiente.com/?p=4384>.
20. ECODOÑANA. 2010. Tierra de Diatomeas. La Tierra Blanca Kieselghur. Disponible en: <http://www.ecodonana.com>.
21. ESTRELLA, E. y LEÓN, V. 2010. Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. *El Pan de América*, pp. 257.
22. FAO. 2013. Quinoa-Valor Nutricional. Caracterización del Mercado de Quinoa en el Ecuador, Quito-Ecuador. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Disponible en: <http://quinua.pe/quinua-valor-nutricional>.
23. FERNÁNDEZ, M. 2004. La avicultura actual, manejo de pollos de engorde camperos, avicultura alternativa y presentación social.
24. GALARZA L. 2011. Humedad e Impurezas influyen en balanceado: http://www.agrytec.com/pecuario/index.php?option=com_content&view=article&id:humedad-e-impurezas-influyen-en-lacalidaddelbalanceado.
25. GARCÍA, M. 2010. Cría de pollos camperos, capones y pulardas (parte I), Asociación Española de Ciencia Avícola. Disponible en: http://www.wpsaaeca.es/articulo.php?id_articulo=351.
26. GAYTÁN, C. 2008. Factores que afectan la calidad de la carne de pollo. En <http://usapeec.org.mx/publicaciones/presentaciones/carnedepollo.pdf>
27. GÓMEZ, V. 2010. Aplicación de diatomeas en Animales. Disponible en: <https://diatomeasgradoalimentario.com/aplicaciones-y-usos/animales/>.
28. GONZÁLEZ, T. 2009. Definición de Materia Orgánica. Disponible en: <http://www.definicionabc.com/ciencia/materia-organica.php>.

29. HERNÁNDEZ, BERMEJO, J. Y LEÓN, J. 2010. Neglected crops 1492 from a different perspective. p. 341. FAO, Rome.
30. HEVIA, M. y QUILES, A. 2005. Influencia de la luz sobre el comportamiento de las aves. Depto. de Producción Animal, Fac. de Veterinaria, Univ. de Murcia.
31. INCA. 2008. MANUAL DE AVICULTURA CAMPERA POLLOS DE ENGORDE. Reportes Técnicos. Ecuador.
32. INIAP. 2006. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Gandarillas, H., Nieto, C., Castillo, R. 1989. Razas de Quinoa en Ecuador. Boletín Técnico No. 67. . Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. pp. 23.
33. JACOBSEN, E. 2003. Valor Nutricional y Usos de la Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). Editorial Altiplano, Puno – Perú.
34. JUNGE, R. 2005. Estudio sobre la investigación, transferencia de tecnología, producción, transformación agroindustrial y comercialización de las especies nativas en el Ecuador. Disponible en l página web. Consultado el 13 de abril del 2016: <http://www.fao.org/3/a-ar364s.pdf>.
35. LEÓN, M. 2003. Cultivo de la quinoa en Puno-Perú: Descripción, manejo y producción. Universidad Nacional Agraria, UNA. Puno, Perú.
36. LEÓN, N. 2010. Diferentes programas de coccidiostatos en el alimento del pollo de engorde sobre los parámetros productivos y de mortalidad. Tesis de licenciatura.
37. LESCANO, J. 2005. Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinoa, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT – COTESU, pp.459.

38. LÓPEZ, G. 2007. Definición de Proteínas. Disponible en: <http://www.definicionabc.com/salud/proteinas.php>.
39. MANUAL DE LA OIE SOBRE ANIMALES TERRESTRES. 2007. Disponible en: <http://www.oie.int>.
40. MANUAL DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA. 2012. Dirección de Educación Agraria Dirección Provincial de Educación Técnico Profesional. Disponible: www.easdonboscouribe.edu.ar/files/MANUAL%20DE%20AVICULTURA.pdf.
41. MULLIN, J. 2007. Tierras de Diatomea: Depósito mineral compuesto por fósiles de algas unicelulares llamadas diatomeas. Ecoagricultores.
42. MUÑOZ, Y, CASSO, G. Y MENESES, O. 2007. Evaluación del rendimiento nutricional de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow), como aporte de proteína y energía en la elaboración de dietas, para alimentación de pollos en la fase de ceba, en la Vereda la Tetilla, municipio de Popayán, Cauca.
43. NEGRETE J. y ARÉVALO M. 2015. Anuario Climatológico Facultad de Recursos Naturales ESPOCH. Riobamba. Disponible en: http://www.espoch.edu.ec/Descargas/facultadpub/ANUARIO_2015-1_1393d.pdf.
44. NORTH, M. 2005. Manual de producción avícola. Tercera edición, México. pp. 113.
45. PADILLA, L. 2015. Comportamiento productivo en pollos capones comerciales en base a dietas con diferentes niveles de quinua. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. pp. 40 – 58.
46. PAREDES, A. 2009. Glosario de alimentación. Disponible en: <http://doradoamanecer.galeon.com/glosario.htm>.

47. PARKER, D. 2012. Uso de antibióticos en aves, artículo el sitio avícola. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2186/uso-de-antibiaticos-en-aves/>.
48. PAZMIÑO, A. 2015. Diferentes tipos de dietas más mananoligosacàrido y selenio – metionina en la producción de pollos capones criollos semipesados. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. pp. 50 – 60.
49. PEÑA, C. 2010. Determinación de Cenizas Totales o Residuo Mineral. Disponible en: <http://avibert.blogspot.com/2010/12/determinacion-de-cenizas-totales-o.html>.
50. PHITONAT. 2014. Productos Ecológicos. Disponible en: <http://phitonat.com>.
51. PINTO, M. 2013. El Cultivo de la Quinua y el Clima en el Ecuador. Disponible y Consultado: 3 de julio del 2015. : <http://meteorologia/articulos/agrometeorologia/ElcultivodelaquinuayelclimaenelEcuador.pdf>.
52. PULGAR, J. 2004. La quinua o suba en Colombia. Publ. No. 3. Fichero Científico Agropecuario. La quinua en los países andinos Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia.
53. QUIROZ, T. 2015. Energía neta y energía metabolizable. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201111/EXE%20NUTRIANIMAL%20MODULO/82_energa_neta_y_energa_metabolizadle.html.
54. RAMIREZ, H. 2011. ¿De qué hablan cuando dicen Materia Seca? Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/42-Materia_Seca.pdf.
55. REA, M. 2009. Tierra de diatomeas ECODOÑANA. Disponible en: <http://www.ecodonana.com/facebook/tierra-de-diatomeas-ecodof1ana.pdf>.

56. REVISTA AGROPULI. 2013. Protocolo mineral de tierra de diatomeas. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/insecticida-tierra-diatomeas/.pdf>.
57. REVISTA ECODOÑANA. 2010. Tierra de diatomeas. Disponible en: <http://www.ecodonana.com/diatomeas.html>.
58. RODRÍGUEZ, E. 2006. Valoración Nutritiva del Pienso donde se incluye Harina de caña proteica. (H.C.P). Tesis de Maestría. Universidad de Granma. Bayamo.
59. ROJAS, W. 2003. Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. Food Reviews International. Vol. 19 (1-2): 9-23.
60. RUIZ, D. 2015. Comportamiento productivo de pollos capones comerciales con dietas isoproteicas y diferentes niveles de energia en base a quinua. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. pp.40 – 60.
61. SAÁ, Y. 2010. Glosario de términos bromatológicos. Disponible en: http://www.distribuidorranupec.com.mx/main/page_glosario.html
62. SÁNCHEZ, G. 2012. Tierras de diatomeas, curiosidad natural al servicio de la industria. Revista Creces, Ciencia y Tecnología. Disponible en <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=%20%20%3E%20%203&t c=3&nc=5&art=348>.
63. SANTIAGO, H. 2011. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. <http://www.lisina.com.br/arquivos.com>.
64. SOCIEDAD ARGENTINA DE NUTRICIÓN. 2010. Grasa y aceites. Disponible en: <http://www.sanutricion.org.ar.Grasas-y-Aceites.pdf>.
65. SUÁREZ, V. 2005. La tierra de diatomea como insecticida y antiparasitario natural en bovinos. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/103-tesis_diatomea.pdf.

66. TERÁN, H. 2009. Tierra de diatomeas. Disponible en: <http://www.diatomea.cl/images/diatomea.pdf>.
67. VARGAS, C. 2012. Tierras de Diatomea para la Sanidad Animal. Disponible: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/foros/tierras-diatomea-sanidad-animal-t8020.htm>.
68. VELASTEGUÍ, L. 2009. Utilización de promotor natural Sel – plex en cría y acabado de pollos de campo pio – pio. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. pp. 30 – 60.
69. VILLA, R. 2002. Instituto de Investigaciones Avícolas.
70. YAMBAY, S. 2010. Comparación de indicadores productivos de pollos pio – pio de acuerdo a dos características fenotípicas. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. pp. 30.
71. YÁNEZ, H. 2008. Diatomeas en la alimentación animal. Disponible en: <http://www.diatomax.com/es/Agro>.
72. YUYARA, I. 2008. Tierra de diatomeas. Disponible en: <http://mmspuebla.mx/tierra-diatomea/>
73. ZEGARRA, G. 2010. Tesis de Grado. Actividad Detergente Y Acaricida De Principios Activos De Quinuas Amargas, Aceites Esenciales Y Tarwi.

ANEXOS

Anexos 1. Peso inicial de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso inicial	20	0,06	0,00	5,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5517,05	3	1839,02	0,36	0,7837
Niveles de diatomeas	5517,05	3	1839,02	0,36	0,7837
Error	82079,47	16	5129,97		
Total	87596,52	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5129,9670 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
4,00	1414,53	5	32,03 a
2,00	1403,57	5	32,03 a
0,00	1391,22	5	32,03 a
6,00	1369,81	5	32,03 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexos 2. Peso final de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
peso final	20	0,42	0,31	4,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	790907,76	3	263635,92	3,89	0,0289
Niveles de diatomeas	790907,76	3	263635,92	3,89	0,0289
Error	1083164,14	16	67697,76		
Total	1874071,89	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 67697,7585 gl: 16

<u>Niveles de diatomeas</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
2,00	5816,76	5	116,36 a
4,00	5764,68	5	116,36 a
6,00	5408,99	5	116,36 b
0,00	5381,39	5	116,36 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexos 3. Ganancia de peso de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia de peso total	20	0,38	0,26	6,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	689377,83	3	229792,61	3,27	0,0488
Niveles de diatomeas	689377,83	3	229792,61	3,27	0,0488
Error	1125148,29	16	70321,77		
Total	1814526,12	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 70321,7680 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
2,00	4413,20	5	118,59 a
4,00	4350,15	5	118,59 a b
6,00	4039,18	5	118,59 b
0,00	3990,17	5	118,59 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 4. Ganancia de peso día de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia de peso/día	20	0,38	0,26	6,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	71,75	3	23,92	3,27	0,0489
Niveles de diatomeas	71,75	3	23,92	3,27	0,0489
Error	117,20	16	7,32		
Total	188,94	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 7,3248 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
2,00	45,03	5	1,21 a
4,00	44,39	5	1,21 a b
6,00	41,22	5	1,21 b
0,00	40,72	5	1,21 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. Conversión alimenticia de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Conversión alimenticia	20	0,44	0,34	6,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,43	3	0,14	4,22	0,0223
Niveles de diatomeas	0,43	3	0,14	4,22	0,0223
Error	0,55	16	0,03		
Total	0,98	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0343 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	3,16	5	0,08 a
0,00	3,10	5	0,08 a
4,00	2,84	5	0,08 b
2,00	2,83	5	0,08 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6. Conversión alimenticia de los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de alimento total	20	0,38	0,26	1,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	471704,40	3	157234,80	3,21	0,0513
Niveles de diatomeas	471704,40	3	157234,80	3,21	0,0513
Error	784174,01	16	49010,88		
Total	1255878,42	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 49010,8758 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	12727,19	5	99,01 a
2,00	12379,38	5	99,01 b
4,00	12373,29	5	99,01 b
0,00	12365,46	5	99,01 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 7. Consumo de alimento en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de alimento dia	20	0,38	0,26	1,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	49,14	3	16,38	3,21	0,0512
Niveles de diatomeas	49,14	3	16,38	3,21	0,0512
Error	81,64	16	5,10		
Total	130,78	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5,1024 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	129,87	5	1,01 a
2,00	126,32	5	1,01 b
4,00	126,26	5	1,01 b
0,00	126,18	5	1,01 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8. Consumo de proteína en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de proteína g/día	20	0,38	0,26	1,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,56	3	0,52	3,22	0,0508
Niveles de diatomeas	1,56	3	0,52	3,22	0,0508
Error	2,58	16	0,16		
Total	4,13	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1611 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	23,09	5	0,18 a
2,00	22,46	5	0,18 b
4,00	22,45	5	0,18 b
0,00	22,43	5	0,18 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9. Consumo de materia orgánica en pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de materia orgánica g/día	20	0,10	0,00	2,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19412,68	3	6470,89	0,62	0,6135
Niveles de diatomeas	19412,68	3	6470,89	0,62	0,6135
Error	167586,16	16	10474,14		
Total	186998,84	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 10474,1350 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	122,21	5	0,01 a
2,00	120,73	5	0,01 c
0,00	115,93	5	0,01 b
4,00	111,47	5	0,01 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10. Consumo de calcio en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Consumo de calcio g/día	20	0,38	0,27	1,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,7E-03	3	9,1E-04	3,30	0,0476
Niveles de diatomeas	2,7E-03	3	9,1E-04	3,30	0,0476
Error	4,4E-03	16	2,8E-04		
Total	0,01 19				

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0003 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	1,01	5	0,01 a
2,00	0,99	5	0,01 b
4,00	0,98	5	0,01 b
0,00	0,98	5	0,01 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 11. Consumo de energía metabolizable en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Consumo de EM	20	0,39	0,28	1,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	438,08	3	146,03	3,45	0,0419
Niveles de diatomeas	438,08	3	146,03	3,45	0,0419
Error	677,93	16	42,37		
Total	1116,01	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 42,3709 gl: 16

<u>Niveles de diatomeas</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
6,00	372,72	5	2,91 a
2,00	370,12	5	2,91 ab
4,00	362,36	5	2,91 b
0,00	362,13	5	2,91 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12. Rendimiento a canal en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento a canal	20	0,55	0,46	2,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	73,87	3	24,62	6,40	0,0047
Niveles de diatomeas	73,87	3	24,62	6,40	0,0047
Error	61,54	16	3,85		
Total	135,40	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 3,8461 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
4,00	78,33	5	0,88 a
0,00	77,32	5	0,88 a
2,00	76,79	5	0,88 a
6,00	73,23	5	0,88 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13. Costo/kg de carne en los pollos pio-pio, por efecto de dietas a base de quinua y la inclusión de diferentes niveles de diatomeas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Costo/kg de carne	20	0,61	0,54	6,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,26	3	0,09	8,46	0,0013
Niveles de diatomeas	0,26	3	0,09	8,46	0,0013
Error	0,16	16	0,01		
Total	0,42	19			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0103 gl: 16

Niveles de diatomeas	Medias	n	E.E.
6,00	1,83	5	0,05 a
0,00	1,61	5	0,05 b
4,00	1,59	5	0,05 b
2,00	1,53	5	0,05 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)